

**МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ**

# **ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО ПОЛЕСЬЯ**

**Книга 1. БЕЛОРУССКОЕ ПОЛЕСЬЕ**

**Том 1**

## ***ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ***

*Под общей научной редакцией*

доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ю. А. Мажайского,  
доктора технических наук, профессора А. Н. Рокочинского,  
доктора географических наук, профессора А. А. Волчека,  
кандидата технических наук, доцента О. П. Мешика,  
доктора технических наук, профессора Е. Езнаха

**БЕЛАРУСЬ – УКРАИНА – ПОЛЬША – РОССИЯ**

**Брест – Ровно – Варшава – Рязань**

**2018**

УДК 631.62(438.42)

ББК 40.6

П77

*Под общей научной редакцией:*

**Ю. А. Мажайского**, доктора сельскохозяйственных наук, профессора (Россия);

**А. Н. Рокочинского**, доктора технических наук, профессора (Украина);

**А. А. Волчека**, доктора географических наук, профессора (Беларусь);

**О. П. Мешика**, кандидата технических наук, доцента (Беларусь);

**Е. Езнаха**, доктора технических наук, профессора (Польша).

*Рецензенты:*

**В. И. Желязко** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан мелиоративно-строительного факультета (Белорусская государственная орденов Октябрьской революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия);

**К. К. Красовский** – доктор географических наук, профессор, профессор кафедры туризма и страноведения (Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина).

П77 **Природообустройство Полесья** : монография : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю. А. Мажайского, А. Н. Рокочинского, А. А. Волчека, О. П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : Мещер. ф-л ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», 2018. – Кн. 1 : Белорусское Полесье. – Т. 1 : Природно-ресурсный потенциал. – 408 с.

ISBN

Монография подготовлена на основе обобщения результатов многолетних исследований и производственного опыта ведущих ученых и специалистов водохозяйственно-мелиоративного профиля о природных, исторических, социально-экономических, конструктивных, режимно-технологических, экологических, экономических и других аспектах мелиорации и обустройства зоны Полесья Беларуси, Украины, Польши и России.

Том 1 книги 1 посвящен вопросам оценки природно-ресурсного потенциала Белорусского Полесья в контексте природообустройства региона и решения задач рационального природопользования.

Предназначается для специалистов в области экологии, природоохранной деятельности, мелиорации и водного хозяйства, сельскохозяйственного производства, научных работников, аспирантов, магистрантов и студентов соответствующих специальностей.

*Ответственность за содержание, достоверность и качество представленных материалов несут авторы.*

УДК 631.62(438.42)

ББК 40.6

ISBN

© Авторы разделов, указанные в оглавлении тома 1 книги 1 монографии, 2018

© Брестский государственный технический университет (Республика Беларусь), 2018

© Национальный университет водного хозяйства и природопользования (Ровно, Украина), 2018

© ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» (Российская Федерация), 2018

© Варшавский университет естественных наук – SGGW (Республика Польша), 2018



**INTERNATIONAL SCIENTIFIC PUBLICATION**

**ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
IN POLESYE**

**Book 1. BELARUSIAN POLESYE**

**Volume 1**

***NATURAL RESOURCES POTENTIAL***

*Edited by*

Yury Mazhayskiy, Doctor of Science in Agriculture, Professor  
Anatoliy Rokochynskiy, Doctor of Engineering Science, Professor  
Aliaksandr Volchak, Doctor of Science in Geography, Professor  
Aleh Meshyk, Ph. D. in Engineering Science, Associate Professor  
Jerzy Jeznach, Doctor of Engineering Science, Professor

**BELARUS – UKRAINE – POLAND – RUSSIA**

**Brest – Rivne – Warsaw – Ryazan**

**2018**

UDC 631.62(438.42)  
BBC 40.6  
E58

***Edited by***

**Yury Mazhayskiy**, Doctor of Science in Agriculture, Professor (Russia);  
**Anatoliy Rokochynskiy**, Doctor of Engineering Science, Professor (Ukraine);  
**Aliaksandr Volchak**, Doctor of Science in Geography, Professor (Belarus);  
**Aleh Meshyk**, Ph. D. in Engineering Science, Associate Professor (Belarus);  
**Jerzy Jeznach**, Doctor of Engineering Science, Professor (Poland).

***Reviewers:***

**V. Zhaliaska**, Dr. Sc. in Agriculture, Professor, Dean of the Faculty of Land Reclamation and Construction (Belarusian State Agricultural Academy);  
**K. Krasovskiy**, Dr. Sc. in Geography, Professor at Department of Tourism and Country Studies (Brest State University named after A. S. Pushkin)

E58 **Environmental Engineering in Polesye** : monograph : in 4 books / edited by Yu. Mazhayskiy, A. Rokochynskiy, A. Volchak, A. Meshyk, J. Jeznach. – Ryazan : Meshchersk office of VNIIGiM of A. N. Kostiakov, 2018. – Book 1 : Belarusian Polesye. – V. 1 : Natural Resources Potential. – 408 p.

ISBN

The monograph summarizes the results of long-term research and experience of leading scientists and experts in the area of land reclamation and water management in Belarus, Ukraine, Poland, and Russia. It presents such aspects of land reclamation and natural resource management in Polesye region as natural, historical, social, economic, constructional, technological, environmental, etc.

Volume 1 of Book 1 focuses on an assessment of natural resources potential of Belarusian Polesye in terms of environmental engineering and solving current problems in sensible environmental management in the region.

The book might be of interest for scientists, undergraduate students, Master Degree and Ph. D. students, and other experts in the areas of ecology, environmental management, land reclamation, water management, and agriculture.

*It is only the authors, who are responsible for the contents, adequacy, and quality of the data used.*

UDC 631.62(438.42)  
BBC 40.6

ISBN

© Authors of the chapters named in Volume 1  
of Book 1 of the monograph, 2018  
© Brest State Technical University (Belarus), 2018  
© National University of Water and Environmental Engineering  
(Rivne, Ukraine), 2018  
© VNIIGiM of A. N. Kostiakov (Russia), 2018  
© Warsaw University of Life Sciences – SGGW (Poland), 2018

## ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Полесье – это уникальный природно-территориальный комплекс, который находится на территории четырех государств: Республики Беларусь (южные районы Брестской и Гомельской областей), Украины (Правобережное и Левобережное Полесье, иногда используются топонимы Западное и Восточное или Припятское и Наддеснянское; в зависимости от административного деления различают пять физико-географических областей: Волынское, Ровенское, Житомирское, Киевское, Черниговское и Сумское), Российской Федерации (Брянско-Жиздринское Полесье) и Полесье Республики Польша (в составе некоторых районов Люблинского воеводства: долина Буга в районе Воли-Ургуской и Ленчицко-Влодавское поозерье, известные как Люблинское, или Западное, Полесье). Общая площадь Полесья составляет около 130 тыс. км<sup>2</sup>.

Сегодня человечество стоит перед проблемой решения целого ряда неотложных проблем. Среди приоритетных – это изменения водных, энергетических и продовольственных ресурсов, в условиях изменения климатических условий, которые происходят в целом на всей планете. Актуальной остается проблема не просто обеспечения населения и отраслей экономики водой, а в необходимом ее количестве и хорошего качества.

Проблема продовольствия существовала всегда и остается актуальной сегодня. Ее решение относится к категории межгосударственных проблем и обусловлено экологическим состоянием территории, энергетическими, водными, почвенными ресурсами в условиях изменения климата.

Основным лимитирующим показателем сельскохозяйственных производств Полесья, в первую очередь, является избыточное увлажнение. Обеспечение гарантированных урожаев возможно только при условии целенаправленного, научно обоснованного улучшения свойств природно-территориальных комплексов с целью оптимального использования потенциала почв, вод, климата, рельефа и растительности, а это может быть реализовано только при проведении мелиораций.

Мелиоративные системы, как и любые другие технические системы, характеризуются не только положительным, но и отрицательным влиянием на окружающую среду. Как показывает опыт многих стран, это вызвано тем, что при проектировании и строительстве гидромелиоративных систем предполагалось обязательное соблюдение условий их эксплуатации. Но сегодня мы поставлены перед фактом, что нередко мелиоративные системы в результате раздела земель не всегда принадлежат одному землепользователю, вследствие чего условия их эксплуатации значительно нарушаются. Проблема состоит в том, что построенные гидромелиоративные системы, особенно внутривозделные, нередко брошены на произвол судьбы.

Учитывая результаты многолетних научных исследований и практический опыт разных стран, можно сказать: мелиорации были, есть и остаются главным условием обеспечения развития и дальнейшего процветания сельского хозяйства, в том числе в зоне Полесья.

В данной монографии представлены разноплановые и разнородные по своему содержанию исследования, касающиеся мелиорации как неотъемлемой составляющей природообустройства Полесья. И нетрудно убедиться: все они объединены тем, что в них красной нитью проходит вопрос возрождения мелиоративных систем, управления водно-воздушным режимом путем проведения комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических, мелиоративных, гидротехнических мероприятий, которое гарантирует получение высоких урожаев сельскохозяйственной продукции.

Академик Национальной академии наук Беларуси, доктор географических наук, профессор **В. Ф. Логинов** (Республика Беларусь)

Академик Национальной академии аграрных наук Украины, член Российской академии сельскохозяйственных наук и Итальянской аграрной академии Geogofili, доктор технических наук, профессор **П. И. Коваленко** (Украина)

Член президиума и ученый секретарь Комитета агрономических наук Польской академии наук, доктор технических наук, профессор **Е. Езнах** (Республика Польша)

Член Комитета агрономических наук Польской академии наук, доктор технических наук, профессор **Д. Мосий** (Республика Польша)

Академик Российской академии наук, академик Нью-Йоркской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **И. П. Кружилин** (Российская Федерация)

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Полесье – это территория в пределах Полесской низменности, обладающая уникальными особенностями и свойствами, состоящими в том, что здесь существует многообразный животный и растительный мир, в совокупности указывающий на высокую степень сохранности природных систем, разнообразие минерально-сырьевые ресурсы делают Полесье привлекательным для природопользования, этнокультурная самобытность проживающего здесь населения стала «визитной карточкой» исследуемого географического региона.

Точные границы Полесья провести довольно сложно. Это касается всех имеющихся компонентных географических районирований территории (геоморфологического, гидрологического, почвенного, геоботанического и др.). В разных видах районирования границы Полесья несколько отличаются. В этой связи, вопрос о границах Полесья является дискуссионным, учитывая также неизбежные трансформации границ под влиянием различных факторов, например, климатических.

В настоящей монографии граница Белорусского Полесья проводилась в соответствии с европейской десятичной системой физико-географического районирования суши, согласно которому территория Беларуси делится на 5 провинций – Белорусскую Поозерскую, Западно-Белорусскую, Восточно-Белорусскую, Предполесскую и Полесскую, каждая из которых отличается геологической историей формирования, особенностями слагаемых компонентов и элементов. В свою очередь, Полесье подразделяется на пять физико-географических районов: Брестское Полесье, Загородье, Припятское, Мозырское и Гомельское Полесье.

Белорусское Полесье – регион, протянувшийся в широтном направлении более чем на 500 км с запада на восток и на 200 км с севера на юг. Занимает площадь около 60 тыс. км<sup>2</sup>. На севере ограничивается холмисто-равнинными пространствами центральной части Беларуси. Занимает значительную часть Брестской и Гомельской областей, небольшие части на юге Минской области и на крайнем юго-западе Могилевской. В самых общих чертах северная граница Полесья определяется максимальным распространением на юг сожского ледникового покрова.

Обустройство Полесья под потребности человека имеет давнюю историю. Рост численности населения, развитие социально-экономических и производственных отношений потребовали включения в сельскохозяйственный оборот новых земель и их улучшения. При этом мелиорации стала отводиться ведущая роль. Необходимо отметить, что мелиорации являются составной частью природообустройства, куда входят: собственно мелиорации земель различного назначения; рекультивация земель; природоохранное обустройство территорий.

За многолетний период накоплен огромный теоретический и практический опыт о природных, исторических, социально-экономических, конструктивных, режимно-технологических, экологических, экономических и других аспектах приобустройства Полесья, что делает принципиально важным его обобщение на современном этапе. В связи с этим первый том книги раскрывает природно-ресурсный потенциал Белорусского Полесья в контексте его природообустройства.

В первой главе приводятся физико-географическая характеристика и социально-экономические условия Белорусского Полесья, где значимое место также отведено особо охраняемым природным территориям, историческим и культурным памятникам, которые могут являться объектами туризма. В границах административно-территориального деления районов отражается развитие различных отраслей экономики, включая сельское хозяйство. Вторая глава посвящена описанию геологических условий и минерально-сырьевых ресурсов, почвенного покрова, ландшафтов, земельных ресурсов, флоры и фауны, что характеризует в совокупности многообразие природных ресурсов. Третья глава описывает климатические условия и их влияние на окружающую среду и отрасли экономики, в завершение даются методики прогнозирования климата и разработанные прогнозы на различную перспективу. В четвертой и пятой главе рассматриваются водные ресурсы Белорусского Полесья, где ведущая роль отводится ресурсам поверхностных вод, их современному состоянию, качеству и трансформациям под воздействием различных факторов. Кроме того, даны оценка и прогноз изменения стока рек Белорусского Полесья.

Считаем, что материалы, представленные в данном издании, будут способствовать развитию науки о Земле, углублению знаний о состоянии окружающей среды и экологии, станут полезными для специалистов в области мелиорации и водного хозяйства, природоохранной деятельности, экологии, аграрного сектора экономики и других смежных областей, будут востребованы аспирантами, магистрантами и студентами соответствующих специальностей.

*Редакционная группа*

## Глава 1. ОБЩАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

### 1.1. Физико-географические особенности

Полесье – историко-культурная и физико-географическая область, расположенная в пределах Полесской низменности. Этот целостный в природном отношении регион является трансграничным – располагается в пределах четырех стран (Беларуси, Украины, Польши и России). Большая часть Полесья расположена на юге Беларуси и севере Украины, и лишь частично охватывает территории Польши и России.

Полесье – уникальный географический регион, отличающийся высокой сохранностью природных систем, своеобразным и богатым растительным и животным миром, разнообразными минерально-сырьевыми ресурсами, значительной долей осушенных земель, а также этнокультурной самобытностью проживающего здесь населения.

Точные границы Белорусского Полесья провести достаточно сложно. Во всех существующих компонентных географических районированиях территории Беларуси (геоморфологическом, гидрологическом, почвенном, геоботаническом и др.) южная часть страны выделяется в отдельную область (район, провинцию, подзону) – Белорусское Полесье, или Южную область (район, провинцию, подзону). В разных видах районирования границы Полесья несколько отличаются.

В настоящей монографии граница Белорусского Полесья (рис. 1.1) проводилась в соответствии с европейской десятичной системой физико-географического районирования суши, согласно которой территория Беларуси делится на 5 провинций – Белорусскую Поозерскую, Западно-Белорусскую, Восточно-Белорусскую, Предполесскую и Полесскую, каждая из которых отличается геологической историей формирования, особенностями слагаемых компонентов и элементов. В свою очередь, Полесье подразделяется на пять физико-географических районов: Брестское Полесье, Загородье, Припятское, Мозырское и Гомельское Полесье.

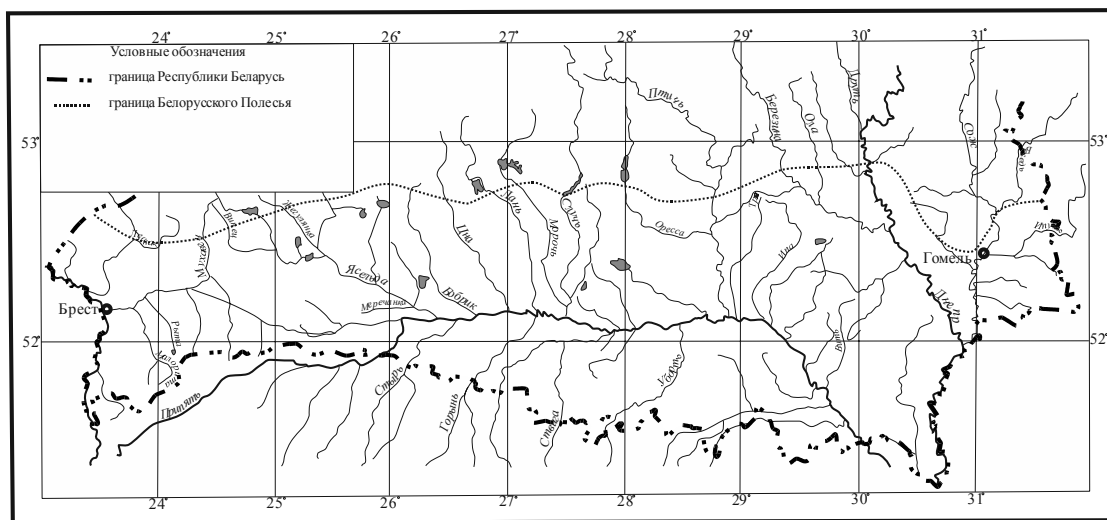


Рисунок 1.1 – Белорусское Полесье

Белорусское Полесье – регион, протянувшийся в широтном направлении более чем на 500 км с запада на восток и на 200 км с севера на юг. Занимает площадь около 60 тыс. км<sup>2</sup>. На севере ограничивается холмисто-равнинными пространствами центральной части Беларуси. Занимает значительную часть Брестской и Гомельской областей, небольшие части на юге Минской области и на крайнем юго-западе – Могилевской. В самых общих чертах северная граница Полесья определяется максимальным распространением на юг сожского ледникового покрова.

Полесье расположено между Белорусской антеклизой на севере и Украинским щитом на юге. Центральная и восточная части приурочены к Припятскому прогибу с глубиной залегания фундамента 1–6 км. На юге по течению р. Уборть кристаллический фундамент выходит на поверхность. На западе расположена Подляско-Брестская впадина, Полесская седловина, Вольно-Азовская плита с глубинами залегания фундамента 250–1000 м. В пределах Микашевичско-Житковичского выступа фундамент расположен на глубинах 8–30 м. К востоку от Припятского прогиба расположены Брагинско-Лоевская седловина и Воронежская антеклиза. В платформенном чехле представлены отложения всех геологических периодов – от верхнепротерозойских до четвертичных. Мощность четвертичных

отложений уменьшается с севера на юг от 80 до 30 м. Их образование связано с деятельностью днепровского ледника. Распространены водно-ледниковые, древнеаллювиальные, болотные и озерные отложения.

Поверхность современного Полесья – водно-ледниковая и озерно-аллювиальная песчаная низина с древними надпойменными террасами, слабым наклоном на юго-восток, на небольшом участке в бассейне Западного Буга – на запад. Основные формы рельефа на ней образовались в результате деятельности днепровского и сожского ледников и их талых вод. Абсолютные высоты территории составляют 100–150 м. На ограниченной площади встречаются холмисто-увалистые и увалистые конечные морены днепровского оледенения (Мозырская и Столинская гряды, северо-восток Загородья) с высотами 180–220 м. Большую роль в формировании рельефа сыграла аккумулятивная деятельность Припяти и ее притоков. Главная особенность Полесья – широкое распространение болотных массивов с остаточными озерами, песчаными дюнами, небольшими холмами.

Климат Белорусского Полесья умеренный, переходный от морского к континентальному. Основными чертами климата являются мягкость, небольшие амплитуды температур, достаточное количество осадков, неустойчивый характер погоды. Климат Полесья наиболее теплый, неустойчиво влажный в сравнении с остальной частью Беларуси, что обеспечивает преимущества для развития сельского хозяйства, связанные с более продолжительным вегетационным периодом.

Основные реки – Припять с притоками Пина, Ясельда, Цна, Лань, Случь, Вить, Стырь, Горынь, Ствига, Уборть, Словечна, на востоке протекает Днепр с притоками Березина и Сож, на западе – Буг, Мухавец. Естественная речная сеть не густая. В связи с интенсивным развитием осушительных мелиораций широко распространена сеть осушительных каналов, многие реки полностью или частично канализованы.

По условиям гидрологического режима реки Белорусского Полесья принадлежат к типу равнинных с преобладанием снегового питания. Водный режим рек в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней меженью, периодическими паводками. В осенне-зимний период обычно наблюдается несколько повышенная водность рек в результате выпадения значительных осадков. Во внутригодовом распределении стока выделяются два максимума (весенний и осенний) и два минимума (летний и зимний).

Реки характеризуются очень низкой величиной падения, имеют широкие и плоские слабо выраженные долины, низкие заболоченные берега, медленное течение. Низменный уровень поверхности способствует не только замедлению стока и снижению его объема, но и высокому стоянию грунтовых вод. Несмотря на значительное испарение, избыток влаги накапливается на поверхности и вызывает ее заболачивание.

Особенностью Полесья является периодическое затопление земель во время половодий и паводков, которые нередко достигают масштабов наводнений и сопровождаются разрушением сооружений, затоплением населенных пунктов, промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий. Этому способствуют благоприятные условия, которые создаются здесь для аккумуляции воды вследствие неглубокого залегания грунтовых вод, плоского, практически без уклонов, рельефа.

Высокая заболоченность территории издавна мешала развитию сельского хозяйства региона, поэтому проведение осушительной мелиорации предусматривало улучшение дренированности территории, изменение природных особенностей Полесья и превращение его в зону высокопродуктивного сельского хозяйства, чему способствовали плодородные почвы и наличие водных источников. Мелиорация проводилась на протяжении длительного периода, однако пик ее пришелся на 60–70-е годы XX в. В результате осушительной мелиорации произошло существенное преобразование гидрографической сети, изменились условия формирования стока.

Озерность в пределах Полесья невысокая. Наиболее крупные озера – Червоное, Выгонощанское, Черное, Бобровицкое, Ореховское, Споровское. В большинстве случаев это остаточные озера, иногда карстовые; многочисленны пойменные озера. Многие озера дают начало рекам.

Значительные площади занимают болота. Наиболее заболочено Припятское Полесье. В бассейнах отдельных рек заболоченность составляет от 20 до 70 % территории. На территории Белорусского Полесья самые обширные болота – Гричино, Пинское, Загальское, Выгоновское. В настоящее время значительные площади их осушены и освоены.

Почвенный покров Полесья достаточно разнообразен. Он отличается сложностью и контрастностью, что обусловлено отличиями в почвообразующих породах и условиями увлажнения. Особенностью его является высокая доля гидроморфных и полугидроморфных почв. Наибольшую площадь занимают дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы, несколько меньшую – дерново-подзолистые заболоченные. На пониженных участках рельефа распространены торфяно-болотные

почвы, часто обогащенные карбонатами и вивианитами. В поймах рек сформировались аллювиальные (пойменные) дерновые и дерновые заболоченные почвы. Значительные площади гидроморфных и полугидроморфных мелиорированных почв подвержены дефляционным процессам.

Равнинный рельеф, климат, почвенный покров и гидрологические условия Полесья способствовали созданию здесь природного комплекса, не имеющего аналогов как по ландшафтному, так и по биологическому разнообразию флоры и фауны.

В пределах Полесья находятся крупные естественные лесоболотные экосистемы, имеющие международное значение для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия, что обуславливает особые экологические требования к использованию местных природных ресурсов.

Полесье отличается высокой лесистостью, составляющей около 40 %. Типы лесов находятся в прямой зависимости от почв и рельефа. На водоразделах и надпойменных террасах рек распространены сосновые и широколиственно-сосновые леса, в поймах рек – широколиственные леса (преимущественно дубравы), на низинных болотах – черноольховые и пушистоберезовые леса.

Луга занимают от 10 до 30 % территории, наибольшие площади заняты ими в пределах Загородья, наименьшие – на Мозырской гряде. Самые продуктивные – пойменные злаково-разнотравные луга.

В животном мире Полесья преобладают виды зоны широколиственных лесов. Довольно часто встречаются представители тайги и степей.

Наиболее широко представлены озерно-аллювиальные, водно-ледниковые и озерно-болотные ландшафты.

Несмотря на значительную трансформацию природных комплексов, связанную прежде всего с масштабной гидротехнической мелиорацией, Белорусское Полесье характеризуется исключительно богатыми ресурсами биологического и ландшафтного разнообразия, которые имеют общеевропейское значение. Наиболее ценные из них сосредоточены на особо охраняемых природных территориях, площадь которых превышает среднюю по стране и составляет около 10 %.

Гидромелиоративное преобразование природных комплексов Полесья привело не только к улучшению земель, но и коренному преобразованию водного, теплового, агрохимического режимов территории, глубокой перестройке структуры и внешнего облика ландшафтов, трансформации флористических и фаунистических комплексов, обеднению биоразнообразия и деградации земель.

## 1.2. Особо охраняемые природные территории

К особо охраняемым природным территориям (ООПТ) в Белорусском Полесье относятся национальные парки, заповедники, заказники и памятники природы. Наиболее важными объектами для познавательного и экологического туризма и рекреации являются национальные парки.

Национальные парки – это прежде всего ООПТ, где ведется научно-исследовательская, природоохранная и эколого-просветительская работа, связанная с природными объектами (биологические, гидрологические и геологические).

На территории Белорусского Полесья расположен Национальный парк «Припятский».

### 1.2.1. Национальный парк «Припятский»

Национальный парк «Припятский» (НП «Припятский») расположен в затопляемой пойме бассейна Припяти на территории Житковичского, Лельчицкого и Петриковского районов Гомельской области. Первоначально, в 1969 г., был создан Припятский государственный ландшафтно-гидрологический заповедник площадью 61,5 га, а в 1996 г. реорганизован в национальный парк. Площадь заповедника, позже национального парка, увеличивалась; сегодня она составляет 188 485 га, собственно заповедная зона представлена площадью 85 841 га.

В 1995 г. при заповеднике образовано экспериментальное лесохозяйственное хозяйство (ЭЛОХ) «Лясковичи», в 1998 г. начал функционировать музей природы, в 2005 г. в составе ЭЛОХа создан сельскохозяйственный комплекс «Лясковичи». Территория НП «Припятский» представлена различными категориями, видами земель и землепользователями. Лесной фонд в составе Национального парка занимает площадь 188,5 тыс. га, в том числе на землях природоохранного назначения в границах ООПТ – 85,8 тыс. га, и 107,5 тыс. га – в составе экспериментального лесохозяйственного хозяйства «Лясковичи», расположенного на землях лесного фонда (рис. 1.2).

Юго-восточнее НП «Припятский» расположен Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, с северо-запада к Национальному парку непосредственно примыкает республиканский ландшафтный заказник «Средняя Припять».

Идея создания болотного заповедника в Полесье принадлежит польскому академику В. Шафферу. Для этих целей он в 20–30-е годы XX века предложил использовать крупнейший в Европе и пре-

красно сохранившийся Ольманский болотный массив, расположенный в междуречье Горыни и Стви- ги. В то же время польский болотовед С. Кульчинский (1895–1975 гг.) провёл исследования болот западной части Полесья и в 1939 г. опубликовал результаты в монографии «Торфяники Полесья». Так к началу 1940-х годов была подведена научная база для создания заповедника.

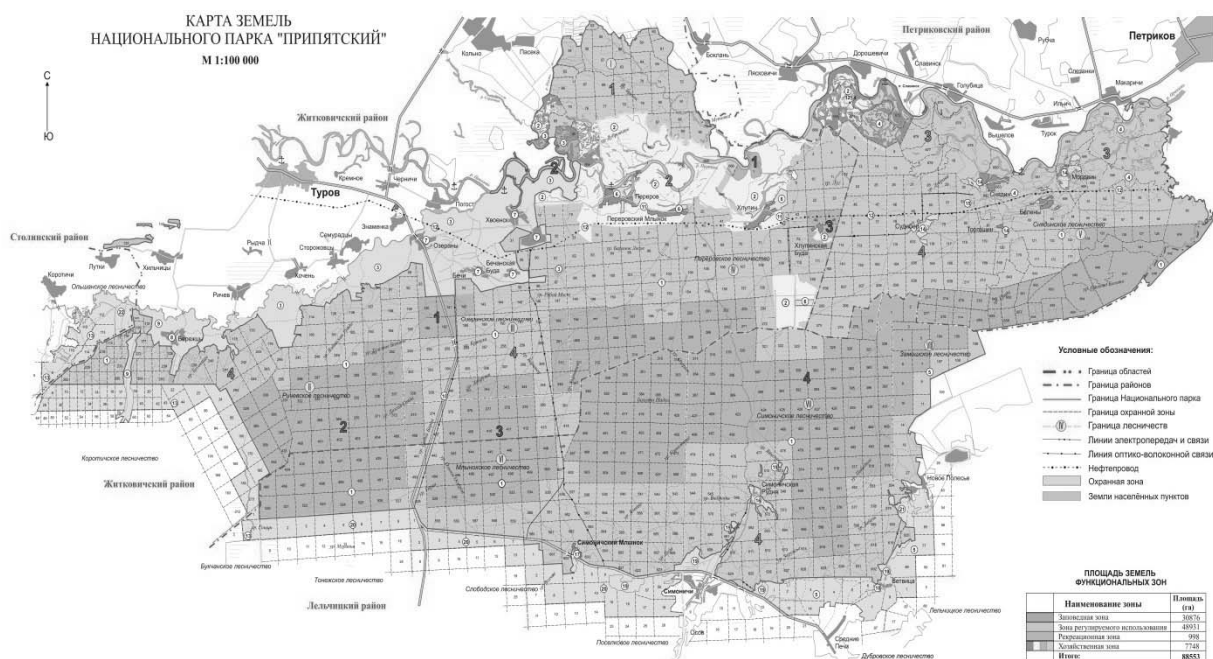


Рисунок 1.2 – Функциональные зоны Национального парка «Припятский»

В 1957–1958 гг. эта идея была воспринята директором Центрального ботанического сада АН БССР академиком Н. В. Смольским, который поручил Л. П. Смоляку – сотруднику ботанического сада, болотоведу, занимавшемуся проблемами лесной мелиорации, обосновать создание болотного заповедника. Соответствующее обоснование было выполнено в 1961 г.

В тектоническом отношении территория НП приурочена к Житковичско-Микашевическому выступу. Большая ее часть расположена в древней долине р. Припять в междуречье Ствиги и Уборти и занимает пойму Припяти, первую и вторую надпойменные террасы правобережья; только южная его окраина выходит на приподнятую над долиной водно-ледниковую равнину. В системе геоморфологического районирования территория относится к Лунинецкой низине (долина Припяти) и Лельчицкой равнине области Полесской низменности [151]. Географическое положение и фактор рельефа обусловили климатические особенности территории и позволили отнести ее к Южной агроклиматической области с мягкой и непродолжительной зимой, достаточным количеством солнечной радиации и неустойчивым увлажнением. В системе гидрологического районирования национальный парк расположен в пределах Припятского района.

Согласно почвенному районированию долина Припяти отнесена к Туровско-Давыд-Городокскому району с дерново-карбонатными почвами, южная часть территории парка – к Столинскому подрайону с дерново-подзолистыми заболоченными супесчаными и торфяно-болотными почвами.

В соответствии с геоботаническим районированием Беларуси парк входит в состав Припятско-Мозырского и Южно-Полесского районов Полесско-Приднепровского округа подзоны широколиственно-сосновых лесов. На территории парка в естественном или близком к этому состоянию сохраняются и восстанавливаются типичные для Полесья и вместе с тем уникальные для всей зоны широколиственных лесов на Восточноевропейской равнине природные комплексы: пойменно-речные ландшафты, включая пойменные и широколиственные леса; низинные болота; крупнейший в Европе массив верховых (у южных пределов ареала) и переходных болот; островные ельники – реликты голоценового периода; сосновые боры на зандровых песках водно-ледниковой равнины.

Согласно ландшафтному районированию Беларуси НП «Припятский» расположен в пределах Полесской ландшафтной провинции. В системе комплексного физико-географического районирования Беларуси территория НП расположена в пределах Среднеприпятской низины Полесской физико-географической провинции. Ландшафтную основу парка составляют леса, которые вместе с болотами и пойменно-речными комплексами занимают около 95 % территории. Неповторимый колорит полес-



ским ландшафтам придают пойменные дубравы, которые занимают 13,6 % общей площади лесов [204].

На севере парка расположена р. Припять с широкой поймой, представленной лесными, луговыми, кустарниковыми, болотными и водными экосистемами. В безлесной части поймы раскинулись своеобразные пойменные луга с буйной травянистой растительностью, колорит которым придают одиночные деревья и группы низкорослых, раскидистых пойменных дубов и древовидных ив. В понижениях распространены ивовые кустарники, болотца, старичные озера. Пойменные леса, сформировавшиеся в условиях постоянного затопления паводковыми водами, наиболее сохранившиеся из всех пойменных лесов бассейна Припяти и Днепра. По структуре и флористическому составу они уникальны для всей Восточноевропейской равнины. В пойме высокое разнообразие и обилие копытных, полуводных и хищных животных, различных видов птиц (чайка, крачка, цапля, филин, скопа, змеяяд, ремез, дятел и многие другие). Припять и старичные озера богаты рыбой. В пойме в любое время года взору открываются неповторимые, великолепнейшие природные пейзажи. Но наиболее прекрасна она весной, когда огромные пространства лугов и болот, кустарников и лесов покрываются паводковыми водами и образуется так называемое Геродотово море. На мелководьях заливных лугов и затопленных паводковыми водами лесов нерестуют лещ и щука, чехонь и плотва, язь и окунь.

Большим разнообразием характеризуются лиственные леса первой надпойменной террасы, где широко распространены дубравы, ясенники, производные от них мелколиственные насаждения, чередующиеся в понижениях с черноольшанниками, ивовыми кустарниками и низинными болотами. Средняя полоса парка представлена крупнейшим в Европе массивом переходных и верховых болот «Межч – Кандзель – Еловец – Ольхово» площадью более 30,0 тыс. га. Переходные болота покрыты насаждениями березы пушистой, верховые – низкорослой сосной, встречаются открытые пространства. На болотах обитают лось и дикий кабан, различные виды куликов, журавль, глухарь, а по берегам рек и ручьев встречаются поселения бобра. В переходной полосе от болот к суходолам и вдоль водотоков произрастают островные ельники – реликты среднего голоценового периода. На юге парка на песчаных холмах и дюнах «полесского» типа произрастают сосновые боры.

Фауна парка включает 51 вид млекопитающих, 11 видов земноводных, 7 видов пресмыкающихся, 37 видов рыб, 246 видов птиц. Флора включает более 950 видов сосудистых растений и 196 видов мхов. Более 500 га занимают клюквенники. Леса покрывают более 85 % территории НП (наиболее распространены сосна, дуб, береза), около 500 га занимает водная поверхность паводковых озёр. В 1987 году на его территорию были переселены зубры.

В границах НП установлено произрастание 47 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, из которых около 50 % относятся к охраняемым, а также обитание 43 видов беспозвоночных и 77 видов позвоночных животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь (2 вида рыб, 1 вид земноводных, 2 вида пресмыкающихся, 66 видов птиц и 6 видов млекопитающих).

НП «Припятский» имеет международный природоохранный статус территории, важной для сохранения диких птиц Европы, а также ключевой ботанической территории.

Водным ресурсам НП «Припятский» принадлежит основная роль в формировании, поддержании в естественном состоянии и сохранении уникального для Белорусского Полесья ландшафта долины р. Припять, ее притоков и окружающих болотных массивов. Акватория и берега служат местом обитания и произрастания богатой и разнообразной фауны и флоры, в том числе редких и охраняемых видов. Река Припять протекает по северной его части с запада на восток. Пойма ее представлена лесными, луговыми, кустарниковыми, болотными и водными экосистемами, частично трансформированными в сельскохозяйственные угодья (пашни, сенокосы, пастбища), которые подвергаются постоянной или временной эксплуатации.

#### *Характеристика гидрографической сети Национального парка «Припятский»*

Территория НП «Припятский» относится к водосбору р. Припять и представляет собой относительно замкнутый бассейн междуречья рек: Ствига – на западе, Уборти на – востоке, Припяти – на севере.

Гидрографическая сеть территории в пределах парка представлена естественными и искусственными водотоками, родниками и водоемами и включает в себя:

*реки* – Припять, Ствига, Уборть, Старая Уборть, Свиновод, Утвоха и др.;

*мелиоративные каналы* – Главный, Бычок, Крушинный, Хлупинский, Залесская Стрелка, Язовицкий и др., польдерные системы «Мордвин», «Замошье», «Ленинский шлях», «День урожая»;

*старичные озера* в пределах поймы р. Припять: Плищин, Скрипница, Вирки, Речище, Кривские, Глухое, Яма, Муто, Велижье, Забоки, Долгое, Подлужница, Покалие, Большое Речище, Плесо, Плоское, Ров, Луке, Грицеево, Бородское и др.;

озера в пределах первой надпойменной террасы р. Припять: Карасино, Северское, Мысличи, Долгое и др.;

реликтовые озера карстового происхождения (в пределах крупных массивов открытых верховых болот): Пуповское, Межечевское.

*Гидрологические особенности.* Реки национального парка принадлежат к равнинному типу с преобладанием элементов снегового питания. Гидрологические особенности р. Припять приводятся по данным различных лет наблюдений на постах и створах: Туров, Черничи, Дорошевичи, Переров, Погост, Петриков.

Гидрологический режим р. Припять характеризуется растянутым весенним половодьем, кратковременной летней меженью, нарушаемой дождевыми паводками, и почти ежегодными осенними подъемами уровня воды.

Уровень и расходы воды р. Припять в границах национального парка отличаются естественным ходом. По данным многолетних наблюдений, максимальный подъем воды отмечается в период весеннего половодья в последнюю декаду марта. В этот период происходит затопление поймы. Минимальный уровень воды в реке приходится на летне-осеннюю межень. Как правило, она наступает в конце июня – начале июля, но часто прерывается паводками. Продолжительность паводка зависит от количества осадков, выпавших на водосборе Припяти, и характеризуется сравнительно быстрым подъемом уровня воды и столь же быстрым спадом.

Весеннее половодье начинается в первой половине марта, заканчивается в конце апреля – начале мая на малых реках, в конце июня на р. Припять. Продолжительность половодья колеблется в больших пределах: от 40–45 дней на малых реках и до 3,5–4 месяцев на р. Припять. Пик половодья приходится, как правило, на конец марта – начало апреля. Максимальные уровни наблюдаются в первой половине апреля и удерживаются от 2 до 5 суток, после чего наступает медленный спад. Средняя высота весеннего подъема составляет около 4 м на р. Припять и 1,0–2,5 м на притоках.

В половодье и паводки наблюдается затопление пойменных земель вместе с населенными пунктами и инженерными коммуникациями. Затопление поймы р. Припять происходит в периоды весеннего половодья почти ежегодно.

Наибольшую опасность представляют летне-осенние паводки, вызывающие затопление угодий в период роста и уборки сельскохозяйственных культур. Рассматриваемая часть поймы р. Припять является наиболее паводкоопасным участком. Вызывается это сужением поймы до 3 км, построенными польдерными системами, а также резким возрастанием боковой приточности. Даже локальные паводки значительной интенсивности на правобережных притоках способны вызывать значительные подъемы уровня воды р. Припять, обусловленные продвижением вниз паводочной волны. Высота подъема уровней при прохождении дождевых паводков составляет 2–3 м и несколько ниже весенних подъемов. Однако дождевые паводки 1952, 1970, 1993, 1998 гг. превысили весеннее половодье.

В районе г. Турова за весь период наблюдений более 30 лет характеризовались выходом воды на пойму в летне-осенний период. При этом пойма затапливалась слоем воды до 1 м продолжительностью от 3 до 10 дней.

Первые ледовые образования на р. Припять и ее притоках обычно появляются во второй половине ноября. Ледостав устанавливается в среднем в первой половине декабря и продолжается около 3 месяцев. Максимальной толщины лед достигает в феврале-марте. Средняя из максимальных за зиму толщина льда составляет 33–38 см, наибольшая – 55–65 см. На ледовый режим в значительной степени влияют местные факторы. Об их влиянии свидетельствуют многочисленные полыньи по длине реки, некоторые из них не замерзают всю зиму. Река Припять и ее притоки вскрываются почти одновременно на всем протяжении между 20 и 25 марта. Общая продолжительность периода с ледовыми явлениями в среднем составляет около 125 дней.

Среднегодовой модуль годового стока рек рассматриваемой территории составляет 3,7–3,8 л/с с км<sup>2</sup>, его коэффициент вариации 0,40–0,42.

Распределение стока внутри года характеризуется неравномерностью. В среднем сток летне-осеннего сезона составляет 22 % годового, зимнего – 13 %, на долю весеннего сезона приходится 65 %.

На территории НП «Припятский» находятся устьевые участки правых притоков Припяти рек Уборть и Ствига, которые совместно с основной рекой образуют общую пойму. Гидрологический режим притоков полностью зависит от гидрологических условий Припяти. Максимальные и минимальные уровни воды в Припяти соответствуют подъему и падению воды в притоках.

*Река Ствига.* Весеннее половодье продолжается с первой половины марта по конец июня, по сравнению с Припятью оно короче на 5–7 дней. В этот период отмечается максимальный подъем уровня воды. Средняя высота весеннего подъема воды над низшим летним уровнем составляет 2,5–4 м. Минимальный уровень воды в реке приходится на летне-осеннюю межень. Как правило, она на-

ступает в нижнем течении реки Ствига в середине июня, но часто прерывается паводками. Характеризуется сравнительно быстрым подъемом уровня воды и столь же быстрым спадом. Средний расход воды Ствиги в устье составляет  $21,6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

*Река Уборть.* Устьевой участок реки делится на отдельные рукава и занимает наиболее пониженную часть поймы. Гидрологический режим реки характеризуется растянутым весенним половодьем, кратковременной летней меженью, нарушаемой дождевыми паводками, и почти ежегодными осенними подъемами уровня воды. Обычно половодье начинается в первой половине марта и заканчивается в середине мая, хотя часто повышенные уровни воды отмечаются до середины июня. В этот период идет модификация элементов рельефа данного участка речной долины. Происходят русловые деформации – изменения размеров и положения в пространстве речного русла и отдельных русловых образований. Наивысший пик подъема весеннего подъема воды над низшим летним уровнем приходится на первую половину апреля и составляет  $4\text{--}4,5 \text{ м}$ . В среднем для нижнего течения реки высота подъема воды над межнным уровнем составляет около  $3 \text{ м}$ . Наиболее высокие уровни летне-осенних дождевых паводков приходятся на период первых ледовых явлений; высота их в отдельные годы, как и на Припяти, достигает  $3 \text{ м}$ . Низкие уровни приходятся на сентябрь-октябрь. Уровни зимней межени более устойчивые, на  $0,5\text{--}0,6 \text{ м}$  выше летне-осенних. Замерзает река в нижнем течении в первой половине декабря. В первую очередь льдом покрываются участки со слабым течением, толщина льда к концу зимы может достигать  $70 \text{ см}$ . На основном русле толщина льда в среднем составляет  $30\text{--}40 \text{ см}$ . Средний расход воды р. Уборть в устье –  $24,4 \text{ м}^3/\text{с}$ . Максимальный расход воды  $659 \text{ м}^3/\text{с}$  был отмечен в 1932 г., минимальный –  $0,44 \text{ м}^3/\text{с}$  – в 1935 г. Среднемноголетний модуль годового стока рек рассматриваемой территории составляет  $2,7\text{--}3,1 \text{ л/с с км}^2$ , его коэффициент вариации  $0,55\text{--}0,60$ . Распределение стока внутри года характеризуется неравномерностью. В среднем сток летне-осеннего сезона составляет  $22 \%$  годового, зимнего –  $13 \%$ , на долю весеннего сезона приходится  $65 \%$ .

*Гидрохимические особенности.* Гидрохимический режим р. Припять на участке в пределах НП «Припятский» формируется под влиянием правых и левых притоков, протекающих по заболоченной местности, и резко изменяется в зависимости от гидрологических фаз – половодья, межени, паводков.

Минерализация воды в период весеннего половодья составляет  $179\text{--}200 \text{ мг/дм}^3$ , в остальные фазы гидрологического режима повышается до  $336\text{--}388 \text{ мг/дм}^3$ . По течению реки минерализация заметно снижается.

Во все фазы гидрологического режима вода реки в пределах рассматриваемой территории гидрокарбонатного класса группы кальция при преобладании в составе анионов гидрокарбонатов ( $77\text{--}252 \text{ мг/дм}^3$ ), сульфатов ( $34\text{--}91 \text{ мг/дм}^3$ ), среди катионов – кальция ( $31\text{--}94 \text{ мг/дм}^3$ ). По величине жесткости вода реки во все фазы гидрологического режима умеренно жесткая ( $3,60\text{--}5,37 \text{ мг-экв/дм}^3$ ). По течению реки жесткость воды снижается пропорционально минерализации. Содержание растворенного в воде кислорода в период ледостава может снижаться до экстремально низкого  $0,37\text{--}0,72 \text{ мг/дм}^3$  ( $3\text{--}5 \%$  насыщения). Дефицит растворенного в воде кислорода ( $21\text{--}43 \%$  насыщения) отмечен при ледоставе. Одновременно наблюдается резкое увеличение в воде свободной углекислоты до  $35\text{--}40 \text{ мг/дм}^3$  как продукта окисления органических веществ.

Основное количество загрязняющих веществ поступает в р. Припять от источников, расположенных выше по течению. В зимний период иногда регистрируются случаи загрязнения воды реки азотом аммонийным – концентрации достигали  $4,32\text{--}4,58 \text{ мг/дм}^3$  ( $11\text{--}12 \text{ ПДК}$ ). Содержание в воде азота аммонийного часто превышает предельно допустимые концентрации и составляет  $0,28\text{--}2,28 \text{ мг/дм}^3$ . Концентрации азота нитратного в большинстве случаев не превышали ПДК и варьировали в пределах  $0,006\text{--}0,070 \text{ мг/дм}^3$ . Максимальное отмеченное содержание составляет  $0,070 \text{ мг/дм}^3$ . Концентрации фосфатов в воде реки изменяются от  $0,020$  до  $0,283 \text{ мгР/дм}^3$ . Самые максимальные концентрации отмечаются в декабре. Содержание в воде органических веществ по величине ХПК колеблется в пределах  $16\text{--}49 \text{ мгО/дм}^3$ , максимальные концентрации  $40\text{--}49 \text{ мгО/дм}^3$  отмечены в осенне-зимний и весенний периоды.

По данным мониторинга, в многолетнем разрезе содержание нефтепродуктов в воде изменялось в пределах  $0,04\text{--}0,82 \text{ мг/дм}^3$ . Периодически в летний период наблюдаются случаи загрязнения воды реки нефтепродуктами –  $1,65\text{--}2,04 \text{ мг/дм}^3$  ( $33\text{--}68 \text{ ПДК}$ ). Содержание соединений железа не превышает допустимую норму и составляет  $0,20\text{--}0,84 \text{ мг/дм}^3$ . Самые максимальные величины отмечены в весенне-летний период. В воде реки на всем протяжении зафиксированы остаточные количества соединений ртути  $0,01\text{--}0,04 \text{ мкг/дм}^3$ , линдана от  $0,000$  до  $0,074 \text{ мкг/дм}^3$ . Максимальные отмеченные концентрации загрязняющих веществ с превышением величины ПДК в различные годы отмечались: азота аммонийного  $4,58 \text{ мг/дм}^3$  ( $12 \text{ ПДК}$ ); азота нитритного  $0,070 \text{ мг/дм}^3$  ( $3,5 \text{ ПДК}$ ); фосфатов  $0,733 \text{ мгР/дм}^3$ , нефтепродуктов  $1,06 \text{ мг/дм}^3$  ( $21 \text{ ПДК}$ ); фенолов  $0,006 \text{ мг/дм}^3$  ( $6 \text{ ПДК}$ ); органических

веществ по БПК<sub>5</sub> 6,81 мгО<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup> (2,3 ПДК); соединений меди 0,026 мг/дм<sup>3</sup> (26 ПДК); цинка 0,026 мг/дм<sup>3</sup> (2,6 ПДК).

Химический состав вод в рр. *Уборть* и *Ствига* имеет черты сходства. Воды этих рек, как и р. Припять, относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Общая минерализация низкая (135–105 дм<sup>3</sup> соответственно), активная реакция воды близкая к нейтральной (7,03–6,83), цветность от 161 до 132<sup>0</sup>, содержание железа высокое, в среднем 2,45 мг/дм<sup>3</sup>, кальций в пределах 20 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация биогенных элементов соответствует фоновым величинам для рек, дренирующих заболоченные водосборы: фосфаты в пределах 0,046 мг/дм<sup>3</sup>, азот нитритный – 0,009, азот нитратный – 0,046 мг/дм<sup>3</sup>. В период зимней межени содержание веществ в воде возрастает. По химическому составу вода в р. *Свиновод* относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу, умеренно жёсткая, средней минерализации. В меженные периоды минерализация и жесткость достигают наибольших значений, изменяясь соответственно в пределах 344–374 мг/дм<sup>3</sup> и 4,3–4,5 мг-экв/дм<sup>3</sup> – в верховье, 216–282 мг/дм<sup>3</sup> и 2,7–3,5 мг-экв/дм<sup>3</sup> – в нижнем течении, в половодье по всей длине реки уменьшаются соответственно до 50–135 мг/дм<sup>3</sup> и 0,6–1,8 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Цветность увеличивается от истока к устью и изменяется в межень от 80 до 140<sup>0</sup>, в половодье возрастает до 182<sup>0</sup>. Окисляемость в течение года остается в пределах 4–38 мгО/дм<sup>3</sup>, наибольшее ее значение приходится на весну. Содержание железа 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, зимой изменяется в сторону увеличения. Активная реакция воды близка к нейтральной, величина *pH* летом 6,8–7,1.

*Озера.* На территории НП «Припятский» насчитывается более 250 озер. В зависимости от их местоположения в долине Припяти выделяют старичные пойменные озера, находящиеся на низкой пойме, и старичные водоемы, расположенные в пределах высокой поймы или первой надпойменной террасы (Северское, Мысличи, Карасин, Долгое, Боброво, Любень). В южной части парка, в пределах крупных болотных массивов Лельчицкой водно-ледниковой равнины, расположены два реликтовых озера – Пуповское и Межечевское. Их происхождение связано с развитием карстовых процессов и последующим заболачиванием.

Общая площадь всех озер парка составляет 5,054 км<sup>2</sup>. Практически все они – малые водоемы, площадь которых не превышает 0,2 км<sup>2</sup>. Половина озер составляют водоемы площадью менее 0,01 км<sup>2</sup>, следующей группой являются озера площадью от 0,01 до 0,02 км<sup>2</sup>, на их долю приходится 22 %. Численность озер площадью от 0,02 до 0,05 км<sup>2</sup> – 18 %. С увеличением размеров озер их количество в других градациях резко сокращается (от 0,05 до 0,10 км<sup>2</sup> – 7 %, от 0,10 км<sup>2</sup> – 3 %). Самым крупным озерным водоемом в парке является старица Старуха, площадь ее составляет 0,2 км<sup>2</sup>.

*Происхождение озер.* Озера НП «Припятский» по происхождению относятся к двум типам: старичным и карстовым.

*Старичные озера (старицы)* – озера речного происхождения. Формирование старичных озер связано с русловыми процессами речных потоков, то есть в прошлом они были частью русла Припяти или ее притоков. Образовались старицы за счет боковой эрозии и при наличии местных или временных базисов эрозии и тектонических факторов. В среднем течении Припяти активизация эрозионной деятельности речных потоков связана с тектоническими факторами. Отрицательные геоструктуры Припятского прогиба обусловили понижение земной поверхности, что, в свою очередь, привело к образованию меандрового пояса с активной деятельностью боковой эрозии при многоводности реки. В нижнем течении и устьевых участках рек Ствига и Уборть, правых притоков Припяти, также формируются небольшие старицы. Здесь определяющим фактором является наличие местного базиса эрозии (река Припять); за счет минимальных уклонов приустьевой части русел рек и максимального количества водной массы происходит преобладание боковой эрозии над глубинной.

Старичные озера являются водоемами, зарождение которых связано с современной динамикой текучих вод, когда за счет боковой эрозии происходит отчленение излучины реки от основного русла. За относительно непродолжительное геологическое время они проходят все стадии развития, характерные для озерных экосистем. На территории НП «Припятский» можно наблюдать все этапы развития стариц.

На начальном этапе в развитии старицы происходит выработка котловины озера на выпуклой стороне излучины (меандры) реки, связанная с процессом подмывания коренных берегов. Встречаясь с берегом, течение водотока распадается на две части, большая из которых отбрасывается от берега и устремляется вниз по руслу, а меньшая опускается к днищу и направляется к противоположной вогнутой части меандра, образуя поперечное течение. Таким образом, поперечное течение дополнительно подмывает коренной берег и углубляет меандр, формируя самые глубокие участки в речном русле – плесы. Рыхлые отложения от размыва берега уносятся течениями в двух направлениях – вниз по реке и к противоположному берегу, где они и аккумулируются, формируя в первом случае перекапы, а во втором – прирусловые отмели. С развитием меандрового пояса радиус кривизны излучин

уменьшается, плесы становятся более выгнутыми и нарастают за счет коренного берега в направлении течения водотока. Прибрежные отмели выходят на берег, образуя прирусловые валы, которые продолжают увеличиваться в половодья, превращаясь в гривы. А перекааты прижимаются к краю меандра, сближаясь между собой. В конечном итоге в самых узких местах у основания излучин в период половодий происходит прорыв реки и формирование нового спрямленного русла. Оно более короткое и имеет больший угол падения, в связи с чем сильнее эродирует вглубь и притягивает в себя все большее количество воды. Таким образом, старое русло отделяется от реки и образуется старичное озеро – затон с одного конца, соединенного с руслом реки широкой «устьевой» частью. На территории парка большое количество стариц-затонов, наиболее крупные из них озера Старая Река, Забок, Ходное и другие. В соответствии со своим происхождением они имеют обычно подковообразную или дуговидную изогнутую форму и ширину, соответствующую ширине бывшего русла реки.

Параллельно с образованием меандрового пояса и связанных с ним старичных озер в период половодий происходит размыв поймы и дробление основного русла реки на рукава и протоки. Они из года в год углубляются и делят пойму на отдельные сегменты и острова. Но со спрямлением русла в основаниях меандр роль рукавов и протоков в жизни реки затухает, и они также превращаются в старичные озера. По форме они отличаются от излученных стариц, так как являются почти прямолинейными, вытянутыми приблизительно по простиранию долины. Так сформировались озера старицы Долгое, Плесо, Плищин и другие.

Дальнейшее развитие стариц зависит от эволюции поймы, которая связана с изменением базиса эрозии и русловыми процессами.

В зависимости от величины реки и мощности потока старичное озеро-затон от нового русла отделяется системой грив (старых прирусловых валов) и останцами коренного берега, одновременно происходит заиливание верхнего и нижнего участков старицы, как правило, в районе перекаатов старого русла. Образование глухих старичных озерных водоемов происходит в наиболее динамической части поймы, где активные рельефообразующие процессы отмечаются в настоящее время. На участке реки Припять между д. Лясковичи и устьевой части реки Уборть современные аллювиальные процессы протекают наиболее активно. Гривистая пойма на данном участке очень живописна. Чередование грив и стариц образует неповторимый колорит ландшафта. Здесь сосредоточена основная масса озер старичного типа НП «Припятский», среди них выделяются озера Старуха, Луки, Речище, Бородское, Великое, Забок и др.

С изменением базиса эрозии, связанного с переменной климата и современными неотектоническими процессами, активизируется глубинная эрозия, меняется продольный профиль реки и, как следствие, общий рисунок речной долины, которая приобретает другой облик. С потерей гидрологической связи с рекой многие старичные озера прекращают свое существование, сохраняются только озера, у которых достаточно большие глубины и приходная часть водного баланса, складывающаяся из притока подземных или поверхностных вод, превышает расходную часть или равна ей. Такие озера «живут» достаточно продолжительное время и распространены преимущественно на высокой пойме или надпойменной трассе. На территории парка к ним относятся озера Карасино, Бобровно, Любень и ряд более мелких, не имеющих названий, водоемов.

*Реликтовые озера карстового происхождения.* Карстовые озера – особый тип озер, возникновение которых связано с наличием в Полесской низменности карстующих пород мелового возраста, перекрытого маломощным (менее 50 м) чехлом четвертичных осадочных пород.

Наиболее интенсивные карстовые процессы в пределах Полесской низменности проявлялись в позднем олигоцене. Благоприятные тектонические и климатические условия способствовали выщелачиванию карбонатной толщи мела и проявлению палеокарста, образованию воронок, иногда объединенных в цепочки и ложбины, достигающие значительной глубины (до 100 м и более). Последний этап карстообразования и возникновения котловин современных озер связан с активизацией движения восходящих потоков подземных вод в конце плейстоцена (аллеред) 11–12 тысяч лет назад.

*Гидрологические особенности озер.* Гидрологические особенности старичных озер определяются их положением в гидрографической сети, характером связи с основным потоком, степенью проточности, особенностью формирования питания и водного баланса. Водная масса старичных озер формируется за счет поступления талых вод в период весеннего половодья, атмосферных осадков и притока поверхностных и грунтовых вод. В весеннее половодье при затоплении поймы озера обычно соединяются с рекой. При питании местными водоносными горизонтами уровень воды в озере подвержен сильным колебаниям, при питании водами основных, водообильных горизонтов – уровень устойчиво держится выше, чем в реке.

По условиям питания и связи с основным потоком озера можно подразделить на три категории. Первая – питание талыми водами, уровень воды точно следует за колебаниями горизонта воды в реке.

Вторая категория – получающие подземное питание из основных водоносных горизонтов коренных отложений, уровень воды в этих озерах всегда выше устойчивого горизонта речных вод. При отчленении от реки сохраняется соединяющий проток, по которому сбрасывается избыток вод. Третья категория – промываемые, отчленены от реки глухой перемычкой или соединенные протоком. Промывной режим происходит при высоких паводках и в половодье.

Размещение водоемов на водосборах в пределах гидрографической сети тесно связано со структурой и количественными характеристиками составных частей водного баланса. Старичные озера можно отнести к сложному типу водоемов – аккумулярующим, питание которых осуществляется в период паводка. Приходная часть – поверхностный приток. Расход связан со стоком по протокам в основную реку, транспирацией и испарением.

В зависимости от расположения в гидрографической сети и положения относительно основного русла все изученные водоемы делятся на три группы: проточные, сточные и бессточные. Наиболее распространенный тип – бессточные водоемы (69,4 %), на долю двух других типов приходится примерно равные доли: сточные – 16,5 %, проточные – 14,1 %.

Степень проточности определяется соотношением объемов озера и приточных вод. В зависимости от этих показателей по степени проточности различаются: высокопроточные, проточные и слабопроточные озера. Показатель зависит от тесноты связи озер с основным руслом, в случае отсутствия прямого стока косвенным показателем может служить объем годового стока с территории, который изменяется от 3 до 7,5 л/с с км<sup>2</sup>.

Уровенный режим озер включает весеннее половодье (апрель-май), устойчивую летнюю межень (июль – октябрь), осенние паводки (ноябрь), устойчивую зимнюю межень (декабрь – март). Максимальный подъем уровня воды приходится на апрель, минимальный уровень отмечается в конце октября. По амплитуде колебаний уровня воды водоемы относятся к водоемам с высоким, средним и низким подъемом уровня, а по продолжительности паводка – с продолжительным и кратковременным половодьем (паводком).

Для пойменных озер характерен нестабильный уровневый режим, средняя амплитуда межсезонных колебаний изменяется для озер-стариц с учетом паводка до 2,5 м.

*Морфологические и морфометрические особенности котловин.* Пойменные водоемы имеют ряд характерных признаков: узкая, изогнутая форма котловины, корытообразная форма подводной части. Постепенное старение озер приводит к сокращению площади, обмелению, сглаживанию берегов, заболачиванию и образованию западин и межгривных понижений поймы.

Происхождение котловин водоемов обуславливает их размеры, особенности строения, назначение. Озера НП «Припятский» по происхождению котловин относятся к старичным озерам, которые являются неотделимой частью пойменных ландшафтов Полесской низменности.

Старичные озера имеют достаточно молодой возраст, и их образование связано с формированием поймы рек в бассейне р. Припять при естественном меандрировании русла с последующим стимулированием (отделением) и ослаблением связи с основным потоком.

Морфометрическое строение котловины водоема выступает одним из решающих факторов, формирующих лимнический режим водоемов. Особенности строения котловин трансформируют воздействия как внешних (терригенных), так и внутренних (лимнических) процессов на режим в водоемах. Размеры и формы котловины обусловлены их происхождением. Морфометрическое строение котловины определяет:

- распределение температуры, растворенных газов, компонентов минерализации водной массы по акватории и вертикали;
- характер и распределение донных отложений;
- степень развития и распространение водной растительности и гидробионтов;
- направленность физико-химических процессов в водоеме.

Морфометрическое строение котловин характеризуется определенным набором показателей, позволяющих судить об их морфологии. Специфические условия и особенности строения территории Полесья (слабая расчлененность рельефа, наличие подстилающих пород) способствуют распространению котловин простого строения. По форме в плане котловины выделяются:

- овальной или округлой (оз. Заспа, Приворот, Глухое, Муто, Вирки, Панское, Карасино и др.);
- лопастной (Ходное, Забок, Забоки, Старуха и др.);
- удлинённой формы (Плищин, Плесо, Речище, Ров, Долгое и др.)

Основными показателями, отражающими форму, служат соотношение длины и ширины, ширины максимальной и средней, коэффициент удлиненности. Старичные озера в основном имеют удлиненную форму котловины. Соотношение длины к ширине изменяется от 4 до 14. Коэффициент удлиненности – от 8 до 42. Форма подводной части котловины определяет доступность водной массы

водоема воздействиям метеорологических факторов (ветра, радиации) через поверхность воды. Выражается в соотношении средней, максимальной глубины и площади, коэффициентом емкости и глубинности.

Отличительная черта водоемов: наличие плоского ложа, слабая расчлененность подводных элементов. Пологая литораль без заметного перегиба переходит в плоское ложе.

Площадь водоема – один из основных критериев оценки его размеров. Он определяет запас водной массы, ее гидродинамическую активность, хозяйственное значение объектов и др. Старичные озера парка относятся к малым озерам с площадью 0,001–0,6 км<sup>2</sup>. Основное количество пойменных водоемов (64 %) имеют площадь менее 0,05 км<sup>2</sup>, количество водоемов с площадью больше 0,1 км<sup>2</sup> составляет около 11 %.

Глубина водоема имеет решающее значение при формировании запасов и качества ресурсов, температурного, газового режима, развития гидробионтов. Сопоставление глубины старичных озер с глубиной русла доказывает существование тесной статистической связи между ними.

Подавляющее большинство озер относится к мелководным, глубины которых не превышают 5 м (Приворот, Речище, Мысличи, Старуха, Старица и др.). Мелководность при сочетании с открытостью способствует установлению однородных гидрохимических условий, широкому развитию макрофлоры, других гидробионтов.

*Гидрохимические особенности озер.* Качественный состав водной массы старичных озер формируется под влиянием внешних и внутренних факторов среды. Ведущими факторами выступают: природные условия водосбора, качество и объем приточных поверхностных и грунтовых вод, строение котловин, развитие жизни в водоемах, процессы седиментации, направленность и интенсивность хозяйственной деятельности человека.

Основными показателями оценки качества вод служат гидрохимические характеристики: газовый режим (степень насыщения), активная реакция среды, состав и количественная характеристика макрокомпонентов минерализации, содержание растворенных биогенных веществ, содержание органических веществ, наличие загрязняющих веществ и взвесей.

Содержание растворенных в воде кислорода и углекислого газа зависит как от физических, так и от биохимических процессов. Насыщение кислородом воды происходит за счет поступления его из атмосферы и обогащения в процессе фотосинтеза.

Распределение по акватории и вертикали, как правило, имеет те же закономерности, что и температура. Поверхностные слои в летнее время достигают насыщения 90–160 %. С глубиной содержание O<sub>2</sub> падает. В стратифицированных водоемах содержание в придонных слоях снижается до 2,1 % вплоть до полного исчезновения. В перемешиваемых водоемах концентрация кислорода ко дну уменьшается незначительно, и его дефицит не превышает обычно 3,4 %.

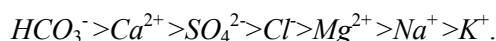
Концентрация углекислого газа зависит от обмена с атмосферой и интенсивности жизнедеятельности организмов. Вертикальное распределение имеет обратную по сравнению с кислородом картину.

Соли, определяющие химический состав водной массы, поступают в водоем с поверхностными и грунтовыми водами. По химическому составу старичные озера относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. По степени минерализации водной массы водоемы делятся:

- на слабоминерализованные – до 100 мг/дм<sup>3</sup> (Мысличи, Северское, Межечевское, Пуповское);
- среднеминерализованные – от 100 до 300 мг/дм<sup>3</sup> (Плесо, Плищин, Старик Переровский, Старуха, Яма);
- с повышенной минерализацией – более 300 мг/дм<sup>3</sup> (Ветвица, Вирки, Забок, Луки, Мутто, Погной, Приворот, Речище, Ров, Старая Река, Старик Хвоенский, Унино, Ходное).

Наибольшее распространение на территории НП «Припятский» получили водоемы двух последних групп. Слабоминерализованные водоемы имеют ограниченное распространение; они отличаются низкой проточностью, замедленным водообменом, незначительной площадью водосбора, располагаются, как правило, в периферических частях долины и затапливаются периодически один раз в несколько лет. Среднеминерализованные водоемы бывают проточные или сточные, имеют невысокий водообмен. Высокоминерализованные водоемы в основном расположены вблизи населенных пунктов или включены в гидросистемы с интенсивной хозяйственной освоенностью.

Вода озер относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Ионный состав выражается рядом:



Основу солевого состава формируют ионы гидрокарбонатный, кальция, сульфаты и хлориды, определяющие величину минерализации воды. Концентрация анионов в воде имеет широкий диапа-

зон изменения:  $\text{HCO}_3^-$  11,7–280,6;  $\text{Cl}^-$  2,4–30,85;  $\text{SO}_4^{2-}$  5,1–46,1 мг/дм<sup>3</sup>. Из катионов в составе водной массы преобладает кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ), содержание которого колеблется от 9,2 до 80,16 мг/дм<sup>3</sup>. Для всех водоемов отмечается незначительное содержание натрия ( $\text{Na}^+$ ), достигающее 13,8 мг/дм<sup>3</sup>.

К элементам, содержащимся в воде в небольшом количестве, но имеющим большое значение в жизни водоемов, относятся соединения биогенных элементов: азота, фосфора, железа, кремния. Соединения фосфора являются одними из важнейших питательных элементов для водных организмов, особенно первичных продуцентов – фитопланктона и высших растений. В изученных водоемах содержание фосфора колеблется от 0,003 до 0,126 мг/дм<sup>3</sup>. Количество соединений фосфора, растворенных в воде, зависит от уровня их потребления в процессе фотосинтеза. В летнее время его концентрация наименьшая, зимой, при прекращении жизнедеятельности организмов, содержание фосфора возрастает.

Основным источником азота в водной массе являются процессы нитрофикации и приток с водосбора. Концентрация форм азота в массе водоемов различного типа изменяется от 0,6 до 2,44  $\text{NH}_4$  содержание заметно выше в водоемах, расположенных в болотных массивах, и резко снижается в воде озер, имеющих песчаные водосборы.

Среди других биогенных элементов можно выделить кремний и железо. Содержание кремния достигает 2,99 мг/дм<sup>3</sup>, в форме соединений кремниевой кислоты, заметно выше в проточных водоемах со щелочной средой и активно развитыми гидродинамическими процессами, благоприятствующими повышению миграционных возможностей. Содержание в воде соединений железа зависит от гидрологических особенностей водоема и состава пород водосбора. Основной источник – грунтовые воды. Концентрация в воде изученных водоемов изменяется от 0,02 до 2,4 мг/дм<sup>3</sup>.

По обеспеченности питательными веществами основное количество старичных озер парка относятся к разной степени эвтрофного типа. Особую группу составляют озера, расположенные в пределах крупных населенных пунктов и имеющие точечные источники загрязнения и поступления эвтрофирующих веществ, под действием которых водоемы могут переходить в гипертрофную стадию. Одним из важнейших индикаторов чистоты воды служит содержание органического вещества. Органическое вещество в водоемах имеет аллохтонное (привнесенное с водосбора) и автохтонное (результаты продукционных процессов в водоеме) происхождения. Средние показатели: перманганатная окисляемость – 13,1 мгО/дм<sup>3</sup>, бихроматная окисляемость до 50,67 мгО/дм<sup>3</sup> и БПК<sub>5</sub> 3,67 мг/дм<sup>3</sup>.

В прямой зависимости от содержания органического вещества в воде находятся такие показатели, как прозрачность и цветность. Прозрачность воды – важный гидрохимический показатель, изменяющийся в течение года и зависящий от типа водоема, его гидрологических особенностей, погодных условий, а также от интенсивности развития озерных организмов.

Цветность воды обусловлена присутствием гумусовых веществ и органических соединений. Максимальный показатель цветности достигает 344 градусов  $\text{Cr-Co}$  шкалы. Повышенными значениями (100–150°) отличается водная масса объектов, расположенных в болотных массивах, а также высокопроточных водоемов, дренируемых реками.

Одним из важных показателей гидрохимических условий водоема служит активная реакция воды ( $\text{pH}$ ), являющаяся показателем ее щелочности или кислотности. По величине  $\text{pH}$  воды озер можно отнести:

- к нейтральным  $\text{pH} = 7$  (Луки, Погной);
- слабощелочным  $\text{pH} > 7$  (Забок, Приворот, Ходное и др.).

Активная реакция водоемов национального парка варьируется в пределах 7,0–8,0.

Ниже приводится краткое описание озер различного типа, имеющих наиболее значимое хозяйственное и природоохранное значение.

В первую группу озер (Старуха, Старая Река, Муто, Вирки) входят *старицы, расположенные в пойме* Припяти и имеющие постоянную гидрологическую связь с рекой. Вторая группа озер – *старичные водоемы* (Мысличи, Северское), расположенные в пределах высокой поймы или первой надпойменной террасы, которые в ходе эволюции долины Припяти потеряли гидрологическую связь с рекой. И третья группа – *реликтовые карстовые озера*.

*Старуха* – самое крупное озеро парка, расположено в Петриковском районе, на левом берегу реки Припять, в 3,0 км на юго-запад от д. Лясковичи. Котловина в плане имеет серповидную форму, а длину 3,08 км. Средняя ширина озера 0,12 км, площадь 0,2 км<sup>2</sup>.

Надводные склоны котловины высотой до 2 м, повсеместно пологие, поросли кустарником, дубом, но в основном покрыты разнотравным лугом. Сложены пойменным аллювием, заболочены. Берега низкие, высотой до 0,7 м, пологие, заболоченные, покрыты кустарником и водно-болотной растительностью. Береговая линия (длина 6,32 км), плавная, слабо изрезанная, на юге образует два не-



больших залива. Подводная часть котловины асимметрична, имеет форму ложбины. Подводные элементы котловины выражены слабо, глубины нарастают к центру от берега озера, максимальная глубина 4,3 м расположена в южной части озера, средняя глубина озера – 2,0 м.

Донные отложения озера не отличаются разнообразием, преобладают песчаные разности илов. Мелководья почти повсеместно сложены опесчаненным илом. Центральная часть ложа покрыта илом, вдоль берегов – илом опесчаненным. Мощность накопившихся осадков малая, наибольшая мощность приурочена к максимальным глубинам и не превышает 0,5 м.

На востоке озеро соединено с рекой Припять через небольшую протоку, гидрологическая связь с рекой существует постоянно в течение года. Водоем характеризуется стоково-приточным режимом, водообмен повышенный.

Территория, окружающая старичное озеро, представляет собой живописный участок поймы Припяти с широким развитием западин, занятый разнотравным лугом и водно-болотной растительностью, с отдельно стоящими дубами и ивами. Пойма плоская, мелкогребнистая, высотой над урезом воды до 3 м, сложена аллювием, покрыта разнотравным лугом, встречаются кустарники, ивы и дубы.

*Озеро Старая Река.* Расположено в Петриковском районе, на правом берегу р. Припять, в 2,7 км на юго-восток от д. Лясковичи. Котловина имеет форму узкой ложбины, протянувшейся на 2,25 км с севера на юго-запад. Максимальная ширина озера 0,01 км, площадь 0,07 км<sup>2</sup>.

Надводные склоны котловины озера не выражены, повсеместно пологие, поросли кустарником и дубами. Сложены пойменным аллювием. Берега низкие, высотой до 1,0 м, пологие, практически везде заболоченные, покрыты кустарником и водно-болотной растительностью. Береговая линия (длина 5,1 км) плавная, слабо изрезанная. Подводная часть котловины имеет форму асимметричной ложбины. Подводные элементы котловины не выражены.

Донные отложения озера не отличаются разнообразием, преобладают опесчаненные илы. Мощность накопившихся осадков незначительная, не превышает 0,3 м.

Пойма, окружающая старичное озеро, заболочена, закустарена и покрыта разнотравным лугом, на дюнах встречается дуб. Озеро соединено на северо-западе с рекой Припять, гидрологическая связь с рекой существует постоянно в течение года. В связи с этим озеро характеризуется стоково-приточным режимом.

*Озеро Муго.* Расположено в Житковичском районе, на левом берегу Припяти в 1,7 км на северо-запад от д. Переров. Котловина старичного происхождения, имеет вид узкой ложбины, вытянутой с северо-запада на юго-восток на 1,63 км, при средней ширине 0,12 км. Площадь озера 0,04821 км<sup>2</sup>.

Надводные склоны котловины пологие, высотой до 1,5 м, повсеместно заболочены и задернованы, поросли кустарником и ивой.

Берега низкие (высотой до 0,5 м), пологие, заболоченные, за исключением участков на северо-западе, где берега высотой до 2 м, покрыты водно-болотной растительностью. Береговая линия плавная, слабо изрезана, длиной 3,38 км.

Преобладающим типом донных осадков являются песчаные разновидности илов. Ложе сложено илом темного цвета, на границе песка и ила образуются опесчаненные осадки. Мощность осадков не более 0,5 м.

На юго-востоке существует гидрологическая связь с р. Припять, поэтому постоянно осуществляется интенсивный водообмен.

*Озеро Вирки.* Расположено в Житковичском районе, на правом берегу р. Припять, в 1,7 км на северо-запад от д. Переров. Котловина в плане имеет S-образную форму, вытянутую на 1,05 км с запада на восток, при максимальной ширине 0,06 км. Площадь 0,04 км<sup>2</sup>.

Склоны озера не выражены, повсеместно пологие, поросли кустарником. Сложены пойменным аллювием, заболочены. Берега низкие, высотой до 0,5 м, пологие, заболоченные и задернованные, местами образуют сплавины, покрыты кустарником и водно-болотной растительностью. Береговая линия (длина 2,15 км), плавная, слабо изрезанная, на западе образует ряд небольших заливов.

Донные отложения озера представлены песчаными разностями илов. Центральная часть ложа покрыта илом, вдоль берегов – илом опесчаненным. Мощность накопившихся осадков малая, наибольшая мощность приурочена к максимальным глубинам и не превышает 0,5 м.

Пойма, окружающая старичное озеро, равнинная, плоская, местами заболочена, с западинами, покрыта разнотравным лугом. На востоке озеро соединено с рекой Припять, гидрологическая связь с рекой существует постоянно в течение года. Водоем характеризуется стоково-приточным режимом.

Описанные озера являются наиболее типичными среди старичных водоемов низкой поймы. Они различаются степенью проточности и строением котловины. Химический состав вод водоемов имеют черты сходства. Озеро Муго обладает более интенсивным водообменом с р. Припять, и его гидрохимические характеристики несколько отличаются.

В летний период (в межень) в озерах отмечается температурная и кислородная стратификация. Содержание растворенного кислорода изменяется от 7,5 мг/дм<sup>3</sup> на поверхности до 3,0 мг/дм<sup>3</sup> у дна, что соответствует 85 и 28 % насыщения. Разница в температуре поверхностных и придонных слоев равняется почти 10<sup>0</sup> (22,3–13,1 °С). Прозрачность воды около 2,5 м.

Общая минерализация воды – от 281,8 до 381,8 мг/дм<sup>3</sup>. Основными составляющими ионами являются гидрокарбонатный ион (175,1–214,7 мг/дм<sup>3</sup>) и ион кальция (65,3–70,1 мг/дм<sup>3</sup>). Содержание сульфатов изменяется в пределах от 15,4 до 44,2 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов – от 17,0 до 19,1 мг/дм<sup>3</sup>, что указывает на их невысокие концентрации в водной массе озер.

Из биогенных элементов наибольшим содержанием в воде отличаются соединения азота: нитраты (от 0,33 до 4,67 мгN/дм<sup>3</sup>) и аммонийный азот (от 0,71 до 0,96 мгN/дм<sup>3</sup>); в водной массе отмечено невысокое содержание нитритов (от 0,013 до 0,052 мгN/дм<sup>3</sup>). Концентрация фосфатов в воде достигает значений не более 0,006 мгP/дм<sup>3</sup>, максимальное значение кремния 6,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Активная реакция воды слабощелочная (водородный показатель *pH* в среднем 7,9), вода характеризуется повышенной бихроматной окисляемостью (72,6,0 мгO/дм<sup>3</sup>) и цветностью – 80<sup>0</sup>. Поступление органического вещества в озера определяется составом паводковых вод и деструкцией автохтонного органического вещества.

Согласно классификации вод Жукинского вода старичных озер, расположенных в пойме, по величине показателей прозрачности, содержанию нитритов, нитратов может быть отнесена к классам «чистая» и «удовлетворительной чистоты».

Гидрохимический режим озера Муто определяется притоком вод р. Припять. Достаточно хорошее перемешивание и влияние вод реки обусловили слабую стратифицированность водной массы. Поверхностный слой воды озер прогревается до 26 °С, температура придонного слоя составляет около 16 °С. Абсолютное содержание кислорода на поверхности достигало 4,5–8,3 мг/дм<sup>3</sup>, у дна – до 6,7 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует 83 и 65 % насыщения. Вода характеризуется невысокой прозрачностью от 0,8 м.

Общая минерализация воды составляет 341,0 мг/дм<sup>3</sup>, около 85 % суммы ионов приходится на ионы гидрокарбонатный и кальция, что позволяет отнести воду старицы к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Содержание ионов магния не превышает 8,9 мг/дм<sup>3</sup>, содержание анионов, представленных соединениями хлора и серы, невысокое. Концентрация биогенных элементов (соединения азота и фосфора) низкая и не превышает величин, характерных для водоемов данного типа. Содержание фосфатов в воде старицы составляет 0,03 мгP/дм<sup>3</sup>, нитратов – 0,26 мгN/дм<sup>3</sup>. Повышенный показатель цветности воды (90 градусов хромово-кобальтовой шкалы) и величина бихроматной окисляемости (5,6 мгO/дм<sup>3</sup>) определяются притоком гумусированных вод с водосбора р. Припять.

*Озеро Мысличи* относится к старичным водоемам первой надпойменной террасы. Котловина в плане имеет вытянутую форму, длиной 0,6 км. Максимальная ширина озера 0,08 км, площадь 0,02 км<sup>2</sup>.

Надводные склоны котловины высотой до 1,5 м, повсеместно пологие, на восточном берегу озера не превышают 1,5–2,0 м, полностью заросли кустарником, ольхой, а также покрыты околководной растительностью. Сложены пойменным аллювием, повсеместно заболочены, сплавинные. Берега низкие, высотой до 0,4 м, крутые, заболоченные, покрыты кустарником и водно-болотной растительностью. Береговая линия (длина 1,42 км), плавная, слабо изрезанная. Подводная часть котловины асимметрична, имеет форму ложбины. Подводные элементы котловины выражены слабо, глубины нарастают к центру от берега озера, максимальная глубина 1,9 м, расположена в западной части озера, средняя глубина озера – 0,6 м.

Донные отложения озера представлены черным илом. Мощность накопившихся донных осадков более 2,5 м.

Пойма, окружающая старичное озеро, равнинная, плоская, почти повсеместно заболочена, с многочисленными западинами глубиной до 1 м, покрыта разнотравным лугом; встречаются береза, ольха, осина, изредка отмечается дуб. Ранее на северо-востоке и юго-западе озеро было соединено с мелиоративными каналами, на данный момент гидрологическая связь отсутствует. Водоем характеризуется бессточным режимом. Озеро практически полностью заросло телорезом.

*Озеро Северское* – также старичный водоем первой надпойменной террасы. Котловина вытянутой формы, длиной 0,9 км. Средняя ширина озера 0,02 км, площадь – 0,015 км<sup>2</sup>.

Надводные склоны котловины высотой до 2 м, на западе повсеместно пологие, на восточном берегу озера не превышают 1,5 – 2,0 м, полностью заросли кустарником, ольхой, а также покрыты околководной растительностью. Сложены пойменным аллювием, повсеместно заболочены, на северо-востоке сплавинные. Берега низкие, высотой до 0,5 м, крутые, заболоченные, покрыты кустарником, березой, ольхой, осиной и водно-болотной растительностью. Береговая линия (длина 1,85 км), плавная, слабо изрезанная.

Подводная часть котловины асимметрична, имеет форму ложбины. Подводные элементы котловины не выражены, глубины нарастают к центру от берега озера, максимальная глубина 2,3 м, расположена в южной части озера, средняя глубина озера – 0,7 м.

Донные отложения озера представлены разновидностью черных илов. Мощность накопившихся донных осадков до 3,0 м. Ложе покрыто илом, вдоль берегов – илом опесчаненным.

Пойма, окружающая старичное озеро, равнинная, плоская, почти повсеместно заболочена, с многочисленными западинами глубиной до 1 м, покрыта разнотравным лугом, встречаются береза, ольха, ясень. Ранее на севере озеро было соединено с мелиоративным каналом, на данный момент гидрологическая связь отсутствует. Водоем характеризуется бессточным режимом. Озеро почти полностью заросло телорезом, площадь зарастания составляет более 90 % площади озера.

Общая минерализация воды озер очень низкая и в среднем равна 12,4 мг/дм<sup>3</sup>. Основными составляющими ионами являются сульфаты (5,1–7,1 мг/дм<sup>3</sup>) и хлориды (2,7–2,4 мг/дм<sup>3</sup>). Из биогенных элементов наибольшим содержанием в воде отличаются аммонийный азот (от 0,67 до 2,44 мгN/дм<sup>3</sup>), отмечено невысокое содержание нитритов (0,02–0,019 мгN/дм<sup>3</sup>) и нитратов (0,02–0,04 мгN/дм<sup>3</sup>). Концентрация фосфатов в воде достигает значений не более 0,006–0,012 мгP/дм<sup>3</sup>. Вода озер характеризуется повышенной бихроматной окисляемостью (92,0–126,4 мгO/дм<sup>3</sup>).

*Озеро Путовское – карстового происхождения*, расположено в южной части парка. Озерная котловина имеет округлую форму, немного вытянута с запада на восток. Длина ее составляет 0,22 км. Максимальная ширина озера – 0,17 км, площадь – 0,03 км<sup>2</sup>.

Надводные склоны озерной котловины не выражены, повсеместно пологие и сильно заболоченные, поросли водно-болотной растительностью, редко встречается сосна. Берега крутые, высотой до 0,5 м, покрыты водно-болотной растительностью. Береговая линия (длина 0,65 км) имеет плавные очертания. На западе один небольшой залив. Подводные элементы котловины не выражены. Максимальная глубина озера 4 м. Дно плоское, сильно заиленное. Донные отложения озера не отличаются разнообразием, представлены глинистыми илами. Мощность накопившихся осадков незначительная, не более 5 м.

Прилегающая территория к водоему – переходное болото, с многочисленными западинами, заросшая водно-болотной растительностью (клюква, росянка и др.). Ранее озеро было соединено на востоке с мелиоративным каналом, который в данное время слабо выражен и заполняется водой только в паводок и половодье.

*Озеро Межечевское* – также карстового происхождения. Озерная котловина имеет округлую форму, немного вытянута с северо-востока на юго-запад, длина озера составляет 0,18 км при максимальной ширине 0,1 км. Площадь озера – 0,014 км<sup>2</sup>.

Надводные склоны котловины не выражены, заболочены, поросли болотной растительностью.

Берега низкие (высотой до 0,5 м), крутые, заболоченные, повсеместно сплавинные, покрыты водно-болотной растительностью. Береговая линия плавная, длиной 0,46 км, на северо-западе имеется один небольшой залив. Подводная часть котловины плоская, сильно заиленная. Литоральная зона и сублитораль не выражены. Максимальная глубина 4,3 м приурочена к южной части озера. Ложе озера выстилают черные илы, вдоль берегов – илы опесчаненные. Мощность накопившихся органических осадков достигает 3,0 м.

Территория, окружающая озеро Межечевское, представляет собой участок переходного болота с развитием западин, покрытых болотной растительностью.

Водосборы озер находятся среди заболоченных массивов Лельчицкой водно-ледниковой равнины, которые представлены переходными болотами. Водоемы находятся практически в одинаковых природных условиях, поэтому их химический состав воды очень похож. Общая минерализация воды низкая и составляет соответственно 36,2 и 49,9 мг/дм<sup>3</sup>, она характерна для непроточных озер, находящихся среди верховых и переходных болот. Основными составляющими ионами являются гидрокарбонаты (11,7 и 15,3 мг/дм<sup>3</sup>), сульфаты (8,9 и 14,3 мг/дм<sup>3</sup>) и хлориды (5,6 и 6,3 мг/дм<sup>3</sup>). Из биогенных элементов наибольшим содержанием в воде отличается аммонийный азот (1,83 и 2,61 мгN/дм<sup>3</sup>), фиксируется невысокое содержание нитритов и нитратов. Концентрация фосфатов в воде достигает значений 0,015 и 0,009 мгP/дм<sup>3</sup>. Вода озер характеризуется повышенной бихроматной окисляемостью (188,0 и 146,0 мгO/дм<sup>3</sup>).

*Родники.* Родники, называемые также источниками и ключами, а на белорусском языке – *крыніцы, студні*, представляют собой все естественные выходы подземных вод на поверхность земли. Образование источников связано с пересечением водоносных горизонтов отрицательными формами современного рельефа (речные долины, балки, овраги), геолого-структурными особенностями местности, фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород; иногда они связаны с сооружением инженерных конструкций.

В равнинных и низинных ландшафтах Полесья родников немного. На территории НП «Припятский» выявлено и изучено 4 источника. Они располагаются в южной части парка на северных склонах повышенных участков Лельчицкой водно-ледниковой равнины.

Источники по признакам морфологии и места выхода подземных вод на дневную поверхность представлены, согласно общепринятой классификации, лимнокренами и гелокренами.

Лимнокрен при выходе образует небольшой проточный водоем, или так называемую ванну, из которой вытекает ручей. На дне лимнокреновой ванны часто наблюдаются грифоны (ключи), по которым поступают подземные воды на дневную поверхность. Грифон – водоподводящий канал (стержень), который заканчивается у поверхности чашеобразной впадиной.

Гелокрен характеризуется множественными небольшими выходами подземных вод на относительно ровную поверхность, в результате чего образуется топкое, заболоченное место. Совокупность нескольких близко расположенных гелокренов составляет кренополе. Обычно из гелокрена или кренополя берут начало один или несколько родниковых ручьев, скорость течения которых сравнительно невелика. Гелокрены в зимний период, как правило, не промерзают до дна. На территории парка родники данного типа являются маломощными и образуют незначительные заболоченные понижения или родниковые ручьи, которые трудно проследить на местности.

По направлению движения подземных вод к их выходу на поверхность земли все родники в НП «Припятский» являются нисходящими. Питание нисходящих источников осуществляется за счет разгрузки верхних водоносных горизонтов. По характеру режима это постоянно действующие родники.

Объем подземных вод, поступающих в единицу времени на дневную поверхность (дебит), зависит от количества выпадающих атмосферных осадков на данной местности и мощности водоносных горизонтов. Исходя из особенностей геолого-геоморфологического строения охраняемой природной территории дебит источников незначительный и не превышает 0,07 л/с.

По температурному режиму распространены родники с относительно низкой температурой (холодные), изменяющейся в течение года в сравнительно узких пределах. Температура воды в роднике и пределы ее годовых колебаний определяются в первую очередь глубиной залегания водоносного слоя и дебитом. Чем глубже расположен водоносный слой, тем ниже температура подземных вод и соответственно ниже температура воды в роднике. Чем выше дебит, тем меньше пределы ее годовых колебаний. На территории парка родники низкодебитные, поэтому температура воды имеет значительные сезонные амплитуды: зимой от 0,1 до 3,5 °С, а летом – от 8 до 11 °С. Активная реакция воды по водородному показателю кислая и составляет 5,12–6,3. По содержанию растворенных солей и газов все источники являются пресными. По химическому составу воды каждый родник имеет свои индивидуальные особенности. Родник без названия 2 имеет запах и привкус сероводорода. Отличительная особенность родника 4 – повышенное содержание хлоридов и натрия.

По содержанию растворенных солей и газов источники являются пресными.

Использование родников местными жителями носит ограниченный характер, только для питьевых нужд.

Родники Национального парка «Припятский» низкодебитные, но они играют важную роль в гидрологическом питании речной сети парка и являются составной частью природного разнообразия.

*Мелиоративная сеть.* Кроме естественных водотоков, на территории НП «Припятский» имеется сеть осушительных каналов, построенных в 1873–1898 гг. «Западной экспедицией по осушению болот и заболоченных земель Полесья» под руководством И. И. Жилинского. Она включает 92 канала различного порядка, в том числе 7 магистральных, общей протяженностью 301 км.

В 1860–1870 гг. на нынешней территории парка была создана сеть магистральных каналов, в которые входили каналы Главный, Крушинный и Бычок. В последующем, спустя 10 лет, были проложены боковые осушители.

Общая протяженность каналов осушительной сети в данное время составляет 290,1 км.

Основными элементами мелиоративно-речной сети являются открытые каналы различных типов (магистральные, собиратели и осушители).

Каналы-осушители расположены непосредственно на болотах и заболоченных землях. Общая протяженность осушительной сети составляет 156,9 км, или 52,3 % от всей сети. Ширина каналов колеблется от 2 до 5 м, глубина от 0,4 до 0,8 м. Функционируют эти каналы периодически во время схода снежного покрова или летне-осенних паводков и отличаются сильной степенью заторфованности и заиленности, часто захламлены. Берега заросшие, разрушенные.

Скорость течения воды в каналах-осушителях очень малая или вовсе отсутствует. В период наибольшей обводненности каналов во время весеннего снеготаяния или в дождливые сезоны она составляет 0,01–0,03 м/с.

Каналы-собиратели отводят воду из осушительной сети в магистральные каналы или, в некоторых случаях, непосредственно в водоприемники. Протяженность сети каналов-собирателей составляет 58,13 км, или 19,4 % от всей мелиоративно-речной сети. Ширина таких каналов колеблется от 3,5 до 6 м, глубина – от 0,6 до 0,9 м. Функционируют периодически, в течение года. Максимальный сход воды наблюдается весной (март-апрель), минимальный – в межень, которая наступает в августе-сентябре. Каналы сильно заилены. Берега заросшие, разрушенные.

Скорость течения в каналах-собирателях составляет 0,05–0,07 м/с, а в периоды наибольшей обводненности – 0,10–0,15 м/с.

Магистральные каналы отводят воду непосредственно в водоприемники (реки Ствигу, Припять, пойменные озера). Длина их колеблется от 0,6 до 21,75 км, ширина от 4,5 до 10 м, глубина от 0,6 до 1,2 м. Общая протяженность магистральной сети составляет 85,07 км.

Состояние части этих каналов удовлетворительное, сход воды по ним осуществляется в течение года. Дно магистральных каналов чистое или слабо заиленное. Берега заросшие, разрушенные.

Скорость течения в магистральных каналах составляет 0,10–0,15 м/с. В периоды снеготаяния и паводков – 0,3–0,5 м/с и более.

Мелиоративно-речная сеть национального парка состоит из четырех самостоятельных осушительных систем протяженностью от 27,5 до 88,83 км. Каждая из них имеет общие гидротехнические элементы (водоприемник, магистральные каналы, каналы-собиратели и каналы-осушители различных порядков). Кроме того, имеется четыре отдельных системы каналов-собирателей, протяженность которых составляет от 8,57 до 18,71 км.

С образованием НП «Припятский» и прекращением сплава древесины прекратились работы по уходу за магистральными каналами, которые стали зарастать травянистой и древесно-кустарниковой растительностью, загрязняются, заторфовываются. Это способствует появлению на них в большом количестве бобровых поселений. Устройство бобрами плотин для поддержания необходимого уровня воды приводит к подтоплению и затоплению значительных лесных и луговых угодий и в результате к заболачиванию почв.

Происходят процессы вторичного заболачивания и восстановления коренных болотных экосистем. Можно предположить, что в дальнейшем, на фоне затухания деятельности мелиоративных систем, будет происходить увеличение площадей болот и заболоченных земель вблизи мелиоративных каналов.

Хотя за мелиоративными системами давно не проводился уход, тем не менее определенный водосброс с территории национального парка они осуществляют. Боковые осушители, в значительной степени утратившие свое мелиорирующее значение, в экстремальные по увлажнению годы, а также во время половодий и паводков все же способствуют стоку воды с болот южной части парка. Магистральные каналы и каналы-собиратели в течение всего периода вегетации растений заполнены водой и по-прежнему стабилизируют водный режим ландшафтов.

*Характеристика мелиоративных систем.* Мелиоративная система канала «Бычок» расположена в западной части парка и пересекает его с юга на север, сбрасывая воды с осушаемых территорий в реку Ствигу. Общая длина сети составляет 88,8 км, система осушает западную часть болотного массива «Межч», расположенного в юго-западной части парка.

В состав системы входят: водоприемник – канал «Бычок» (10,8 км), 2 магистральных канала (18,1 км), 12 каналов-осушителей первого порядка (57,4 км), 2 канала-осушителя второго порядка (2,5 км).

Мелиоративная система канала «Крушинный» расположена в центральной части парка и пересекает его с юга-запада на северо-восток, сбрасывая воды с осушаемых участков в реку Припять. Это самая большая по протяженности мелиоративная система на территории парка, ее общая длина составляет 88,2 км; осушает восточную часть болотного массива «Кандель – Яловец – Ольхово», расположенного в южной части парка.

В состав системы входят: водоприемник – канал «Крушинный» (21,8 км), 1 магистральный канал (9,9 км), 3 канала-собирателя (17,6 км), 17 каналов-осушителей первого порядка (37,8 км), 2 канала-осушителя второго порядка (1,1 км).

Мелиоративная система р. Свиновод расположена в центральной части парка и пересекает его с юга на север, сбрасывая воды в р. Припять. Общая длина сети составляет 27,5 км, и осушает центральную часть массива «Кандель – Яловец – Ольхово». В состав системы входят: водоприемник – р. Свиновод (9,5 км), 1 канал-собиратель (8,7 км), 3 канала-осушителя первого порядка (9,3 км).

Мелиоративная система канала «М-1» расположена в восточной части парка и пересекает его с юго-запада на северо-восток, сбрасывая свои воды в реку Припять. Общая длина сети 31,8 км. Про-

ложена Западной экспедицией, осушает восточную часть болотного массива «Кандель – Яловец – Ольхово». В состав системы входят: один магистральный канал (15,0 км), 14 каналов-осушителей первого порядка (14,1 км), 2 канала-осушителя второго порядка (2,7 км).

Системы четырех небольших каналов-собирателей имеют небольшую общую протяженность и составляют от 8,6 до 18,7 км. Они расположены в северной части парка в пределах первой и частично второй надпойменных террас. Сброс воды осуществляется как в реки Припять и Ствигу, так и в некоторые пойменные озера (Обедь). Они осушают в основном низинные болота, и по ним происходит сброс воды после паводков и паводков на реки Припять и Ствига.

Единичные каналы вне систем, общей протяженностью 13,3 км, расположены в различных частях парка и осуществляют сброс воды с болот и заболоченных участков во внутренние водоемы.

Мелиоративные каналы, водоприемники и сооружения постоянно подвергаются влиянию как природно-климатических, так и антропогенных факторов, которые вызывают их деформацию. Самыми распространенными разрушениями мелиоративных систем являются природно-климатические факторы: обвалы, оползни вследствие фильтрации грунтовых вод, размывы откосов поверхностными водами, повреждения сооружений и креплений откосов каналов льдом во время половодья, образование трещин в откосах при замерзании и оттаивании, деформация каналов из-за заиления, зарастания травяной и древесной растительностью. Антропогенные факторы, влияющие на деформацию каналов, различные повреждения сооружений связаны с неправильной деятельностью человека.

Кроме осушительной сети, на гидрологический режим территории оказывают влияние польдерные системы, являющиеся осушительными системами, с ограждением от паводков и половодий дамбами обвалования. Для осушения сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов устроены насосные станции.

#### *Биологические особенности водных объектов*

Биологические особенности водных объектов являются фактором формирования качества вод, в значительной степени определяют процессы самоочищения, образования видовой разнообразия и продукционные процессы гидробионтов – растительных и животных водных организмов, населяющих водную среду. Развитие гидробионтов определяется своеобразием условий среды, типом водоема, его размерами, глубиной, наличием течения, химическим составом вод и др. Водные организмы образуют разнообразные экологические группы и включают в себя продуцентов первичного звена (фитопланктон, перифитон, макрофиты), консументов вторичного звена (зоопланктон, бентос, ихтиофауна, водные млекопитающие) и редуцентов.

Видовой состав и количественное развитие гидробионтов зависят от лимнологических особенностей озер, физических и химических свойств среды обитания, обеспеченности экосистем питательными веществами. Диапазон изменчивости величин достаточно широк, но обобщение большого массива данных полевого обследования позволяет выделить особенности развития жизни водоемов и водотоков территории парка и определить их количественные показатели.

*Фитопланктон* наряду с фитобентосом выступает первичным звеном в трофической цепи водных экосистем – продуцентом органического вещества. Количественные показатели развития фитопланктона в реках и пойменных озерах колеблются в широких пределах. Видовой состав представлен 145 таксонами водорослей, которые по отделам распределяются следующим образом: сине-зеленые – 10; зеленые – 74; диатомовые – 30; пиррофитовые – 8; эвгленовые – 10; золотистые – 12 и желто-зеленые – 3.

Фитопланктон рек Припять и Ствига богат и разнообразен. В составе планктона р. Припять доминируют сине-зеленые водоросли (до 17,95 млн кл/л и 1,3 г/м<sup>3</sup>), р. Ствиги – криптофитовые водоросли (до 1,84 млн кл/л и 1,27 г/м<sup>3</sup>). Общая биомасса фитопланктона изменяется от 2,03 до 2,66 г/м<sup>3</sup>. В реках Уборть и Свиновод планктон развит слабо.

Количество таксонов в старичных водоемах в летнее время в зависимости от типа составляет 25–70; наиболее разнообразны диатомовые (20,8 %) и протококковые (51,4 %) водоросли. Общая биомасса фитопланктона изменяется от 0,95 до 16,19 г/м<sup>3</sup>. Доминирующий комплекс представлен зелеными (0,03–4,78 г/м<sup>3</sup>), диатомовыми (0,11–4,27 г/м<sup>3</sup>), эвгленовыми (0,1–2,4 г/м<sup>3</sup>), золотистыми (0,01–0,17 г/м<sup>3</sup>) водорослями. Общая численность летнего фитопланктона составляет от 0,79 до 23,97 млн кл/л.

*Зоопланктон* водотоков и водоемов территории парка характеризуется высоким разнообразием и развитым в количественном отношении составом. По результатам инвентаризации таксономического состава планктонных сообществ в видовом составе зоопланктона реки Припять выявлено 257 таксонов, среди которых коловраток – 145, ветвистоусых – 68 и веслоногих – 44 вида и формы, в пойменных водоемах Припяти зоопланктон представлен 219 видами и формами.

Наибольшее таксономическое разнообразие отмечено в р. Припять, низкое в р. Уборть, что обусловлено болотным характером питания этих рек (болотные воды, насыщенные гуминовыми кислотами, обладают темной окраской и препятствуют процессу фотосинтеза). Установлено, что науплиальные стадии веслоногих ракообразных и коловратки в летне-осенний период характерны для всех участков реки.

Зоопланктон старичных озер относится к ротаторно-кладоцерному типу. Количество таксонов в летнее время в зависимости от типа водоема и характера проточности составляет 68. Максимальная численность зоопланктона была 424 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса 1,58 г/м<sup>3</sup> (минимальная 34,4 тыс. экз/дм<sup>3</sup> и 0,06 г/дм<sup>3</sup> соответственно). Доминирующий комплекс представлен коловратками (0,03–0,99 г/м<sup>3</sup>), ветвистоусыми (0,004–0,39 г/м<sup>3</sup>) и веслоногими (0,03–0,58 г/дм<sup>3</sup>) ракообразными.

*Зообентос.* Состав и количественное развитие зообентоса определяется строением дна, водообменом, характером субстрата, трофностью водоема. В обследованных старичных водоемах количество таксонов в летнее время в зависимости от типа составляет от 7 до 44, при общей биомассе – от 0,62 до 89,25 г/м<sup>2</sup>. Доминирующий комплекс в зообентосе старичных водоемов представлен: личинками насекомых (хируномиды, ручейники, жуки, стрекозы и поденки с биомассой 0,42–69,0 г/м<sup>2</sup>), моллюсками (0,23–88,0 г/м<sup>2</sup>) и олигохетами (0,01–10,8 г/м<sup>2</sup>). Количество видов моллюсков в гидробиоценозах национального парка небольшое (26 таксонов).

*Высшая водная растительность.* Особенности видового состава, характер распространения высшей водной растительности и площадь зарастания озер зависят от морфологических особенностей котловины, гидрологических и гидрохимических характеристик озера. Видовой состав макрофитов насчитывает 69 видов высших (сосудистых) растений, в числе которых 47 гидрофитов: 26 видов истинно водных, (15 – эугидрофитов и 11 – плейстогидрофитов) и 21 воздушно-водных – аэрогидрофитов, а также 22 околоводных растений – гигрофитов, из них 6 эугигрофитов, 16 гигрогелофитов. В их числе 3 редких и исчезающих реликтовых вида, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь (сальвиния плавающая, водяной орех и кувшинка белая).

Высшая водная растительность в рр. Припять, Ствига, Уборть развита слабо и лимитируется наличием течения и ограниченным распространением заиленных участков дна. Наибольшее развитие макрофиты получают в мелководных, заиленных, зарастающих, отчлененных от русла старицах. Молодые озера, сохранившие морфологические черты русла и хорошую гидрологическую связь с основной рекой, отличает слабое зарастание. В зависимости от типа водоема распространение макрофитов носит поясной, фрагментарный или сплошной характер.

Преобладающую роль в видовом составе надводных растений занимают тростник австралийский, камыш озерный, рогоз широколистный, стрелолист, ежеголовник, частуха подорожниковая, болотница болотная, сусак зонтичный. Растения с плавающими листьями представлены кувшинкой белой, кубышкой желтой, горцем земноводным, водокрасом, сальвинией плавающей. В составе подводных макрофитов чаще встречаются рдест блестящий, рдест узколистный, рдест плавающий, роголистник, телорез, пузырчатка, встречаются также харовые водоросли. Общая биомасса макрофитов сильно варьирует. Наименьшими значениями характеризуются реки Припять, Ствига, Уборть 0,01–0,20 кг ВСВ/м<sup>2</sup>, для большинства старичных озер биомасса макрофитов изменяется в пределах 0,21–0,40 кг ВСВ/м<sup>2</sup>, и только мелководные озера и заросшие старицы имеют высокую биомассу макрофитов – более 0,41 кг ВСВ/м<sup>2</sup>.

*Ихтиофауна.* Состав и количественное развитие ихтиофауны р. Припять и проточных пойменных озер зависит от размеров водоема, кормовой базы и степени гидрологической связи водотоков и водоемов. Ихтиофауна представлена широким диапазоном – от богатой и разнообразной речной до бедной, с небольшим набором видов в заболоченных водоемах. В составе ихтиофауны встречаются до 37 видов рыб. В промысловых уловах отмечается не более половины (18) обитающих видов, что связано либо с их относительной немногочисленностью, либо с селективным воздействием промысловых орудий лова. При изолированности от основного русла видовой состав сокращается за счет уменьшения числа реофильных видов. Преимущественное развитие получают лимнофильные виды. Полное отделение водоемов от русла, зарастание и заиление приводят к сокращению числа видов ихтиофауны. Во время паводков ихтиофауна изолированных водоемов обогащается за счет речных обитателей, но они не находят условий для размножения и нагула. В структуре промысловых уловов на всех эксплуатируемых участках р. Припять доминирующее значение имеют три вида рыб: лещ (примерно 19,7 %), плотва (примерно 46,2 %) и густера (примерно 15,3%). Из прочих видов более всего вылавливается щука (около 7,1 %) и белоглазка (около 6,1 %). Анализ промысловых данных на участке реки, эксплуатируемом НП «Припятский», показал, что состав уловов в целом соответствует данным по реке. В частности, более всего вылавливается густеры (42,0 %) и плотвы (39,3 %). Из ценных видов наи-

большее значение имеет щука (10,2 %). Промысловая рыбопродуктивность участка довольно велика (72–163 кг/км) и лишь немногим уступает средним показателям по реке (140,5 кг/км).

В реке и проточных водоемах водятся: лещ, густера, язь, плотва, укля, вьюн, карась, линь; в озерах, не связанных с основным руслом, ихтиофауна карасево-линевого типа, встречаются карась, линь, щука, плотва, окунь.

*Экологическое состояние водотоков и водоемов.* Для оценки экологического состояния водоемов и водотоков широко используются эколого-биологические показатели и индексы. Наиболее распространенным является индекс видового разнообразия Шеннона, отражающий структурированность сообществ водного населения.

Расчет индекса видового разнообразия для озер-старич по количественным характеристикам развития фитопланктона показал, что индекс изменялся в пределах 1,96–3,09 бит/экз. Значения индекса свидетельствуют о довольно высокой структурированности сообществ фитопланктона во всех пойменных водоемах, что позволяет отнести их к категории «чистых» (оз. Муто, Приворот, Старуха и Унино) и «относительно чистых» (оз. Вирки).

Оценка экологического состояния р. Припять по величине индекса Шеннона по структурным показателям зоопланктона показывает, что индекс изменяется в пределах 0,63–1,99 бит. экз., самые высокие значения индекса отмечены в середине лета 1,33–1,99 бит. экз., в позднесенний период структурированность сообществ зоопланктона опять становится неустойчивой, что отражается на резком снижении индекса Шеннона.

В целом, для большинства исследованных водных объектов показатель индекса видового разнообразия Шеннона достаточно высок, что является косвенным свидетельством благополучного состояния планктонных сообществ и среды их обитания. Сравнение полученных данных с исследованиями других территорий позволяет утверждать, что значения индекса Шеннона в водных объектах слабо изменяются, что свидетельствует о стабильной экологической ситуации в данном регионе.

Национальный парк предоставляет комплекс туристских услуг, который включает в себя бани, бильярд, боулинг, тренажерный зал, бассейн, ресторан, кафетерии, бары.

На территории Национального парка, а также в его непосредственном окружении расположено значительное число объектов, охраняемых государством в качестве историко-культурных ценностей, в числе которых памятники истории, археологии и архитектуры. Среди наиболее интересных для массового посещения объектов можно выделить: Замчище в г. Туров, Всесвятскую церковь (Церковь Всех Святых) в г. Туров, каменный крест с выщербленной поверхностью, имеющий неострые концы в г. Туров, парк возле д. Дорошевичи, парк в д. Бринев, церкви Покровская (деревянная), Святого Николая, Вознесенская в г. Петриков.

### ***1.2.2. Полесский государственный радиационно-экологический заповедник***

Заповедники – это ООПТ, основной задачей которых является сохранение природных комплексов в естественном состоянии, а также проведение научно-исследовательских работ и частичный эколого-просветительский туризм. В Белорусском Полесье такому статусу соответствует Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ), крупнейший (более 215 тыс. га) в Беларуси заповедник (рис. 1.3). Основными задачами ПГРЭЗ являются изучение динамики перераспределения радионуклидов в почвах, анализ радиэкологического состояния водных объектов, изучение процессов накопления радионуклидов в растениях и диких животных, что позволяет делать оценки миграции радионуклидов по трофическим цепям.

Заповедник был организован 18 июля 1988 г. в белорусской части зоны отчуждения на территории трех наиболее пострадавших от аварии в Чернобыле районов Гомельской области – Брагинского, Наровлянского и Хойникского. На его территории находятся 96 покинутых населённых пунктов, где до аварии проживало более 22 тысяч жителей.

Хотя заповедник создан с целью проведения радиобиологических и экологических исследований, он представляет интерес и для биологов. Вмешательство человека здесь минимально, поэтому появляется возможность наблюдать за развитием дикой природы. В связи со снятием антропогенной нагрузки и богатством растительного мира в заповеднике создались, по сути, идеальные условия для восстановления животного мира. Также были интродуцированы некоторые новые виды, в том числе зубр.

В ПГРЭЗ зарегистрирован 1251 вид растений, это более двух третей флоры страны. Фауна включает 54 вида млекопитающих, 25 видов рыб, 280 видов птиц.

В работах ученых о природе чернобыльской зоны постоянно подчеркивается значимость данной территории для сохранения генофонда и видового разнообразия флоры и фауны Полесья.

На сегодня уровни поверхностного загрязнения белорусской зоны отчуждения достигают более 1300 Кюри/км<sup>2</sup> по цезию-137 (*Cs137*) и более 70 Кюри/км<sup>2</sup> по стронцию-90 (*Sr90*). Плотность загряз-



нения изотопами плутония на превышает 5 Кюри/км<sup>2</sup>. По оценкам ученых, в пределах этих территорий находится 30 % цезия, 70 % стронция и 97 % изотопов плутония, которые выпали на всю территорию Беларуси.



Рисунок 1.3 – Схема Полесского государственного радиационно-экологического заповедника

Расположение ПГРЭЗ на территории Беларуси относительно украинской части зоны отчуждения приведено на рисунке 1.4.

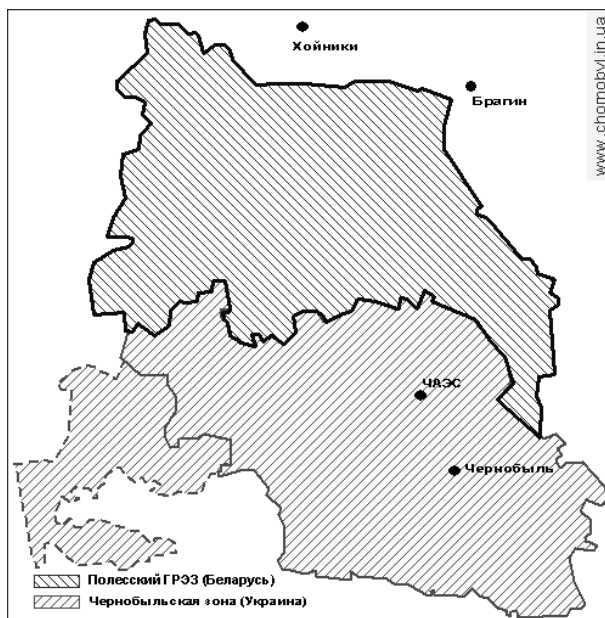


Рисунок 1.4 – Карта ПГРЭЗ и территории зоны отчуждения

В заповеднике проводятся работы по лесовосстановлению. Так, за период его существования было создано около 5 тыс. га новых лесных насаждений дуба, сосны и т. д., саженцы которых выращиваются в специально созданных питомниках. В 16 лесничествах заповедника осуществляются и другие лесотехнические и лесоустроительные работы.

Кроме лесничеств, в состав ПГРЭЗ входят специальные пожарно-технические службы, которые обеспечивают контроль за пожарным состоянием данных территорий. В заповеднике установлено 39 наблюдательных вышек, с которых осуществляется контроль за пожарами на данной территории.

*Уникальные природные объекты заповедника*

Важной работой, которую систематически проводят сотрудники заповедника, является изучение состояния популяций видов животных, обитающих на территории ПГРЭЗ. В их число входят и редкие виды. Так, на территории заповедника обитает 54 вида млекопитающих. Видовой состав авиафауны составляет около 120 гнездящихся видов птиц. В водоемах установлено наличие 25 видов рыб. Из представленного числа видового состава фауны заповедника 43 вида являются редкими, занесенными в Красную книгу Республики Беларусь, а также охраняемые международными конвенциями. Следует обратить внимание на то, что фауна редких млекопитающих насчитывает 6 видов – медведь, барсук, рысь, соня-полчок и орешниковая соня, зубр.

Первый медведь в ПГРЭЗ был зарегистрирован в 1992 г. В 2007 г. уже было доказано наличие 5 (!) особей. На схеме (рис. 1.5) представлены места встреч с медведем на территории заповедника в 2005–2006 гг. Стоит отметить, что всего на территории Беларуси насчитывается около 80 бурых медведей. Среди краснокнижных видов пернатых встречаются беркут, черный аист и орлан-белохвост. Последний вид представлен 15 парами.

Особое внимание сотрудниками ПГРЭЗ уделяется расселению (интродукции) новых, редких видов животных. Так, в 1996 г. было интродуцировано 16 зубров; по состоянию на весну 2007 г. их численность уже составляла 54 особи, что, несомненно, является большим достижением белорусских зоологов. В то же время в Украине этот вопрос требует радикальных мер для нормализации условий обитания зубра. На рисунке 1.5 дана схема ареалов обитания зубров.

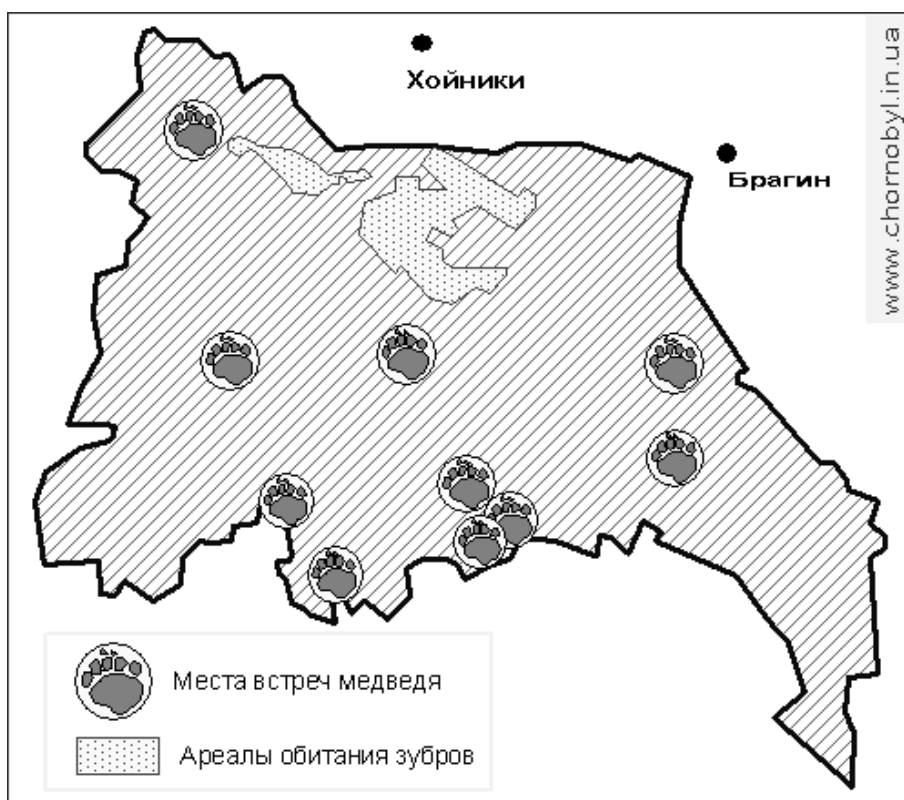


Рисунок 1.5 – Схема ареалов обитания зубра и мест встреч с медведем в 2005-2006 гг. в ПГРЭЗ [221]

Судя по публикациям, в Полесском заповеднике не проводились работы по изучению фауны рукокрылых (летучих мышей). Между тем такие исследования позволили бы обогатить список краснокнижных видов животных, обитающих на территории ПГРЭЗ еще, как минимум, двумя-тремя редкими видами млекопитающих.

Растительный мир ПГРЭЗ также многообразен. По данным ученых, состав флоры заповедника насчитывает 1251 вид растений, что составляет около 2/3 видового состава растений Республики Беларусь. При этом 29 видов сосудистых растений являются редкими, занесенными в Красную книгу Беларуси. Так, в ПГРЭЗ было установлено наличие очень редких для флоры Беларуси видов: ятрышник шлемоносный, астра степная, осока теневая, наяда большая, водяной орех плавающий, гвоздика армериевидная, пыльцеголовник длиннолистный, крестовник эруколистый, венерин башмачок настоящий, росянка промежуточная. А такие виды, как зубровка ползучая, таволга степная и молодило русское, впервые на территории Беларуси были найдены в ПГРЭЗ.

В структуре земель ПГРЭЗ лесные ценозы являются преобладающими и занимают более 51 % (110 тыс. га). Бывшие сельхозугодия занимают около 38 % от общей площади (82 тыс. га). Значительная часть этих территорий была мелиорирована. Сегодня, когда отсутствует потребность в регулировании стока, на этих территориях происходит вторичное заболачивание.

Многообразие растительного и животного мира объясняется тем, что территория заповедника в основном находится в сильно заболоченных водосборных территориях р. Припять. Пойма Припяти в этом месте сильно меандрирует, здесь находится около трехсот небольших озер. Общая площадь поймы р. Припять составляет около 15 % всей территории заповедника.

Кроме р. Припять, по территории зоны отчуждения протекает ряд малых рек, таких как Брагинка, Рожавка, Несвич, Словечна, Желонь, Вить.

Территория заповедника используется также в образовательных целях. ПГРЭЗ посещают студенты, где в полевых условиях они знакомятся с основами полевой дозиметрии. Будущие радиэкологи учатся основам полевого эксперимента, получают практические навыки в отборе проб для проведения последующих анализов уровней загрязнения радионуклидами почв, растений и т. д.

В заповеднике создан музей фауны. Среди экспозиции музея посетители могут увидеть чучела птиц, обитающих в заповеднике, коллекцию насекомых и другие интересные экспонаты, демонстрирующие богатство экосистем Полесского государственного радиационно-экологического заповедника.

### *1.2.3. Заказники*

Значительная часть ООПТ Белорусского Полесья представлена заказниками. Основная их функция – охрана и восстановление отдельных видов растений и животных, а также поддержание общего экологического баланса. Заказники делятся на 3 группы: ландшафтные, биологические и гидрологические. Ландшафтные предназначены для сохранения и восстановления отдельных природных комплексов. Самые крупные из них – «Средняя Припять» и «Ольманские болота» – занимают площадь более 90 км<sup>2</sup> и соизмеримы с заповедниками и национальными парками.

Биологические заказники предназначены для сохранения и восстановления популяций ценных, редких и исчезающих видов животных и растений; подразделяются на зоологические и ботанические.

Гидрологические (болотные, озерные, речные) заказники предназначены для сохранения водных объектов и по своему режиму почти не отличаются от ландшафтных. Они представляют собой прежде всего озерно-болотные комплексы.

В границах Белорусского Полесья расположены заказники республиканского значения:

а) ландшафтные: Выгонощанское; Выдрица; Званец; Мозырские овраги; Ольманские болота; Прибужское Полесье; Простырь; Средняя Припять; Стрельский и др.;

б) биологические: Борский; Букчанский; Бусловка; Днепро-Сожский; Еловский; Луково; Лунинский; Октябрьский; Споровский; Тырвовичи; и др.;

в) гидрологические: Подвеликий Мох и др.

Ниже приводится краткая характеристика заказников, имеющих исключительно важное значение для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия полесского региона.

#### *Ландшафтные заказники*

##### *Республиканский ландшафтный заказник «Выгонощанское»*

Заказник «Выгонощанское» создан в 1968 г. как гидрологический на территории Ивацевичского, Ляховичского и Ганцевичского районов Брестской области для сохранения водно-болотных природных комплексов, а также уникальных лесо-болотных экологических систем, диких животных и растений. В 2007 г. заказник преобразован в ландшафтный. «Выгонощанское» – один из наиболее крупных заказников страны (55 047,4 га). Он создан с целью сохранения уникального лесо-болотного комплекса, прилегающего к озеру Выгонощанское, в пределах которого находятся места обитания растений и животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь и (или) охраняемым в соответствии с международными договорами, действующими для Республики Беларусь.

Отличительной особенностью заказника является его статус как крупнейшего сохранившегося лесо-болотного массива на главном водоразделе бассейнов рек Черного и Балтийского морей. Благодаря богатому биоразнообразию заказник включен в базу данных «Изумрудная сеть», является ключевой орнитологической территорией международного значения (критерий А1) и Рамсарским водно-болотным угодьем.

Территория заказника слабо изменена хозяйственной и рекреационной деятельностью человека и имеет большое значение для сохранения как отдельных видов растительного и животного мира, так

и всего природного комплекса Белорусского Полесья в целом. Это обусловлено тем, что на территории заказника сегодня не имеется ни одного населённого пункта, что подчеркивает природную уникальность региона.

На территории заказника «Выгонощанское» доминируют лесные экосистемы, которые занимают 36 908,8 га, или 67,05 % территории заказника. Заказник представлен крупным массивом коренных лесо-болотных экосистем. На ООПТ преобладают коренные болотные пушистоберезовые и черноольховые леса, но встречаются и смешанные широколиственные и мелколиственные древостой. Отдельные участки в пределах заказника являются редкими по породному и флористическому составу, возрастной структуре и пространственному строению, наличию редких и охраняемых видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, совокупности элементов биотопического и биологического разнообразия, что придает им особую значимость в сохранении и поддержании биоразнообразия данного региона. Лесопокрываемые земли занимают 36 494,7 га, или 98,9 % площади лесных экосистем. При этом среди лесных абсолютно доминируют экосистемы естественного происхождения – 96,7 %; остальные 3,3 % представлены искусственными насаждениями.

Доля открытых болот (болотные экосистемы) на территории заказника составляет 19,7 % (10 828,3 га). Водные экосистемы на территории заказника в целом занимают 5,3 % территории, или 2927,8 га. Под луговыми сообществами (сенокосные угодья) находится 672,7 га территории заказника (1,2 %). Довольно высока доля сегетальных земель, которая составляет 4,5 % (2476,0 га). Пустошные экосистемы (прогалины верескового и лишайникового типов леса) представлены в заказнике на территории 87,1 га, или 0,2 %.

Водные экосистемы заказника «Выгонощанское» представлены озерами, речными и мелиоративными системами и занимают территории в 2927,8 га (5,3 %). Среди природных достопримечательностей территории выделяются озера Выгонощанское (площадь 2600 га, максимальная глубина 2,3 м) и Бобровицкое (площадь 947 га, максимальная глубина 8 м). Огинский канал, состоящий из двух частей, начинающихся из озера Выгонощанского, через реки Щара и Ясельда соединяет бассейны рек Немана и Припяти и соответственно Балтийского и Черного морей. Водные экосистемы относятся к Припятскому гидрологическому району. В заказнике начинаются верховья притоков Ясельды, Гривды, Бобрика, Вислицы. Также в состав территории входят крупные болотные массивы Выгонощанское, Погоня, Олешня.

В растительном покрове доминируют лесные сообщества (71 % общей площади), открытые болота занимают пятую часть территории заказника. В пределах ООПТ выявлено 547 видов сосудистых растений. Из них плаунообразных – 3 вида, хвощеобразных – 6 видов, папоротникообразных – 8, голосеменных – 3, покрытосеменных – 527 видов. Здесь произрастает 25 видов находящихся под угрозой исчезновения и охраняемых растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Среди них венерин башмачок настоящий, любка зеленоцветковая, неоттианта клубочковая, одноцветка одноцветковая, хаммарбия болотная, хохлатка полая и др. При этом для 5 видов приводятся лишь литературные данные или их местонахождение подтверждено старыми гербарными сборами, что требует проведения дополнительных исследований. Кроме того, в заказнике выявлены популяции 13 видов растений, требующих профилактической охраны [138]. Растительный мир заказника является подлинным эталоном природы Белорусского Полесья. Высокая мозаичность территории, в том числе наличие суходольных гряд среди болот, обуславливают разнообразие экосистем заказника. Сохранились старовозрастные насаждения и особо ценные растительные сообщества. Болотные биоценозы располагают большими запасами клюквы, черники, голубики. Украшением заказника являются многовековые дубы, возраст некоторых из них достигает 600 лет.

В границах заказника обитает значительное количество видов редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Установлено 58 видов млекопитающих, около 250 видов птиц, все виды пресмыкающихся и земноводных, характерных для территории Беларуси. В реках и озёрах обитает 31 вид рыб. Заказник имеет большое значение для сохранения фауны рептилий и амфибий. Здесь находится одна из крупнейших в Беларуси и Центральной Европе популяций гадюки. Из наиболее значимых млекопитающих стоит отметить зубра, бурого медведя, европейскую рысь и барсука. Наличие популяций птиц, находящихся под угрозой глобального исчезновения (большой подорлик, орлан-белохвост, белоглазая чернеть, дупель, вертлявая камышевка), способствовало получению международного статуса ключевой орнитологической территории.

В Красную книгу Республики Беларусь включены 72 вида животных: из них птицы – 51; беспозвоночные – 13; млекопитающие – 5; пресмыкающиеся – 2; земноводные – 1. На международную значимость заказника указывает и тот факт, что с 2013 г. он включен в список Рамсарских территорий.

Туристическая инфраструктура заказника берет начало со времени постройки Огинского канала. Прогулочные маршруты по р. Щара и Огинскому каналу популярны и в настоящее время. По территории заказника проложены водные, пешие и велосипедные туристические маршруты. Имеется благоустроенная экологическая тропа, на которой сделаны специальные площадки и вышки для наблюдения за животным миром. Разработаны орнитологические туристские маршруты по р. Щара. Наблюдать за редкими для Европы птицами сюда съезжаются орнитологи-любители со всего мира.

На южном берегу Выгонощанского озера расположены база «Выгоновское» и гостиница, на берегу р. Щара в северной части заказника расположена база Домановского охотничьего хозяйства, на берегу Бобровичского озера – база «Озерный комплекс». В историческом плане эти места известны тем, что именно здесь находилась охотничья резиденция П. М. Машерова. Дирекция заказника в настоящее время находится в Телеханах.

#### *Республиканский ландшафтный заказник «Выдрица»*

Заказник «Выдрица» объявлен на территории Жлобинского и Светлогорского районов Гомельской области в целях сохранения в естественном состоянии уникального природного комплекса с популяциями редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Площадь заказника – 17 560 га.

Территория заказника имеет международный статус ключевой орнитологической территории.

Это уникальный природный комплекс – густые леса, зеленые пойменные луга с изумрудной травой, озера, которых в Выдрице 26, острова, где звенящая тишина прерывается лишь пением птиц и плеском рыбы.

Заказник представляет собой крупный компактный массив преимущественно средневозрастных и молодых хвойно-мелколиственных лесов в поймах рек Березины, Выдрицы, Олы. Природные условия на территории заказника разнообразны. Широко распространены участки пологоволнистой моренной и водно-ледниковой равнины. В широких долинах Олы и Выдрицы встречаются участки плоских озерно-ледниковых низин с низинными болотами; надпойменные и пойменные террасы. Поверхность представляет собой пологие повышения в виде островов (колебания относительных высот до 2 м) в северной части заказника и плоскую, слабоволнистую равнину, переходящую в низину в центральной и южной части заказника. Здесь четко выражены древние ложбины стока и отдельные обширные понижения, в которых грунтовые воды подходят близко к дневной поверхности. В пойме встречаются прирусловые валы и гривы. Территории в поймах рек и прилегающие к ним в весенний период затапливаются на 1–1,5 месяца.

Во флоре заказника 670 видов сосудистых растений, среди них 5 видов плаунов, 6 видов хвощей, 11 видов папоротникообразных. На территории заказника произрастает 12 видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь: баранец обыкновенный, дрок германский, змееголовник Руйша, зубянка клубненосная, касатик сибирский, мытник скипетровидный, осока корневищная, ликоподиелла заливаемая, прострел луговой, тайник яйцевидный, фиалка топяная, шпажник черепитчатый.

Фауна заказника насчитывает около 200 видов наземных позвоночных животных, в том числе 10 видов амфибий, 6 – рептилий, 146 – птиц, 41 – млекопитающих. Ранее на территории заказника насчитывалось более 20 глухариных и тетеревиных токов, однако в настоящее время их количество уменьшилось. В границах заказника обитает 17 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: болотная черепаха, большая выпь, малая выпь, черный аист, большой подорлик, малый подорлик, полевой лунь, змеяд, скопа, пустельга, кобчик, чеглок, серый журавль, зимородок, зеленый дятел, садовая овсянка, барсук, орешниковая соня.

#### *Республиканский ландшафтный заказник «Званец»*

Заказник «Званец» расположен в Дрогичинском и Кобринском районах Брестской области в обрамлении Днепровско-Бугского канала (север), Ореховского (запад) и Белоозерского (восток) каналов. Создан в целях сохранения эталонных участков естественных болотно-луговых и лесных угодий с богатым растительным и животным миром, стабилизации гидрологического режима территории.

В 2002 г. заказнику присвоен статус водно-болотного угодья международного значения (Рамсарского угодья). В 1998 г. учреждена ключевая орнитологическая территория (КОТ) «Званец» (15 000 га). В соответствии с Государственной схемой комплексной территориальной организации Республики Беларусь, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 12 января 2007 г. № 19, заказник «Званец» классифицируется как важная особо охраняемая природная территория

страны, которая входит в состав экологической сети, являясь частью одноименного ядра национального значения.

Учитывая высокую международную значимость болотного массива «Званец» в сохранении биологического разнообразия болотных земель, новые данные о биологическом разнообразии, реальные экологические угрозы природным сообществам заказника, в 2004 г. было подготовлено научное и технико-экономическое обоснование преобразования биологического заказника «Званец» в одноименный ландшафтный заказник.

Цель преобразования заказника – включить в границы заказника все нетрансформированные или малотрансформированные болотные участки для возможно более полного сохранения ландшафтного и биологического разнообразия болота «Званец».

Деятельность проекта ПРООН/ГЭФ «Создание условий для устойчивого функционирования системы охраняемых водно-болотных угодий в Белорусском Полесье» способствовала изменению статуса и расширению границ заказника «Званец». Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 февраля 2010 г. № 130 он был преобразован в республиканский ландшафтный заказник «Званец». В новых границах заказник охватывает земли Дрогичинского и Кобринского районов Брестской области общей площадью 16 227 га (90,5 % в Дрогичинском районе).

Территория представляет собой крупнейшее в Европе низинное болото мезотрофного типа с многочисленными открытыми минеральными «островами», которое расположено в практически бессточном плоском понижении на водоразделе речных бассейнов Буга и Припяти. Болота данного типа были широко распространены в Белорусском Полесье, но большая их часть была осушена в 60-х годах прошлого столетия.

В составе земель заказника открытые низинные болота занимают 12 тыс. га (около 74 % территории). Площадь лесов, которые произрастают преимущественно на минеральных «островах» среди болот, составляет 1,2 тыс. га (7,4 % территории заказника). Достаточно велика и площадь минеральных «островов», лишенных древесной растительности.

На территории заказника можно условно выделить несколько природно-территориальных комплексов (западная, центральная, южная, восточная, северная части). Западная часть характеризуется наличием большого количества минеральных «островов», между которыми располагаются небольшие участки открытого или частично закустаренного низинного осокового болота. По склонам «островов», где почвы богаты карбонатными отложениями гидрогенного генезиса, узкими лентами произрастают широколиственные леса. В центральной и южной части болотного массива преобладают открытые низинные болота с долей кустарников около 10–30 %. Минеральные «острова» разбросаны по всему массиву, однако площадь их невелика (преимущественно от 0,2 до 1 га), и в этой части болота они наименее трансформированы. Именно эти небольшие открытые «острова» являются местом гнездования для ряда редких видов птиц (болотная сова, большой кроншнеп).

В восточной части по площади преобладают минеральные «острова». На этом участке естественная лесная растительность представлена лишь узкими лентами по склонам островов, а сами «острова» большей частью распаиваются для выращивания различных культур. Низинные болота между ними преимущественно заросли кустарниками. Северная часть заказника находится в зоне сильного влияния Днепровско-Бугского канала. Здесь наименьший процент открытых заболоченных пространств. Закустаренность территории достигает максимальных показателей. На низких «островах» развиваются березняки осоковые, более высокие – покрыты фрагментами неморальной растительности. Большая часть «островов» используется как сенокосные угодья, хотя в недавнем прошлом они распаивались. Здесь располагается и самый крупный «остров» болота – Званец.

Флора заказника «Званец» разнообразна и уникальна. Здесь произрастает 664 вида сосудистых растений, из них более 60 таксонов требуют различных форм охраны, в том числе 19 видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: венерин башмачок настоящий, зубянка клубненосная, горечавка крестообразная, касатик сибирский, тайник яйцевидный, лук медвежий, пальчатокоренник майский, шпажник черепитчатый, осока тeneвая, волдырник ягодный, ива черничная, мытник скипетровидный, кокушник длиннорогий, воробейник лекарственный, зверобой четырехкрылый, осока Дэвелла, пыльцеголовник красный, репейник дубравный, кувшинка белая. Среди редких растений, произрастающих на минеральных «островах», много видов-кальцефилов.

В заказнике представлено шесть уникальных и редких сообществ региональной и национальной значимости.

В составе фауны установлено обитание 29 видов млекопитающих, 125 видов птиц (в том числе 110 гнездящихся), 5 – рептилий, 9 – амфибий, 24 вида рыб и более 700 видов беспозвоночных. В границах заказника обитает 21 вид птиц, редких и находящихся под угрозой исчезновения, включенных

в Красную книгу Республики Беларусь: большая белая цапля, черный аист, серый журавль, белая лазоревка, орлан-белохвост, малый подорлик, большой подорлик, коростель, дупель, филин, болотная сова, обыкновенный зимородок, большой кроншнеп, вертлявая камышевка, полевой лунь, чеглок, малый погоньш, большая выпь, обыкновенная пустельга, орел-змееяд, серый гусь. Международная значимость болота Званец прежде всего определяется поддержанием крупнейшей в мире популяции вертлявой камышевки, а также большого подорлика и коростеля [204].

*Республиканский ландшафтный заказник «Мозырские овраги»*

Заказник «Мозырские овраги» создан на территории Мозырского района Гомельской области в целях сохранения в естественном состоянии уникальных природно-ландшафтных экологических систем, дикорастущих растений и диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, а также их мест произрастания и обитания. Заказник был объявлен в 1986 г., в 2007 г. преобразован в республиканский ландшафтный заказник; из границ выведены территории оврагов, находящихся в городской черте в центральной и западной части Мозыря. Площадь заказника уменьшилась на 21,73 га и составила 1019,7 га.

Заказник представляет собой территорию с сильнорасчлененным рельефом, состоящую из густой сети оврагов и балок, расположенных в северо-западной части Мозырской гряды. Абсолютные высоты достигают 220,7 м и являются максимальными для региона Белорусского Полесья. В отдельных местах плотность оврагов составляет 20–30 шт./км<sup>2</sup>, глубина расчленения достигает 80 м/км<sup>2</sup>. Высокий гравитационный потенциал рельефа способствует активному развитию эрозии и склоновых процессов. Крутизна косогоров нередко достигает 30°. В то же время глубина пролегающих здесь же густой сетью оврагов и балок может составлять 40–60 м. Овраги являются уникальными и не похожими друг на друга. На вершине оврагов территория почти нетронута. Свою первозданность сумели сохранить и так называемые тальвеги, обычно около них в заказнике располагаются многочисленные валуны. Неслучайно основанный в 1155 г. «город на семи холмах», как иногда называют Мозырь, издавна соревнуется со «старшим братом» – Логойском – за право называться белорусской Швейцарией. Отсюда открывается панорама долины Припяти и знаменитых полесских дюн.

Большинство склонов и тальвегов временных ручьев покрыто естественной растительностью: березовыми, сосново-березовыми, сосновыми, дубовыми, грабово-дубовыми и черноольховыми лесами с примесью клена, вяза, липы и других широколиственных пород. Часто древостой представляют собой разреженные насаждения паркового типа.

Красок в величественную картину ландшафтного заказника добавляют обнажившиеся на отвесных склонах песчаные и песчано-гравийные породы, делювиальные отложения на днищах оврагов, повсеместно разбросанные вымытые валуны. Однако живописная расчлененность рельефа «Мозырских оврагов» имеет и негативные стороны. Дело в том, что данная территория оказалась крайне неустойчивой к эрозионным процессам. Случается, в год активного весеннего таяния снегов или обильных ливневых дождей отдельные промоины и рытвины вырастают до 1–2 м в глубину и 20–30 м в длину и ширину! Помимо линейной эрозии, здесь активно протекает преобразование рельефа холмов. На склонах круче 3–4° ежегодно смывается до 25 т почвенного слоя с одного гектара. Кроме того, присутствует редкая форма тоннельной эрозии, когда на глубине в несколько метров образуется цепочка колодцев шириной до 1,5 м, соединенных между собой.

В борьбе с эрозией на Мозырщине в 1970-е годы даже развернулась лесомелиоративная кампания, когда на крутых склонах для их закрепления и предотвращения оползней высаживались леса ценных пород. Таким образом, около 10 % местных лесных формаций было создано руками человека. Именно с появлением искусственных лесонасаждений этот уголок Восточного Полесья приобрел неповторимый колорит, заиграл новыми красками.

Сегодня в растительном покрове заказника доминируют гребни лесов, которые наряду с крутыми склонами определяют общий облик заповедной территории. Южные склоны оврагов стали местообитанием сосновых и сосново-березовых лесов, а северные — грабово-дубовых массивов. Вдоль рек и ручьев можно встретить густые насаждения черной ольхи.

В заказнике выявлено 496 видов сосудистых растений; из них древесных пород – 18 видов, кустарников – 38. Здесь произрастает 14 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: многоножка обыкновенная, лилия кудреватая, касатик сибирский, дрок германский, тайник яйцевидный, любка зеленоцветковая, ветреница лесная, клопогон европейский, лапчатка белая, подмаренник красильный, шалфей луговой, зверобой горный. Обилию редких видов способствует именно овраговая система: «горы» стали естественным убежищем для многих этих растений.

Среди особо ценных растительных сообществ представлены высоковозрастные (до 120 лет) сосновые леса, коренные высоковозрастные дубовые леса на крутых склонах, редкие для региона высоковозрастные (до 80 лет) грабовые леса, высоковозрастные (до 80 лет) производные сообщества бора-дабчатоберезовых лесов.

Овраги, пересекающие Мозырскую гряду в пределах и в окрестностях Мозыря, в совокупности с возвышенными платообразными участками представляют собой своеобразный ландшафтный комплекс высокого рекреационно-эстетического значения, уникальный в масштабе республики и тем более Полесской низменности. Ввиду того, что часть заказника находится в самом городе, размещение туристов здесь не вызывает никаких проблем – в Мозыре достаточно гостиниц. Некоторые овраги имеют свои истории. К примеру, здесь имеется так называемая Долина Смерти и Долина Ангелов. Как гласит история, на территории Долины Смерти в 1227 г. произошла кровавая стычка горожан и татар. Мозыряне уступили в сражении, хотя и вели бой с ожесточенной яростью. А в Долине Ангелов в 1647 г. основали мужской цистерианский монастырь, в 1745 г. к нему прибавилась женская цистерианская обитель, сегодня его стены занимает костёл Святого Михаила. В мужском же монастыре разместилось промышленное предприятие – спичечная фабрика «Маланка».

#### *Республиканский ландшафтный заказник «Ольманские болота»*

Заказник «Ольманские болота» объявлен на территории Столинского района Брестской области на границе с Украиной в целях сохранения уникальных ландшафтов Припятского Полесья, включающих самый крупный в Европе комплекс верховых, низинных и переходных болот, сохранившихся до наших дней в нетронутom состоянии, а также ценных сообществ с представительством редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Площадь заказника составляет 94 219 га; столь обширная территория оказалась вне ареалов интенсивного хозяйственного освоения благодаря тому, что Ольманские болота долгое время использовались в качестве военного полигона (при этом площадь трансформированных земель составляет лишь 1 % от всей площади заказника). Из-за этого доступ на данную территорию был значительно ограничен, что позволило сохраниться многим видам, занесенным в Красную книгу Республики Беларусь (среди них дупель, большой подорлик, вертлявая камышевка, европейская норка, рысь и др.). Среди болотного массива находится более 20 озер, здесь разбросаны песчаные дюны, поросшие хвойными и лиственными лесами. С 2001 г. заказник имеет статус водно-болотного угодья международного значения (Рамсарской территории) и ключевой орнитологической территории.

Территория заказника расположена в междуречье правого притока Припяти – реки Ствиги и реки Льва, которая впадает в Ствигу и образует северо-западную границу заказника. Поверхность представляет собой слабоволнистую заболоченную низину с широким развитием эоловых форм рельефа (абсолютные отметки 110–120 м). Ольманский болотный массив отличается от подобных болотных систем не только своими размерами и сохранностью, но также тем, что его территория постоянно обводнена вследствие того, что грунтовые воды здесь выходят на дневную поверхность.

Основной водной артерией на территории Ольманских болот является р. Ствига и ее притоки. В Ствигу впадает несколько главных каналов старых мелиоративных систем, построенных еще в начале XX века. В настоящее время они находятся в полуразрушенном состоянии, однако сток воды по ним, особенно в весенний период, еще продолжается. Кроме Ствиги, по северо-западной границе заказника протекает р. Льва. Как в пойме Львы, так и в пойме Ствиги имеется несколько небольших старичных озер. К внепойменным озерам на территории заказника относятся озера Большое и Малое Засоминные общей площадью около 100 га.

Ольманский болотный массив представлен двумя крупными открытыми низинными болотами (Красное и Гало), а также участками верховых сфагновых болот с остаточными озерами и высокими минеральными островами-останцами в виде узких гряд, покрытыми сосновыми, а местами широколиственными и мелколиственными лесами. Леса покрывают 50 % территории заказника, из них сосновые занимают 72 %, в т. ч. по болоту – 23 %, пушистоберезовые – 18 %.

Среди особо ценных растительных сообществ выделяются высоковозрастные пойменные дубравы и грабовые леса, высоковозрастные сосновые леса на развеиваемых песках с комплексом ксерофитной растительности, редкие для территории черноольховые сообщества.

Флора включает 687 видов сосудистых растений, в том числе 12 следующих видов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь: осока теневая, хохлатка промежуточная, росянка промежуточная, ликоподиелла заливаемая, кувшинка белая, прострел луговой, ива черничная, касатик сибирский, шалфей луговой, лилия кудреватая, сальвиния плавающая, фиалка топяная.

Среди обитающих здесь 192 видов наземных позвоночных животных в Красную книгу Республики Беларусь включены 27 видов, в том числе 2 вида пресмыкающихся (болотная черепаха, медя-



ка), 22 вида птиц (большая выпь, черный аист, луток, длинноносый крохаль, змеяяд, малый подорлик, орлан-белохвост, пустельга, чеглок, серый журавль, большой улит, мородунка, большой кроншнеп, филин, воробьиный сыч, бородатая неясыть, болотная сова, сизоворонка, трехпалый дятел, зеленый дятел, зимородок, белая лазоревка) и 3 вида млекопитающих (орешниковая соя, европейская рысь, барсук). Из 225 выявленных видов насекомых, обитающих на территории заказника, в Красную книгу занесены 6 видов: решетчатая, фиолетовая и шагреновая жужелица, бронзовый красотел, торфяниковая желтушка, моховой шмель.

*Республиканский ландшафтный заказник «Прибужское Полесье»*

Заказник «Прибужское Полесье» создан в 2003 г. в целях сохранения уникальных ландшафтов юго-западной части Брестского Полесья на площади 7950 га. В том же году на базе заказника был объявлен одноименный биосферный резерват площадью 48 024 га. В целях защиты и восстановления естественных малонарушенных и наиболее ценных экосистем в границах резервата выделена зона ядра общей площадью 4367 га. После Березинского биосферного заповедника и Национального парка «Беловежская пуща» Прибужское Полесье – третья в Беларуси охраняемая территория, получившая статус биосферного резервата.

В 2004 г. резерват получил официальный статус биосферного резервата ЮНЕСКО. В 2012 г. на базе трех биосферных резерватов – «Прибужское Полесье» (Беларусь), «Западное Полесье» (Польша) и национальный парк «Шацкий» (Украина) – был создан трехсторонний биосферный резерват «Западное Полесье».

Территория заказника представляет собой малообразованный, преимущественно лесной природный комплекс, который представляет большинство типов сосновых лесов, болот, лугов и пойменных лесов Белорусского Полесья. Отличительной особенностью ландшафтов «Прибужского Полесья» является наличие многочисленных дюн – песчаных холмов по берегам рек и озер. На территории «Прибужского Полесья» встречаются исчезающие, исключительно редкие для Беларуси сообщества песчаных лугов и пойменные леса, можжевеловые редколесья и вересковые пустоши. В поймах рек Западный Буг и Копаявка сохранились естественные пойменные низинные луга, представлены также фрагменты остепненных лугов. Сохранились участки открытых, закустаренных и залесенных низинных, переходных и верховых болот.

Прибужское Полесье расположено в юго-западной части Беларуси на территории Брестского и Малоритского районов Брестской области – наиболее теплообеспеченной части Беларуси. Данный район не подвергался радиационному загрязнению, здесь отсутствуют потенциальные источники угроз для окружающей среды. Все это создает благоприятные условия для сохранения уникальных природных комплексов, производства экологически чистых продуктов и оздоровления населения.

Биоразнообразие флоры белорусской части трансграничного резервата «Западное Полесье» представлено 910 видами высших сосудистых растений, 44 видами редких и охраняемых растений и грибов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Фауна белорусской части биосферного резервата представлена 40 видами рыб, 13 видами земноводных, 7 видами пресмыкающихся, 238 видами птиц, 62 видами млекопитающих и более 18 тыс. видами беспозвоночных. В Красную книгу Республики Беларусь включены 34 вида животных.

Главная река биосферного резервата «Прибужское Полесье» – Западный Буг – протекает вдоль его западной границы. Территорию резервата пересекают также малые реки: Спановка (в верхнем течении Прирва), Середовая Речка, Копаявка. К водным ресурсам также относятся многочисленные ручьи без названия и системы мелиоративных каналов.

Крупнейший водоем биосферного резервата – пруд Товарный в системе искусственных водоемов рыбхоза «Страдочь». Всего на территории около 130 озер.

Визитной карточкой «Прибужского Полесья» является полудревоподобный папоротник чистоуст величавый, или королевский папоротник, который включен в Красную книгу и в Беларуси произрастает только на территории заказника в окрестностях озера Селяхи. Он же изображен на логотипе Государственного природоохранного учреждения «Республиканский заказник «Прибужское Полесье».

По территории резервата проходят три велосипедных маршрута и автобусный (автомобильный) экскурсионный маршрут, две экологические тропы, знакомящие с богатством природных комплексов территории резервата, редкими и охраняемыми видами растений, уникальной историей и культурой приграничных деревень, традиционным полесским бытом и архитектурой.

Также работниками заказника разработан 2-дневный водный маршрут (сплавы на байдарках и каноэ) под названием «Янтарным путем Берестейщины» по реке Западный Буг и ее притокам. Ежегодно проводится региональный эколого-туристический фестиваль «Тайны Прибужского Полесья».

Разнообразные природные объекты, великолепные природные ландшафты, памятники истории и культуры, развитая туристическая инфраструктура не оставят равнодушными гостей биосферного резервата «Прибужское Полесье».

Наличие источников минеральных вод, запасов лечебных грязей, огромные массивы сосновых и смешанных лесов, красивые озера создали замечательные условия для организации здесь лечебно-профилактической деятельности и отдыха. Вблизи заказника и на его территории расположены агроусадьбы, комплексы и места отдыха.

#### *Республиканский ландшафтный заказник «Простырь»*

Заказник «Простырь» объявлен на территории Пинского района Брестской области на границе с Украиной с целью сохранения эталонного участка природных болотно-луговых угодий с богатым растительным и животным миром, включающим многие редкие виды флоры и фауны Беларуси. Природоохранная территория получила своё название благодаря главному объекту – болоту Простырь. Площадь заказника составляет 3440 га. Он представляет собой крупное низинное пойменное болото в междуречье Припяти и Простыри. Несмотря на то, что на значительной части территории проложены осушительные каналы, болотный массив сохранился в состоянии, близком к естественному.

Территория заказника имеет статус водно-болотного угодья международного значения (Рамсарской территории) и территории, важной для птиц. Заказник «Простырь» расположен рядом с национальным парком Украины «Припять – Стоход», который также является рамсарским угодьем. Территории белорусского заказника и украинского парка представляют собой один из крупнейших в Европе комплексов пойменных лугов и болот, который имеет все основания для придания ему статуса трансграничной особо охраняемой природной территории. В 2009 г. заказник «Простырь» был объявлен частью первой на постсоветском пространстве трансграничной белорусско-украинской Рамсарской территории «Стоход – Припять – Простырь». В мире насчитывается лишь 16 водно-болотных угодий, обладающих подобным статусом, что подчеркивает особую природоохранную важность данной территории. Экологическая ценность таких ООПТ заключается и в том, что они являются важными структурными компонентами общеевропейской экологической сети, выполняющими роль трансграничных природных ядер и коридоров международного значения. Кроме того, международный статус заказника способствует сохранению природного комплекса, а также привлечению экологических туристов и развитию познавательного и научного туризма на его территориях.

В геоморфологическом отношении территория представляет собой однообразную плоскую пойменную террасу. Пойма аккумулятивная, высота ее над урезом рек 0,5–1,5 м. Поверхность сильно заболочена, осложнена обилием стариц и протоков, эоловыми формами. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 141 до 143 м. Довольно редко встречаются сухие повышения, не превышающие 0,3–0,5 м.

Гидрографическая сеть заказника представлена реками Припять, Простырь, Гнилая Припять, а также многочисленными протоками, каналами и старичными озерами. Ширина основных водотоков – рек Припять и Простырь – колеблется от 15 до 40 м. Из крупных проток следует отметить Воротец и Плесу.

По структуре растительности заказник представляет собой крупное низинное пойменное болото, значительная часть территории которого (около 35 %) поросла осокой и тростником. В месте впадения р. Простырь в Припять заросли тростника достигают высоты 3 м. Луговая растительность занимает около 30 % территории. Доминируют влажные пойменные сообщества (около 25 % площади заказника) с мелкоосоково-злаковыми и разнотравно-злаковыми растительными ассоциациями, которые в период нормального паводка затопляются на срок до 2–3 месяцев. Внепойменные разнотравно-злаковые луга расположены в основном по минеральным «островам» и составляют менее 5 %. Кустарники занимают около 25 % территории. Преобладают ивовые заросли, расположенные вдоль русел рек и каналов; в центральной части ивы представлены отдельными куртинами или произрастают единично. Леса, ранее покрывавшие минеральные «острова», в настоящее время практически отсутствуют. Сохранились лишь участки черноольховых лесов по левобережью Простыри и по берегам Гнилой Припяти (около 5 % площади заказника).

На территории заказника выявлено 11 типов особо ценных растительных сообществ, среди которых наибольшую ценность представляют комплексы пойменных крупноосоковых болот. Кроме того, выделяются коренные болотные высоковозрастные сосновые леса, коренные сообщества черноольховых лесов на низинных болотах, высоковозрастные дубравы на минеральных «островах» среди болот, высоковозрастные грабовые, ясеневые, осиновые и березовые леса, высоко- и средневозрастные сосновые леса, коренные высоковозрастные еловые леса за границей сплошного распространения ели.

Флора заказника из-за сильной заболоченности и абсолютного доминирования эвтрофных пойменных болот отличается сравнительно небольшим видовым богатством. Здесь выявлено 307 видов высших сосудистых растений, в том числе 24 вида, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: сальвиния плавающая, кувшинка белая, лунник оживающий, зубянка клубненосная, купальница европейская, прострел луговой, ирис сибирский, водяной орех плавающий, дудник болотный, лндерния лежачая, молочай мохнатый, шпажник черепитчатый, ликоподиелла заливаемая, росянка промежуточная, горичник олений, фиалка топяная, шалфей луговой, крапива киевская, одноцветка одноцветковая, астра степная, касатик безлистный, ятрышник клопоносный, любка зеленоцветковая [161].

В заказнике обитает 67 видов животных, внесенных в Красную книгу Республики Беларусь: 4 вида млекопитающих (рысь, барсук, орешниковая соя, соя-полчок), 2 вида земноводных (камышовая жаба, гребенчатый тритон), 1 вид пресмыкающихся (болотная черепаха), 3 вида рыб (стерлядь, обыкновенный рыбец, обыкновенный подуст), 16 видов насекомых (решетчатая, фиолетовая и золотистоямчатая жужелица, жужелица менетрие, бронзовый красотел, красотел-исследователь, жук-олень, мнемозина, красивая пяденица, малиновая орденская лента, медведица хозяйка, черноватая голубянка, степная пятнистая голубянка, шашечница бригомартида, моховой шмель, муравей-амазонка), 41 вид птиц (большая и малая выпь, кваква, большая белая цапля, черный аист, шилохвость, белоглазая чернеть, змея, черный коршун, большой и малый подорлик, орлан-белохвост, полевой лунь, чеглок, пустельга, коростель, малый погоныш, галстучник, кулик-сорока, поручейник, мородунка, турухтан, большой кроншнеп, большой веретенник, дупель, малая чайка, сизая чайка, малая крачка, белошекая крачка, филин, болотная сова, воробьиный сыч, домовый сыч, сизоворонка, обыкновенный зимород, зеленый дятел, трехпалый дятел, белоспинный дятел, вертлявая камышевка, белая лазоревка, мухоловка-белошейка). Простырь – одно из трех мест в Беларуси, где гнездится большая часть европейской популяции вертлявой камышевки (до 500 пар) – редкого вида птиц, находящегося под угрозой глобального исчезновения.

#### *Республиканский ландшафтный заказник «Смычок»*

Заказник «Смычок» расположен на территории Жлобинского и Речицкого районов Гомельской области; создан с целью сохранения в естественном состоянии уникального природного комплекса с популяциями редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Площадь заказника составляет 2635 га.

Именно здесь сливаются воедино две великие белорусские реки – Березина и Днепр. Поэтому, по одной из версий, название «Смычок», произошло от глагола «смыкать», что значит «соединять».

На территории заказника насчитывается 24 старичных озера. Самые крупные из них – Плотичное и Проров – имеют площадь около 20 га каждое.

Основным типом растительности на территории заказника являются луга. В соответствии с характером и степенью увлажнения, а также обеспеченностью почв питательными веществами в пойме р. Березина выделено 9 типов лугов, в числе которых остепненные (ксеромезофитные), настоящие (мезофитные), сырые, болотистые луга.

В структуре лесных насаждений преобладают дубравы различных типов, среди которых больше всего пойменных. На наиболее повышенных относительно ровных и удаленных от речного русла участках центральной части поймы формируются ясенево-пойменные дубравы со значительной (до 20 %) примесью ясеня, а также ольхи черной, березы, осины и граба. Обширные пониженные ровные участки центральной части поймы с песчаными и супесчаными аллювиальными почвами и преобладающим застойным увлажнением заняты дубравой ольхово-пойменной – самым распространенным типом пойменных дубрав. Особое положение занимают пойменные дубравы, формирующиеся на глубоких наносах песчаного аллювия в прирусловых частях речных пойм.

Достаточно часто встречаются сосняки, занимающие в самой северной части территории возвышенные суходольные участки второй надпойменной террасы. Небольшими участками представлены черноольшаники, а также вторичные леса, возникающие на месте вырубленных пойменных дубрав и других лесных насаждений. Широко распространены прирусловые заросли различных видов кустарниковых ив (остролистной, ушастой, пепельной, трехтычинковой).

В составе флоры заказника зарегистрировано 485 видов сосудистых растений, среди них 5 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: водяной орех плавающий, касатик сибирский, кувшинка белая, ликоподиелла заливаемая, фиалка топяная.

Фауну представляют 140 видов наземных позвоночных животных, в том числе 10 видов амфибий, 4 вида рептилий, 105 видов птиц, 21 вид млекопитающих. В границах заказника обитает 13 ви-

дов редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: 1 вид насекомых (широчайший плавунец), 3 вида рыб (стерлядь, обыкновенный усач, ручьевая форель) и 9 видов птиц (малая поганка, большая и малая выпь, черный аист, обыкновенная пустельга, чеглок, обыкновенный зимородок, большой улит, кулик-сорока).

*Республиканский ландшафтный заказник «Средняя Припять»*

Заказник «Средняя Припять», общей площадью 93 062 га расположен на территории Столинского (31 038 га), Пинского (13 635 га), Лунинецкого (26 019 га) районов Брестской области и Житковичского (22 370 га) района Гомельской области; создан в 1999 г. Заказник «Средняя Припять» – это крупнейший и последний в Европе участок речной поймы, сохранившийся в естественном состоянии. Он уникален низинными болотами, пойменными лесами и лугами, которые являются эталоном естественных лугов Полесья. Здесь можно увидеть прекрасные пойменные озёра и старицы, в долине реки находятся самые большие в Европе площади натуральных аллювиальных ландшафтов. Этот край называют «полесской Амазонией» – за места, где удивительно девственная природа, а речная пойма перемежается с болотами и лесами.

Заказник расположен в среднем течении р. Припять между городами Пинск и Туров, от устья Ясельды до устья Ствиги. Длина участка около 120 км, ширина от 4 до 14 км, ежегодно затопливается весенним половодьем. Высота над уровнем моря 120–150 м. Территория поймы используется в основном для сенокоса, выпаса скота и рыболовства. Особая ценность заказника заключается в сохранности пойменных лесов и лугов, среди которых преобладают дубравы и черноольшаники с типичной для Полесья флорой и фауной. В заказнике представлены все типы лугов, от заболоченных до сухих. Здесь сохранились также типичные низинные болота – уникальные экосистемы, которые в Европе находятся под угрозой исчезновения. Особенно крупные массивы низинных болот расположены в устьях притоков Припяти – Ясельды и Стыри. Заказник является важнейшим в Беларуси местом гнездования водно-болотных птиц и их концентрации в период миграций.

В пределах заказника «Средняя Припять» выделяются два вида ландшафтов:

- пойменные ландшафтные комплексы с низинными болотами и черноольховыми лесами;
- плоско-гривистые ландшафты с лугами, дубравами и разнотравно-осоковыми болотами.

На территории заказника сконцентрированы все типичные для Полесья и ставшие редкими в Беларуси и Европе биотопы – спелые пойменные дубравы, низинные болота, разнообразнейшие пойменные луга, водно-болотные угодья. Наличие этих уникальных биотопов обусловило сохранение ряда редких видов фауны и флоры и особенно птиц.

Ввиду особой важности всех этих природных территорий заказнику «Средняя Припять» присвоен международный статус ключевой орнитологической территории и Рамсарского угодья.

Международная значимость заказника «Средняя Припять» основана на его соответствии следующим критериям:

- заказник является хорошим примером равнинных пойм рек, характерных для биогеографического региона Полесье;
- участок поймы р. Припять имеет важнейшее значение для поддержания гидрологических и биологических функций в бассейне трансграничной р. Днепр;
- в пойме отмечено пребывание 52 видов птиц, занесенных в Красную книгу Беларуси, 39 из которых гнездятся в пойме;
- территория заказника поддерживает пребывание на ней более 20 тыс. водоплавающих птиц;
- здесь гнездится более чем 1 % европейских популяций большой выпи, черного аиста, чирка-трескунка, серой утки, черной крачки, белокрылой крачки;
- пойма играет важнейшую роль как место основных нерестилищ многих видов рыб в Полесском регионе.

Долина р. Припять занимает центральную часть Полесской низменности и является её главной водной артерией. Одна из отличительных особенностей этого участка поймы – наличие здесь крупного древнего озеровидного расширения, ежегодно заливаемого паводковыми водами. От состояния гидрологического режима р. Припяти и ее притоков зависит уровень грунтовых вод во всем регионе. Сохранение и восстановление естественного гидрологического режима реки и ее притоков позволяет нормализовать сложную экологическую обстановку в Полесье, которая сложилась в результате крупномасштабной осушительной мелиорации, проведенной в 60–90-х годах прошлого века.

По сравнению с другими наземными позвоночными фауна птиц на территории заказника характеризуется наибольшим разнообразием. Здесь отмечено 155 гнездящихся видов, что составляет более 68 % от всего состава гнездящихся птиц Беларуси; данный показатель является самым высоким среди охраняемых территорий Беларуси. Долина Припяти имеет также большое значение для сохра-

нения целого ряда других видов птиц, признанных в Европе находящимися под угрозой вымирания, поскольку именно на этом участке поймы сконцентрированы их основные местообитания, исчезнувшие или исчезающие во всей Европе: низинные осоковые и тростниковые болота, обширные заливные луга, пойменные дубравы. Здесь гнездится более 1 % европейской популяции большой выпи (300 самцов), черного аиста (50–70 пар), черной крачки (500–1000 пар). На территории планируемого заказника обитает более 1 % республиканской популяции 27 видов птиц.

Пойма Припяти имеет международное значение для ряда водно-болотных видов птиц и в период весенней миграции. Полеская низменность является крупнейшим в Европе руслом весенней миграции птиц, осью которого служит пойма р. Припять. Этот миграционный путь совпадает с границами нескольких крупных оледенений и сформировался, вероятно, под их влиянием еще в эпоху плейстоцена. Его направление с запада на восток отличается от общего северного и северо-восточного направления миграций большинства сухопутных видов птиц, мигрирующих в Восточной Европе широким фронтом. Общая численность мигрирующих вдоль поймы р. Припять гусей составляет, по предварительным оценкам, около 50 тыс., связи – 30 тыс. особей.

Пойма р. Припять имеет международное значение для сохранения популяций целого ряда редких и исчезающих видов птиц Европы. Наибольшая значимость данной территории состоит в том, что здесь постоянно и в достаточно большом количестве обитают следующие находящиеся под глобальной угрозой и приравняемые к ним виды птиц: вертялая камышевка (150–400), большой подорлик (15 пар), коростель (500–2000), дупель (50), спорадически гнездится белоглазая чернеть, оставливается в период весенней миграции пискулька.

Поддержание белорусских популяций 14 видов-краснокнижников полностью определяется состоянием поймы Припяти; от 30 до 100 % численности этих видов гнездится на территории заказника: малая выпь, кваква, большая белая цапля, черный аист, шилохвость, белоглазая чернеть, большой подорлик, малый погоныш, галстучник, мородунка, варакушка, обыкновенный ремез, белая лазоревка.

Большее значение поймы Припяти имеет для поддержания популяций околотовных видов. Здесь располагаются крупнейшие в Беларуси воспроизводственные центры бобра, выдры, американской норки, лесного хоря. Заболоченные леса и кустарники служат местом концентрации в регионе лося, кабана.

В р. Припять, а также в пойменных водоемах обитает 37 видов рыб. Припять является одной из основных рыбопромысловых рек Беларуси. В промысловых уловах встречается 22 вида рыб – щука, плотва, язь, красноперка, жерех, линь, подуст, густера, лещ, белоглазка, синец, чехонь, карась обыкновенный, карась серебряный, сазан (карап), сом, налим, судак, окунь, ерш обыкновенный, ерш, ерш-носарь. Этот участок реки играет важную роль в сохранении запасов сома – вида, который лишь в 1993 г. был выведен из Красной книги Республики Беларусь.

В последние годы на территории заказника в Припять дважды запускались многочисленные стаи рыбы ценной осетровой породы – стерляди.

Пойма Припяти благоприятна и для различных видов амфибий и рептилий. Здесь отмечено обитание почти всех видов герпетофауны Беларуси (16 видов). Среди них редкие виды – болотная черепаха, камышовая жаба, квакша обыкновенная.

В заказнике произрастает 725 видов растений, среди которых 24 редких и находящихся под угрозой исчезновения вида, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь: сальвиния плавающая, кувшинка белая, лунник оживающий, зубянка клубненосная, купальница европейская, прострел луговой, касатик сибирский и безлистный, водяной орех плавающий, дудник болотный, линдерния лежачая, молочай мохнатый, шпажник черепитчатый, ликоподиелла заливаемая, росянка промежуточная, горичник олений, фиалка топяная, шалфей луговой, крапива киевская, одноцветка одноцветковая, астра степная, ятрышник клопоносный, любка зеленоцветковая.

В составе фауны наземных позвоночных зарегистрировано 36 видов млекопитающих (лось, кабан, косуля, лиса, волк, енотовидная собака, бобр), 182 вида птиц, 6 рептилий, 10 – амфибий и 37 видов рыб.

На территории заказника отмечено 67 редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, в том числе 16 видов насекомых (решетчатая, фиолетовая и золотистоямчатая жужелица и жужелица менетрие, бронзовый красотел, красотел исследователь, жук-олень, мнемозина, красивая пяденица, малиновая орденская лента, медведица хозяйка, черноватая голубянка, степная пятнистая голубянка, шашечница бритомартида, моховой шмель, муравей-амазонка), 3 вида рыб (стерлядь, обыкновенный рыбец, обыкновенный подуст), 2 вида земноводных (камышовая жаба и гребенчатый тритон), 1 вид пресмыкающихся (болотная черепаха), 41 вид птиц (большая и малая выпь, кваква, большая белая цапля, черный аист, шилохвость,

белоглазый нырок, змеяяд, черный коршун, большой и малый подорлик, орлан-белохвост, полевой лунь, чеглок, обыкновенная пустельга, коростель, малый погоньш, галстучник, кулик-сорока, поручейник, мородунка, турухтан, большой кроншнеп, большой веретенник, дупель, малая чайка, сизая чайка, малая крачка, белошекая крачка, филин, болотная сова, воробьиный сыч, домовый сыч, сизоворонка, обыкновенный зимородок, зеленый дятел, трехпалый дятел, белоспинный дятел, вертлявая камышевка, белая лазоревка, мухоловка-белошейка) и 4 вида млекопитающих (рысь, барсук, орешниковая соя, соя-полчок). В целом, пойма Припяти имеет международное значение прежде всего в связи с поддержанием здесь популяций ряда видов птиц, которым грозит глобальное исчезновение, – вертлявой камышевки, коростеля, большого подорлика, дупеля, белоглазого нырка [204].

В структуре лесов заказника насчитывается 10 формаций, репрезентирующих 66 типов леса, при этом 52 % лесов заказника приходится на наиболее ценные древостои – спелые дубравы, грабняки, черноольшаники. Леса поймы Припяти выгодно отличаются высокой насыщенностью высоковозрастными дубравами, ясенниками, черноольшаниками.

Господствующим типом растительности в пределах заказника являются луга – они занимают более половины его площади. Территория заказника «Средняя Припять» может служить эталоном естественных низинных и пойменных лугов. Длительное затопление поймы р. Припять и единообразие рельефа с его выравненностью и заболоченностью обусловили небольшое фитоценотическое разнообразие. Однако здесь распространены уникальные и редкие для Беларуси сообщества, которые благодаря специфике почвообразующих пород и гидрологического режима территории получили широкое распространение, – здесь представлены сообщества болот и сырых лугов.

В последние годы происходит зарастание открытых пойменных лугов и низинных болот кустарниками, которое обусловлено тем, что местное население перестало косить труднодоступные участки поймы.

Сегодня территория заказника «Средняя Припять» активно развивается в качестве объекта экологического туризма. Кроме красот местной природы, администрация заказника стремится заинтересовать гостей различными историческими памятниками. К примеру, в анонсах путешествия в заказник «Средняя Припять» часто указываются и примыкающие к нему исторические места: парки «Новобережновский», «Маньковичский», «Стасино». Представляется также возможность посетить старинный город Давид-Городок. Внимание жителей и гостей страны привлекают расположенные здесь охотугодя ГЛХУ «Столинский лесхоз».

На территории заказника встречаются памятники археологии (курганные могильники, городища, стоянки древнего человека). В пойме Припяти до сегодняшнего дня сохранился такой некогда традиционный для Полесья вид деятельности, как борничество.

#### *Республиканский ландшафтный заказник «Стрельский»*

Заказник «Стрельский» объявлен на территории Калинковичского и Мозырского районов Гомельской области в целях сохранения уникальной природной территории, где представлены практически все ландшафтные комплексы Белорусского Полесья, в которых ценные геоморфологические особенности сочетаются со значительным биологическим разнообразием природной среды. Площадь заказника составляет 12 161 га.

Территория заказника расположена в нижнем течении р. Припять и включает пойменные территории с лугами и пойменными дубравами, а также участки надпойменной террасы. Гидрографическая сеть представлена рекой Припять, которая делит заказник на две части. Русло Припяти слабоизвилистое, с многочисленными старицами, наиболее крупные из которых Старик, Колочье, Литвин, Берестово.

Правобережье Припяти в пределах заказника в основном располагается в юго-восточной части Мозырской возвышенности. Она является наиболее приподнятой частью Восточного Полесья, отличается высокой степенью вертикального расчленения и хорошими условиями естественного дренажа. Перепад высот между высокими водоразделами и урезом р. Припять доходит до 40 м, что придает ландшафтам особую выразительность и эстетическую привлекательность. На придолинных склонах, примыкающих к русловой части и пойме р. Припять, сформировалась овражно-балочная сеть, которая динамично развивается в период снеготаяния.

Особую природную ценность имеют пойменные ландшафты р. Припять. Они приурочены, главным образом, к ее левобережью. Геоморфологические особенности поймы Припяти в границах заказника связаны с прорывом на этом отрезке Припятью Мозырской возвышенности. По этой причине пойменные ландшафты не отличаются заметным разнообразием и представлены в основном высокими гривистыми местоположениями с малым паводковым периодом. Особое место в ландшафтной структуре заказника занимают вторичные водно-ледниковые равнины. В основном они распо-

жены в северной левобережной и частично юго-восточной частях заказника. Пойменно-русовые процессы и ветровая деятельность привели к формированию дюнного микро- и мезорельефа, слабо-развитых рыхлопесчаных почв.

Растительность заказника, в основном, представлена лесами. Доминируют сосновые леса; ель представлена в островных условиях вне ареала распространения. Значительные площади на территории заказника занимают дубравы, удельный вес которых несколько выше, чем в любом из других районов Полесья. Стрельские пойменные дубравы высокого возраста (около 80 лет), разнообразны по составу флоры и фитоценотической структуре. На территории заказника встречаются также черноольшаники и ясенники крапивные. Луга формируются в основном в пойме Припяти и представлены весьма разнообразными травяными сообществами. К особо ценным природным комплексам относят дубравы, в том числе орляковые.

Флора заказника насчитывает более 500 видов сосудистых и более 250 видов низших растений. Среди них 26 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: венерин башмачок настоящий, ветреница лесная, волчник боровой, дремлик темно-красный, дрок германский, кадило сарматское, клопогон европейский, касатик сибирский, лилия кудреватая, неоттианта клобучковая, многоножка обыкновенная, сальвиния плавающая, чина льнолистная, шалфей луговой, пыльцеголовник длиннолистный, водяной орех плавающий, купальница европейская, кувшинка белая, ладьян трехнадрезный, прострел луговой, ромашник щитковый, тайник яйцевидный, шпажник черепитчатый, ятрышник клопоносный, фиалка топяная.

Фауна позвоночных животных представлена 264 видами, из них 18 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: 2 вида рыб (обыкновенный усач и стерлядь), 1 вид пресмыкающихся (болотная черепаха), 1 вид земноводных (камышовая жаба), 10 видов птиц (большая и малая выпь, чеглок, кобчик пустельга, кулик-сорока, большой улит, малая чайка, крачка, обыкновенный зимородок) и 4 вида млекопитающих (барсук, малая вечерница, соня орешниковая и садовая).

#### *Биологические заказники*

##### *Республиканский биологический заказник «Бусловка»*

Республиканский биологический заказник «Бусловка», общей площадью 7936 га, расположен на территории двух административных районов Брестской области – Березовского (3300 га) и Пружанского (4636 га). Заказник находится в левобережной части р. Ясельда примерно в 40 км юго-восточнее от ее истоков. Заказник образован Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12.08.1997 № 1054 с целью обеспечения экологического равновесия в бассейне р. Ясельда, нарушенного крупномасштабной осушительной мелиорацией, а также для сохранения разнообразных категорий лесной и болотной растительности, где представлены редкие, охраняемые и хозяйственно-ценные виды растений и животных.

Заказник расположен между водохранилищем Селец (южная граница) и лесными массивами упраздненного в 2007 г. Михалинско-Березовского ботанического заказника дикорастущих лекарственных растений (северная граница). С востока участок ограничен дорогой «Селец – Михалин», с запада – мелиорированными массивами земель, с северо-запада – автомагистралью «Пружаны – Ружаны». Протяженность заказника с северо-запада на юго-восток составляет 15,5 км, с севера на юг – от 3 до 6 км.

Геоморфологическую основу большей части территории заказника образуют разноуровневые ступени озерно-аллювиальной равнины, отражающие этапы формирования поверхности в поозерско-голоценовое время. Лишь краевые зоны заказника на севере и северо-западе представлены южными окраинами Коссовской водно-ледниковой равнины с гипсометрическими уровнями 160–164 м (на крайнем северо-западе заказника максимальные значения достигают отметки 170 м). Поверхность равнины наклонена к югу в направлении пояса мелколиственных лесов на болотах, что играет важную роль в увеличении общей обводненности территории заказника и стабилизации гидрологического режима. Преобладающая часть северного сектора территории представлена древней ложбиной стока, соединявшей крайнюю северо-восточную оконечность древнеозерного водоема на месте нынешнего болотного массива Дикое с руслом р. Ясельда. Днище ложбины в ее наиболее узкой северо-западной части унаследовано современной долиной р. Мацовка. Абсолютные высоты в ложбине понижаются от отметки 157 м (пересечение русла р. Мацовка с автомагистралью «Пружаны – Ружаны») до примерно 152 м на крайнем юго-востоке заказника. Средний уклон, таким образом, составляет 0,33 м/км, что соответствует уклону на участке «верховье Ясельды – водохранилище Селец»

(0,32 м/км). Уклоны левых притоков р. Хотовы еще более выражены и достигают 0,5 м/км, что обеспечивает дренированность территории и создает близкие к оптимальным лесорастительные условия на обширных плоских повышениях-грудах в припойменной части р. Хотова (урочища Дубовое, Слепещицкий Борок, Старица, Невадовка, Морозы и др.).

Срединно-осевая часть территории заказника образована поймой реки Хотова с открытыми осоковыми и осоково-разнотравными низинными болотами, местами с ивняковыми зарослями.

В центральной и западной частях заказника отмечаются ледниково-аккумулятивные формы – озы и камы, ориентированные в северо-западном направлении. Они разделены ложбинами, днища которых, как правило, заторфованы; здесь типичны участки низинных разнотравно-осоковых болот, зарастающих ивняками.

Южная часть заказника представлена фрагментами второй надпойменной террасы Ясельды; абсолютные высоты местности составляют около 155 м. Здесь господствуют сосновые леса черничной и зеленомошной серий.

Согласно геоботаническому районированию территория заказника «Бусловка» расположена в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов Неманско-Предполесского округа Западно-Предполесского геоботанического района.

Леса занимают около 80 % площади заказника. Наиболее крупные их массивы в северной части территории составляют пояс мелколиственных коренных лесов на болотах, который представлен черноольховыми и пушистоберезовыми сообществами.

Черноольховые леса расположены полосой до 0,5 км севернее русла р. Мацовка на северо-западе заказника, затем резко расширяются к северу в верховьях р. Хотова (до 2,0 км) и далее тянутся полосой до 1,2 км в направлении к ручью Лесному, снова расширяясь к северу в его верховьях до 2,5 км, и далее протягиваются суживающимся ареалом к верховьям р. Радогощ на северо-востоке массива. Черноольховые леса занимают участки низинных болот с достаточной обводненностью, разной степени проточности почвенно-грунтовых вод и развиваются на торфянисто- и торфяно-глеевых почвах. В заказнике они представлены тремя основными типами. Ольсы касатиковые тяготеют к плоским берегам рек и ручьев, ольсы тавологовые, наоборот, расположены на некотором удалении от поверхностных водотоков. Наибольшее распространение характерно для ольсов болотно-паротниковых. Они занимают оторфованные понижения с незначительными уклонами и со слабо выраженным стоком.

Содоминантами в древостоях выступают береза пушистая и ель; изредка отмечаются экземпляры ясеня обыкновенного. Ярус подлеска практически не выражен. В живом напочвенном покрове основной фон создают щитовник картузианский, телиптерис болотный, крапива двудомная, кочедыжник женский, таволга вязолистная, паслен сладко-горький, недотрога обыкновенная, лютик ползучий, ирис ложноаировый, калужница болотная и некоторые другие виды.

В поясе пушистоберезовых лесов, расположенном южнее черноольшаников и тяготеющем к пойменной части р. Хотовы и ее левых притоков, преобладают березняки осоковые. Они характеризуются высокой обводненностью и слабой проточностью грунтовых вод и развиваются на торфяных почвах. В древостоях отмечается незначительная примесь ольхи черной; в подлеске обычны ива пепельная и ушастая. В составе напочвенного покрова преобладают осоки: пузырьчатая, черная, береговая, сближенная. Обычными видами являются тростник южный, телиптерис болотный, калужница болотная, зюзник европейский, дербенник иволистный, а также некоторые сфагновые мхи – сфагнум центральный и гладкий. Березняки болотно-паротниковые имеют подчиненное значение и расположены в переходной к черноольшаникам зоне. Заболоченные участки в пойме Хотовы заняты березняками осоково-травяными или открытыми участками осоковых болот низинного типа.

Болотные леса из ольхи черной и березы пушистой играют исключительно важную роль в регулировании гидрологического режима территории заказника, а также в водообеспечении ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». Они аккумулируют огромные объемы воды, в том числе поступающей в виде стока с южных бортов Косовской равнины, что позволяет обеспечивать устойчивое и относительно равномерное питание поверхностных водотоков в теплое время года.

В системе ландшафтного районирования территория принадлежит Предполесской провинции водно-ледниковых и моренно-зандровых ландшафтов с хвойными и широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых почвах и расположена в пределах Верхнеясельдинского района волнистых водно-ледниковых ландшафтов с широколиственно-еловыми, сосновыми лесами и болотами.

В целом, ландшафтная структура заказника характерна тем, что полосы сменяющих друг друга природных комплексов простираются с северо-запада на юго-восток параллельно долине р. Хотова. В пределах заказника выделены следующие виды ландшафтов [151]:



- водно-ледниковый волнистый с моренными холмами и дюнами с сосновыми и широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах (север и северо-запад территории);
- озерно-болотный плосковолнистый с остатками террас и водно-ледниковых равнин с черноольховыми и пушистоберезовыми лесами, низинными болотами на торфяно-болотных почвах (северная и частично центральная части заказника);
- аллювиальный террасированный волнистый с сосновыми и березовыми лесами на дерново-подзолистых почвах (южный и юго-западный секторы);
- пойменный плоский с низинными болотами и злаковыми лугами на торфяно-болотных почвах. Дифференцированы также комплексы, имеющие подчинённое значение:
- озы и камы с сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами на дерново- слабо- и средне-подзолистых песчаных почвах;
- ложбины стока с пушистоберезовыми осоковыми и черноольхово-таволговыми лесами на низинных болотах с торфяно-болотными почвами.

В целом, растительный покров (РП) заказника отличается мозаичным сочетанием разнообразных типов лесов, принадлежащих 8 формациям, а также расположением их в комплексе с различными категориями болотной и луговой растительности. В силу этого экологические режимы местообитаний чрезвычайно разнообразны, что обусловило как высокий уровень биоразнообразия, так и специфику распространения видов животных и растений.

Флора заказника «Бусловка» насчитывает около 560 видов сосудистых растений. Среди них 13 видов занесены в Красную книгу Республики Беларусь (табл. 1.1) [103].

Таблица 1.1 – Охраняемые виды сосудистых растений заказника «Бусловка»

Название таксона	Охранный статус	
	национальный	международный
Сем. 1. <i>Huperziaceae</i> Rothm. – Баранцовые		
<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh. Ex Schranket C. Mart. – баранец обыкновенный	IV	-
Сем. 2. <i>Ranunculaceae</i> Juss. – Лютиковые		
<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill. – прострел раскрытый	IV	BERN, EC
Сем. 3. <i>Cruciferae</i> Juss. – Крестоцветные		
<i>Dentaria bulbifera</i> L. – зубянка клубненосная	IV	-
Сем. 4. <i>Salicaceae</i> Mirb. – Ивовые		
<i>Salix lapponum</i> L. – ива лопарская	IV	-
Сем. 5. <i>Pyrolaceae</i> Dumort. – Грушанковые		
<i>Moneses uniflora</i> (L.) A.Gray – одноцветка одноцветковая	III	-
Сем. 6. <i>Umbelliferae</i> Juss. – Зонтичные		
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Cov. – берулапрямая	III	-
Сем. 7. <i>Scrophulariaceae</i> Juss. – Норичниковые		
<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i> L. – мытник скипетровидный	II	
Сем. 8. <i>Labiatae</i> L. – Губоцветные		
<i>Melittis sarmatica</i> Klok. – кадило сарматское	III	-
Сем. 9. <i>Compositae</i> Giseke – Сложноцветные		
<i>Arnica montana</i> L. – арника горная	IV	-
Сем. 10. <i>Liliaceae</i> Juss. – Лилейные		
<i>Lilium martagon</i> L. – лилия кудреватая	IV	-
Сем. 11. <i>Iridaceae</i> Juss. – Касатиковые		
<i>Iris sibirica</i> L. – ирис сибирский	IV	-
Сем. 12. <i>Orchidaceae</i> Juss. – Орхидные		
<i>Cypripedium calceolus</i> L. – венерин башмачок настоящий	III	BERN, CITES, EC
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br. – тайник яйцевидный	IV	CITES

*Примечание:* Категории национальной природоохранной значимости приведены согласно критериям МСОП согласно 4-му изданию Красной книги Республики Беларусь (2015 г.): I – находящиеся на грани исчезновения (CR), II – исчезающие (EN), III – уязвимые (VU), IV – потенциально уязвимые (NT). Международный природоохранный статус приведен: в соответствии с Приложением I Бернской конвенции (BERN), Приложением II Конвенции СИТЕС (CITES) и Директиве Европейского Союза по охране естественных мест обитания дикой флоры и фауны (EC).

Перечень видов растений заказника, нуждающихся в профилактической охране, включает 18 наименований: василистник водосборолистный, водосбор обыкновенный, дремлик морозниковый, дремлик болотный, колокольчик персиколистный, любка двулистная, ужомник обыкновенный, паль-

чатокоренник пятнистый, пальчатокоренник мясо-красный, пальчатокоренник Фукса, примула весенняя, перелеска благородная, синюха голубая, гвоздика пышная, гудайера ползучая, змеевик большой, лядвенец топяной, венечник ветвистый.

Регионально редкие виды и виды, находящиеся на границах естественных ареалов, представлены 7 таксонами, среди которых: ежа многобрачная, чистец прямой, дифузиаструм Зейлера, белозор болотный, ветреница лютичная, гвоздика песчаная, хондрилла ситниковая.

Таким образом, высокую созологическую ценность имеют 38 видов (около 7 % от общего числа видов, известных для заказника).

Большинство охраняемых, нуждающихся в профилактической охране и редких видов растений обнаруживает приуроченность к широколиственно-сосновым лесам на склонах у подножий припойменных гряд и повышений (как, например, лилия кудреватая) с плодородными дерновыми заболоченными и дерново-подзолистыми почвами, подстилаемыми суглинками, а также к пойменным участкам р. Хотовы с богатыми аллювиальными почвами. Здесь они образуют характерные флористические комплексы.

Повышенная емкость лесных и болотных угодий, а также положение заказника на контакте с водохранилищем Селец, включенном в сукцессионные процессы, обусловили высокое видовое разнообразие животных, а также наличие видов из охранных категорий Красной книги Республики Беларусь. В границах заказника «Бусловка» достоверно установлено обитание, по меньшей мере, 6 охраняемых видов птиц:

1) *орлан-белохвост* – II категория национального природоохранного значения, редкий гнездящийся вид. В заказнике известно 2 гнездовых участка соответственно в северной и северо-восточной частях. Регулярно отмечается на северной прибрежной части водохранилища Селец в местах кормёжки;

2) *филин* – II категория, немногочисленный оседлый вид, находящийся под угрозой исчезновения. Занимает 2 гнездовых участка в центральной части заказника;

3) *бородатая неясыть* – II категория, редкий гнездящийся, сокращающийся в численности вид. Гнездовые участки в центральной, северной и восточной частях заказника;

4) *чёрный аист* – III категория, редкий гнездящийся вид, максимальное количество гнездящихся пар, зафиксированное в заказнике, – четыре (1996 и 2011 гг.);

5) *серый журавль* – III категория, редкий гнездящийся и немногочисленный пролётный вид, на гнездовых отмечен в северо-восточном секторе заказника;

6) *большая выть* – III категория, редкий перелётный, сокращающийся в численности вид. Единственное местообитание – тростниково-камышовые заросли левобережной части устья р. Хотова.

В границах заказника «Бусловка» установлено обитание 3 видов млекопитающих, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь:

1) *барсук* – II категория национального природоохранного значения, редкий, сокращающийся в численности вид. В заказнике в начале 90-х годов XX в. насчитывалось 4 местообитания: во всех случаях – на возвышенных грядах в 200–400 м от русла р. Хотова. В настоящее время вид зафиксирован в одном местообитании (ур. Волчьи Горы);

2) *европейская рысь* – II категория, редкий, сокращающийся вид. Ещё в 70-х годах XX в. в северной части рассматриваемой территории вид отмечался регулярно. В настоящее время местообитание рыси фиксируется в труднопроходимых ельниках северного сектора заказника;

3) *орешниковая соя* – IV категория, в заказнике отмечен в южной части (опушка черноольшаника у дороги д. Зубачи – ур. Бусловка).

Значение заказника «Бусловка» в качестве особо охраняемой природной территории определяется следующими положениями:

1. В границах заказника представлен достаточно широкий спектр ландшафтных разностей – выделяются 4 рода и 4 вида ландшафтов. В связи с этим заказник «Бусловка» репрезентативен с точки зрения комплексности ландшафтов – требования, удовлетворение которого не всегда достижимо при создании ООПТ на равнинах.

2. Сложная типологическая структура растительного покрова заказника обусловила высокий уровень биологического разнообразия в его пределах. Такой богатый и разнообразный генофонд РП может быть задействован в ходе восстановительных сукцессий после антропогенных нарушений РП как в самом заказнике, так и на соседних территориях.

3. В заказнике сохраняются условия, обеспечивающие развитие 38 ценных в созологическом отношении видов растений, при этом наибольшую значимость имеют 14 видов, охраняемых на государственном уровне. В заказнике также выявлено, по меньшей мере, 9 видов животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь.

4. Лесными коридорами северо-западного простиранья заказник «Бусловка» связан с природным национальным парком «Беловежская пуца», что удовлетворяет концепции природно-миграционных русел при создании ООПТ, принятой в республике. В рамках создаваемой экологической сети Республики Беларусь территория заказника призвана играть роль лесного коридора европейского значения, обеспечивающего миграцию биоты между Выгонощанским и Беловежским массивами (ядрами).

5. В северном секторе заказника «Бусловка» находятся один из крупнейших в Брестской области массивов коренных чёрноольховых лесов и участки ельников у южной границы их сплошного распространения. Данные лесные массивы в комплексе с коренными пушистоберезовыми лесами на болотах играют важнейшую водорегулирующую роль в рассматриваемом субрегионе, в том числе в контексте устойчивого водообеспечения ОАО «Опытный рыбхоз «Селец»».

*Заказник клюквенник республиканского значения «Еловский»*

Заказник «Еловский» общей площадью 959,2 га создан в 1979 г. на верховых болотах Еловское и Коча для сохранения и рационального использования ценных лесо-болотных экологических систем, мест произрастания клюквы болотной, а также животных и растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Для территории заказника характерны плоские и плосковолнистые озерно-аллювиальные ландшафты с широколиственно-сосновыми, черноольховыми лесами, болотами, лугами. Лесоболотный комплекс представляет собой плосковогнутую озерно-болотную низменность с озерами. В восточной части заказника расположены два озера – Покамерское Большое и Покамерское Малое. Через заказник проложен Корытинский канал. В целом преобладают болотные и лесоболотные комплексы, занимающие около 80 % площади заказника. Они представлены разнообразными типами болот; большую часть заказника занимают верховые, а также переходные осоково-сфагновые болота с клюквой (до 50 % проективного покрытия).

Леса занимают более 80 % площади заказника. Преобладают сосняки багульниковые, осоково-сфагновые и сфагновые. Лесная растительность представлена также берёзовыми и сосновыми фитоценозами осокового, осоково-сфагнового, багульникового, долгомошного, черничного, крапивного, приручейно-травяного типов леса, есть отдельные участки сосняков кисличных, брусничных, мшистых, черноольшаников кисличных. Мезотрофные болота также облесены прежде всего березой пушистой. Чаще других здесь встречаются пушицево-сфагновая, кустарничково-пушицево-сфагновая, багульниково-сфагновая и березово-багульниковая ассоциации, а в кустарниковом ярусе – различные виды ив. Среди переходных и верховых болот есть участки с разреженным и угнетенным древесным ярусом из сосны или сосны и березы. В растительном покрове также преобладают кустарничково-сфагновые и пушицево-сфагновые фитоценозы. Эти участки отличаются наиболее обильными зарослями клюквы болотной. Низинные (эвтрофные) болота по сравнению с верховыми и переходными на территории заказника распространены менее широко. Они представлены лесными пушистоберезовыми, реже – черноольховыми формациями преимущественно осокового и осоково-сфагнового типов, а также травяными, травяно-кустарниковыми, сфагново-осоковыми и осоковыми болотами открытого типа. Эти болота приурочены к наиболее обводненным участкам заказника и расположены преимущественно вблизи Корытинского канала.

Среди массивов верховых, переходных и низинных болот имеются отдельные минеральные «острова», которые покрыты сосняками брусничными с примесью березы, в меньшей степени – сосняками вересковыми и орляковыми. Дубравы черничные и орляковые, осинники и грабняки произрастают на небольших участках. Ель в заказнике находится вблизи южной границы сплошного распространения и встречается лишь в наиболее благоприятных для роста локалитетах. Водная и прибрежно-водная растительность представлена сообществами водных, воздушно-водных и околводных растений, произрастающих вблизи или непосредственно в водоемах или водотоках. Эти сообщества на территории заказника приурочены к береговой полосе Покамерских озер, прибрежной зоне и руслу Корытинского канала. В составе сообществ преобладает кувшинка чисто-белая, реже встречаются кубышка желтая и рдест плавающий. Широко распространены сообщества полупогруженных воздушно-водных и околводных растений. Берега озер (особенно Малое Покамерское) преимущественно сплавинные, шириной в среднем 2–5 м. В пределах заказника отмечен один редкий вид растений – роснянка промежуточная.

Животный мир характеризуется большим разнообразием. В границах заказника обитают животные из числа занесённых в Красную книгу Республики Беларусь: филин, неясить бородастая, зимородок обыкновенный, дятел белоспинный и др. В связи с высокой заболоченностью и труднодоступностью территории рекреационное её использование невелико. Сбор грибов и ягод ведётся довольно интенсивно; ягод заготавливается от 90 т до 120 т за сезон.

Заказник «Еловский» является также частью природоохранны-миграционных русел единой территории непрерывной национальной природоохранной системы.

*Республиканский биологический заказник «Луково»*

Заказник «Луково» площадью 1523 га создан в 1993 г. на территории Малоритского района Брестской области для сохранения и восстановления уникального природного комплекса юго-запада Беларуси. Заказник расположен на юго-западе Полесской низменности, в южной части Бугско-Припятского геоботанического района, Бугско-Полесского геоботанического округа подзоны широколиственно-сосновых лесов. В геоморфологическом отношении территория репрезентирует мозаичные сочетания болотных экосистем с низкими суходолами, занятыми лесной растительностью. Совокупная площадь болот на территории заказника «Луково» превышает 400 га. В морфоструктурном отношении они являются линейно-древовидными полузамкнутыми или замкнутыми образованиями. Абсолютно доминируют низинные осоково-разнотравные болота; лишь в северо-западном и северо-восточном секторах представлены небольшие участки переходных и верховых болот.

Лесная растительность занимает около 70 % территории заказника. Преобладают леса сосновой, пушистоберезовой и черноольховой формаций. В южной и центральной частях ООПТ представлены эдафически обусловленные варианты грабовых дубрав с неморальным разнотравьем, приуроченные к карбонатным экотопам; такие сообщества богаты редкими и уязвимыми видами растений.

Флора заказника «Луково» насчитывает свыше 450 видов сосудистых растений. На территории заказника выявлено 27 редких и охраняемых видов, из которых 14 относятся к охраняемым категориям Красной книги Республики Беларусь: венерин башмачок настоящий, пыльцеголовник красный, любка зеленоцветковая, тайник яйцевидный, ветреница лесная, кадило сарматское, касатик сибирский, лилия кудреватая, шпажник черепитчатый и др. В списке видов, нуждающихся в профилактической охране, находится 13 таксонов. Наибольшей представленностью среди охраняемых видов отличаются Орхидные, а среди них – венерин башмачок настоящий. В заказнике сосредоточено около 8 % национальной популяции данного вида. Согласно критерию «виды, находящиеся под угрозой исчезновения в Европе» (категория Аii критерия А) заказник «Луково» соответствует ключевой ботанической территории. Наряду с местным биологическим заказником «Дивин-Великий Лес» (Кобринский район) заказник «Луково» является наиболее представительным элементом «Орхидного пояса» Белорусского Полесья [135]: в границах этих двух ООПТ обеспечивается поддержание популяций 12 видов орхидей и свыше 40 % национальной популяции венериного башмачка настоящего.

В лесных сообществах заказника выявлены 2 гнездовья аиста черного. Другие охраняемые виды птиц – филин, зеленый дятел; в последние годы в западном секторе заказника отмечается бородачатая неясыть.

В непосредственной близости от заказника «Луково» расположено Луковское водохранилище. Создано в 1980 г. на месте бывшего Луковского озера. Площадь водного зеркала водохранилища 5,4 км<sup>2</sup>, длина 3,15 км, ширина до 2,7 км, глубина до 11,5 м, средняя глубина 4,3 м, объем воды 23,2 млн м<sup>3</sup>. Среднегодовой сток более 12 млн м<sup>3</sup>. Впадает несколько мелиоративных каналов, вытекает р. Осиповка, дренирующая территорию заказника, и канал Гусацкий. Сапропелем выстлано 52 % площади дна водохранилища. На берегу археологические памятники – стоянки древнего человека Луково-1 и Луково-2. Имеется несколько агроусадоб, ориентированных на оказание услуг в сфере экологического туризма.

*Республиканский биологический заказник «Лунинский»*

Заказник «Лунинский» создан в 1997 г. в Лунинецком районе Брестской области в целях сохранения ценных лесных формаций и озер с комплексом редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь; общая площадь 9283 га. Два озера – Черное и Белое – являются природным ядром заказника. Интересно, что такое соседство противоположностей – черного и белого – нашло отражение на гербе одной из близлежащих деревень: герб деревни Бостынь имеет белую и черную зоны, на которых изображен красный петушок.

В заказнике сосновые леса и тенистые дубравы, возраст которых перешагнул вековой рубеж, окружают кристально чистые озера.

Местная флора примечательна в первую очередь своими краснокнижными видами: лобелия Дортмана, арника горная, венерин башмачок настоящий, лилия кудреватая, лук медвежий, пыльцеголовник красный и др. [162]. Интересен и животный мир заказника. В «Лунинском» обитают животные-краснокнижники: из млекопитающих – это лишь орешниковая соя, среди птиц – орлан-белохвост, скопа, змеяд, обыкновенная пустельга, малый подорлик, чеглок, бородачатая неясыть, серый журавль, филин, зелёный дятел, сизоворонка, черный аист.

*Республиканский биологический заказник «Споровский»*

Республиканский биологический заказник «Споровский», общей площадью 19 384 га, расположен на территории четырех административных районов Брестской области – Березовского (12 376 га), Дрогичинского (4282 га), Ивановского (1863 га) и Ивацевичского (863 га). Территория находится преимущественно в пойменной части среднего течения р. Ясельда; в плане имеет подковообразную форму. В виде пояса шириной до 3,0 км и длиной до 16,5 км она протянулась в пойме реки в границах Березовского района. На остальной территории ширина заказника составляет 5–6 км. Это единственный в Белорусском Полесье отрезок плоской поймы, общей протяженностью около 35 км, который не подвергался крупномасштабной осушительной мелиорации и где равновесно сочетаются пойменные процессы и процессы болотообразования. Заказник создан в 1991 г. с целью сохранения эталонных участков естественных болотно-луговых угодий с богатым растительным и животным миром, включающим многие редкие и охраняемые виды флоры и фауны. Необходимость сохранения этого природного комплекса обусловлена прежде всего тем, что в его границах расположено одно из немногих в Европе мезотрофных низинных болот, сохранившихся в естественном состоянии. Низинные болота заказника являются одним из крупнейших в Европе местообитаний глобально угрожаемого вида – вертялкой камышевки (около 9 % европейской популяции вида гнездится здесь). Поэтому не случайно, что заказник «Споровский» – первая территория в Республике Беларусь, получившая 17.11.1999 международный статус охраны Рамсарского угодья.

Согласно ландшафтному районированию территория заказника расположена в Полесской провинции озерно-аллювиальных, аллювиальных террасированных и озерно-болотных ландшафтов и принадлежит Ясельдинско-Щарскому району плосковолнистых озерно-болотных и плоских озерно-аллювиальных ландшафтов с сосновыми лесами.

На территории заказника «Споровский» представлены ландшафты древнеаллювиальных низменных равнин с широкими и слабодренированными поймами и надпойменными террасами, осложненными озерными и заторфованными котловинами [162]. В границах заказника выделены следующие виды ландшафтов [147]:

- пойменный плоский с низинными болотами и злаковыми лугами на торфяно-болотных почвах (преобладающий вид ландшафтов);
- вторичноморенный волнистый с придолинными зандрами, с широколиственно-сосновыми и сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах (южные окраины заказника);
- озерно-болотный плоский с переходными болотами, с коренными пушистоберезовыми лесами на торфяно-болотных почвах (юго-восточная часть территории);
- озерно-болотный плосковолнистый с остатками террас и водно-ледниковых равнин с черноольховыми и пушистоберезовыми лесами, низинными болотами на торфяно-болотных почвах (северо-восточная часть заказника).

Ведущей геоморфологической основой сформированных здесь ландшафтных структур является вторичная водно-ледниковая низина. Большая часть территории представляет собой древнеозерную депрессию – около 13 тыс. лет назад здесь находилось мелководное непроточное или слабопроточное озеро. Около 6,5 тыс. лет назад произошел прорыв вод из древнего озера с образованием р. Ясельды, в результате чего озеро обмелело, а его территория начала заболачиваться, превращаясь в пойму реки. Все последующее время происходило постепенное отложение торфа, поэтому в пойме р. Ясельды в границах заказника преобладают пойменные торфяно-болотные почвы. На минеральных островах, хаотично распределенных среди болот низинного типа, развиты дерновые заболоченные и дерновые заболоченные карбонатные почвы различной степени гидромофности.

Поддержанию гидрологического режима с близким стоянием поверхностных почвенно-грунтовых и подземных вод во многом способствует озеро Споровское, расположенное на границе Березовского и Дрогичинского районов. Площадь озера 11,4 км<sup>2</sup>, средняя глубина 1,5 м, длина 5,5 км, наибольшая ширина 3,0 км, длина береговой линии 19,2 км, объем воды около 16,1 млн м<sup>3</sup>. Оно выполняет своеобразное компенсирующее значение не только в поддержании водности окружающего водосбора площадью свыше 2934,4 км<sup>2</sup>, но и примыкающих к нему природных комплексов.

Территория заказника «Споровский» в системе геоботанического районирования относится к южной подзоне широколиственно-сосновых лесов Бугско-Полесского округа Пинско-Припятского геоботанического района.

Преобладающей является болотная растительность – 51,1 % всей территории занято болотными экосистемами. Лесные и кустарниковые сообщества занимают 32,8 %, водные экосистемы – 8,9 %, луговые сообщества – 3,4 % территории заказника. В целом в границах заказника доминируют экосистемы естественного происхождения (93,1 %). Геоботанические исследования выявили общую зако-

номерность в территориальном распределении господствующей растительности. Так, если в правобережной части поймы р. Ясельды преобладают открытые низинные болота с доминированием в травостое осоки высокой, а также осоки вздутой и двутычинковой, то в левобережье господствует болотная древесно-кустарниковая растительность преимущественно из ивы пепельной и березы пушистой, а на открытых пространствах ближе к оз. Споровскому доминируют осока острая и крупные гигрофильные злаки: манник большой, двукосточник тростниковидный и тростник южный. Правобережную и левобережную части заказника в фитоценоотическом отношении объединяет необычно широкое распространение молиниевых лугов. Они представлены здесь целым экологическим спектром фитоценозов, включая монодоминантные, что весьма редко для Беларуси [147].

Общая площадь лесов в заказнике составляет 1619 га; большинство из них, особенно сосновые леса, не играют существенной роли в сохранении биологического разнообразия, однако выполняют важнейшие средоформирующие функции.

Во флоре заказника «Споровский» насчитывается около 600 видов сосудистых растений. Репрезентативность флоры заказника по отношению к флоре Республики Беларусь (1806 видов) [97] составляет около 33 %, к флоре Белорусского Полесья (1251 вид) [166] – 48 %. Наиболее ценные в соэкологическом отношении флористические объекты приурочены к гидрогенно-карбонатным парагенетическим комплексам (ПГК), представляющим собой сопряжения островных повышений среди низинных болот и переходных к болотам участков. Происхождение специфической структуры подобных комплексов связано со стадийным развитием ландшафтов от субаквальных условий древнеозерного водоема через супераквальное состояние к современному положению. Изменение градиентов глубины в субаквальный период развития, что обусловило латерально-дифференцированный седиментогенез карбонатных отложений, сменилось убывавшим от периферии повышений к их центральным частям градиентом гидроморфности в супераквальную фазу, в ходе которой наблюдалась различная интенсивность формирования вторичных карбонатов выпотного генезиса. Сформированные таким образом серии карбонатных отложений можно рассматривать как пример латерального карбонатакопления в ландшафте, которое, в свою очередь, обусловило сложную структуру растительного покрова на островах и предопределило формирование представительных флористических комплексов. В подобных системах довольно четко проявляется латеральная геохимическая и фитобиотическая поляризация: на повышенных участках доминируют *Ca*-фации, на другом полюсе при переходе к супераквальным позициям низинных болот – фации *H-Fe* ряда (реже – *H-Ca-Fe*). Промежуточную позицию занимают склоновые фации, выполняющие роль катенарного микроэктона. При этом на самых повышенных элементах рельефа могут доминировать сосновые леса, ниже по склону – эдафические варианты широколиственных лесов или паркового типа разреженные березняки разнотравные (с участками остепненных лугов), транзитные позиции – преимущественно кустарниковые сообщества, сменяемые растительностью низинных болот.

В системах интенсивного ведения растениеводства подобные участки не являются высокоценными из-за мелкоконтурности выделов и выраженной латеральной контрастности основных агрохимических параметров. Поэтому вплоть до 70-х годов XX в. в их границах преобладали локально-архаичные формы хозяйствования, что способствовало хорошей сохранности соответствующих природных комплексов. К примеру, здесь выявлен куколь посевной, ранее широко распространенный сорняк, почти исчезнувший не только в республике, но и в пределах средней полосы России и Прибалтики. Столь же редким является и костер ржаной [171]. Эти виды сохранились благодаря фактору изоляции на островах и примитивной агротехнике, применявшейся местным населением. Эти же факторы обусловили низкий удельный вес адвентивной фракции флоры (в пределах всего заказника насчитывается лишь около 45 синантропных видов). В настоящее время в границах островных мезоэктопов площадью до 5,0 га может насчитываться от 60 до 90 видов сосудистых растений, что соответствует среднему уровню флористической репрезентативности (согласно предложенной нами для гидрогенно-карбонатных ПГК оценочной шкале [136]).

Соэкологическую ценность имеет 31 вид сосудистых растений (5,3 % от общего числа видов, установленных для заказника). Самая ценная соэкологическая группа – виды, имеющие категорию охраны Красной книги Республики Беларусь [104]. Во флоре заказника к ним относится 16 видов, большинство из которых принадлежит к III и IV категории охраны (табл. 1.2). Лишь один вид (*Pedicularis sceptrum-carolinum* L.) имеет вторую категорию охраны.

Необходимо отметить, что ряд видов имеют международную природоохранную значимость. Так, все представители семейства орхидные – в составе флоры это 8 видов – занесены в Приложение II к Конвенции СИТЕС (конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения). В Приложение I к Бернской конвенции (конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе) включен венерин башмачок настоящий.

Таблица 1.2 – Охраняемые виды сосудистых растений заказника «Споровский»

Название таксона	Охранный статус	
	национальный	международный
Сем. 1. <i>Lycopodiaceae</i> P. Beauv. ex Mirb. – Плауновые		
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub – ликоподиелла заливаемая	IV	-
Сем. 2. <i>Nymphaeaceae</i> Salisb. – Кувшинковые		
<i>Nymphaea alba</i> L. – кувшинка белая	III	-
Сем. 3. <i>Ranunculaceae</i> Juss. – Лютиковые		
<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill. – прострел луговой	IV	-
Сем. 4. <i>Droseraceae</i> Salisb. – Росянковые		
<i>Drosera intermedia</i> Hayne – росянка промежуточная	III	-
Сем. 5. <i>Gentianaceae</i> Juss. – Горечавковые		
<i>Gentianacruciata</i> L. – горечавка крестообразная	III	-
Сем. 6. <i>Boraginaceae</i> Juss. – Бурачниковые		
<i>Lithospermum officinale</i> L. – воробейник лекарственный	III	-
Сем. 7. <i>Scrophulariaceae</i> Juss. – Норичниковые		
<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i> L. – мытник скипетровидный	II	
Сем. 8. <i>Compositae</i> Giseke – Сложноцветные		
<i>Arnica montana</i> L. – арника горная	IV	-
Сем. 9. <i>Iridaceae</i> Juss. – Касатиковые		
<i>Iris sibirica</i> L. – ирис сибирский	IV	-
Сем. 10. <i>Orchidaceae</i> Juss. – Орхидные		
<i>Cypripedium calceolus</i> L. – венерин башмачок настоящий	III	BERN, CITES, EC
<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm. ex Bernh.) Bess. – дремлик темно-красный	III	CITES
<i>Platanthera chlorantha</i> (Cust.) Reichenb. – любка зеленоцветковая	IV	CITES
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich. – пыльцеголовник красный	III	CITES
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br. – тайник яйцевидный	IV	CITES
Сем. 11. <i>Cyperaceae</i> Juss. – Осоковые		
<i>Carex umbrosa</i> Host – осока теневая	IV	-
<i>Eriophorum gracile</i> Koch – пушица стройная	III	-

Из числа таксонов, нуждающихся в профилактической охране, в заказнике отмечены популяции 9 видов: камнеломка трехпалая, слива колючая, ужомник обыкновенный, дремлик морозниковый, наперстянка крупноцветковая, гвоздика картузианская, пальчатокоренник пятнистый, пальчатокоренник мясо-красный, колокольчик персиколистный.

Регионально редкие виды и виды, находящиеся на границах естественных ареалов, представлены пятью таксонами: колокольчик крапиволистный, хондрилла ситниковая, ежа многобрачная, горлюха ястребинковая, чистец прямой.

Заказник также богат и разнообразен своей фауной. Из млекопитающих в нем обитают лось, европейская косуля, благородный олень, кабан, енотовидная собака, лесной хорек, горностай, оба вида куниц – каменная и лесная, обыкновенная лисица, заяц-русак, американская норка, речной бобр, ондатра, выдра, волк и другие. Всего в заказнике обитает 25 видов млекопитающих (без учета мелких грызунов и рукокрылых), 6 видов рептилий, 8 видов амфибий, 34 вида рыб и более 245 видов насекомых. Наиболее многочисленными из рептилий являются ящерицы – прыткая и живородящая, обыкновенный уж. Встречается болотная черепаха и медянка – охраняемые виды. Из земноводных наиболее часто встречаются остромордая и травяная лягушки, а из редких – камышовая жаба, которая занесена в Красную книгу Республики Беларусь. Из рыб распространены щука, плотва, линь, лещ, карась, карп, густера, окунь, встречаются канальный сомик, колюшка трехиглая, колюшка девятиглая и другие, из редких – минога речная.

В заказнике «Споровский» наибольшим разнообразием среди видов зообиоты отличается фауна птиц – здесь отмечено более 112 гнездящихся видов. Особую ценность представляют таксоны, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь. Заказник является одним из крупнейших в мире местообитаний вертлявой камышевки – глобально угрожаемого вида птиц Европы – здесь 1360–2120 поющих самцов [8]. Также тут фиксируется более 50 пар глобально угрожаемого вида – коростеля и приравненного к данной категории дупеля. Из других охраняемых видов птиц отмечены большая выпь, черный аист, болотная сова, обыкновенный зимородок и др. [171]. В целом, в пределах заказника «Споровский» выявлено 48 видов животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Из них 1 вид млекопитающих, 32 – птиц, 1 – рептилий, 2 – земноводных, 1 – паукообразных и 12 видов насекомых. Из состава видов-краснокнижников заказника 38 видов приурочены к болотным

и луговым экосистемам, 18 видов – к лесным и кустарниковым экосистемам, 15 – к водным и 4 – к сегетальным [147].

Таким образом, на территории заказника «Споровский» расположено одно из крупнейших в Европе низинных пойменных болот, сохранившихся в состоянии, близком к естественному, и имеющее в связи с этим международное природоохранное значение. Осоковые открытые низинные болота заказника могут быть эталоном при осуществлении работ по восстановлению болотных экосистем.

Территория заказника играет важную роль в сохранении глобально угрожаемого вида птиц – вертлявой камышевки. Международное и национальное природоохранное значение имеют и другие виды орнитофауны, что определяет соответствие заказника статусу ключевой орнитологической территории.

В восточной части заказника представлены островные повышения с минеральными почвами – гидрогенно-карбонатные ПГК – уникальные для условий Полесья образования, имеющие важнейшее значение для сохранения биологического разнообразия флоры. В их границах были выявлены представительные флористические комплексы с участием видов, охраняемых на международном и национальном уровнях, включая глобально угрожаемые виды орхидей.

В схеме экологической сети Республики Беларусь территория заказника совместно с Выгонощанским массивом и другими ООПТ региона входит в экологическое ядро европейского значения (ЕЯ8) и одновременно выполняет роль коридора в субширотных и субмеридиальных связях биоты.

Заказник предоставляет большие возможности для экологического туризма. В программе предлагаемых экотуристических маршрутов делается акцент на ознакомление туристов с той ролью, которую играет болотный комплекс в регуляции природных процессов; предусматривается ознакомление с разнообразием растительного и животного мира. После посещения экотуристических маршрутов туристы имеют возможность отдохнуть в эколого-просветительском центре заказника, оборудованном всем необходимым для комфортного размещения 6 человек, или в агроусадьбах, расположенных поблизости.

На берегу Ясельды обустроена зона отдыха (имеется пляж, лодочный причал, 6-метровая смотровая вышка, беседки с мангалами и кострищами, паромная переправа через реку); проложена также обучающе-познавательная экологическая тропа. Для гостей, посещающих заказник, есть возможность организовать конные поездки как на телегах, так и верховые.

#### *Республиканский биологический заказник «Тырвовичи»*

Заказник «Тырвовичи», общей площадью – 1443 га, создан в 1993 г. в целях сохранения и восстановления в естественном состоянии уникального природного комплекса с популяциями дикорастущих растений и диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, а также мест их произрастания и обитания. Заказник расположен в Пинском районе Брестской области в бассейне р. Стырь (правый приток Припяти). Его протяженность с запада на восток составляет 6,5 км, а с севера на юг – около 5,0 км.

В геоморфологическом отношении заказник расположен на стыке Столинской водноледниковой равнины с долиной р. Стырь, пойма которой, образуя один уровень с поймой Припяти, аккумулятивная, неясно выраженная. Территория представляет собой слабодренированный, преимущественно низменный и заболоченный (особенно в северо-восточном и северном секторах) участок. В центральной части овалы в плане плоские повышения чередуются с заболоченными западинами и блюдцами. Рельеф восточной части заказника осложнен золовыми образованиями. Гидрологическая сеть неразвита и представлена лишь каналом, дренирующим территорию в направлении с юго-запада на северо-восток.

В соответствии с существующим геоботаническим районированием заказник «Тырвовичи» находится в границах Пинско-Припятского геоботанического района Бугско-Полесского геоботанического округа. На территории заказника представлены в разной мере репрезентативности лесные сообщества по статусу особо ценных участков, важных для сохранения биологического разнообразия Беларуси, большей частью входящих в список Директивы Европейского союза по видам и местобитаниям. Из 12 категорий указанного статуса для территории Беларуси в заказнике наиболее полно выражены 2: высоковозрастные черноольховые леса с биотическим комплексом низинного болота и высоковозрастные грабовые леса.

Формация коренных черноольховых лесов заказника представлена в основном таволговыми и травяно-осоковыми типами. Черноольшаник таволговый является наиболее распространенным типом данной формации и встречается преимущественно в юго-западном и восточном секторах заказника; черноольшаники травяно-осоковые – в северных и северо-западных кварталах.



Грабовые леса в границах заказника представляют исключительную значимость вследствие широкой распространенности (особенно в центральной и юго-западной частях), высоковозрастности и довольно хорошей сохранности. Отмечаются как монодоминантные грабняки, так и кондоминантные фитоценозы.

В заказнике выявлены популяции следующих видов растений из охранных категорий Красной книги Республики Беларусь: венерин башмачок настоящий, любка зеленоцветковая, зубянка клубненосная, крапива киевская. Наиболее уязвимым и малочисленным является венерин башмачок: численность побегов по годам исследований варьирует от 43 до 52 экземпляров. Напротив, зубянка клубненосная распространена в заказнике весьма широко (в пределах 7 кварталов), местами образуя сплошной травянистый покров под пологом грабовых дубрав. Обнаружены также популяции 5 видов из списка нуждающихся в профилактической охране.

Современный статус животного мира заказника в значительной степени определяется характером и уровнем антропогенной нагрузки. Териокомплекс отличается невысоким разнообразием и обилием. Из ценных видов охотничьих копытных здесь обитают лось, кабан и косуля; из других охотничьих видов отмечаются волк, лисица, енотовидная собака, заяц-русак. Под защитой Красной книги Республики Беларусь здесь находятся барсук, болотная черепаха, а также птицы – аист черный, филин, выпь большая.

### *Гидрологические заказники*

#### *Республиканский ландшафтный заказник «Подвеликий Мох»*

Гидрологический заказник «Подвеликий Мох» размещён в Ганцевичском районе Брестской области Беларуси. Общая площадь заказника – 10 647 га. Создан в конце 2005 г. в целях сохранения в естественном состоянии уникального лесо-болотного комплекса с популяциями редких и находящихся под угрозой исчезновения видов дикорастущих растений и диких животных, включённых в Красную книгу Республики Беларусь

Один из крупнейших болотных массивов Беларуси – Подвеликий Мох – сформировался на месте древнего озера – Ясельдинского моря, возникшего при таянии ледников. Здесь преобладают почвы торфяно-болотные, дерново-глееватые заболоченные, по окраинам дерново-подзолистые песчаные и супесчаные. Мощность торфа в среднем около 1 м.

Флора заказника насчитывает 459 видов сосудистых растений, из них 3 вида редких, занесённых в Красную книгу Республики Беларусь: ива черничная, берула прямая, пухонос альпийский.

Фауна заказника – это 185 видов наземных позвоночных животных, в том числе 8 видов амфибий, 5 – рептилий, 28 – млекопитающих, 147 видов птиц, из которых 141 вид достоверно гнездится. Из числа редких видов, занесённых в Красную книгу Республики Беларусь, здесь обитают: орешниковая соя, европейская болотная черепаха, чёрный аист, малый подорлик, змеяд, чеглок, серый журавль, трёхпалый дятел, коростень.

Поддержание оптимального экологического фона жизнедеятельности человека приобрело на современном этапе развития общества исключительную значимость. Оно обеспечивается в том числе путем создания и развития системы особо охраняемых природных территорий. Белорусское Полесье в этом отношении представляет собой регион с весьма развитой инфраструктурой охраны природы. Охарактеризованные в разделе охраняемые природные территории играют чрезвычайно важную роль в сохранении ландшафтного разнообразия; они обеспечивают полноценное сохранение генофонда растений и животных, включая редкие и исчезающие таксоны, как в национальном, так и международном измерении, а также выполняют роль природных эталонов, имеющих непреходящее значение при осуществлении мониторинговых, восстановительных и природоохранных мероприятий.

### **1.3. Исторические и культурные памятники**

Памятники истории и культуры – своеобразная летопись жизни народа, его истории. В лучших произведениях архитектуры, скульптуры, монументально-декоративной живописи, декоративно-прикладного искусства, сохранившихся до нашего времени, воплощены важнейшие исторические события. В них отражены историческая судьба народа, развитие его материальной и духовной культуры. Памятники помогают выявить закономерности развития как страны в целом, так и его отдельных регионов, выделить его уникальность, возможность глубже осмыслить современность и определять пути в будущее.

Заселенность Полесья с древнейших времен обусловила наличие на его территории большого количества памятников природы, истории, археологии и культуры. Наиболее древние из них – памятники археологии – курганные могильники, стоянки, городища и поселения периодов неолита, ме-

золита, железного и бронзового веков, а также раннего и позднего Средневековья, которые являются предметом многолетних исследований историков, археологов, краеведов и туристов.

Невозможно перечислить все когда-либо возведенные на Полесье за многовековую историю храмы, монастыри, и дворцово-парковые комплексы, крепости и другие фортификационные сооружения, а также отдельные памятники архитектуры. К сожалению, многое разрушено и безвозвратно утрачено.

Особую многочисленную категорию исторических памятников оставили войны – захоронения погибших мирных жителей, воинские мемориалы и братские могилы периода I и II мировых войн встречаются на территории Полесья повсеместно.

Отдельные памятники связаны с войной 1812–1814 гг., восстаниями Т. Костюшко и К. Калиновского и другими венными конфликтами.

Если двигаться по территории Полесья с запада на восток по районам современной Беларуси, в чем-то повторяя знаменитое путешествие Павла Шпилевского [232], то, безусловно, необходимо начинать свой маршрут с посещения уникального *археологического музея «Берестье»*, расположенного на Госпитальном острове Брестской крепости, на мысе, образуемом рекой Западный Буг и левым рукавом реки Мухавец.

В основе музея – остатки городища древнего города, постройки ремесленного посада XIII века. На территории «Берестья» на глубине 4 м археологами раскопаны улицы, вымощенные деревом, остатки построек различного назначения, находящиеся на площади 1118 м<sup>2</sup>. В экспозиции представлено 28 жилых и хозяйственных бревенчатых строений – одноэтажных срубов из брёвен хвойных деревьев (в том числе два из них сохранились на 12 венцов). Вокруг вскрытого древнего посада размещена экспозиция, посвящённая жизненному укладу славян, населявших в древности эти места, представлены археологические находки, сделанные в ходе раскопок: изделия из металлов, стекла, дерева, глины, кости, ткани, многочисленные украшения, посуда.



Рисунок 1.6 – Археологический музей «Берестье»

Из других многочисленных археологических объектов Белорусского Полесья наиболее интересны те, которые включены в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь [13] как памятники археологии.

Одним из наиболее посещаемых туристами исторических объектов Беларуси является мемориальный комплекс «*Брестская крепость-герой*» (1971 г.) и сохранившиеся *фортификационные укрепления Брест-Литовской крепости* (1836–1842; 1911–1914 гг.).

Известно, что в 1830 г. российский император Николай I утвердил окончательный вариант строительства Брестской крепости, который предусматривал практически полное уничтожение древнего города и постройки на его месте самой передовой по тем временам части фортификационной системы, предназначенной для защиты западных рубежей Российской империи.

Уже в 1836 г. было начато строительство оборонительной казармы на Цитадели – центральном острове крепости.

26 марта 1842 г. мощное фортификационное сооружение общей площадью 4 кв. км вступило в строй. Рукава рек Мухавец и Западный Буг, система обводных каналов образовали четыре острова. Центральной частью крепости была Цитадель. Ее замкнутая двухэтажная оборонительная казарма длиной 1,8 км кольцом окружала центральный остров и имела более 500 неприступных артиллерийских казематов, которые могли вместить около 12 000 солдат со всеми необходимыми запасами вооружения и продовольствия. Во дворе Цитадели размещались здания арсенала, инженерного управления, Белого дворца, гарнизонной церкви. Четверо ворот: *Брестские* (трехарочные), *Тереспольские*, *Холмские* и *Белостокские* мостами соединяли Цитадель с *Тереспольским*, *Кобринским* и *Волынским* укреплениями, окруженными обводными каналами и оборонительными валами 10 м высоты. В толще валов были кирпичные казематы. 21 мост соединял предместья с крепостью.

В середине XIX века, в связи с развитием артиллерии, крепость стала доступной пушкам на всю глубину ее территории. Для ее защиты было принято решение о постройке пояса из девяти фортов, расположенных в 3–4 км друг от друга и отдаленных от крепости на 3–5 км.



Рисунок 1.7 – V форт Брестской крепости

Еще один пояс из 14 фортов и 21 оборонительного пункта возводится вокруг крепости в 1911–1915 гг., которые превратили крепость в одну из самых подготовленных для длительной обороны.

В августе 1915 г. при отступлении российской армии форты и оборонительные пункты 1-й и 2-й линии обороны на северо-восточном, восточном и юго-восточном направлениях были взорваны до основания, остальные – частично. Деревянные крепостные сооружения и мосты сожжены.

3 марта 1918 г. в здании Белого дворца был подписан Брестский мирный договор.

С 1921 г. в крепости размещались части польской армии, которые с 14 по 17 сентября с честью обороняли крепость от частей немецкой 10-й танковой армии. В ходе боев часть сооружений Цитадели была разрушена. 22 сентября 1939 г. в крепость вошла Красная Армия.



Рисунок 1.8 – Холмские ворота Брестской крепости

22 июня 1941 г. гарнизон крепости первым принял удар гитлеровских войск. С началом боевых действий часть личного состава с боями сумела выйти из крепости в районы сосредоточения войск. В крепости осталось немногим более трех тысяч человек, которые больше месяца сковывали действия 45-й немецкой дивизии.

Практически все исторические объекты на территории крепости серьезно пострадали во время войны. В 1965 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР крепости присвоено почетное звание «Крепость-герой», а в 1971 г. открыт мемориал «Брестская крепость-герой» [13].

Выезжая из Бреста в северо-западном направлении, следует обратить внимание на комплекс зданий железнодорожного вокзала станции *Брест-Центральный*, который является визитной карточкой Беларуси – он первым встречает и последним провожает гостей из Европы.

Построенное в 1886 г. здание вокзала, выполненное с явной стилизацией форм романского и псевдорусского стилей с элементами неоготики, имело вид средневековой крепости островного типа и было одним из самых красивых и больших вокзалов того времени.

В годы Первой мировой войны вокзал был практически целиком разрушен. Реконструкция началась в 1920 г. и продолжалась до 1929 г. Она основывалась на использовании архитектурных мотивов ренессанса, барокко и классицизма. В таком виде вокзал оставался до 1941 г. В годы войны был сильно поврежден, что вызвало в послевоенные годы необходимость его существенной реконструкции. Строительные работы были завершены в 1956 г. Свой нынешний вид комплекс зданий вокзала приобрел после окончания в 2014 г. масштабных работ по его реставрации и реконструкции.

В нескольких километрах от Бреста, в деревне Скоки, недалеко от реки Лесная, находится еще один примечательный исторический объект – *усадьба Немцевичей*.



Рисунок 1.9 – Усадьба Немцевичей, д. Скоки, Брестский район

Построенная во второй половине XVIII века усадьба Немцевичей – уникальный объект историко-культурного наследия – единственный сохранившийся дворцово-парковый комплекс такого рода в окрестностях г. Бреста. Стены дворца в Скоках помнят многих исторических деятелей – Юлиана Урсын Немцевича, Тадеуша Костюшко, Наполеона Орду, российских императоров Александра III и Николая II, принца Баварского Леопольда и многих других. Именно в этом здании 15 декабря 1917 г. был подписан протокол о военном перемирии между Советской Россией и Германской империей.

Кроме усадьбы Немцевичей, в Скоках в Брестском районе следует отметить такие памятники архитектуры, как *Троицкий костел* (1583 г.) в агрогородке Чернавчицы, *церковь Параскевы Пятницы* (1610 г.) в д. Збируги, *Преображенскую церковь* (1609 г.) в д. Шумаки, *Св. Михайловскую церковь с колокольней* (1701 г.) в Черске и другие.



Рисунок 1.10 – Троицкий костел, 1583 г., а. г. Чернавчицы



Рисунок 1.11 – Церковь Параскевы Пятницы, 1610 г., д. Збируги

Всего в нескольких десятках километров от Чернавчиц, уже в Каменецком районе, расположена деревня Волчин, которая известна, и чаще всего упоминается, как место рождения и захоронения останков последнего короля Речи Посполитой – *Станислава Августа Понятовского* (1732–1798).

Однако своей богатой историей Волчин обязан не только этим двум фактам, но и тем, что, находясь на пересечении торговых путей, на некогда судоходной реке Пульве, его жители и владельцы были свидетелями и участниками многочисленных исторических событий.

XVIII век – период наивысшего расцвета дворцово-паркового ансамбля в Волчине. После того, как в конце 1730-х годов волчинский ключ перешел во владение князю Фредерику Михаилу Чарторыйскому, великому канцлеру ВКЛ, начинается обустройство нового имения по аналогии с многими европейскими дворцово-парковыми комплексами того времени. К середине в 50-х годов XVIII века, по отзывам современников, построенная в Волчине резиденция не уступала по блеску и великолепию столичным, полностью соответствовала положению и богатству ее владельца. Кроме внешнего и внутреннего великолепия, резиденция Ф. М. Чарторыйского (в которой он расположил свою канцелярию) имела очень выгодное геополитическое положение, поскольку находилась на границе земель

Короны и Литвы. К сожалению, единственными сохранившимися свидетелями блеска этой резиденции в Волчине сейчас являются только *костёл Святой Троицы* – самый западный католический храм на территории современной Беларуси и фрагменты гидросистемы садово-паркового комплекса.

Примерно в 50 км от Волчина расположен город Каменец, знаменитый прежде всего уникальным фортификационным объектом – *Каменецкой вежей XIII века*, в которой ныне располагается филиал Брестского областного краеведческого музея.

Богатым на исторические объекты является и расположенный рядом с Каменецким районом район Пружанский, южную часть которого также относят к Западному Полесью. Так, в агрогородке Шерешево, известном с XIV в., сохранилось два памятника деревянного зодчества: *звонница (1799 г.)* в формах архитектуры барокко и *Петропавловская церковь (1824 г.)* в стиле классицизма.

Южнее Пружанского района расположены еще два района Брестской области: Жабинковский и Кобринский, также весьма богатые своей историей и сохранившимися памятниками.

В д. Орепичи Жабинковского района невозможно пройти мимо памятника деревянного зодчества – *Покровской церкви*. Считается, что православная церковь на этом месте существовала с XVII в., а нынешнее здание построено в 1761 г., к которому в середине XIX в. была пристроена двухъярусная колокольня.

Также по-своему выразительны и уникальны и другие храмы в этих местах: *Николаевская церковь* в Больших Сехновичах (до 1727 г.), *Св. Михайловская церковь* в д. Степанки (до 1780 г.), *Преображенская церковь* в д. Хмелево (1725 г.), *деревянная церковь с колокольней (1720–1860 гг.)* в Мациевичах и другие.



Рисунок 1.12 – Св. Троицкий костел, 1733 г., д. Волчин

Фото: Дмитрий Ермоленко, апрель 2017 г.  
(<http://globus.tut.by/volchin/#kostel>)



Рисунок 1.13 – г. Каменец, здание гимназии 1931 г. и Каменецкая вежа XIII в.

Фото: Андрей Дыбовский, 2007 г.  
(<http://globus.tut.by/kamenec/index.htm>)

Особо следует отметить как памятник деревянного зодчества *Свято-Никитскую церковь* в деревне Здитово Жабинковского района. Она построена в 1502 г. на правом берегу р. Мухавец, после чего неоднократно перестраивалась, в том числе в 1787 г. Это один из наиболее типичных храмов, построенных в традициях западнополесской архитектуры, одного из двух типов *полесской архитектурной школы*, претендующей на включение в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Невдалеке от церкви расположена двухъярусная каркасная деревянная колокольня, квадратная в плане, под шатром. Комплекс характеризуется монументальностью, удачными пропорциями и архитектурно-художественной выразительностью. В церкви хранится написанная в первой половине – середине XVI в. икона *Богоматери Одигитрии*.

Будучи в Жабинковском районе, следует также посетить расположенный в Малых Сехновичах музей, что бы увидеть единственный на территории современной Беларуси памятник *Тадеушу Костюшко* (если не считать памятник, установленный в посольстве США). Этот бюст нашего знаменитого земляка изготовлен в 1932 г. скульптором Бальбиной Видецкой-Свитич и был установлен на постаменте в г. Кобрин. Однако в советские годы его демонтировали с глаз долой – вероятно, чтобы не отвлекал внимание от «правильного» восприятия памятников Александру Суворову. Лишь в 1988 г. он был перевезен и установлен в Малых Сехновичах.



Рисунок 1.14 – Св. Никитская церковь в д. Здитово



Рисунок 1.15 – Памятник Т. Костюшко у входа в музей в д. Малые Сехновичи

В Кобрине никого не оставит равнодушным прогулка по историческому центру города и *парку им. А. В. Суворова*.

Считается, что Кобрин начал свое формирование в XIII в. при строительстве укреплений рядом с местом впадения р. Кобринки в Мухавец. На этом месте позднее были построены Верхний и Нижний замки, а город застраивался с востока на запад параллельно по обоим берегам реки Мухавец



[13]. Город был сильно разрушен во время войн середины XVII – начала XVIII в., но к концу этого века отстроен заново. В 1768 г. на его южной границе по распоряжению подскарбия (казначей) Великого княжества Литовского *Антония Тизенгауза* был заложен парк, ныне носящий имя Суворова.

В XVIII в. парк занимал площадь около 3,5–4 га, его окружали земляной вал и глубокий ров. За 200 лет своего существования парк увеличился почти в 15 раз и теперь располагается на площади 66 га. В нем произрастает около 70 видов различных деревьев и декоративных растений.

В 1795 г. за заслуги в успешном подавлении восстания Т. Костюшко российской императрицей Екатериной II город Кобрин наряду с другими имениями был подарен Александру Суворову. После смерти знаменитого полководца его сын Аркадий был вынужден по частям распродать наследство разным людям.

С середины XIX в. и до 1873 г. кобринское имение было в собственности у Александра Мицкевича, профессора права Харьковского университета, родного брата знаменитого литератора Адама Мицкевича.

В современном Кобрине находятся также многие другие интересные памятники историко-культурного наследия, в том числе здание бывшего *Спасского монастыря* (XVII–XVIII вв.), *Николаевская церковь* (1750 г.), *собор Александра Невского* (1864–1868 гг.), *Петропавловская церковь* (начало XX в.), здание бывшей *синагоги* (вторая половина XIX в.) и, конечно же, бывший *усадебный дом А. В. Суворова*, в котором сейчас располагается военно-исторический музей, и др. [13].



Рисунок 1.16 – г. Кобрин. Парк им. А. В. Суворова

Как и территории соседних районов, Кобринский район богат многочисленными характерными для Полесья памятниками церковной архитектуры, из которых следует отметить *Покровскую церковь* (1674 г.) в д. Бухавичи, *церковь Параскевы Пятницы с колокольней* (1740 г.) в д. Дивин, *Дмитриевскую церковь с колокольней* (XVIII в.) в д. Леликово, *Михайловскую церковь с брамой-звонницей* (1784 г.) в д. Яромичи и др.

Подобными объектами по праву гордится и Малоритский район, расположенный на юго-западе Брестской области. Здесь особо следует обратить внимание на *церковь Рождества Богородицы* (вторая половина XVII в.) в Доропеевичах, *Преображенскую церковь* в Олтуше, *церковь Рождества Богородицы с колокольней* (1713 г.) в Ляховцах, *Преображенскую церковь* (1799 г., 1867 г.) в Хотиславе и др.

Двигаясь далее по Полесью в восточном направлении, попадаем в Березовский район Брестской области.

На северо-западной окраине г. Береза сохранились руины (въездная брама, ограда с башнями и здание госпиталя) бывшего *монастыря картезианцев*, который является памятником архитектуры [154, 223]. Монастырь был построен в 1648–1689 гг. Считается, что в строительстве принимали участие итальянские архитекторы [62, 63, 1, 200].



Рисунок 1.17 – Церковь Рождества Богородицы с колокольней, д. Ляховцы

*фото: Андрей Дыбовский, апрель 2007 г.  
([http://globus.tut.by/lyahovcy/oldzvon\\_gallery.htm](http://globus.tut.by/lyahovcy/oldzvon_gallery.htm))*

Монастырь представлял собой сложный комплекс, включавший костел, кельи, трапезную, библиотеку, госпиталь, аптеку и многочисленные хозяйственные постройки. Не были забыты и оборонительные системы: монастырь с прилегающим садом и прудом окружали ров и каменная стена с небольшими башенками. В середине монастырского двора, примыкая к средней апсиде костела, стояла высокая башня – звонница с толстыми стенами и многочисленными ярусами для размещения пушек.

В первоначальном виде ансамбль монастыря существовал до 1863 г. В наказание за активное участие в восстании монахов-картезианцев их костел и почти весь монастырь были разобраны, а полученный кирпич использован для строительства казарм. Сейчас сохранились лишь фрагменты комплекса, но и они дают представление о былом величии памятника барочной архитектуры.



Рисунок 1.18 – Береза. Монастырь картезианцев. Брама

*Фото: Сергей Ярохович, 2014 г.  
(<http://globus.tut.by/bereza/index.htm>)*

Еще один интересный памятник в этих местах – *Петропавловская церковь* в г. Береза на ул. Советской постройки 1772 г. Церковь состоит из притвора, трапезной, основного объема и апсиды с двумя боковыми приделами. Над притвором возвышается двухъярусная колокольня, завершённая шатровым верхом с маковкой. Двускатную крышу в центральной части основного объема пререзает



глухой восьмигранный барабан с луковичной главкой. Стены членятся лопатками и прорезаны лучковыми оконными проёмами. Церковь – памятник архитектуры русско-византийского стиля.



Рисунок 1.19 – Береза. Монастырь картезианцев 1648-1689 гг. (руины). Общий вид

Фото: [bereza.gov.by](http://bereza.gov.by) до 2013 г.  
(<http://globus.tut.by/bereza/index.htm>)

На северном берегу оз. Черное на пологом холме в д. Старые Пески находится памятник архитектуры классицизма и садово-паркового искусства пейзажного стиля – бывшая помещичья усадьба Пусловских. Усадебный комплекс сформирован в конце XVIII – начале XIX в. при Казимире Михаиле Пусловском. Ансамбль включает усадебный дом, флигель, браму, конюшню, винокурню. Перед домом вдоль берега озера разбит пейзажный парк (липа, дуб, лиственница, клен, тополь) с системой прудов. Его ландшафт украшали постройки оранжереи «Павильон роз» и ветряной мельницы (не сохранились).



Рисунок 1.20 – Береза. Казармы (2-я половина XIX в.).

При строительстве казарм использовался кирпич из зданий монастыря картезианцев

Фото: Андрей Дыбовский, сентябрь 2011 г.  
(<http://globus.tut.by/bereza/index.htm#church>)



Рисунок 1.21 – Береза. Церковь св. Петра и Павла 1772 г.?, 1867 г., 2003 г.

*Фото: Андрей Дыбовский, апрель 2007 г.  
(<http://globus.tut.by/bereza/index.htm#church>)*



Рисунок 1.22 – Церковь Иоанна Богослова (1817 г.) в д. Стрыгинь, Березовский район

*Фото: Владимир Богданов, август 2002 г.  
(<http://globus.tut.by/strigin/index.htm>)*



Рисунок 1.23 – Старые Пески. Усадьба. Северная брама (XIX в.)

*Фото: Андрей Дыбовский, 2007 г.  
[http://globus.tut.by/star\\_peski/index.htm](http://globus.tut.by/star_peski/index.htm)*



Рисунок 1.24 – Старые Пески. Усадебный дом Пусловских (2-я половина XVIII – 1-я половина XIX вв.)

*Фото: Андрей Дыбовский, 2007 г.  
([http://globus.tut.by/star\\_peski/index.htm](http://globus.tut.by/star_peski/index.htm))*



Рисунок 1.25 – Старые Пески. Винокурня (XIX вв.)

*Фото: Андрей Дыбовский, 2005 г.  
([http://globus.tut.by/star\\_peski/manor\\_vinok\\_gallery.htm](http://globus.tut.by/star_peski/manor_vinok_gallery.htm))*



Рисунок 1.26 – Церковь Усекновения главы Иоанна Предтечи (1820-е гг.) в д. Соколово, Березовский район

*Фото: Владимир Богданов, август 2002 г.  
([http://globus.tut.by/sokolovo/church\\_gallery.htm](http://globus.tut.by/sokolovo/church_gallery.htm))*

Одним из интересных объектов индустриальной архитектуры является *Березовская ГРЭС* (1958–1967 гг.) в г. Белоозерске.

Город Белоозерск расположен между тремя озерами – Белое, Черное и Споровское – в 27 км к юго-востоку от г. Береза. Основан в 1958 г. на месте села Нивки как поселок энергетиков в связи со строительством Березовской ГРЭС. С 12 января 1960 г. существует как рабочий посёлок Берёзовский, 25 июня 1960 г. поселок переименован в Белоозерск. 16 сентября 1970 г. Белоозерску присвоен статус города районного подчинения.

Березовская ГРЭС мощностью 1600 МВт – крупнейшая тепловая электростанция Беларуси. Она расположена на берегу озера Белого, которое служит для электростанции источником технического водоснабжения и озером – охладителем циркуляционной воды.



Рисунок 1.27 – Березовская ГРЭС

Строительство Березовской ГРЭС было начато в 1958 г. В феврале 1961 г. началось сооружение надземной части главного корпуса и монтаж технологического оборудования. Первый блок введен в промышленную эксплуатацию в декабре 1961 г., шестой – в сентябре 1967 г. В советские годы станция носила имя 50-летия БССР.

Основные сооружения комплекса – главный и объединенный вспомогательные корпуса электростанции, объекты топливного хозяйства, технического водообеспечения и электрической части. Главный корпус – трехпролетное прямоугольное здание с бункерно-деаэрационной этажеркой между машинным залом и котельной. 30- и 36-метровые крайние пролеты перекрыты по фермам, продольный шаг колонн 6 м. Наибольшая высота здания 40 м. Все конструкции из сборного железобетона. Высота дымовых труб 180 и 100 м. Оборудование скомпоновано по блочному принципу: в каждом блоке расположено 2 прямоточных котла-агрегата, турбина, турбогенератор, повышающий трансформатор, водонапорная установка и вспомогательное оборудование.

Березовская ГРЭС – одна из первых блочных электростанций в республике, памятник промышленной архитектуры 1960-х годов [200].

Двигаясь далее в южном направлении, попадаем в Дрогичинский район. Как и во всех других регионах Полесья, в Дрогичинском районе наиболее широко представлены исторические объекты культового зодчества. Характерным для этих мест памятниками деревянной архитектуры являются *Св. Троицкая церковь с брамой-звонницей* (1784 г.) в д. Бездеж, *церковь Рождества Богородицы* (1737 г.) в д. Вавуличи, *Юрьевская церковь с колокольней* (1766 г.) в д. Валавель, *Покровская церковь с брамой-звонницей* (1740 г.) в д. Детковичи и др. Памятником архитектуры барокко является *Костел Св. Духа* (1750 г.) в д. Язвины.

Безусловной исторической ценностью считаются сохранившиеся элементы дворцово-паркового комплекса в д. Закозель. Закозельская усадьба – родовое гнездо знаменитого на Полесье рода *Ожешко*. В Закозеле часто гостила знаменитая писательница и общественный деятель *Элиза Ожешко* (дев. *Павловская*, 1841–1910 гг.), которая проживала в это время в соседнем имении *Людвиново*.

Элиза Ожешко оказывала поддержку участникам национально-освободительного восстания 1863 г. За причастность к восстанию ее муж был в 1865 г. сослан в Пермскую губернию, а их имение

конфисковано. В 1905 г. Э. Ожешко выдвигалась на Нобелевскую премию по литературе (как и Лев Толстой), но ее получил Генрик Сенкевич.

В Дрогичинском районе в д. Жабер также сохранились земляные укрепления *замка Вишневецких* (XVII–XVIII в.). Это было мощное строение с бастионами голландского типа по углам, в плане близкое к четырехугольнику. Площадка замка площадью свыше 1,5 га была обнесена высоким земляным валом и дубовым частоколом. Установлено, что валы бывшего замка Вишневецких были построены еще раньше – в XVI–XVII вв. С запада замок прикрывался Ясельдой с болотистым правым берегом, с севера, востока и юга – рвом с водой (ширина до 20 м, глубина 5 м). Вовнутрь укреплений можно было попасть только через браму (сохранился фундамент) по мосту, который мог разбираться в случае опасности.

Во время Северной войны 1700–1721 гг. войска короля Речи Посполитой Станислава Лещинского, сторонника шведского короля Карла XII, окружили замок и предложили гарнизону сдаться, на что его защитники (700 человек, 40 орудий) ответили орудийными залпами. Шведы окружили крепость плотным кольцом и с помощью тяжелой артиллерии надеялись разрушить бастионы и сломить сопротивление гарнизона, однако этого не понадобилось. Подкупленный комендант замка открыл ворота и сдал его без боя. Карл XII приказал разрушить замок, а орудия заклепать и утопить в обводном рву. Одно из них хранится в Музее Войска Польского в Варшаве [1, 200].



Рисунок 1.28 – Жабер. Фрагменты земляных укреплений замка Вишневецких

Фото: Андрей Дыбовский, 2009 г.  
(<http://globus.tut.by/zhaber/index.htm>)

В соседнем Ивановском районе особым местом, которое обязательно необходимо посетить, является *мемориальная усадьба Вороцевичи* – родовое гнездо знаменитого художника и композитора *Наполеона Орды*, который здесь родился 19 февраля 1807 г. Известно, что Н. Орда оставил нам уникальное художественное наследие – более тысячи зарисовок памятников архитектуры, храмов, дворцово-парковых комплексов, многие из которых не сохранились до наших дней.

В «столице» района – г. Иваново – в настоящее время проживает около 16 тысяч человек. Для большинства путешественников город начинается с вокзала. Станция *«Янов-Полесский»*, которая находится в 2,5 км севернее центра города, – характерный пример железнодорожной архитектуры Полесья.

В самом городе также многое не оставляет равнодушным внимательного путешественника. Здесь особо ощущается связь времен и исторических событий.

16 мая 1657 г. во время войны России с Речью Посполитой (1654–1667 гг.) в Янове-Полесском (ныне Иваново) был схвачен казаками Богдана Хмельницкого, подвергнут зверским пыткам и замучен *Андрей Боболя* – католический священник, член ордена иезуитов. Тело Боболи было перевезено в Пинск и похоронено в *костеле св. Станислава*; в 1702 г. эксгумировано и найдено нетленным. Андрей Боболя считается одним из небесных покровителей Польши и Беларуси и чествуется как главный покровитель Пинской римско-католической епархии, его называют *апостол Полесья* или, *Пинский апостол*. День памяти этого святого ежегодно отмечается 16 мая.

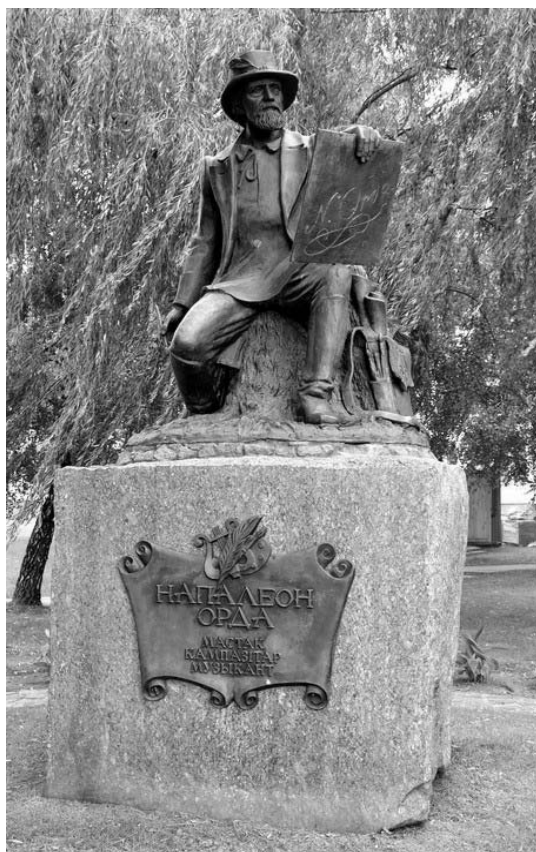


Рисунок 1.29 – Памятник Наполеону Орде в г. Иваново



Рисунок 1.30 – г. Иваново. Покровская церковь

Из других достопримечательностей района следует отметить построенную по проекту знаменитого виленского архитектора *Т. Растворовского* *каплицу-ротонду* в д. Молодово, расположенную при главном въезде в бывший дворцово-парковый комплекс *Скирмунтов* (не сохранился); памятник народного зодчества с элементами барокко – деревянную церковь *Параскевы Пятницы* (XVIII в.) и парк в д. Опаль; *Петропавловскую церковь с колокольней* (1792 г.) в д. Махро; мемориальную усадьбу, родовое гнездо предков знаменитого писателя Ф. М. Достоевского в д. Достоево и др. [13].

Именно на Полесье началась история рода, подарившего миру величайшего писателя XIX века Фёдора Михайловича Достоевского. В 1506 г. боярин Данила Ртищев получил от пинского князя грамоту на здешние земли и построил поместье в деревне Достоево между реками Пиной и Ясельдой. Первый сын хозяина носил двойную фамилию Ртищев-Достоевский, а уже последующие поколения стали Достоевскими. Спустя века потомки переехали на Волынь, затем в Москву, где и родился будущий классик. В 2012 г., в ходе археологических исследований, ученые обнаружили в Достоево фрагменты жилых строений XVI–XVIII веков, остатки печей, серебро, керамику, пули и фрагменты фамильного герба Достоевских «Радван».





Рисунок 1.31 – Мотоль, церковь Спасо-Преображенская (1877 г.)

Фото: Андрей Дыбовский, март 2009 г.  
<http://globus.tut.by/motol/index.htm>

Агрогородок Мотоль – также одно из древнейших поселений на Полесье – первое письменное упоминание о нем относится к 1442 г. Знаменит он еще и тем, что является родиной первого президента государства Израиль – *Хаима Вейцмана* (1874–1952 гг.).

Северная граница Полесья делит территорию Ивацевичского района примерно пополам. Практически на этой условной границе, в урочище Меречевщина, расположен один из самых посещаемых туристами историко-культурных объектов Беларуси – *Коссовский дворцово-парковый ансамбль* (XIX в.) и *музей-усадьба Т. Костюшко*.

Интересными историческими объектами Полесья по праву считаются и пункты знаменитой геодезической дуги Струве, расположенные на территории Дрогичинского, Ивановского и Ивацевичского районов.

Покинув территорию Ивацевичского района, где еще немало и других интересных исторических объектов, попадаем в самое сердце Полесья – в Пинский район.

Невозможно кратко описать все достопримечательности этих мест и людей с ними связанных. Безусловно, просто необходимо побывать в историческом центре Пинска – окунуться в его особую атмосферу, где, несмотря на стремительный ход истории, по-настоящему чувствуется душа Полесья.

Совершая прогулку по городу, обязательно стоит побывать во *дворце Бутримовича* (1784–1790 гг.); *монастыре бернардинцев*; в единственной на территории бывшего ВКЛ святыне «*монахов-коммунистов*» – *костеле Карла Баромея*, *музее Белорусского Полесья*, который был основан в 1926 г. и расположен в здании бывшего *Коллегиума иезуитов* (1631–1675 гг.) и других многочисленных исторических объектах.



Рисунок 1.32 – Меречевщина. Дворец Пусловских (XIX в.)



Рисунок 1.33 – Пункт геодезической дуги Струве «Ивацевичи»

Фото: Андрей Дыбовский, март 2008 г.  
<http://orda.of.by/.add/gallery.php?ivacevichi/struve>



Рисунок 1.34 – Пинск. Музей Белорусского Полесья

В Пинском районе сосредоточено большое количество различных исторических объектов, которые не оставят равнодушным внимательного путешественника – бывшая усадьба *Плятеров* в д. Заполье, многочисленные здания старинных церквей и костелов и др.

О многих событиях и людях помнит *живописный парк д. Дубое*. Это поселение впервые упоминается в 1498 г. В 1596 году владельцем Дубого стал богатый шляхтич Ян Полоз, основавший здесь огромный парк с замком в центре. Позднее имением владели Поповы, Огинские, Радзивиллы и др. В 1635 г. (по другим данным, в 1638 г.) Альбрехт Радзивилл подарил имение с монастырем пинским иезуитам. Во время обучения в коллегииуме в орден иезуитов вступает в 1748 г. Адам Нарушевич (1733–1796 гг.) и некоторое время живет в их дубойской резиденции. Адам – известный историк (автор многотомной «Истории польского народа»), поэт, просветитель, утверждающий, что человеческий разум – главный двигатель исторических процессов. Вторая половина XVIII века ознаменовалась для Дубого новым владельцем. Им стал гетман Великого Княжества Литовского, граф Михаил Казимир Огинский (1730–1800). По его инициативе и на его средства был построен канал, носящий сегодня его имя. Видимо, кроме увлечения изящными искусствами, граф Огинский неплохо разбирался в гидротехнике, ведь именно в Дубом он создал оригинальную, нигде в Беларуси не повторяющуюся водную систему.

Также особо стоит отметить *пейзажный парк в д. Поречье* (XIX в.), с вековыми дубами и могилами хозяев усадьбы Скирмунтов. Здесь можно подняться на 30-метровую смотровую вышку, откуда прекрасно просматривается долина Ясельды, сама деревня, парк и остатки усадьбы. В здании суконной фабрики теперь находится крахмальный завод, а из здания мельницы по-прежнему слышится шум электроприводов жерновов.

Парк занимает площадь около 60 га. Заложен при усадьбе Скирмунтов, включавшей суконную фабрику (1837), сахарный завод (1860), спиртзавод (1905), крахмальный завод и другие хозяйствен-



ные постройки. Во второй половине XIX в. одно из старых зданий было перестроено под дворец. На острове, образованном Ясельдой и ее притоком Ясенем, был посажен плодовый сад. Парк имеет регулярную планировку. Выразительная геометрическая сеть взаимно перпендикулярных аллей гармонично сочетается с ландшафтом заречной части. Перед зданием крахмального завода был расположен газонный партер, ограниченный с двух сторон рядами высоких лиственниц.

В парке около 30 видов деревьев, а также ряд экзотических растений, которые в значительной степени определяют его облик. Возле пруда, на северной окраине парка, растет единственный в республике экземпляр золотистой ели. Ценными породами являются уникальный экземпляр кипариса болотного и 5 тюльпанных деревьев. Из лиственных пород встречаются дуб красный, клен, каштан, бук, ореховые деревья, белая акация и др. Значительный участок парка занят плодовым садом [200].



Рисунок 1.35 – Поречье, парк (XIX в.)

Фото: Николай Кузич, август 2013 г.  
[http://globus.tut.by/poreche\\_pi/](http://globus.tut.by/poreche_pi/)

В 1860 г. в Поречье заработал сахарный завод. Он считался лучшим среди свеклосахарных заводов Минской губернии, являлся паровым и был укомплектован наиболее совершенным оборудованием того времени. Занимал кирпичное четырехэтажное здание, строительство которого обошлось до 30 тысяч серебром. Два локомотива в 40 лошадиных сил, четыре паровых котла и машины стоили около 70 тысяч серебром. Свекловичный сок получали методом холодной выжимки на восьми центробежных машинах, барабаны которых вращались со скоростью 1000 оборотов в минуту. Использование центрифуг в отличие от обычного прессового метода заметно повышало выход сахарного песка – до 4,2–5,6 % (при прессовом методе выход составлял около 3 %). Суточная переработка составляла 1000 ц свеклы, суточный выход сахара – 66–68 пудов. На заводе вырабатывалось сахара в четыре раза больше, чем на пяти заводах губернии. В 1861 г. продукция завода составила 9 тысяч пудов.

Свеклу успешно выращивали живущие ближе к заводу крестьяне, доходами от которой заметно улучшали свое экономическое положение. В 1879 г. завод сгорел и больше не возобновлял своей деятельности. В 1889 г. здание было приспособлено под винокурный завод с паровым двигателем и десятью рабочими. Завод являлся единственным в Минской губернии по производству очищенного спирта. Его большое трехэтажное здание дошло до наших дней. Оно кирпичное, глухие плоскости поперечных стен увенчаны аттиками с башенками, украшены регулярными группами декоративных элементов: горизонтальными и вертикальными поясами, рядами глухих ниш, полосами руста, прямоугольными окнами [223]. Ныне это действующий крахмальный завод.

На территории ландшафтного заказника «Средняя Припять» расположена деревня *Кудричи* – «Полесская Венеция». Она находится примерно в 30 км от Пинска – в самом сердце Белорусского Полесья. Долгое время три реки и низинные болота скрывали ее от внешнего мира, многие жители Кудричей никогда не выезжали даже в Пинск, ведь добраться куда-нибудь отсюда можно только по воде. Этот населенный пункт сам по себе уникален наличием многочисленных старых построек и предметов хозяйства и быта: хат с пристройками, которые покрыты тростниковыми крышами, плет-

ней, телег с деревянными колесами, деревянных корыт, ступ и прочей домашней утвари, бортей, уникальных колодцев и многого другого.



Рисунок 1.36 – Поречье, усадьба: сахарный завод

Фото: Андрей Дыбовский, май 2005 г.  
[http://globus.tut.by/poreche\\_pi/](http://globus.tut.by/poreche_pi/)



Рисунок 1.37 – Поречье, оборонительные сооружения I мировой войны

Фото: Андрей Дыбовский, май 2005 г.  
[http://globus.tut.by/poreche\\_pi/](http://globus.tut.by/poreche_pi/)

Первое упоминание о д. Кудричи – 1555 г. Жители деревни испокон веков занимались рыболовством и бортничеством. Ловили рыбу, которую покупали евреи и возили в Пинск продавать на специальных лодках с пробитым дном, что помогало сохранить свежесть продукта. У каждой семьи было по несколько лодок – незаменимый транспорт для хаотично разбросанной по болоту деревни. На них дети ездили в школу, на них же перевозили на пастбище скот.

До недавнего времени люди в д. Кудричи жили так же, как в XIX в. Лишь в 1990-х годах после мелиорации деревню с городом связала 14-километровая грунтовая дорога. До этого добраться в этот населенный пункт можно было только по воде.

Туристы о д. Кудричи узнали благодаря местным энтузиастам, в том числе уже ушедшему из жизни экологу Алексею Дубровскому [77], который часто проводил экскурсии по этим местам.



Рисунок 1.38 – Типичное Полесье



Рисунок 1.39 – Деревня Кудричи

Эта деревня могла стать изюминкой белорусского туризма. Однако, к сожалению, сегодня она больше напоминает дачный поселок, что дает повод некоторым представителям турбизнеса с сожалением говорить о смерти этой достопримечательности.

На базе этой деревни и прилегающей территории Полесский университет предполагал создать этнографический комплекс, но из-за отсутствия финансирования сделали его на базе университета. В рамках Программы социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010–2015 гг. планировалось создание около д. Кудричи агроэко-туристического комплекса, но не нашлись компромиссные инвесторы.

Около д. Мерчицы Пинского района с р. Ясельда соединяется канал, построенный в XVIII в. (1767–1783 гг.) по инициативе и на средства крупного государственного и культурного деятеля Речи Посполитой *Михала Казимира Огинского*.

Канал – памятник гидротехнического строительства, имеет 10 шлюзов и соединяет Ясельду со Щарой и тем самым бассейны Днепра и Немана в единую водную систему.

Во время 1-й мировой войны вдоль канала проходила линия фронта, и все гидротехнические сооружения были разрушены. Восстановлены в 1920-е годы и использовались для сплава леса и пассажирской связи между Пинском и Телеханами. Повторно шлюзы были разрушены в годы 2-й мировой войны.

Продолжая двигаться по Полесью на восток, оказываемся в Лунинецком районе. С северо-запада этот район граничит с Ганцевичским районом, а с юга – со Столинским.

Будучи в этих местах, обязательно нужно заехать в Кожан-Городок – агрогородок на реке Цна в 4 км от ее впадения в Припять. Впервые Кожан-Городок упоминается в 1493 г., но при археологических раскопках были обнаружены следы человеческой деятельности V–VII вв.

Из достопримечательностей Кожан-Городка отметим:

– *Св.-Николаевскую церковь* – памятник архитектуры XIX века. Построена как униатская в 1818 г., без единого гвоздя, с деревянными резными иконами, колоннами и статуями, она получила название *Пизанская церковь* – ни один из шести куполов храма не смотрит вертикально в небо;

– *вековые дубы Кожан-Городокские* – ботанический памятник природы республиканского значения;

– *Видуш-гора* – сакральная гора, с южной стороны, недалеко от впадения реки Цны в Припять. Существует предание, что будто тут жил и похоронен изгнанник, римский поэт *Овидий*, который погиб где-то на Полесье [197].



Рисунок 1.40 – Купола Св.-Николаевской церкви в Кожан-Городке

Большое количество курганов периода раннего средневековья находится в Ганцевичском районе, а в д. Ясинец того же района сохранились интересные погребальные семейные каплицы (XVII–XIX вв.) рода Вендорфов и рода Яленских.

В Столинском районе одним из наиболее значимых исторических объектов является парк «Маньковичи», расположенный на окраине г. Столина, в былые времена входивший в состав красивейшего дворцово-паркового ансамбля одной из резиденций князей Радзивилов. Парк сильно пострадал в годы II мировой войны – в поисках знаменитых сокровищ Радзивилов оккупанты перерыли почти всю его территорию, а дворец и вовсе был разрушен.

В Столине также хорошо сохранилось здание бывшей синагоги (1792 г.) – одна из немногих еврейских святынь, переживших войну и советскую власть.

Будучи на Столинщине, невозможно не посетить Давид-Городок – один из городов древней Туровской земли, известный еще на рубеже XI–XII веков. Его основание связывают с именем волынского князя Давида Игоревича, который получил здесь княжение и стал родоначальником местной княжеской династии. Город, расположенный на берегах Горыни у подножия древней Замковой горы, сохранил неповторимый облик старинного полесского местечка.

В прошлом город называли Городок или Городок Давидов. На его гербе изображена река с пристанью, к которой причаливает золотой корабль, наполненный тюками различных товаров. Здешние князья и другие владельцы города могли контролировать движение по Горыни и Припяти. Датой основания города считают 1100 год, а на его главной площади теперь возвышается бронзовая фигура основателя – князя Давида. Уже давно нет деревянного замка, но приземистая Замковая гора по-прежнему впечатляет своей величиной и почти округлой формой.

Самый старый храм Давид-Городка – деревянная *Свято-Георгиевская (Юрьевская) церковь* – (конец XVII в. – 1725–1726 гг.). Это классический пример народного полесского зодчества. Интересные по архитектуре храмы расположены также в деревнях Бережное, Велямичи, Дубенец, Рамель, Рубель и др.

Удивительный и неповторимый образ Давид-Городка вошел в творчество классика белорусской литературы *Владимира Короткевича*. Популярности современному Давид-Городку прибавляет и уникальный этнографический праздник «*Коники*», который проходит в ночь с 13 на 14 января (Старый Новый год), представляя собой яркое, напоминающее карнавал, зрелище.

Относящиеся к Полесью территории Любаньского и Солигорского районов Минской области богаты древними историческими объектами – городищами и курганными могильниками (IX–XIII вв.) – около деревень Заельная, Вобчин, Крыволь, Ляховка, Невалож, Рачень, Ракавищи, Смольгово, Погост, Прусы и др. Местное население Полесья часто называет такие курганы *шведскими могилами*, вероятно, предполагая, что они представляют собой захоронения времен русско-шведской войны. Однако хорошо известно, что под наименованием «шведские могилы» (а также «французские могилы») чаще всего фигурируют курганные захоронения более древних времен.

Перемещаясь далее на юго-восток, попадаем в Гомельскую область, Житковичский район, в котором расположен Туров – один из древнейших городов Полесья, который несколько веков был столицей *Туровского княжества* (XII–XIII вв.).

Туров впервые упомянут в 980 г. в «Повести временных лет». Название города обычно связывают с именем легендарного князя Тура. Однако, возможно, что *Туров* – это не патронимическое название, а «водный» топоним, в основе которого распространённый в гидронимии бассейнов Припяти, Западной Двины и других рек корень *тур* (Тур, Турья, Турское, Тремля, Туровля, Туросса, Турицкое и др.).

Этот древний город был основан на месте слияния рек Язды и Струмени, притоков Припяти, которая, в свою очередь, впадает в Днепр, ведущий к Чёрному морю. Такое географическое положение способствовало развитию города, так как через него проходил один из вариантов торгового пути «из варяг в греки».

В XI в. Туров стал одним из центров христианства. Тогда же здесь было создано так называемое *Туровское евангелие* – самая древняя книга, появившаяся на территории современной Беларуси.

В 1230 г. землетрясением было разрушено древнее городище, выявленное археологами только в 1961 г.

Городище древнего Тулова периода раннего средневековья – один из интереснейших и посещаемых туристами исторических объектов Белорусского Полесья.



Рисунок 1.41 – Туров. Городище древнего города. Самое крупное монументальное сооружение на территории западных земель Древней Руси. Имеет длину 29,3 м, ширину 17,9 м. Храм был разрушен землетрясением 3 мая 1230 г.

Фото: Андрей Дыбовский, июнь 2010 г.  
<http://globus.tut.by/turov/index.htm>

На восточном кладбище Тулова в *церкви Всех Святых* бережно хранятся два двухметровых каменных креста, которые, по преданию, приплыли (против течения) в Туров из Киева. В компании с ними был и третий крест, но его следы затерялись где-то на просторах истории... Некоторые считают, что третий «пловец» – это именно тот каменный крест, что в прямом смысле слова растет на кладбище сразу за Туровом, если ехать на Давид-Городок [66].

Городища и поселения периодов раннего железного века, неолита, раннего средневековья также широко представлены в Житковичском районе и являются предметом многолетних исследований специалистов-историков и археологов.

В населенном пункте Ленин этого района сохранилось единственное в Беларуси еврейское кладбище с уцелевшими деревянными памятниками (захор. 1568–1941 гг.) [66].

Из немногочисленных исторических и культурных объектов, расположенных в Лельчицком районе, следует отметить многочисленные (как и в соседних районах) курганные могильники периода раннего средневековья (X–XIII вв.) около деревень Милашевичи, Грабени, Осов и др.

В Петриковском районе обязательно следует посетить *Покровскую церковь* (конец XVII – начало XVIII вв.) на кладбище в Петрикове, которая изначально была построена как староверский храм. Аутентичный иконостас из этой церкви сейчас хранится в Национальном художественном музее в г. Минске.

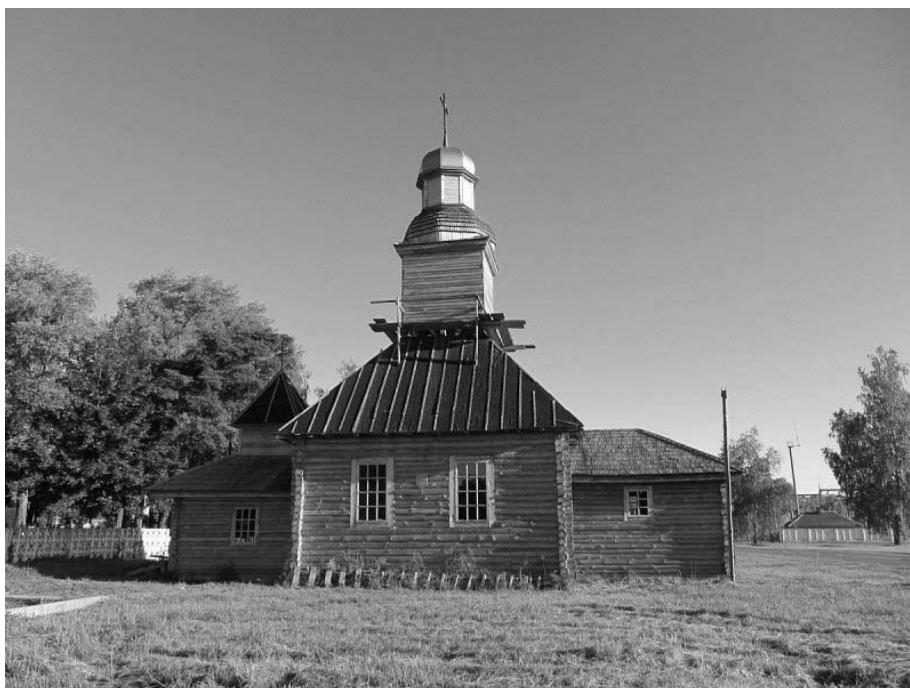


Рисунок 1.42 – г. Петриков. Покровская церковь (конец XVII – начало XVIII вв.)

Фото: Сергей Ярохович  
<http://globus.tut.by/petrikov/index.htm#oldch>

Также уникальным в своем роде памятником народного деревянного зодчества является *Успенская церковь* (XIX в.) в д. Кашевичи.

Петриковская земля богата и археологическими памятниками – стоянками периода мезолита и неолита, бронзового века, поселениями периода раннего железного века, курганными могильниками и поселениями периода раннего средневековья (X–XIII вв.) и др.

Октябрьский район сохранил для нас не так много памятников, как соседние районы. На его территории следует отметить расположенный в районе д. Чёрные Броды курганный могильник (X–XIII вв.); фрагменты парка XIX в. и брану в д. Хоромцы.

Соседний Светлогорский район значительно богаче археологическими объектами различных исторических эпох – курганами, поселениями, стоянками и т. п. (в деревнях Верхолесье, Давыдовка, Здудичи, Ковчицы, Краснавка, Липники, Прудок, Скалка, Чиркавичи и др.).

В самом Светлогорске, на улице им. 50-летия Октября, в городском центре культуры находится памятник совсем другой эпохи – социалистической – уникальная художественная роспись «*Земля Светлогорская*», размером 10×15 м, выполненная в 1972 г. известным белорусским художником Г. Х. Ващенко. Роспись считается культурным наследием региона и внесена в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь.

Историческая память Калинковичского района отмечена на его карте многочисленными городищами периодов неолита, бронзового, раннего железного веков и даже более древними поселениями периода верхнего палеолита (XXV–X в. до н. э.) и мезолита (VI–V в до н. э.).

Но значительно чаще в этих местах встречаются братские могилы периода 1941–1944 гг. Именно на территории этого района в марте 1944 г. располагался комплекс немецких концентрационных лагерей, который известен как *Озаричский лагерь смерти*. Там содержалось более 50 000 человек. Были убиты, умерли от голода, холода и болезней более 20 тысяч.

Комплекс «Озаричи» состоял из трех концлагерей. Они представляли собой огороженное колючей проволокой редколесье и заболоченную территорию, на которой не было никаких построек вроде шалашей или землянок. Люди в любую погоду спали на голой земле. Узников морили голодом, не давали воды, запрещали разводить костры. По воспоминаниям очевидцев, ежедневно в лагере умирало от 70 до 100 человек. Очень многие из узников были больны сыпным тифом. Некоторые историки утверждают, что немецкое командование намеревалось использовать эту болезнь как биологическое оружие против наступающих советских войск. Даже после освобождения территории от немецких захватчиков многие люди в этом регионе, в том числе солдаты, умерли от сыпного тифа.

Из памятников архитектурного наследия района следует отметить комплекс бывшего *коллегиума иезуитов* (1710–1746 гг.) в д. Юровичи.





Рисунок 1.43 – Мемориальный комплекс узникам лагеря смерти «Озаричи»

Переместившись в один из старейших городов на Полесье – Мозырь, административный центр Мозырского района, путешественник попадает в удивительно красивый природный и городской ландшафт. Мозырь расположен на холмистой местности в пределах Мозырской гряды. На территории города размещается крупнейший в Беларуси речной порт Пхов на реке Припять.

Комплексной историко-культурной ценностью является исторический центр Мозыря (XII–XX вв.): исторические здания и сооружения, планировочная структура, ландшафт и культурный слой. Комплекс бывшего *монастыря цистерцианок* (1743–1745 гг.), *костел* и *жилой комплекс* бывшего *монастыря бернардинцев* (XVIII в.) и другие памятники архитектуры различных эпох можно с удовольствием изучить, перемещаясь по городу на трамвае.



Рисунок 1.44 – г. Мозырь. Комплекс зданий пивзавода (XX в.)

Мозырский район, как и соседние, богат многочисленными памятниками археологии различных исторических периодов.

Южнее Мозырского района – в г. Ельске, районном центре Ельского района, расположена *Св. Троицкая церковь* (1769–1780 гг.) – памятник деревянного народного зодчества, с элементами стилей классицизма и барокко.

В г. Наровля, на правом берегу реки Припять, обязательно нужно неспешно пройти по территории бывшего *дворцово-паркового комплекса Горваттов* первой половины XIX в.

Ансамбль включает в себя дворец, построенный в стиле классицизма, парк, фонтан, парковую беседку-маяк, хозяйственные и производственные здания. До 1941 г. главный вход во дворец украшали бронзовые львы, а с северной стороны фасада лежали сфинксы – в годы войны и те и другие были утрачены [13].



Рисунок 1.45 – г. Наровля. Дворцово-парковый комплекс Горваттов (первая половина XIX в.). Парковая беседка-маяк

Фото: Андрей Дыбовский, 2004 г.

[http://globus.tut.by/narovlya/index.htm#manor\\_main](http://globus.tut.by/narovlya/index.htm#manor_main)

Попадая в г. Хойники, и на территорию одноименного района, снова понимаешь, насколько давно заселили Полесье наши далекие предки.

Городища периода раннего железного века (I в. до н. э.), (в Хойниках, деревнях Борисовщина, Велятин, Великий Бор, Дубровица, Новоселки, Хвойная и др.), стоянки и поселения периодов неолита, мезолита (дер. Оравичи, Ломыш и др.) еще долгие годы будут предметом изучения специалистов.

Из памятников архитектуры района отметим сохранившиеся до наших дней фрагменты бывшей усадьбы конца XIX в. в Хойниках, фрагменты усадьбы XIX в. «Борисовщина», а также двухэтажный кирпичный усадебный дом и фрагменты парка начала XIX в. в д. Рудаков [13].

Брагинский район сегодня вряд ли можно считать притягательным для посещения туристами из-за негативных последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Больше всего в этом районе интересных памятников археологии – городище древнего Брагина, периода раннего средневековья (XII–XIII вв.); могильники и городища периодов железного века и средневековья (в деревнях Осаревичи, Городище, Каманов. Кулажин, Микуличи и др.).

В д. Тельман сохранился *парк и фрагменты стены замка Вишневецких* (XVIII в.) [13].

Двигаясь далее в северо-восточном направлении, попадаем в Лоевский район, на территории которого зарегистрировано около 50 недвижимых историко-культурных объектов [13]. Основную часть из них также составляют памятники археологии различных периодов, братские могилы и воинские захоронения 1941–1944 гг.

Из архитектурных объектов района отметим дворцово-парковый комплекс бывшей усадьбы Рудиевских «Сутков» (XVIII–XIX в.) в д. Переделка и отдельные здания городской застройки XIX в. в г. Лоев.



Необычайно красив в этих местах Днепр, воды которого за многовековую историю Полесья видели огромное количество людей и событий.



Рисунок 1.46 – д. Переделка, Лоевский район. Усадьба Рудиевских «Сутков»(XVIII–XIX вв.)

Фото: Александр Новиков, апрель 2015 г.

[http://globus.tut.by/peredelka/index.htm#manor\\_main](http://globus.tut.by/peredelka/index.htm#manor_main)

В Речицком районе становится очевидным, что Полесье славится не только многовековой историей, культурой и особым жизненным укладом, но и существенно изменяется, развивается и идет в ногу со временем. Административный центр района – город Речица крупный промышленный и культурный центр Гомельской области, «столица» белорусских нефтяников.

Свое название древний город получил от притока Днепра – реки Речица, впадавшей в него в районе древнего городища. Первые упоминания о Речице в Новгородской летописи относят к 1213 г., когда достаточно укрепленный по тем временам город был захвачен Мстиславом Удалым во время его похода на Киев.

Пограничное положение Речицы определило стратегическое значение города. Крепость, заняв территорию на холме у Днепра, была отгорожена от остальной части поселения рвом, через который перекинут подъемный мост. Сохранившееся изображение середины XVII в. – схематический план панорамы города – дает достаточно полное представление об укреплениях и застройке.

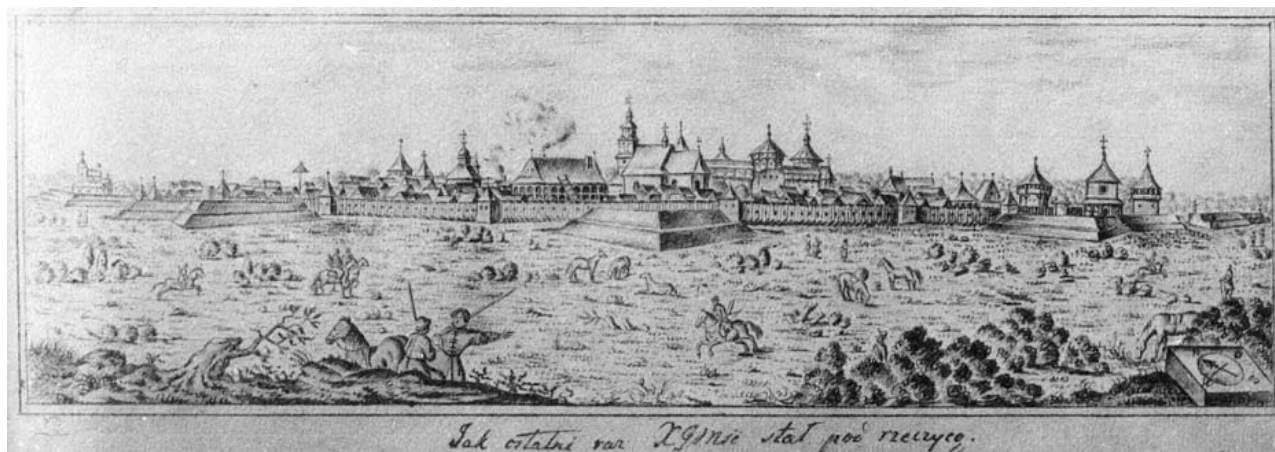


Рисунок 1.47 – г. Речица на гравюре XVII в.

Настоящим великим событием для Речицы и района стало открытие в августе 1964 г. *Речицкого месторождения нефти*. С тех пор на территории Полесской впадины открыто более 60 нефтяных месторождений. За эти годы создана уникальная для Беларуси отрасль промышленности, во многом влияющая на ее экономическое благополучие. На сегодняшний день только в объединение «Белоруснефть» входит около 25 структурных подразделений с широким диапазоном деятельности.

Богата Речицкая земля не только ценными ископаемыми ресурсами, но и многочисленными историческими объектами.

На территории района насчитывается более 50 памятников археологии, около 30 братских могил (в основном – 1941–1944 гг.), ряд объектов культового зодчества.

В исторической застройке г. Речица представляют интерес ряд зданий конца XIX в. – первой половины XX в., а также *Успенский собор* (1842 г.) и *Св.-Троицкий костел* (1903 г.), *почтово-телеграфная контора* (конец XIX в.) и др.

В Жлобинском районе, как и везде на территории Полесья, изучение археологических объектов займет много времени у путешественника (около 30 объектов). К сожалению, также много в этой земле жертв последней войны, нашедших свое вечное пристанище в братских могилах и воинских захоронениях.

В г. Жлобине интересно будет просто прогуляться по улицам города, чтобы увидеть комплекс зданий *Белорусского металлургического завода* (сер. XX в.), культовые здания – *часовню Св. Казимира*, *Св.-Троицкий собор*, *дом отдыха локомотивных бригад* (начало XX в.) и др. Памятником архитектуры классицизма является *Покровская церковь* (1807 г.) в д. Стрешин [13].



Рисунок 1.48 – г. Жлобин. Дом отдыха локомотивных бригад (нач. XX в.)

Фото: Андрей Скуратов, апрель 2009 г.

[http://globus.tut.by/zhlobin/index.htm#lokom\\_brigad\\_house](http://globus.tut.by/zhlobin/index.htm#lokom_brigad_house)

Усадебно-парковый комплекс Готовских в д. Красный Берег (1890–1893 гг.) по праву считается одним из красивейших на Восточном Полесье.



Рисунок 1.49 – Усадебный дом комплекса Готовских в д. Красный Берег (1890-1893 гг.)

Фото: Алексей Матеша, 2014 г.

[http://globus.tut.by/krasnyj\\_be/index.htm](http://globus.tut.by/krasnyj_be/index.htm)

Увы, но и практически на всей территории соседнего Буда-Кошелевского района расположены в основном памятники последней войны – братские могилы и захоронения жертв фашизма (1941–1944 гг.).

Перемещаясь в юго-восточном направлении, попадаем в Гомельский район. Столица района и области – город Гомель, на берегу реки Сож, расположен в 534 км от Бреста – начальной точки нашего путешествия.

Невозможно кратко описать красоту и своеобразие этого города – нужно просто в нем побывать, чтобы увидеть собственными глазами. Богатое и разнообразное, бережно охраняемое архитектурное наследие, храмы, набережные, улицы, парки и скверы и многое другое дают отличный повод побывать в этом городе.

Гомельский дворцово-парковый ансамбль Румянцевых-Паскевичей – это исторический объект, который, без преувеличения, принято называть национальным достоянием. Он располагается на территории бывшего городища, возникшего в конце первого тысячелетия н. э. в месте впадения ручья Гомеюк в р. Сож. Древнее славянское поселение радимичей стало затем центром будущего города, который, судя по археологическим исследованиям, был здесь уже в XI в. Впоследствии, при создании дворцово-паркового ансамбля, дворцовый комплекс занял территорию бывшего детинца, а парк – территорию окольного города – посада.

Гомельский дворец – один из наиболее интереснейших памятников гражданской архитектуры, уцелевших на территории Беларуси. Строительство каменного дворца началось в 1777–1778 гг. На первом этапе был построен двухэтажный, квадратный в плане, завершающийся куполом, дворец в стиле классицизма.

На втором этапе строительства (1794–1805 гг.) сыном фельдмаршала, русским государственным деятелем и дипломатом, знаменитым коллекционером и библиофилом графом Николаем Петровичем Румянцевым к дворцу пристраиваются боковые павильоны, флигели и галереи для размещения коллекций и библиотеки.

В 1809–1819 гг. архитектор Д. Кларк, работавший в Гомеле более четверти века, севернее дворца строит монументальное, крестообразное в плане, увенчанное куполом на высоком барабане, здание Петропавловского собора, в архитектуре которого отражены черты ампира.

В 1836 г. князь И. Ф. Паскевич вызвал из Варшавы в Гомель архитектора Адама Идзковского, члена Академии изящных искусств во Флоренции, ставшего автором проекта перестройки дворца. В течение 1837–1852 гг. в результате проведения строительных работ первоначальный вид дворца был несколько изменен, а на фундаменте южного флигеля возведена четырехэтажная башня (вначале она была трехэтажной). Башня оказалась тяжеловатой, не соответствующей архитектурному облику дворца, но подчеркивала его роль в парковой композиции, а также заняла важное место в силуэте города, стала его архитектурным символом и служит им до сегодняшних дней.

В 1870–1899 гг. по проекту академика архитектуры Евгения Червинского недалеко от собора была построена богато декорированная, в псевдорусском стиле, часовня – усыпальница князей Паскевичей. На этом формирование дворцового ансамбля завершилось [107]. Одновременно с его строительством шло формирование дворцового парка.

В начале XX в. завершилось формирование единого паркового ансамбля высокой художественной ценности. Он был обнесен высокой каменной стеной, занимал площадь около 25 га и своими размерами соответствовал величественному дворцу, который доминировал в парковых пейзажах и хорошо просматривался со многих точек. По воспоминаниям современников, в парке было много клумб, стояли беседки и павильоны, по главным аллеям установлены были мраморные статуи, дорожки просыпаны песком и хорошо утрамбованы. В 1919 г. парку было присвоено имя А. В. Луначарского.

По данным инвентаризации 1934 г., проведенной кафедрой лесоводства Белорусского лесотехнического института под руководством профессора А. П. Новикова, в парке насчитывалось 4500 деревьев. Дендрологический состав был представлен 40 видами.

В годы Великой Отечественной войны парк сильно пострадал. Одна четверть северной части парка была вырублена и превращена в кладбище. Дворец был разрушен, а большинство коллекций разграблено.

Первый в послевоенное время проект восстановления парка был разработан Белгоспроектом в 1954–1955 гг. Восстановление уникального ансамбля шло в последующие годы. В это время также были проведены работы по благоустройству и укреплению откосов набережной, благоустраивались газоны, дорожки, очищен пруд, установлены новые домики для лебедей, заасфальтирована значительная часть дорожек – таким образом, со временем комплекс приобрел современный вид.



Рисунок 1.50 – Гомель. Дворец Румянцевых-Паскевичей (конец XVIII – начало XIX в.)

Фото: Андрей Дыбовский, июль 2008 г.  
<http://globus.tut.by/gomel/index.htm#palace>

Из многих других памятников архитектуры Гомеля стоит обратить внимание на здание 1818 г. постройки, расположенное по адресу ул. Советская, 39. Именно в нем была открыта уникальная, первая в Российской империи, ланкастерская школа. Известно, что граф М. П. Румянцев – один из немногих государственных деятелей того времени, уделявших много внимания развитию образования. В надежде на распространение в Отечестве передового европейского метода обучения, разработанного английским педагогом Джозефом Ланкастером, М. П. Румянцев на свои средства строит школу в Гомеле и приглашает из Англии учителей, владеющих этой методикой. Однако, к сожалению, школа просуществовала недолго – после смерти графа она была закрыта, а здание приспособлено под другие цели. Увы, инвестиции в передовые образовательные технологии всегда в России считались делом неблагодарным и подозрительным: безграмотным народом во все времена легче управлять.

Из многих других исторических памятников Гомельского района отметим памятник архитектуры классицизма *Св.-Екатерининскую церковь* (1822 г.) в д. Гадичево и памятник архитектуры деревянного зодчества с элементами барокко – *Св.-Николаевскую церковь* (XVII в.) в д. Старая Белица.

Завершая путешествие по Восточному Полесью, попадаем в Добрушский район. Ничего удивительного, что для путешественника снова будет возможность изучить в этих местах археологическое наследие всех исторических периодов [13]. Около 30 воинских захоронений и братских могил (1941–1944 гг.), несмотря на их многочисленность на всей территории Полесья, не вызывает эффекта привыкания. Именно побывав у таких памятников, по-настоящему ощущаешь масштаб человеческой трагедии прошедшей войны.



В самом Добруше прекрасно сохранился еще один интереснейший исторический объект – памятник индустриальной архитектуры – *комплекс зданий бумажной фабрики* (1870-е гг.) князя Пашкевича, бывшей в дореволюционное время одним из самых крупных и передовых производств Российской империи.

Рисунок 1.51 – г. Добруш. Одно из зданий комплекса бумажной фабрики (1870-е гг.)

Фото: Андрей Дыбовский, июль 2005 г.  
<http://globus.tut.by/dobrush/index.htm#paper>

Памятник на границе трех стран (1975 г.) в населенном пункте Веселовка Добрушского района Гомельской области завершает наш краткий (и, возможно, субъективный) обзор исторических и культурных памятников Белорусского Полесья.



Рисунок 1.52 – Памятник на границе трех стран. Веселовка, Добрушский район, Гомельская область  
<http://globus.tut.by/veselovka/index.htm#pomnik>

#### 1.4. Особенности промышленного развития и характер сельскохозяйственного освоения в разрезе отдельных единиц административно-территориального деления

Территориально Белорусское Полесье расположено в основном в пределах Брестской и Гомельской областей Республики Беларусь (рис. 1.52). Незначительная его часть располагается в пределах Солигорского (около 2/3 территории) и Любанского (около 1/2 территории) районов Минской области и Глусского (около 1/6 части территории) района Могилевской области. В Брестской области полностью в пределах Белорусского Полесья расположены 9 административных районов (с запада на восток – это Брестский, Малоритский, Жабинковский, Кобринский, Дрогичинский, Ивановский, Пинский, Столинский и Лунинецкий районы), а в Гомельской области 13 административных районов (с запада на восток – это Житковичский, Лельчицкий, Петриковский, Октябрьский, Мозырский, Ельский, Калинковичский, Наровлянский, Хойникский, Речицкий, Брагинский, Лоевский и Добрушский районы). Значительной своей частью в пределах Белорусского Полесья расположены Каменецкий (около 2/3 территории района), Березовский (около 2/3 территории), Ивацевичский (около 2/3 территории) и Ганцевичский (около 3/4 территории) районы Брестской области, а также Светлогорский (около 5/6 территории), Жлобинский (около 1/2 его территории) и Гомельский (около 5/6 его территории) районы Гомельской области. Частично в пределах Белорусского Полесья также расположены Пружанский (около 1/6 его территории) и Ляховичский районы (около 1/4 его территории) Брестской области, а также Буда-Кошелевский (около 1/3 его территории) и Ветковский (около 1/3 его территории) районы Гомельской области.



Рисунок 1.53 – Положение Белорусского Полесья в разрезе единиц административно-территориального деления Республики Беларусь

В разрезе административных районов Белорусского Полесья в большей степени промышленность и в меньшей степени сельское хозяйство имеют определенные территориальные особенности.

Рассмотрим особенности промышленного и сельскохозяйственного освоения наиболее типичных административных районов Белорусского Полесья.

#### *Характеристика административных районов Брестской области*

**Брестский район.** Характеризуется разнообразием *промышленных предприятий*: ИП ЗАО «БЕЛС» (иностранное предприятие закрытое акционерное общество «БЕЛС») является одним из ведущих производителей офисной мебели в Республике Беларусь; ОАО «Чернавчицкий завод железобетонных изделий» специализируется на выпуске железобетонных изделий для промышленного и гражданского строительства, мелиорации и коммуникаций; ИООО «Профили ВОКС» является основным производителем в Беларуси винилового сайдинга, напольного плитуса и бесшовных панелей для внутренней отделки зданий; ООО «Производственно-коммерческая фирма «ЭОС» изготавливает кровати и ортопедические матрасы, в том числе детские; ИООО «ЛиндеГазБел» производит растворенный (баллонный) ацетилен, применяемый для газопламенной обработки металла; ООО «Мирана» занимается изготовлением продуктов питания (хрен, соусы, плодоовощные консервы); ООО «БЕЛТЕХКОМ» выпускает промышленные вентиляторы.

*Сельское хозяйство* района имеет ярко выраженный интенсивный характер □ его доля в общем объеме сельскохозяйственного производства Брестской области составляет около 10 %. Площадь сельхозугодий – 54,6 тыс. га, пашни – 36,3 тыс. га, сенокосов и пастбищ – 17,2 тыс. га (в том числе улучшенные – 15,0 тыс. га и естественные – 2,2 тыс. га). Качественная оценка сельхозугодий равна 34,3 балла (отдельных хозяйств – от 41,1 до 26), пашни – 34,6. Почвы сельскохозяйственных угодий дерново-подзолистые (31,8 %), дерново-подзолистые заболоченные (23,2 %), дерновые и дерново-карбонатные заболоченные (15,6 %), пойменные аллювиальные (15,7 %), торфяно-болотные (13,7 %) По механическому составу почвы района являются суглинистыми (7,5 %), супесчаными (57,6 %), песчаными (21,2 %), торфяными (13,7 %).

Основные отрасли сельского хозяйства – молочно-мясное животноводство, производство зерновых и кормовых культур. Выращиваются зерновые, кормовые культуры, рапс, картофель, овощи.

В агропромышленный комплекс района входят 10 открытых акционерных обществ: «Комаровка», птицефабрика «Медновская», «За мир», «Агро-сад «Рассвет», «ТК «Берестье», «Остромечево», селекционно-гибридный центр «Западный», «Молодая гвардия», «Племзавод «Мухавец», «Чернавчицы», коммунальное унитарное предприятие «Совхоз «Брестский», производственное унитарное предприятие «Прилуцкая сторона». Агротехническое обслуживание сельскохозяйственных организаций производит ОАО «Брестский райагросервис».

Всего в сельском хозяйстве занято более пяти тысяч человек. На каждого работника приходится примерно 11 га сельхозугодий, в том числе пашни – 7,3 га. Средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур составляет около 45 ц/га, при этом в наиболее передовых хозяйствах района из года в год собирают более 50 центнеров с гектара (ОАО «Остромечево», ОАО «Агро-сад «Рассвет»).

Поголовье крупного рогатого скота в районе составляет более 49 тысяч голов. Валовое производство молока стабильно превышает 100 тыс. тонн, мяса – около 42 тыс. тонн. Локомотивами животноводческой отрасли района можно назвать комплексы в ОАО «Остромечево» (специализируется на производстве говядины) и ОАО «СПЦ «Западный» (производство свинины). На территории района работает узкоспециализированный тепличный комбинат (ОАО «ТК Берестье»).

Важным элементом аграрного потенциала Брестского района являются личные подворья жителей села. У населения ежегодно закупается более одной тысячи тонн молока и сорока тонн мяса. В ОАО «Остромечево» имеется колбасный цех, мукомольный цех со своей хлебопекарней, а также цех по выращиванию норок, пошиву шапок и других изделий из меха.

**Каменецкий район.** Обладает *промышленным потенциалом и разнообразием промышленных предприятий*: ООО «Агропродукт» занимается производством неочищенных масел и жиров; ОАО «Беловежские сыры» производит молочные продукты (сыры твердые, мягкий сыр, масло сливочное); производственное унитарное предприятие «Каменецкий кооппром» обеспечивает население района хлебобулочными изделиями; производственный цех СП «Санта-Бремор» ООО перерабатывает рыбу; ОАО «Верховичский крахмальный завод» производит крахмал, который реализуется в Республике Беларусь и за её пределами, кроме того, на предприятии имеется цех по распиловке древесины и организована расфасовка биогрунта для посадки растений; совместное общество с ограниченной ответственностью «РИОНА СИЭМЖИ» производит изделия из полимерной пленки и стрейч-рукава, полимерную упаковку со слив-этикеткой (формовка стаканов с последующим нанесением и усадкой этикетки на их коническую поверхность), используемую предприятиями молочной промышленности

для упаковки йогуртов, творожных масс и других кисломолочных продуктов; производственное унитарное предприятие «БО АЛЛУР» выпускает изделия из плоского стекла (пилочки маникюрные различной величины и дизайна); общество с ограниченной ответственностью «АрмикИнвест» производит пельмени, манты, чебуреки.

*Сельское хозяйство района* имеет ярко выраженную животноводческую специализацию. поголовье крупного рогатого скота в его хозяйствах составляет 60 771 (из них поголовье коров 20 186), поголовье свиней – 114 653. Ежегодно производится около 56,5 тыс. тонн молока. Удой на корову по району составляет 2816 кг, товарность молока – 90,7 % (продажа молока по району сортом «Экстра» и «Высший» составляет около 90 % от общего количества реализованного молока).

Производство (выращивание) скота – около 30 тыс. тонн мяса в год. Среднесуточные привесы КРС составляют около 605 г, среднесуточные привесы свиней – около 640 г.

Удельный вес озимых культур в структуре посевных площадей составляет около 34 %, яровых культур – около 52 %. К уборке площадь зерновых и зернобобовых культур составляет 53 % в структуре пахотных земель района.

Кормовые угодья в структуре сельскохозяйственных земель района – 40 % площадей, представленных кукурузой на зеленый корм (около 10,5 тыс. га), многолетними травами (около 9 тыс. га), однолетними кормовыми культурами первого срока сева (около 4 тыс. га).

В сельскохозяйственных организациях района занято 3825 человек (на 2017 г.).

**Малоритский район.** Характеризуется узкой специализацией промышленности. Производителями промышленной продукции являются три предприятия: ОАО «Малоритский КОСК» – 47,7 % производства промышленной продукции района, СЗАО «КварцМелПром» – 30,7 % и КУМПП ЖКХ «Малоритское ЖКХ» – 21,6 % соответственно. ОАО «Малоритский КОСК» (Малоритский консервно-овощесушильный комбинат) является одним из крупнейших в Республике Беларусь производителей детского питания и диетических продуктов, а также фруктовых и овощных соков, овощных маринадов, джемов и т. п. (производит более 160 наименований продукции). СЗАО «КварцМелПром» специализируется на производстве строительных материалов, основная продукция – это силикатный кирпич разных цветов, рустированные (имитация природного камня), цветные и утолщенные газосиликатные блоки, крупноформатные силикатные камни (блоки) различной геометрии.

*Сельское хозяйство* является основной отраслью экономики района и специализируется на молочно-мясном скотоводстве. Также развито зерновое производство, овощеводство, кормопроизводство. Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 52,0 тыс. га, в том числе пахотных земель – 25,0 тыс. га. За сельскохозяйственными организациями района закреплено 46,0 тыс. га, в том числе пахотных земель – 21,7 тыс. га. Удельный вес мелиорированных (осушенных) земель составляет 73,1 %. Осушенные торфяники в основном мелкозалежные, подверженные ускоренной минерализации в низкоплодородные песчаные почвы. Балл плодородия земельных угодий самый низкий в Брестской области: селхозугодий – 27,0 (в среднем по области – 29,5), пашни – 27,3 (в среднем по области – 31,9).

Производство молока составляет около 70 тыс. тонн в год, при удое на корову около 5500 кг. Для двух хозяйств района (СПК «Доропеевичи» и СУП «Савушкино») характерен интенсивный характер производства молока – удой на корову здесь превышает 7500 кг.

**Кобринский район** отличается разнообразием промышленных предприятий. Структура промышленности по отраслям: 48,1 % – пищевая промышленность, 27,1 % – производство пластмассовых игрушек, 7,1 % – машиностроение, 8,2 % – легкая промышленность, 4,4 % – производство и распределение электроэнергии, пара и воды, 0,5 % – деревообработка, 4,6 % – прочие. Всего в районе функционирует 19 промышленных предприятий: ОАО «САЛЕО-Кобрин» специализируется на производстве гидроцилиндров для автомобилей и грузоподъемных машин (на заводе освоен выпуск более 300 типоразмеров гидроцилиндров к автомобилям МАЗ, тракторам МТЗ, фронтальным погрузчикам, различной дорожно-строительной технике и сельхозмашинам); ОАО «Грушевский РМЗ» (Грушевский ремонтно-механический завод) осуществляет производство мелиоративного оборудования, ремонт оборудования насосных станций, производство запчастей к экскаваторам, строительных металлоконструкций, обработку древесины и производство столярных изделий; ОАО «Кобрин-Дизайн» выпускает столярные изделия (полная заводская готовность) – евроокна с поворотнo-откидным механизмом и двухкамерными стеклопакетами, двери внутренние глухие и остекленные из массива сосны, дверные блоки из МДФ, оконные блоки из профиля ПВХ; филиал ОАО «Берестейский пекарь» Кобринский хлебозавод производит ежедневно до 15 тонн хлебобулочных изделий и 1,6 тонны кондитерских изделий; ОАО «Кобринская швейная фирма «Лона» специализируется на выпуске курток спортивно-бытового назначения для всех возрастных групп, пальто женских, мужских и детских, комбинезонов и полукомбинезонов взрослых и детских, брюк, шорт, платьев, жилетов, спецодежды;



ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод» является одним из крупнейших предприятий молочной промышленности республики по производству твердых сычужных сыров, перерабатывает до 240 тонн молока в сутки и выпускает более 150 наименований продукции (сыры твердые сычужные, масло животное, мягкие и плавленые сыры, мороженое, десерты, пудинги, майонезы, соусы томатные, горчица, молоко сухое, обезжиренное, молочный сахар-сырец, сыворотка молочная сухая); ОАО «Кобринский инструментальный завод «СИТОМО» специализируется на выпуске широкой гаммы слесарно-монтажного инструмента, технологической оснастки, ассортимент выпускаемой продукции насчитывает около ста наименований ручного инструмента (ключи гаечные двухсторонние, ключи комбинированные с открытым и закрытым зевом, ключи с кольцевым зевом, сменные головки размером от 8 до 22 мм, ножницы пряморежущие и для фигурной резки металла, молотки слесарные, зубила слесарные, наборы самой разной комплектации, клейма ручные, цифровые и буквенные стальные и оснащенные вставками из твердого сплава); ОАО «Кобринагромаш» выпускает жгуты, провода для автотранспортного электрооборудования, кабельную продукцию; ОАО «Ручайка» занято производством технических тканей и пряжи ткацкого и трикотажного назначения, основной продукцией являются смесовая штапельная пряжа ткацкого и трикотажного назначения (одноточная и крученая), ткани смесовые технические для кожно-галантерейной, резинотехнической промышленности, производства медицинских изделий, фильтровальных материалов, дорожного строительства, теплоизоляция, текстильные материалы с нанесением ПВХ композиций; ОАО «Кобриндрев» специализируется на выпуске изделий из дерева, среди них наружные и внутренние деревянные двери, профильные детали из древесины, подоконная доска, плинтус, наличники, обшивка, окна деревянные раздельной конструкции со стеклом снаружи и стеклопакетом, стеклопакеты клееные строительного назначения, деревянные балконные двери раздельной конструкции со стеклом снаружи и стеклопакетом; ОАО «Кобринский Химик» специализируется на выпуске металлопрофиля, металлочерепицы, пенополистирола; совместное предприятие СООО «ПП Полесье» производит высококачественные детские пластмассовые игрушки (ассортимент продукции постоянно обновляется, она пользуется большим покупательским спросом на всей территории Беларуси, России, вне стран СНГ).

*Сельское хозяйство* района имеет интенсивный характер. В состав агропромышленного комплекса Кобринского района входят 22 сельскохозяйственных предприятия: 1 сельскохозяйственный производственный кооператив, 16 открытых акционерных обществ, коммунальное сельскохозяйственное унитарное предприятие «Племенной завод «Дружба», дочернее сельскохозяйственное унитарное предприятие «Сельхоз-Повитье», иностранное общество с ограниченной ответственностью «БиссолоГабриэлеФарм», общество с ограниченной ответственностью «КантриМилк», государственное сортоиспытательное учреждение. В районе зарегистрировано 73 крестьянских фермерских хозяйства. За ними закреплено 3,5 тыс. га земель, в том числе сельхозугодий – 3 тыс. га (из них 1,8 тыс. га пашни).

Земли сельскохозяйственного использования занимают около 94 тыс. га, в том числе пашня □ около 56 тыс. га. Балл сельхозугодий – 29,7, балл пашни – 30,3.

Район специализируется на производстве мяса, молока, зерна, сахарной свеклы и рапса.

На 1 октября 2017 г. численность поголовья крупного рогатого скота составила 58 956, в том числе коров – 19 823. Валовой надой молока ежегодно составляет около 76,5 тыс. тонн. Наибольший удельный вес в производстве молока занимают 4 хозяйства района: ОАО «Городец-агро», СПК «Восходящая заря», ОАО «Радонежское» и ОАО «Стригово», их доля в общем объеме производства молока составляет 40,2 %.

Удой на 1 корову в среднем по району составляет около 5 тыс. кг в год. Двадцать хозяйств района производят молоко сорта «Экстра». Среднесуточные привесы крупного рогатого скота в среднем по району составляют около 590 г, среднесуточные привесы свиней – 660 г. ОАО «Кобринская птицефабрика» специализируется на производстве яиц, производя около 110 млн штук яиц в год.

**Дрогичинский район.** Характеризуется наличием промышленных предприятий различных отраслей. Деятельность осуществляют 7 предприятий промышленности: ОАО «Дрогичинский комбикормовый завод» производит комбикорма для крупного рогатого скота, свиней, сельскохозяйственной птицы, рыб, белково-витаминные минеральные добавки, обеспечивает премиксами все комбикормовые предприятия области, а также выполняет заявки из-за пределов области; ОАО «Дрогичинский трактороремонтный завод» специализируется по выпуску промышленной продукции сельскохозяйственного назначения, изготовлении запасных частей к различным видам сельскохозяйственной техники, выпуске товаров народного потребления, литье чугуна, основные виды выпускаемой продукции – тракторные самосвальные прицепы, агрегаты для обработки почвы, вакуумные насосы,



устройства для отвода сточных вод с мостов и путепроводов, комплектующие комбайнов производства ПО «Гомсельмаш», чугунное литье для животноводческих ферм, запасные части к сельскохозяйственным машинам и оборудованию, товары народного потребления (печное литьё для индивидуальных жилых помещений, садовый инструмент, чугунные декоративные ограды); ОАО «Экзон» производит товары медицинского назначения □ сиропы (алтея, девясила, подорожника, чабреца, шиповника, трависила и др.), гематогены, сыпучие препараты (порошок аскорбиновой кислоты, кальцинулин), таблетки (аскорбиновая кислота, глюкоза в ассортименте, Трависил, Рэникзон, Апивит), полуфабрикаты для предприятий пищевой промышленности (сироп мальтозный, патока крахмальная карамельная ферментативная, кукурузный крахмал высшего сорта, глютен кукурузный сухой высшего сорта), основными потребителями которой являются предприятия концерна «Белгоспищепром» (ОАО СП «Спартак», ОАО СП «Ивкон», ОАО «Красный Мозырянин», ОАО «Красный Пищевик», ОАО «Коммунарка»), «Белкоопсоюза» и предприятия Минсельхозпрода; совместное белорусско-российское предприятие «Фрост и К» осуществляет производство минеральной и питьевой воды «Фрост», занимая около 20 % рынка минеральных вод в Республике Беларусь; ОАО «Антопольская ватно-пряделная фабрика» специализируется на изготовлении: товаров народного потребления (на матрацники взрослые, детские, подростковые, для поездов дальнего следования; одеяла, подушки спальные, комплекты в детскую кроватку), нетканые материалы (ватин полушерстяной, ватин синтетический, полотно объемное полиэфирное термоскрепленное, пряжа полушерстяная, льносодержащая и из искусственных волокон); коммунальное унитарное многоотраслевое производственное предприятие жилищно-коммунального хозяйства «Дрогичинское жилищно-коммунальное хозяйство» оказывает жилищно-коммунальные услуги населению, предприятиям и организациям города и района по водоснабжению, водоотведению, котельному хозяйству, обслуживанию жилищного фонда, санитарной очистке, банному и ритуальному обслуживанию.

*Сельское хозяйство* является основной отраслью экономики района. Представлено десятью открытыми акционерными обществами, государственными предприятиями «Племенной завод «Закозельский» и «Гутово», одним сельскохозяйственным производственным кооперативом, а также двумя акционерными обществами, которые имеют сельскохозяйственные участки.

В аграрном секторе экономики занято около трёх тысяч человек, или третья часть от общего числа работающих в сфере материального производства. Общая площадь землепользования в хозяйствах района составляет 89,2 тыс. га, из них земли сельскохозяйственного пользования – 77,1 тыс. га (в том числе пашня – 37,8 тыс. га). Кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий составляет 29,3 балла, пашни – 30,4 балла (балл плодородия – 28,5 и 30,0 соответственно).

Ежегодно производится около 70 тыс. тонн молока. Надои молока от одной коровы составляют около 4300 кг.

Численность поголовья крупного рогатого скота – около 48 тыс. голов, в том числе поголовье коров – около 18 тыс. голов. Поголовье свиней – около 21 тыс. голов. Среднесуточный привес КРС на выращивании и откорме составляет около 570 г, свиней – 500 г.

**Ивановский район.** Характеризуется наличием *промышленных предприятий различных отраслей*. На территории района осуществляют свою деятельность пять промышленных предприятий: ОАО «Белсолод» – одно из ведущих предприятий Республики Беларусь по выпуску светлого пивоваренного ячменного солода, который используется для производства различных сортов пива; ОАО «Мекосан» производит разнообразное оборудование для внесения средств химизации сельского хозяйства; ОАО «Ивановский райагросервис» представляет собой многопрофильное предприятие, состоящее из десяти подразделений (цех по производству металлоизделий выпускает запасные части к сельхозмашинам, оборудование для животноводческих ферм; цех по ремонту и техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники занимается ремонтом и техническим обслуживанием зерно- и кормоуборочных комбайнов, тракторов; механизированный отряд оказывает услуги сельскохозяйственным предприятиям, фермерским хозяйствам и населению по подготовке почвы, выращиванию сельхозкультур, заготовке кормов; база химизации обеспечивает сельскохозяйственные предприятия района минеральными удобрениями, химическими и биологическими средствами защиты растений; транспортный цех занимается перевозкой строительных и сельскохозяйственных грузов, минеральных удобрений; станция диагностики транспортных средств производит государственный технический осмотр грузовых и легковых автомобилей, автобусов и мотоциклов; передвижная механизированная колонна осуществляет монтаж и ремонт систем водоснабжения, канализации и отопления жилых домов, монтаж сельскохозяйственного оборудования; торговая база техники занимается оптовой и розничной торговлей товарами производственно-технического назначения, строительными и потребительскими товарами); филиал Ивановского райпо «Кооппром» производит хлеб, хлебобулочные, ма-

каронные и колбасные изделия и полуфабрикаты, выпускает швейные изделия; КУИПП ЖКХ «Ивановское ЖКХ» оказывает услуги по водоснабжению, водоотведению, теплоснабжению, транспортировке теплоэнергии, содержанию и текущему ремонту жилфонда, сбору, вывозу и обезвреживанию твердых бытовых отходов и нечистот, благоустройству города, ритуальные услуги, услуги бань.

*Сельское хозяйство* района специализируется на производстве молока, мяса, выращивании зерна, сахарной свеклы, рапса, картофеля, овощей и кормовых культур. В состав агропромышленного комплекса района входит 13 ОАО («Машеровский», «Октябрь-Агро», «Дружиловичи», «Агро-Мотоль», «Псыщево-Агро», «Ополь-Агро», «Бакуново», «Заря-Агро», «Тышковичи-Агро», «Боровица», «Снитово-Агро», «Горбаха», «Достоево»), 2 унитарных предприятия («Ляховичское-Агро», «Молодово-Агро»), предприятие по обслуживанию агропромышленного комплекса ОАО «Ивановский райагросервис». Обслуживают сельскохозяйственные организации также учреждение «Ивановская районная ветеринарная станция», Ивановский филиал РСУП «Брестплемпредприятие», районная станция по семеноводству, карантину и защите растений. В районе имеется учебный центр подготовки, повышения квалификации и переподготовки работников сельского хозяйства.

В районе осуществляют деятельность 28 крестьянских (фермерских) хозяйств, которые в основном занимаются производством растениеводческой продукции.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий в сельхозорганизациях района составляет около 71,5 тыс. га, в том числе 42,9 тыс. га – пашня. Балл плодородия сельхозугодий – 28,7, пашни – 29,9.

Производством молока и мяса, а также выращиванием зерновых, рапса и кормовых культур занимаются все сельскохозяйственные организации, по остальным культурам определена четкая специализация.

Производством сахарной свеклы занимаются 5 хозяйств: ОАО «Снитово-Агро», ОАО «Горбаха», ОАО «Машеровский», УП «Ляховичское-Агро», ОАО «Бакуново», картофеля – 5 хозяйств: УП «Ляховичское-Агро», ОАО «Агро-Мотоль», ОАО «Псыщево-Агро», ОАО «Ополь-Агро», ОАО «Тышковичи-Агро», овощей – 4 хозяйства: ОАО «Снитово-Агро», ОАО «Агро-Мотоль», ОАО «Ополь-Агро», ОАО «Тышковичи-Агро».

В ОАО «Псыщево-Агро» имеется цех по переработке молока, на котором ежегодно производится около 100 тонн сыра.

**Пинский район.** Характеризуется разнообразием *промышленных предприятий*. Промышленную отрасль района представляют 7 предприятий: ОАО «Пинский винодельческий завод», Городищенская мебельная фабрика ЗАО «Холдинговая компания Пинскдрев», ПУП «Масс Мебеленд» ЗАО «Холдинговая компания Пинскдрев», ПУП «Пинский коопром» и КУМПП «Пинское районное ЖКХ», ПУП «Фабрика матрасов», ЗАО «Белмедматериалы». Основной удельный вес в производстве промышленной продукции занимает ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев», в объеме промышленного производства преобладает производство мебели. Помимо этого, промышленными предприятиями района производятся вино, швейные, хлебобулочные, кондитерские, мясные и колбасные изделия, теплоэнергия. Для производства новых промышленных товаров в районе имеются следующие полезные ископаемые: мел (Логишин), глинистое сырье для производства керамики (Велесница, Осница, Плянты), питьевая вода на базе месторождения «Ботово».

*Сельское хозяйство* является ведущей отраслью экономики района. В животноводстве район специализируется на производстве молока и мяса, в растениеводстве – на выращивании зерновых культур, сахарной свеклы, рапса, картофеля, а также кормопроизводстве. За сельхозпроизводителями закреплено 121 тыс. га сельхозугодий (из них около 67 % осушенные земли), в том числе 58,5 тыс. га пашни. Удельный вес пашни в сельхозугодьях составляет 48 %. Плодородие сельскохозяйственных угодий составляет 28 баллов, в том числе плодородие пашни – 28,5 балла.

**Лунинецкий район.** Характеризуется наличием *промышленных предприятий различных отраслей*. Предприятия района относятся к горнодобывающей и обрабатывающей промышленности. Деятельность осуществляют 12 промышленных предприятий, наиболее крупными из которых являются: РУПП «Гранит», ОАО «Полесьэлектромаш», ОАО «Спецжелезобетон», ОАО «Лунинецлес», ОАО «Лунинецкий молочный завод», филиал «Лунинецкий хлебозавод» ОАО «Берестейский пекарь», частное предприятие «Виктория». Предприятия производят разнообразную продукцию производственно-технического назначения, в том числе щебень гранитный, электродвигатели переменного тока, пиломатериалы, сталь, железобетонные трубы различных диаметров, железобетонные элементы благоустройства (плитка тротуарная, борт тротуарный и дорожный), пленку полиэтиленовую, колбасные, хлебобулочные и кондитерские изделия, масло животное, цельное и сухое молоко, творог, йогурт, литую алюминиевую посуду и другие товары. Всего выпускается более 70 важнейших видов продукции. На экспорт поставляются щебень, изделия из древесины, пиломатериалы, электродвига-

тели, плитка тротуарная, железобетонные напорные и безнапорные трубы, сухое обезжиренное молоко, масло животное, литая алюминиевая посуда, мясные изделия, картофель, овощи, ягоды.

*Сельское хозяйство* района специализируется на производстве молока и мяса, выращивании зерновых культур, сахарной свеклы, рапса, картофеля, а также на производстве кормов. В состав агропромышленного комплекса района входят 9 коммунальных сельскохозяйственных унитарных предприятий, 2 открытых акционерных общества, 1 сельскохозяйственный производственный кооператив, филиал «Лобчанское» ОАО «Лунинецкий молочный завод», ЧСУП «Редигерово-Агро», КУП «Межлесское», РУП «Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства».

В сельскохозяйственных организациях трудится более 2 тыс. 800 человек. Площадь сельскохозяйственных земель составляет 75,6 тыс. га, в том числе пахотных земель – 40 тыс. га, луговых земель – 35 тыс. га. Численность крупного рогатого скота составляет более 40 тыс. голов.

**Столинский район.** *Промышленный комплекс* района главным образом ориентирован на переработку местного сырья и сельхозпродукции. Предприятия Столинщины производят плодоовощные консервы, молочные, хлебобулочные, кондитерские и колбасные изделия, стеновые материалы, электротовары, торф фрезерный, торфобрикет и другие виды продукции. Наибольший удельный вес в общем объеме промышленного производства района занимают ОАО «Давид-Городокский электромеханический завод», ОАО «Горынский агрокомбинат», ОАО «Горынский комбинат строительных материалов»: Давид-Городокский электромеханический завод выпускает комплектующие к холодильникам «Атлант», электропаяльники, обогреватели электрические, приводы электрические для микроволновых печей, газовых плит и других приборов, звонки электронные дверные, шнуры армированные, распределительные колодки; Горынский агрокомбинат производит широкий ассортимент овощных и фруктовых консервов – натуральные и закусочные консервы, салаты, первые и вторые обеденные блюда, маринады, томатные, овощные и фруктовые соки с мякотью, фруктовые соки восстановленные, березовый сок, компоты, повидло; Горынский комбинат строительных материалов изготавливает керамический кирпич, обладающий высокими морозостойкостью и термостойкостью. Следует отметить также ряд других промышленных предприятий района: производственный филиал ОАО «Савушкин продукт» в г. Столине занимается производством твердого сыра; филиал Столинского райпо «Столинзаготпромторг» занимается переработкой мяса и изготовлением мясных продуктов; филиалы ОАО «Берестейский пекарь» – Столинский и Давид-Городокский хлебозаводы – являются основными предприятиями по производству хлебобулочных и кондитерских изделий Столинского района; ОАО «Торфопредприятие Глинка» осуществляет производство торфяных брикетов, верхового кипованного торфа и торфа для сельского хозяйства.

*Сельское хозяйство* района специализируется на производстве продукции животноводства мясомолочного направления. В растениеводстве наибольшее развитие получило возделывание зерновых культур, сахарной свеклы, рапса, картофеля и кормопроизводство. В валовой продукции сельского хозяйства продукция животноводства составляет 57%, растениеводства – 43 %.

В состав агропромышленного комплекса района входит 19 сельскохозяйственных организаций: 1 сельскохозяйственный производственный кооператив, 11 коммунальных сельскохозяйственных унитарных предприятия, 1 коммунальное унитарное производственное предприятие, 6 открытых акционерных обществ и предприятие по обслуживанию агропромышленного комплекса ОАО «Столинрайагросервис». В сельскохозяйственных организациях трудится около 4480 человек, в том числе около 800 специалистов.

Сельскохозяйственные угодья занимают 92 тыс. га, или 30 % от общей земельной площади района, в том числе пашни – 37 тыс. га, распаханность составляет 39 %. Луговые угодья составляют 55 тыс. га, в том числе естественные 21,7 тыс. га, или 39,4 % от всех лугопастбищных угодий. Средний балл сельхозугодий составляет 28,9, пашни – 30,6.

В районе зарегистрировано 44 фермерских хозяйства, за которыми закреплено 1745 га земли, сельхозугодий – 1509 га, в том числе пашни – 901 га. Основное направление их специализации – производство овощей.

В районе насчитывается 19 944 личных подсобных хозяйства. За ними закреплено 6781 га земли, в том числе 6587 га пашни.

#### *Характеристика административных районов Гомельской области*

**Житковичский район.** Характеризуется *неоднородностью развития отраслей промышленности*. В общем объеме выпуска продукции 75,8 % приходится на ОАО «Туровский молочный комбинат», 6,8 % – на КУП «Житковичский коммунальник», 6,8 % – на ОАО «Сатурн-1», 4,9 % – на ОАО «Житковичский торфобрикетный завод», 3,9 % – на ОАО «Житковичский моторостроительный завод» и 1,8 % – на ОАО «Житковичлес». ОАО «Туровский молочный комбинат» перерабатывает до

320 тонн молока в сутки и выпускает широкую гамму молочной продукции. КУП «Житковичский коммунальник» осуществляет эксплуатацию котельных, тепловых сетей, выработку и реализацию тепловой энергии потребителям, выполнение ремонтных и строительно-монтажных работ на объектах теплового хозяйства, эксплуатацию и ремонт жилищного фонда, предоставление коммунальных услуг (водоснабжение, водоотведение, саночистка), услуг бани, гостиницы, оказание ритуальных услуг. ОАО «Сатурн-1» изготавливает металлоконструкции для строительной отрасли, металлоизделия железнодорожного назначения, продукции горнорудной и нефтедобывающей отрасли. ОАО «Житковичский торфобрикетный завод» производит топливные торфяные брикеты, торф топливный и фрезерный, сушенку торфяную сепарированную, торф для приготовления компостов, грунт торфяной питательный. ОАО «Житковичский моторостроительный завод» выпускает шестеренные насосы, поршни, ремонтно-групповые комплекты, шкивы коленчатого вала, шестерни, другие комплектующие моторов. ОАО «Житковичлес» осуществляет заготовку древесины (ежегодный объем заготовки до 110 тыс. куб. м), производит круглые лесоматериалы, пиломатериалы.

*Сельское хозяйство* района имеет ярко выраженную животноводческую специализацию. Удельный вес в объеме производства продукции в сопоставимых ценах в общественном секторе занимают: ОАО «Туровщина» – 34,6 %, КХ Шруба М. Г. – 17,5 %, ОАО «Приозерское-Агро» – 11,6 %, КСУП «Коленское» – 10,2 %, ОАО «Люденевичи» – 10,1 %, КСУП «Красный Бор» – 7,2 %, «Белев» – 4,8 %, ОАО «Дяковичи» – 2,2 %, отд. «Хлупин» – 1,6 %. В объеме производства сельскохозяйственной продукции 88,2 % составляет продукция животноводства и 11,8 % – продукция растениеводства. В структуре валовой продукции производство молока занимает 55,7 %, мяса КРС – 22,5 %, мяса свиней – 8,5 %, производство кормов – 11,3 %. Производство молока ежегодно составляет около 24 тыс. тонн. Удой молока на одну корову – в среднем около 2600 кг. Товарность молока – 88,6 % (сорт экстра – 85,7 %, высший сорт – 11,3 %, первый сорт – 3,0 %).

Производство мяса крупного рогатого скота ежегодно составляет около 2500 тонн. Среднесуточный привес в среднем по району составляет около 630 грамм.

Поголовье крупного рогатого скота в пределах района составляет около 34 000 голов, в том числе коров – около 9800 голов.

**Петриковский район.** Характеризуется узкой специализацией промышленности. Производство промышленной продукции в районе осуществляют: филиал Республиканского производственно-торгового унитарного предприятия «Беларусьторг» выпускает топливные гранулы из опилок; участок по производству керамзита завода КПД ОАО «Гомельский домостроительный комбинат» производит пористые заполнители; ОАО «Петриковский комбинат бытового обслуживания» изготавливает швейные и трикотажные изделия, изделия из бетона и дерева; коммунальное производственное унитарное предприятие «Петриковский райжилкомхоз» производит и распределяет электроэнергию, теплоэнергию и воду; Петриковский филиал частного производственного унитарного предприятия «Калинковичский молочный комбинат» выпускает цельномолочную продукцию и мягкие сыры.

Специализация *сельского хозяйства района* – молочно-мясное скотоводство с развитым производством зерновых в растениеводстве. Ограничивает развитие сельского хозяйства высокая лесистость района – около 55 % площади занято лесами, под сельскохозяйственными угодьями – только 88 тыс. га.

**Мозырский район.** Промышленными предприятиями района представлены практически все отрасли народного хозяйства: химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка, лесная и деревообрабатывающая промышленность, топливная промышленность, электроэнергетика, пищевая и легкая промышленность. Основные промышленные предприятия: ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» осуществляет производство автомобильного бензина, дизельного топлива, мазута, битума; ОАО «Мозырсьоль» занимается добычей и производством пищевой соли и соли для промышленных целей; ОАО «Беларускабель» производит монтажные и теплостойкие провода, силовые и контрольные кабели, кабели управления и передачи данных различных модификаций, кабели радиочастотные и провода различного специального назначения с жилой из медной и алюминиевой проволоки; ОАО «Мозырский машиностроительный завод» осуществляет производство лесозаготовительной, сельскохозяйственной техники; Республиканское производственное унитарное предприятие «Мозырский деревообрабатывающий комбинат» занимается деревообработкой, производством изолирующих ДВП плит, пиломатериалов, мебели; коммунальное производственное унитарное предприятие «Мозырские молочные продукты» осуществляет производство цельномолочной продукции.

*Сельское хозяйство* является важной отраслью экономики района. Аграрный сектор представлен КСУП «Совхоз-комбинат «Заря», КСУП «Козенки-агро», КСУП «Слободское имени Ленина»,

КСУП «Осовец», КСУП «Мозырская овощная фабрика», РСУП «Экспериментальная база «Криничная», ГСХУ «Мозырская сортоиспытательная станция». В сельскохозяйственном производстве района занято около 2500 человек.

Поголовье крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях района составляет около 29 тыс. голов. Поголовье коров основного стада – около 8100 голов. Удой на одну корову в сельскохозяйственных организациях района – около 6200 кг. Среднесуточные привесы крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях Мозырского района составляют около 730 г.

**Ельский район.** Промышленность района сосредоточена в административном центре – городе Ельск. Промышленный потенциал района составляют 5 предприятий: ОАО «Ельский консервный завод», ОАО «Ельский агросервис», ОАО «Ельский КБО», филиал РПУП «Мозырский ДОК», Ельская мебельная фабрика относится к обрабатывающей промышленности, а КЖЭУП «Ельское» – к производству и распределению электроэнергии, газа и воды. Одним из старейших и градообразующих предприятий является Ельская мебельная фабрика, филиал РПУП «Мозырский деревообрабатывающий комбинат», которая специализируется на выпуске стульев и столов из натурального дерева. Значительный вес в промышленном производстве района занимает ОАО «Ельский консервный завод», выпускающий плодоовощные консервы и соки. ОАО «Ельский агросервис» производит сырое, фильтрованное растительное масло и гранулированный жмых из маслосемян.

**Сельское хозяйство** района специализируется на производстве молока, мяса, зерновых, картофеля и кукурузы. В состав агропромышленного комплекса входят: 6 коммунальных сельскохозяйственных унитарных предприятий: «Добрынь», «Ельск», «Ельское Полесье», «Подгалье», «Скороднянский», «Совхоз «Коммунист». Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур в данных организациях составляет более 23 тыс. га. Реализация мяса скота в живом весе в среднем за год – более 2,6 тыс. тонн, производство молока – более 30 тыс. тонн.

**Калинковичский район.** Характеризуется *разнообразием промышленных предприятий*. В промышленный комплекс района входит 12 предприятий: ОАО «Калинковичский завод железобетонных изделий», Калинковичский хлебозавод (филиал ОАО «Гомельхлебпром»), ОАО «Калинковичский мясокомбинат», ПУП «Калинковичский молочный комбинат», ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод», СООО «Белсыр», ОАО «Калинковичхлебопродукт», ОАО «Райбытуслуги», КПУП «Калинковичский мебельный комбинат», КПУП «Калинковичский завод бытовой химии», КУП «Коммунальник Калинковичский», ООО «Скар». Ведущей отраслью промышленности является пищевая (наиболее крупными промышленными предприятиями, удельный вес которых в сумме составляет более 85 % – ПУП «Калинковичский молочный комбинат», ОАО «Калинковичский мясокомбинат», ОАО «Калинковичхлебопродукт», СООО «Белсыр»).

ОАО «Калинковичский завод железобетонных изделий» выпускает железобетонные и неармированные изделия, стеновые блоки, металлические ограды и звенья заборов.

КПУП «Калинковичский завод бытовой химии» специализируется на производстве чистящих средств, красок акварельных и гуашевых, пластилина детского, клея ПВА универсального, гелеобразного моющего средства и другой продукции.

Государственное предприятие «Калинковичский мебельный комбинат» является производителем широкого ассортимента мебели для спальни, гостиной, прихожей, детской комнаты, а также мебели для ванных комнат и мягкой мебели.

**Сельское хозяйство** района специализируется на производстве молока, мяса, зерновых, картофеля и кукурузы. Аграрный сектор района представлен ОАО «Родина», ОАО «Прудокское», ОАО «Капличи», КСУП «Имени Кутузова», ЧСУП «Экспериментальная база «Липово», КСУП «Совхоз «Беларусь», КСУП «Березнянский», СПК «Дружба-Автюки», КСУП «50 лет БССР», ЧПУП «Якимовичи Агро», Филиал «Зеленочи» ОАО «Калинковичский мясокомбинат», Сельскохозяйственный филиал ЧУП «Калинковичский молочный комбинат», ОСП «Золотая дубрава» ОАО «Калинковичрай-агросервис», филиал «Дудичи» ОАО «Калинковичхлебопродукт», филиал «КПС «Домановичи» ОАО «Калинковичхлебопродукт», ЧСУП «Автюки».

**Наровлянский район.** Характеризуется *узкой специализацией промышленности*. Промышленный комплекс района представляют 2 предприятия: ОАО «Красный Мозырянин» и ДРУП «Наровлянский завод гидроаппаратуры». «Красный Мозырянин» выпускает широкий ассортимент зефиров, мармеладов, ирисов неглазированных и глазированных, помадных конфет, пастилы. «Наровлянский завод гидроаппаратуры» работает в кооперации с республиканским унитарным предприятием «Минский тракторный завод» и осуществляет работы по техническому, предпродажному и послегарантийному обслуживанию тракторов производства «МТЗ», производит присоединительную арматуру к рукавам высокого давления, швейные и вязаные изделия.

*Сельское хозяйство* района специализируется на молочно-мясном скотоводстве с развитым производством зерновых в растениеводстве. В состав агропромышленного комплекса района после проведения в 2009 г. реформирования (путем присоединения) входит 2 сельхозпредприятия: КУП «Владимировский-Головчицы» и КСУП «Братство».

**Хойникский район.** *Промышленность* района представлена широким спектром предприятий различных отраслей экономики: ОАО «Хойникский завод гидроаппаратуры» осуществляет производство гидравлических насосов и гидравлических систем, аппаратов для фильтрования и очистки, хозяйственной посуды и инвентаря, частей насосов и компрессоров для рукавов высокого давления, частей и принадлежностей тракторов; Республиканское унитарное предприятие «Хойникская фабрика художественных изделий» изготавливает изделия из соломы, люфы, белье постельное и столовое, одежду рабочую и форменную, перчатки, варежки; ОАО «Хойникский комбинат бытового обслуживания» выпускает постельное белье, одеяла, столовое белье, рабочую и форменную одежду, перчатки, варежки, ритуальные изделия; коммунальное жилищное унитарное предприятие «Хойникский коммунальник» осуществляет производство теплотенергии и воды; ОАО «Хойникский завод железобетонных изделий» изготавливает сборные железобетонные и бетонные конструкции и изделия, стеновые блоки, товарный бетон; коммунальное производственное унитарное предприятие «Хойникский ремонтный завод» осуществляет восстановительный ремонт двигателей и изготовление машиностроительных деталей; участок по производству комбикормов коммунального сельскохозяйственного унитарного предприятия «Совхоз-комбинат «Заря» производит комбикорма и сушку зерна; Полесский производственный участок г. Хойники ОАО «Милкавита» выпускает масло, сухую сыворотку, сыры твердые и мягкие, глазированные сырки, казеин; филиал «Торфобрикетный завод «Хойникский» РПУП «Гомельоблгаз» осуществляет производство топливных брикетов и агломерацию торфа; коммунальное производственное унитарное предприятие «МебельДревТорг» осуществляет производство мебели; государственное лесохозяйственное учреждение «Хойникский лесхоз» осуществляет лесозаготовки, распиловку и строгание древесины; ЗАО «Мозырьлес» Хойникский леспромхоз производит пиломатериалы и лесоматериалы; нехозрасчетный комбинат кооперативной промышленности Хойникского районного потребительского общества осуществляет производство хлебобулочных, кондитерских, швейных изделий и ритуальных принадлежностей; коммунальное полиграфическое унитарное предприятие «Полиграф» изготавливает различные виды бланочной, книжной, бумажно-беловой продукции, буклетов, листовок, плакатов.

*Сельское хозяйство* района специализируется на молочно-мясном скотоводстве с развитым производством зерновых в растениеводстве. Оно значительно пострадало в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Агросектор района представлен КСУП «Великоборский», КСУП «Имени И. П. Мележа», КСУП «Велетин», КСУП «Оревичи», КСУП «Судково», КСУП «Экспериментальная база «Стреличево», ОАО «Хойникский агросервис».

**Речицкий район.** Характеризуется *разнообразием промышленных предприятий*. Здесь производятся крепежные, горячеоцинкованные, текстильные, хлебобулочные, кондитерские изделия, мебель и продукция деревообработки. Основные предприятия района – ОАО «Речицкий метизный завод», ОАО «Речицкий комбинат хлебопродуктов», ОАО «Речицадрев», ОАО «Речицкий текстиль», ОАО «Речицадрев», УП «Донаприс». Их суммарный удельный вес в промышленном производстве района составляет более 62 %.

*Сельское хозяйство* района имеет ярко выраженный интенсивный характер. Район является одним из крупнейших производителей сельскохозяйственной продукции в области (его доля в областном сельхозпроизводстве составляет около 9 %) и специализируется на производстве зерна, картофеля, льна, овощей, молока и мяса. Агропромышленный комплекс района включает 13 предприятий. В сельскохозяйственном производстве занято около 3,5 тыс. человек. Площадь сельхозугодий составляет около 98,4 тыс. га, в том числе пашня – 50,5 тыс. га. поголовье крупного рогатого скота – 62 379 голов, в том числе коров – 17 379 голов, поголовье свиней – 35 214 голов.

**Брагинский район.** *Промышленность* района сильно пострадала от аварии на Чернобыльской АЭС. Основные промышленные предприятия находятся в Брагине и Комарине. На территории района есть лесхоз, районные сельхозхимия и агропромтехника, хлебозавод, комбинат стройматериалов.

*Сельское хозяйство* района специализируется на мясо-молочном животноводстве, выращивании зерновых культур, картофеля, семян рапса, кукурузы, семян многолетних трав. Около 30 % территории занимают леса. Часть территории района включена в Полесский радиационно-экологический заповедник. Под сельхозугодьями находится около 57 % территории района. Качество пахотных земель составляет 46 баллов, кормовых угодий – 30, всех сельхозугодий – 38 баллов. На территории района осуществляют свою деятельность 8 сельскохозяйственных предприятий: ОАО «Имени Жук-

ва», ОАО «Комаринский», ОАО «Маложинский», ОАО «Чемерисский», ОАО «Брагинский», ОАО «Брагинка», ОАО «Брагиагросервис», ОАО «Пераможник».

**Лоевский район.** *Промышленность* Лоевского района представлена 3 предприятиями: ПУП «Лоевский комбинат строительных материалов» ОАО «Полесьестрой», ОАО «Лоевский агротехсервис», КЖУП «Лоевский райжилкомхоз». Наибольший удельный вес в объемах промышленного производства района занимают КЖУП «Лоевский райжилкомхоз» (49,7 %) и ПУП «Лоевский комбинат строительных материалов» ОАО «Полесьестрой» (44,5 %). Представлены следующие виды экономической деятельности: производство неметаллических минеральных продуктов, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, услуги по ремонту оборудования. ПУП «Лоевский КСМ» ОАО «Полесьестрой» выпускает керамический кирпич. Производственная мощность комбината составляет 24 млн штук условного кирпича в год. ОАО «Лоевский агротехсервис» специализируется на ремонте сельскохозяйственной техники: тракторов, узлов и агрегатов к ним, кормоуборочных и зерноуборочных комбайнов.

*Сельское хозяйство* является основной отраслью экономики района. Сельскохозяйственные организации района специализируются в животноводческой отрасли на производстве мясо-молочной продукции, в растениеводческой отрасли – на производстве зерна, семян кукурузы, рапса, сои, подсолнечника и кормов.

Сельскохозяйственным производством в районе занимаются 6 коммунальных сельскохозяйственных унитарных предприятий: КСУП «Бывальки», КСУП «Днепровец», КСУП «Колпень-Агро», КСУП «Малиновка-Агро», КСУП «Урожайный», КСУП «Совхоз «Заря».

Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 48,3 тыс. га, в том числе 25,8 тыс. га пахотных земель и 17,4 тыс. га луговых угодий. Крестьянскими (фермерскими) хозяйствами занято 2 335 га сельскохозяйственных угодий.

**Гомельский район.** Характеризуется *значительным промышленным потенциалом и разнообразием промышленных предприятий*: КЖУП «Гомельский райжилкомхоз» осуществляет теплоэнергетическое обслуживание района, производит благоустройство населенных пунктов, включая дорожное хозяйство и санитарную очистку; ООО «Кондитерская фабрика «Летож» выпускает мармелад жевательный экструдированный; ОАО «Гомельский энерготехсервис» производит электромонтажные работы; ОАО «Гомельагрокомплект» выпускает доильные установки, станочное оборудование для свиноферм, полуприцепы для перевозки скота; ОАО «Завод торфяного машиностроения «Большевик» производит оборудование для торфяной промышленности, осуществляет производство спецодежды, деревообработку, производство проточных газовых бытовых водонагревательных аппаратов; ОАО «Гомельский завод «Импульс» изготавливает пластмассовые плиты, полосы, листы, пластмассовые изделия, используемые в строительстве, прочие пластмассовые изделия, ведет вторичную переработку неметаллических отходов и лома, оптовую торговлю; ОАО «Гомельский белково-жировой завод» осуществляет переработку павших сельскохозяйственных животных, производство мясо-костной муки и технического жира; филиал завода виноградных вин «Юбилейный» производит натуральные виноградные вина, ликеро-водочную продукцию; ООО «Гомельский центр строительства и ремонта» оказывает строительные и ремонтно-строительные услуги.

*Сельское хозяйство* района специализируется на производстве молока, мяса крупного рогатого скота и свинины, производстве зерна, а также обеспечении кормами поголовья крупного рогатого скота. Сельскохозяйственный сектор района представлен следующими предприятиями: ОАО «Агрокомбинат «Южный», КСУП «Брилево», ОАО «Комбинат «Восток», КСУП «Тепличное», ОАО «Гомельская птицефабрика», ОАО «Птицефабрика «Рассвет», ОАО «Совхоз-комбинат «Союз», ОАО «Знамя Родины», КСУП «Урицкое», УСП «СлавМол».

**Добрушский район.** Характеризуется *разнообразием промышленных предприятий*: ЗАО «Добрушский фарфоровый завод» является крупнейшим производителем фарфоровой посуды в Республике Беларусь; ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои» филиал «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» осуществляет выпуск бумаги для обоев, мелованных и немелованных видов трехслойного картона, офсетной бумаги, оберточной, упаковочной, мешочной, рисовальной, чертежной, гофрированной бумаги, школьных тетрадей, альбомов для рисования и черчения, других видов бумажно-беловых товаров; филиал «Гомельский ГОК» открытого акционерного общества «Гомельстекло» осуществляет добычу, обогащение и реализацию кварцевого песка (основные виды продукции – песок формовочный обогащенный, песок стекольный, пылекварц, сухой песок), его продукция применяется в литейном производстве и в производстве листового, оконного, технического, лабораторного, медицинского, парфюмерного, электроосветительного, автомобильного стекла, стекловолокна для электроники; Добрушский хлебозавод филиал РУППХП «Гомельхлебпром» осу-

ществляет выпуск хлебобулочных изделий (хлеба, булочные изделия, пироги, сахарные изделия), кондитерских изделий (торты и пирожные, кексы, бисквиты, рулеты, пряники, коврижки, мучные и сахаристые сладости), панировочных сухарей, киселя.

*Сельское хозяйство* специализируется на выращивании зерновых и зернобобовых, кормовых и технических культур, производстве молока и мяса.

На территории района функционируют следующие сельхозпредприятия: СПК «Крупец», ОАО «Калининский», КСУП «Борщевский», ОАО «Утевское», КСУП «Кузьминичи», ОАО «Красная Буда», ОАО «Завидовское», КСУП «Круговец», КСУП «Оборона», ЧУП «Тереховка-Агро», ОАО «Жгунское», КСУП а/к «Новый путь», ОАО «Добрушский райагросервис».

Численность поголовья крупного рогатого скота составляет около 44 500 голов, численность коров – около 12 100 голов.

Объем производства (выращивания) крупного рогатого скота за год составляет около 6850 тонн, производство свинины – около 1600 тонн. Годовое производство молока – около 71 500 тонн.

Таким образом, административные районы Брестской и Гомельской областей имеют существенные различия в особенностях промышленного развития и заметные отличия в характере сельскохозяйственного освоения. Данное обстоятельство, безусловно, требует учета с точки зрения исследования проблем антропогенного воздействия на состояние окружающей среды Белорусского Полесья, а также выработки мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану природных ресурсов региона.

### 1.5. Территориальная организация населения

Потенциал любого государства определяют не только экономическая ситуация, производственные возможности, технологии и инфраструктура, но и в значительной степени состояние и динамика народонаселения, его количественные и качественные характеристики. Для Белорусского Полесья характерны общие закономерности развития населения, свойственные Беларуси в целом. В то же время регион имеет и свои специфические особенности, обусловленные экономическими, социальными, экологическими, историческими и природными факторами [99]. Еще в начале XX в. А. А. Смолич отмечал, что природа Полесья, а также его экономическая жизнь имеет столько особенностей, сколько не имеет ни один из регионов Беларуси: «Полесские районы резко выделяются среди всех районов Беларуси, прежде всего, наименьшей плотностью населения и наибольшими площадями земель, непригодными для хозяйственной деятельности» [206]. Природные условия региона исторически влияли на характер расселения, среду обитания и особенности хозяйственной деятельности населения [20]. Белорусское Полесье объединяют многие социально-экономические характеристики: близость производственных структур, историческая составляющая, экологические и демографические проблемы, национальный и религиозный состав населения. В целом, регион – это крупный экономический комплекс, занимающий вследствие специализации производства, природных условий, особенностей расселения особое место в хозяйстве Республики Беларусь. Возникшая на рубеже 90-х годов XX в. новая геополитическая ситуация придает особую роль Белорусскому Полесью в социально-экономическом развитии Беларуси и в национальной системе расселения.

Белорусское Полесье является своеобразным естественно-историческим регионом: его геологическое строение, рельеф, климат, почвенный покров, гидрология и другие компоненты природной среды значительно отличаются от остальной территории республики. Регион занимает большую часть Брестской, Гомельской, незначительную часть на юге Минской и крайний юго-запад Могилевской областей. Протяженность с запада на восток составляет более 500 км, с севера на юг – около 200 км. Из 16 административных районов Брестской области в состав Белорусского Полесья полностью или частично входят 13 районов, из 21 района Гомельской области – 19 районов. Также в состав Полесского региона входит 3 района Минской области и 1 район Могилевской области.

При относительно равномерной сети поселений характер расселения в Белорусском Полесью отличается значительной неоднородностью. В пяти городах (Гомель, Брест, Пинск, Мозырь, Солигорск), численность которых превышает 100 тыс., сосредоточено более 42 % населения региона. В остальных 32 городах проживает 24 % жителей. Таким образом, в городах Белорусского Полесья проживает более 66 % всего населения региона. В 25 поселках городского типа сосредоточено 3,6 % населения. Уровень урбанизации Белорусского Полесья достиг примерно 70 %, что более чем на 6 % ниже республиканского показателя.

Отличительной особенностью сети сельских населенных пунктов Белорусского Полесья от сети поселений в остальной части страны являются большие показатели людности. В регионе исторически складывались населенные пункты большей величины, чем на остальной территории Беларуси.



Среди заболоченной местности редко встречались возвышенные места – песчаные гривы, на которых удобно было селиться [28]. Наибольшая людность зафиксирована в типично полесском районе, расположенном в центральной части региона – Столинском. Высокие показатели отмечены в Лунинецком, Ганцевичском, Пинском, Ивановском, Ивацевичском, Гомельском районах. В целом, людность снижается по направлению к восточной части Белорусского Полесья, где находятся районы, наиболее пострадавшие от аварии на ЧАЭС (Брагинский, Ветковский, Наровлянский, Хойникский). Также прослеживается уменьшение данных показателей в приграничных районах, соседствующие с неполесскими, которым присущи переходные черты сельского расселения от Полесья к неполесской зоне (рис. 1.53).

Также стоит отметить, что районы Белорусского Полесья имеют меньшую густоту сельского расселения в сравнении с неполесской частью Беларуси, что объясняется природными условиями региона, его историческим развитием. Густота поселений территории обратно пропорциональна среднему расстоянию между сельскими населенными пунктами: чем меньше ее показатели, тем больше их отдаленность друг от друга. В Брестской и Гомельской областях как основных составляющих Белорусского Полесья данные расстояния составляют в среднем 4 км, тогда как в Витебской и Гродненской областях они равны 2 км, а в Минской и Могилевской – 3 км [20]. Формирование сети населенных мест в Белорусском Полесье обусловили специфические природные условия: заболоченность территории, низменный рельеф, наличие крупных рек, которые способствовали возникновению большинства городов региона. Реки как главные транспортные пути были основой в развитии торговых отношений, служили каркасом в организации обороны.

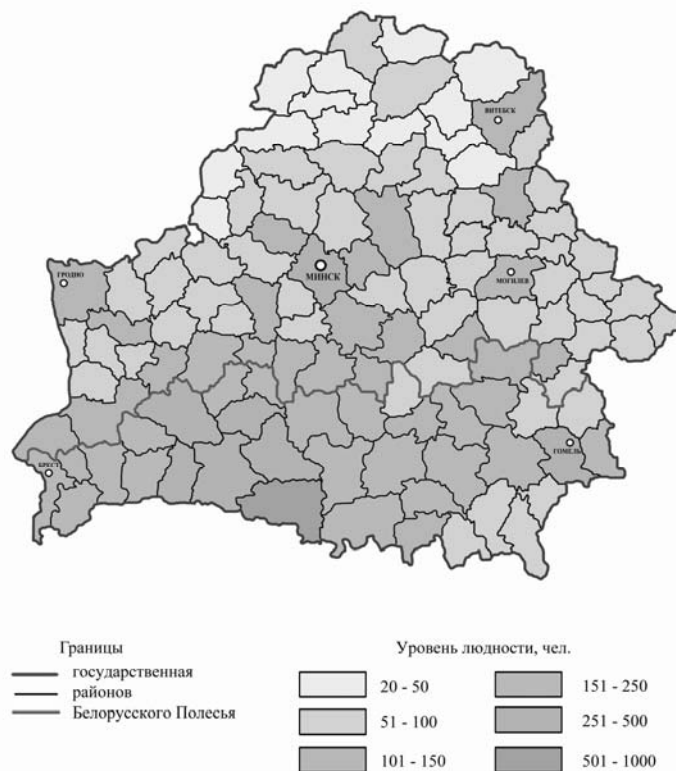


Рисунок 1.53 – Средняя людность сельских населенных пунктов в административных районах Беларуси, 2015 г.

Одним из самых древних городов является Туров, который, будучи центром Туровского княжества, был основан как административный, экономический и культурный центр в 980 г. дреговичами на реке Припять. Первыми на полесской территории возникли такие города, как Брест (1019 г.) и Пинск (1097 г.). В дальнейшем многие поселения также образовались у водных артерий.

Мощным импульсом в развитии сети поселений, особенно городских, стало железнодорожное строительство. Многие города, оказавшись на железнодорожных магистралях, получили дополнительный стимул к дальнейшему экономическому развитию, поскольку именно к железным дорогам перешла ведущая роль в формировании планировочных сетей [106]. Некоторые города региона (Туров, Давид-Городок), оказавшись вне зоны их прохождения, утратили перспективы роста и стали терять свой потенциал.

Влияние географического положения в процессах расселения Белорусского Полесья обусловлено тем, что большая часть региона на протяжении всей истории развития была приграничной территорией. Приграничное положение усиливает его транспортно-географическое значение. В частности, особенностью транспортно-географического положения Белорусского Полесья является нахождение его на стыке важнейших путей из стран СНГ и Балтии в страны Восточной и Западной Европы. Выгодность экономико-географического положения региона обусловлена также соседним положением с Польшей, Россией, Украиной, население которых является этнически близким населению Полесского региона.

В развитии расселения Белорусского Полесья важную роль сыграла индустриализация региона, темпы которой наращивались вплоть до начала 90-х годов XX в. Развитие и размещение городских поселений, которые являются основой в формировании экономики региона, находятся в тесной связи с развитием и размещением производительных сил. Так как производительные силы и само производство размещались в подавляющем преимуществе в городских поселениях, высокие темпы урбанизации, которые были зафиксированы в Белорусском Полесье, оказали существенное влияние на расселение в регионе. Высокая динамичность урбанизационных процессов, ведущая к увеличению контрастности расселения вследствие концентрации населения в ограниченном числе городских поселений, свидетельствует об экстенсивном пути урбанизации. В результате существенно изменились пропорции между городским и сельским населением, что породило проблему нехватки трудовых ресурсов в сельской местности. Из-за истощения людских ресурсов на селе источников пополнения лишаются в первую очередь малые города. Не случайно правительством Республики Беларусь была принята программа развития малых городов в связи с их сложной социально-экономической и демографической ситуацией.

В системе расселения большинства стран ведущая роль принадлежит городам. Города являются центрами научно-технического прогресса, оказывают значительное влияние на размещение населения окружающей территории, создают различные формы урбанизированного расселения. Изменение численности городского населения в Белорусском Полесье, как и в целом по республике, происходило под влиянием трех факторов: 1) естественного движения; 2) механического движения; 3) административно-территориальных преобразований [106]. Анализ урбанизационных процессов в Белорусском Полесье в период с 1979 по 2009 год позволяет выявить ряд особенностей и закономерностей. Количество городов за рассматриваемый нами период увеличилось с 35 до 37: поселки городского типа Микашевичи и Туров преобразованы в города. Незначительные изменения объясняются тем, что к началу 80-х годов XX в. практически сформировалась система современного городского расселения. Основной причиной увеличения числа городов стали административно-территориальные преобразования. Также изменилось количество поселков городского типа с 26 до 25 – в середине 90-х годов XX в. образован городской поселок Заречье в Гомельской области. Следует заметить, что из 25 городских поселков 4 имеют статус рабочих поселков: Речица (Столинский район), Белицк, Большевик, Костюковка. Таким образом, в Белорусском Полесье насчитывается 62 поселения городского типа. Анализ трендов за 1979–2009 гг. позволил выделить пять групп районов, в которых урбанизационные процессы по скорости и характеру динамики отличаются друг от друга:

1. Районы, в которых происходил постоянный рост численности городского населения вследствие положительного естественного прироста и миграционных процессов. Это прежде всего районы, в которых находится крупный промышленный центр (Брестский, Жлобинский, Мозырский). В Ивановском районе рост городского населения происходил только по причине миграции по направлению село – город.

2. Районы, в которых рост городского населения происходил до 1999 г., после которого наступала стабилизация численности либо незначительный рост. К данной группе относится большинство районов Брестской области (Дрогичинский, Кобринский, Лунинецкий, Пинский, Столинский и др.), а также Солигорский район Минской области. Стабилизация роста городского населения произошла в результате падения темпов естественного прироста, а также ослабления потоков миграции из села в город.

3. Районы, в которых происходило чередование сокращения и роста численности городского населения (наиболее пострадавшие от аварии на ЧАЭС Брагинский, Ветковский, Наровлянский районы). Наблюдавшийся рост населения в период 1979–1989 гг. сменился депопуляцией в следующее десятилетие. Дальнейший рост в 1999–2009 гг. обусловлен возвращением переселенцев на прежнее место жительства, миграционными процессами, увеличением показателей рождаемости.

4. Районы, в которых депопуляция населения началась с 1989 г. Данный процесс характерен для 8 районов Гомельской области (Калинковичский, Октябрьский, Петриковский, Речицкий и др.) и

Глусского района Могилевской области и во многом обусловлен последствиями аварии на ЧАЭС.

5. Районы, в которых процесс депопуляции начался с 1999 г. К ним относятся Малоритский и Березовский районы Брестской, Любанский и Клецкий Минской, Светлогорский, Житковичский, Ельский и Лельчицкий районы Гомельской областей. Основной причиной уменьшения населения является естественная убыль [100].

Динамика численности населения Белорусского Полесья определяется нарастанием различий демографического развития между городом и селом, которая наблюдается с 50-х годов XX в., при этом характер динамики городского и сельского населения приобретает противоположные векторы. Анализ депопуляционных процессов в регионе позволил выявить довольно существенные различия между районами с точки зрения уменьшения сельского населения. Наиболее благополучной ситуация выглядит в трех районах (Брестском, Кобринском, Гомельском), где уменьшение сельского населения за последние 30 лет не превысило 20 %. Также относительно благополучная ситуация в Жабинковском, Малоритском и Столинском районах, где показатели депопуляции населения колеблются в пределах от 20 до 30 %. Уменьшение количества сельских жителей в пределах 30–40 % зафиксировано в 6 районах Брестской области и в 4 районах Гомельской области. Наиболее критическая ситуация наблюдается в районах, пострадавших от аварии на ЧАЭС (Брагинский, Ветковский, Наровлянский, Хойникский), где население уменьшилось более чем на 60 %. Абсолютным лидером является Наровлянский район, темпы сокращения населения в котором составили 80 % по сравнению с 1979 г. Сложная демографическая ситуация наблюдается в Ельском, Лоевском и Солигорском районах, где количество сельских жителей уменьшилось более чем наполовину. В 13 административных районах Белорусского Полесья зафиксировано сокращение сельского населения более чем на 40 % – данная группа является самой многочисленной, и в ней преобладают районы Гомельской области. В целом, геодемографическое пространство сельской местности региона характеризуется увеличением процессов депопуляции по направлению запад – восток.

Сельское население Белорусского Полесья размещается в населенных пунктах различной величины и разного хозяйственного значения. Сеть сельских поселений характеризуется стабильностью, за исключением районов, подвергшихся радиационному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. Если в республике практически во всех районах происходит сокращение числа сельских населенных пунктов, то в Белорусском Полесье данный процесс не столь очевиден и требует детального рассмотрения.

Проведенный анализ демографической ситуации в сельской местности на территории Белорусского Полесья позволил выделить следующие причины уменьшения количества сельских населенных пунктов на территории региона:

1. Экологические. Данные причины связаны с отселением людей из сельских населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС (Брагинский, Буда-Кошелевский, Ветковский, Хойникский, Добрушский, Ельский, Лельчицкий, Наровлянский, Лоевский, Речицкий в Гомельской области, Столинский, Лунинецкий районы в Брестской области). Следует подчеркнуть, что в Белорусском Полесье есть не только отселенные деревни, но и захороненные вообще. Эти села были погребены в земле из-за очень высокого уровня радиации [196].

2. Административные, связанные с присоединением сельских населенных пунктов к городам. Такая тенденция связана с динамичным развитием крупных и больших городов региона – Бреста, Гомеля, Пинска. В качестве примера можно привести деревню Козляковичи и хутор Соломинка, которые в результате административных преобразований были присоединены к городу Пинску.

3. Экономико-технологические. Строительство некоторых хозяйственных объектов исключает проживание населения в определенных населенных пунктах. Например, в начале 90-х годов была отселена деревня Михалки Мозырского района в связи с прохождением рядом газопровода [196].

4. Демографические. Их условно можно разделить на две составляющие. Первая связана с ростом числа жителей в сельских населенных пунктах, изменением их хозяйственной структуры и, как следствие, преобразованием сельского населенного пункта в городской. Вторая составляющая обусловлена оттоком молодежи в города, естественной убылью населения и в результате отсутствием жителей в населенном пункте.

5. Военно-стратегические. Строительство военных объектов – ракетных баз, стратегических аэродромов, полигонов – выступает в качестве причин исчезновения сельских населенных пунктов. Примером может служить отселение жителей деревень Колки и Мерлин в связи со строительством в начале 60-х годов XX в. военного полигона на территории Столинского района [100].

В некоторых районах Белорусского Полесья (например, Брестском и Жабинковском) количество сельских населенных пунктов увеличилось. Мы выделили следующие причины данной тенденции:

1. Строительство новых сельских населенных пунктов для переселенцев из Чернобыльской зоны. Так, в Брестской области был построен ряд населенных пунктов для жителей, вынужденных покинуть свои места из-за радиационного загрязнения.

2. Развитие в пригородной зоне дачных поселков, которые со временем превращаются для определенной группы людей в места постоянного проживания, и, как следствие, придание им статуса сельского населенного пункта с развитием соответствующей инфраструктуры.

3. Появление новых поселков, прежде всего при создании совхозов на мелиорированных землях [100]. В числе таких населенных пунктов – поселок Ленинский Жабинковского, Новополесский – Солигорского, поселки Сосновый и Криничный – Мозырского районов [28].

На протяжении исследуемого периода изменялся удельный вес сельского населения в районах Белорусского Полесья. Анализ данного факта позволил выявить закономерности этого процесса: наибольший удельный вес сельского населения зафиксирован в центральных районах региона, а также в некоторых приграничных районах; наименьшая доля сельских жителей – в районах крупных промышленных центров.

Одним из показателей демографического развития регионов служит плотность населения. Сравнительный анализ районов Белорусского Полесья позволяет сделать вывод о том, что в подавляющем большинстве районов произошло уменьшение плотности населения. Исключение составляют Брестский, Кобринский, Пинский, Гомельский, Светлогорский, Жлобинский, Мозырский, Солигорский районы, где районообразующими центрами являются крупные промышленные центры. Показатели плотности в данных районах превышают среднереспубликанские (46,7 чел./км<sup>2</sup>). Значения плотности, примерно равные среднереспубликанским, имеют Березовский и Кобринский районы. Особую группу составляют районы с плотностью населения менее 10 чел./км<sup>2</sup>. Низкие значения в Брагинском и Наровлянском районах во многом объясняются последствиями аварии на ЧАЭС, а в Лельчицком – показателями площади территории района, а также нахождением природоохранного учреждения НП «Припятский».

Таким образом, для Белорусского Полесья свойственны большие показатели плотности сельских населенных пунктов, что свидетельствует о своеобразии системы расселения данного региона в сравнении с остальной территорией страны. Формирование сети городских поселений в Белорусском Полесье в период с 1979 по 2017 год происходило в результате развития народного хозяйства в БССР, трансформации геополитической ситуации, аварии на ЧАЭС, демографического кризиса, становлением Беларуси как суверенного государства. За рассматриваемый период произошел так называемый *урбанизационный переход*, который, в силу исторических и промышленных особенностей отдельных частей региона, имел отличия (в Республике Беларусь он произошел в 1976 г., в Белорусском Полесье – в 1981 г.). Для Белорусского Полесья характерны меньшие показатели удельного веса городского населения по сравнению с республиканскими показателями. Отличия также проявились в больших показателях урбанизации в Гомельской области по сравнению с Брестской областью.

## Глава 2. ПРИРОДНАЯ СРЕДА И РЕСУРСЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

## 2.1. Геологические условия и минерально-сырьевые ресурсы

## 2.1.1. Геология и тектоника

В пределах Белорусского Полесья выделяются следующие тектонические структуры: восточная часть Подляско-Брестской впадины, Полесская седловина, Припятский прогиб, Брагинско-Лоевская седловина, с севера заходят склоны и отроги Белорусской антеклизы, Жлобинская седловина, с востока – склоны Воронежской антеклизы, с юго-востока – Днепровско-Донецкий прогиб, с юга – Украинский щит и Луковско-Ратновский горст Волыно-Азовской плиты (рис. 2.1). Перечисленные структурные элементы ограничены разломами, реже их границы проводятся по определенной глубине залегания фундамента.

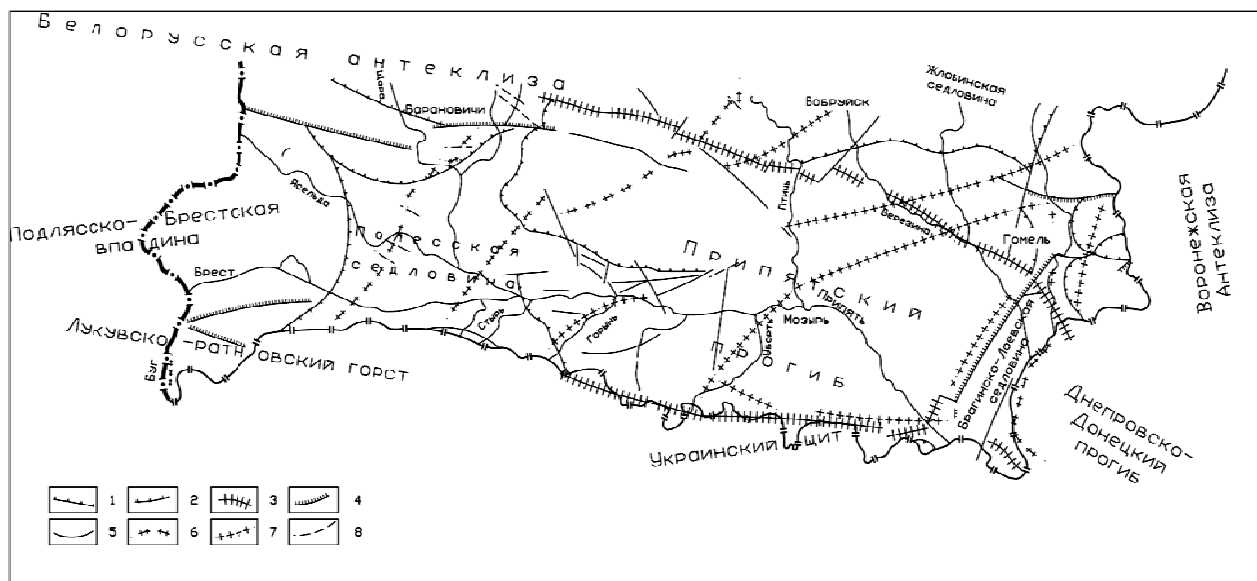


Рисунок 2.1 – Схема тектонического районирования (1 – крупнейшие надпорядковые структуры: авлакогены, антеклизы, синеклизы; 2 – крупные (первого порядка). Разломы: проникающие в чехол (3 – суперрегиональные, 4 – региональные, 5 – субрегиональные и локальные) и не проникающие в чехол (6 – суперрегиональные, 7 – региональные, 8 – субрегиональные и локальные)

Основные структурные элементы различаются по степени дифференциации тектонических движений, что обусловило формирование в их пределах различного количества более мелких структур и зон разрывных нарушений.

Подляско-Брестская впадина с севера и юга ограничена Свислочским и Северо-Ратновским разломами, также выделяется сеть локальных разломов северо-восточно-юго-западного и субширотного простирания, делящих впадину на серию ступеней и блоков. Для Полесской седловины также характерна слабая дифференциация тектонических движений. Здесь выделено ограниченное количество мелких структурных элементов и зон разрывных нарушений.

Сложное тектоническое строение характерно для Припятского прогиба. Он отделен от Украинского щита Южно-Припятским краевым разломом, на севере проходит Северо-Припятский краевой разлом, также выделяется густая сеть разрывных нарушений различного ранга внутри Припятского прогиба. В его пределах выделяют структуры второго, третьего и четвертого порядков.

Особенности тектонического строения Белорусского Полесья определили характер неотектоники. Неотектонические движения имеют суммарную амплитуду до 100–150 м, локальные перемещения не превышают 50 м.

В геологическом строении территории изученной территории принимают участие породы кристаллического фундамента архей-протерозойского возраста, литологически они представлены гранитами, диоритами, габбро, гнейсами и т. д. и породами осадочного чехла: верхнепротерозойские песчано-глинистые комплексы; девонские глины, мергели, доломиты и песчаники; юрские глины и песчаники; меловые породы представлены главным образом мергелем и мелом с маломощной корой выветривания в виде черных глин, реже встречаются кварцево-глауконитовые пески. Палеогеновые отложения встречаются практически повсеместно, но основные их массивы приурочены к Полесской седловине и к восточной части Белорусского Полесья. Литологически толщи сложены разнозернистыми кварцево-

глауконитовыми и кварцевыми песками и песчаниками, реже алевритами, мергелями и глинами. Отложения неогенового возраста представлены кварцевыми песками, алевритами и глинами.

В пределах изучаемой территории четвертичные отложения залегают практически сплошным чехлом. Их мощность составляет 30–50 м, увеличиваясь на западе и северо-западе до 80–120 м (рис. 2.2). Четвертичные отложения отсутствуют на небольших площадях – в районе Столина, д. Глушкевичи и на отдельных фрагментах речных долин.



Рисунок 2.2 – Карта-схема мощностей четвертичного покрова

### 2.1.2. Гидрогеология

Территория Белорусского Полесья расположена в пределах двух артезианских бассейнов – Брестского и Припятского. В соответствии с геологическим строением в пределах бассейнов выделяется ряд водоносных горизонтов. Особый интерес представляют воды мезозойских и кайнозойских отложений, характерной особенностью которых является отсутствие выдержанных водоупоров, способствующее тесной гидравлической связи отдельных пластов.

Подземные воды, особенно заключенные в мезозойских, палеогеновых и неогеновых породах, главным образом напорные. Этот напор возрастает к центральной части Полесской низменности, где пьезометрические уровни нередко поднимаются выше дневной поверхности. Часто напорными являются воды предледниковых и межморенных комплексов четвертичных толщ. Наличие напора приводит к тому, что подземные воды постоянно подпитывают грунтовые. Движение обратного знака выявлено только на повышенных периферических частях изучаемой территории.

Такой гидрогеологический режим Полесской низменности определяет высокое положение уровня грунтовых вод, который на возвышенностях достигает глубины 10 м, а на основной пониженной территории 1–3 м. По долинам рек, на склонах происходит выклинивание грунтовых вод, способствующее интенсивному заболачиванию территории. Уровень грунтовых вод подвержен колебаниям, синхронным изменениям уровня рек и отражает ход атмосферных осадков, температур.

Общая минерализация грунтовых подземных вод в основном не превышает 1 г/л. Преобладает карбонатно-кальциевый тип минерализации.

**Брестский гидрогеологический бассейн.** Здесь развиты преимущественно пресные подземные воды, реже солоноватые (до 12 г/дм<sup>3</sup>). Водоносные горизонты и комплексы верхней гидродинамической системы, с которыми связана большая часть ресурсов пресных вод, – основной источник водоснабжения территории изучения. Наиболее интенсивно эксплуатируются водоносные комплексы водно-ледниковых, аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений, залегающих между днепровской и березинской моренами; верхнего сеномана и турон-маастриха; альба-нижнего сеномана; верхней юры.

**Припятский гидрогеологический бассейн** связан с одноименным прогибом, где выделяются три гидрогеологических этажа, верхний – антропогеновые, неоген-палеогеновые, меловые и частично юрские отложения. Здесь залегают темноцветные глины батского яруса – водоупор, выше которого практически повсеместно распространены воды с минерализацией до 1, редко до 2–3 г/дм<sup>3</sup>. Мощность верхнего этажа определяется глубиной залегания регионального водоупора и варьирует от 50 м на западной периферии прогиба до 350–400 м на остальной территории.

Средний геологический этаж выделяется в объеме подбатской юры, триаса, перми, карбона и надсолевого девона. Эта часть разреза представлена песчано-глинистыми образованиями. Нижний гидрогеологический этаж, в объеме которого выделяются водоносные комплексы подсолевых и меж-

солевых карбонатных и терригенных отложений, а также водоупорные нижняя и верхняя соленосные толщи.

Грунтовые толщи связаны преимущественно с четвертичными песчано-глинистыми отложениями. Движение подземных вод четвертичных отложений ориентировано от водораздельных участков к долинам рек, где осуществляется разгрузка водоносных комплексов.

В гидрогеохимическом разрезе пресные воды распространены в 250–300-метровой толще четвертичных, неоген-палеогеновых, меловых и верхнеюрских отложений. Вниз по разрезу минерализация подземных вод возрастает, достигая 453 г/дм<sup>3</sup> и более на глубинах свыше 3000 м. С увеличением минерализации состав рассолов изменяется от хлоридного натриевого до хлоридного натриево-кальциевого состава.

### 2.1.3. Полезные ископаемые

Территория Белорусского Полесья характеризуется разнообразным комплексом полезных ископаемых, среди которых выделяются запасы нефти, строительных материалов, торфа, сапропеля, минеральных вод, янтаря, бурого угля, калийной и каменной соли, фосфоритов. Большинство месторождений этих минеральных ресурсов было открыто в послевоенные годы. В настоящее время геологическое изучение территории продолжается. Новые технологии добычи и переработки минерального сырья дают основания надеяться на рост минерально-ресурсного потенциала региона.

#### Топливные полезные ископаемые

Практически только в Гомельской области ведется добыча нефти и попутного газа, высокая теплотворная способность которых (около 11 000 ккал/м<sup>3</sup>) делает их наиболее экономичными видами топлива (рис. 2.3). И хотя запасы и объемы добычи нефти и газа не обеспечивают современные потребности Беларуси, их роль в создании топливно-энергетического комплекса страны исключительно велика.

*Нефть* белорусских недр преимущественно легкая, малосернистая (0,5–0,7 % серы), маслянистая. Максимальные дебиты скважин достигают иногда 1000 м<sup>3</sup> в сутки. В южной части области (Ельская площадь) обнаружена тяжелая нефть с содержанием серы до 7 %. Всего разведано более 70 месторождений нефти, 20 из которых сегодня интенсивно разрабатываются. В таблице 2 приведены характеристики важнейших нефтяных месторождений Гомельской области. Значительными месторождениями нефти также являются: Малодушинское, Надвинское, Барсуковское, Южно-Осташковичское, Восточно-Первомайское, Южно-Сосновское, Сосновское. До середины 70-х годов XX в. добыча нефти росла и достигала 8 млн т в год. В настоящее время ежегодный объем добычи составляет менее 2 млн т.

Неизбежный попутчик нефти – *газ*. Промышленная добыча попутного газа осуществляется в основном на Осташковичском и Речицком месторождениях, где его запасы оцениваются более чем в 150 млн м<sup>3</sup> на каждом из месторождений.

В Припятском прогибе обнаружено более 10 угленосных площадей. В основном это *бурые угли*, а также переходные от бурых к каменным. Бриневское и Житковичское месторождения имеют общереспубликанское значение. Теплотворная способность углей колеблется от 3380 до 7040 ккал/кг. Запасы относительно невелики. Например, геологические запасы угля на Ельской и Заозерной площадях не превышают 600 млн т. Зольность же высокая – от 9 до 39 %.

Мощность залежей на Житковичском месторождении, подготовленном к эксплуатации, составляет около 16 м. Глубина залегания – 24–34 м. Промышленные запасы – около 50 млн т. Ежегодно здесь можно добывать от 1 до 2 млн т угля. Однако проведение вскрышных работ серьезно осложнит экологическую ситуацию в регионе и повлечет за собой многочисленные негативные для человека и окружающей среды последствия.

Таблица 2.1 – Важнейшие месторождения нефти Гомельской области

Наименование месторождения	Год открытия	Начало эксплуатации	Глубина залегания нефтеносных слоев, м
Речицкое	1963	1965	1913–3212
Осташковичское	1963	1965	2500–3378
Тишковское	1966	1076	3274–3309
Давыдовское	1967	1971	2595–2677
Вишанское	1967	1970	2734–2996
Золотухинское	1972	1973	1950–2350



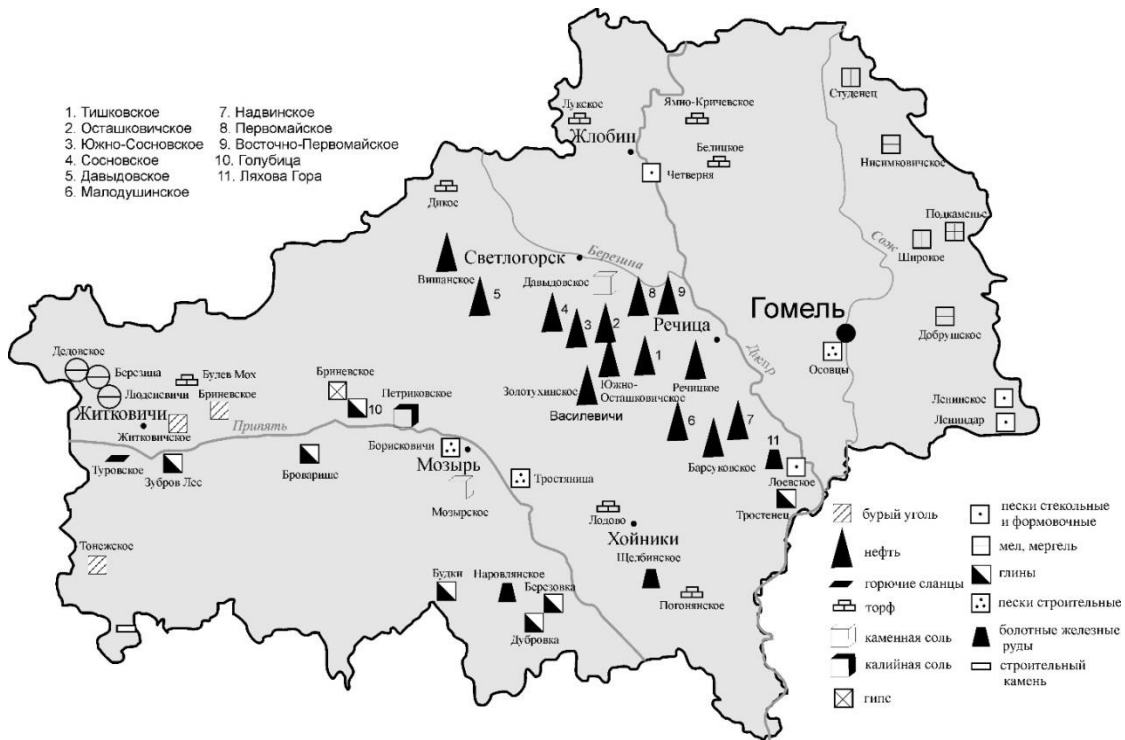


Рисунок 2.3 – Полезные ископаемые Гомельской области

Залежи бурого угля приурочены к зоне сочленения Подляско-Брестской впадины, Белорусской антеклизы и Полесской седловины. Они расположены в пределах Кобринского, Дрогичинского, Березовского и Пружанского районов (рис. 2.4). Выделяются Кобринская, Антопольская, Дрогичинская, Ружанская, Соколовская и Пружанская группы угленакопления [153].

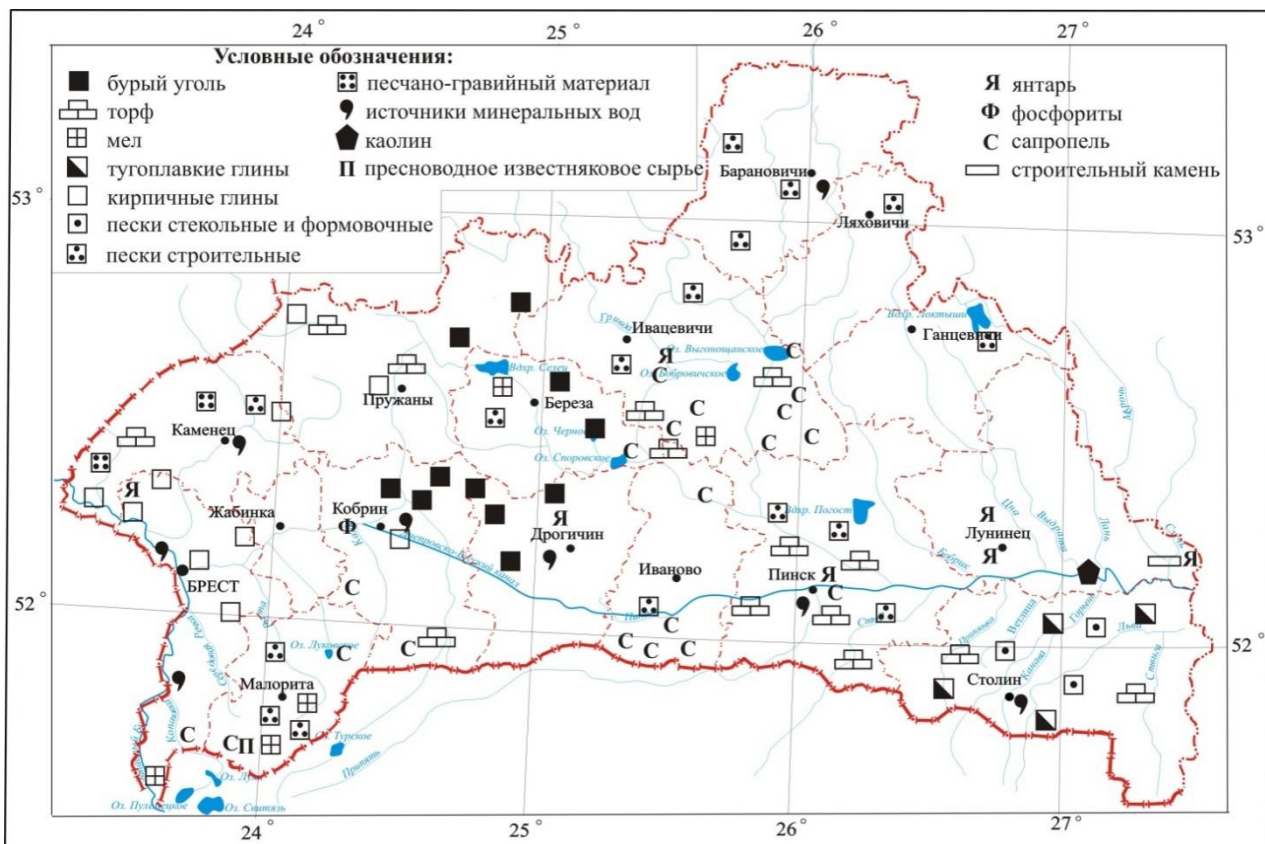


Рисунок 2.4 – Полезные ископаемые Брестской области

Бурые угли Кобринской площади относятся к пойменному, аллювиально-карстовому и пойменно-карстовому типам, связаны с формированием древней речной сети и процессами карстообразования. Площадь выявлена в 1955 г. около деревень Еремичи-Миянка, Подберье, Люцевичи и др.



Мощность угленосных отложений составляет 15–70 м, в отдельных разрезах мощность угольных пластов достигает 20 м. Размеры площади – 15 на 25 км, глубина залегания 40–57 м.

Антопольская группа обнаружена в 1965–1967 гг. около деревень Рожок, Борки, Грушево, Деревная и др. Угольные пласты залегают на глубинах 50–108 м, их мощность составляет 6–30 м. По условиям углеобразования и возраста угли аналогичны углям Кобринской группы.

Дрогичинская группа представлена угольными пластами мощностью до 4,2 м, угленосные отложения до 50 м. Углепроявления Ружанской (около Верчиц, Юрчигов), Соколовской (около Бронной Горы, Песков), Пружанской групп имеют аналогичные по условиям формирования, возрасту и качественным характеристикам угли.

Горючие *сланцы* выявлены в 1964 г. в районе г. Турова (Житковичский район). Теплотворная способность их невелика: от 1000 до 2200 ккал/кг. Сланцы имеют высокую зольность, что является одним из сдерживающих факторов их промышленной разработки. Запасы сланцев в Припятском прогибе огромны. Например, геологические запасы Туровского месторождения оцениваются в 5 млрд т. Разведаны также месторождения Октябрьской и Любанской площадей, расположенных в северо-западной части области. Сланцы, залегающие на глубине 140–600 м, можно добывать шахтным способом. Эксплуатация традиционными способами этих месторождений на сегодняшний день экономически нецелесообразна.

К топливным полезным ископаемым, кроме угля и сланцев, относится *торф*, который в последние десятилетия используется только как местное топливо в виде торфобрикета, а также как удобрение в сельском хозяйстве. Первоначальные геологические запасы торфа составляли 976,6 тыс. тонн (при 40%-ной влажности). Согласно данным кадастрового справочника Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды на 01.01.1997 площадь торфяных месторождений в области составляла 479,2 тыс. га, остаточный геологический запас торфа – 610,1 тыс. тонн (при 40%-ной влажности). Это больше, чем в любой другой области Беларуси. Всего в области насчитывается 533 торфяных месторождения, среди которых абсолютно преобладают низинные торфяники (более 500). В области расположено 13 верховых и 9 переходных торфяников. Верховые торфяники сконцентрированы в Пружанском (2), Столинском (2), Лунинецком (4), Ганцевичском (4), Барановичском (1) районах, переходные – в Лунинецком, Столинском, Брестском и Малоритском районах. Самые крупные остаточные запасы торфа находятся в торфяных месторождениях Ивацевичского (108 тыс. тонн) и Столинского (93,4 тыс. тонн) районов. Основные запасы торфа сконцентрированы в крупнейших торфяниках области, которые объединяются в 5 торфяно-болотных районов.

Каменеcko-Малоритский торфяной район практически на 100 % представлен низинными торфяниками, которые расположены в поймах рек или на плоских водоразделах (болота Любашкинское, Красный Рудец). Заторфованность территории – 7,2 %.

Кобринско-Пружанско-Ганцевичский торфяной район характеризуется, как и предыдущий, абсолютным преобладанием низинного торфа (96,2 %). Основные массивы торфяников расположены на водоразделе Немана, Зап. Буга, Припяти и по долинам рек Ясельда, Нарев, Щара. Наибольшие торфяные массивы и болота – Дикое, Выгонощанское, Хоревское, Обровское, Большой Лес, Пушицево и др. Заторфованность района составляет 26,3 %. Насчитывается 35 массивов промышленных залежей (Сухое – Ивацевичский район, Галь – Ганцевичский район).

Дрогичинско-Пинский торфяной район имеет общую заторфованность 21,2 %. Запасы низинного торфа составляют 95,5 %. Всего насчитывается 9 крупных торфяных массивов (Дубрава, Хальч, Пинские болота, Огдемер, Домашицы, Жук).

Столинско-Лельчицкий торфяной район – один из пяти, где значительно возрастают запасы верхового (31,3 %) и переходного (26,3 %) торфа, в то время как запасы низинных торфяников понижаются до 42,4 %. Однако данный район только частично заходит в пределы области, и здесь в основном встречаются низинные (Дубник, Чернявское, Дедково) и переходные (Городищенское, Поддубичи) торфяные болота. Верховой торф преобладает на востоке района в пределах Гомельской области. Заторфованность территории составляет 25,1 %.

Торфяные болота и массивы Лунинецко-Любанского торфяного района только частично размещены в пределах области. Средняя заторфованность района составляет 27,4 %. Абсолютно преобладают (97,3 %) низинные торфяные массивы (Ржище – Липки).

В Гомельской области насчитывается примерно 1,5 тыс. месторождений торфа с общими запасами 900 млн т (17,7 % всех запасов Беларуси). Почти половина из них приходится на 10 крупнейших месторождений.

Торфомассивы площадью более 1000 га относятся к ресурсам первой категории. На них созданы современные высокомеханизированные торфопредприятия.

В настоящее время в большинстве стран мира торф используется главным образом в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения и теплоизоляционной подстилки для скота на животноводческих фермах. Объем добычи торфа в Гомельской области составляет около 2 млн т, в том числе топливного торфа –  $\approx 0,5$  млн т.

В настоящее время рассматривается вопрос о возможности производства торфоугольных брикетов на Житковичском месторождении бурого угля. Торфоугольные брикеты могут стать эффективным видом местного топлива. Торф находит применение и в химической промышленности. Озокерит (горный воск), парафин, фенол и другие продукты можно получать из торфа путем химической переработки. В качестве изоляционного материала торф применяется в строительстве.

В наиболее пониженных участках торфяных болот в виде небольших гнезд и прослоек залегает *торфовивианит*, то есть смесь торфа с фосфорной кислотой и закисной солью железа. В связи с повышенным содержанием фосфора он является ценным удобрением. В Гомельской области насчитывается более 150 скоплений торфовивианита. Наиболее значительные месторождения – Белицкое (Рогачевский район) Лодовское (Буда-Кошелевский район) и Тереховское (Добрушский район).

#### *Минеральные строительные материалы*

Данная группа полезных ископаемых является наиболее важной для хозяйства области, а такие виды строительных материалов, как граниты и гранодиориты, мел и мергель, имеют не только областное значение, но и республиканское.

*Тугоплавкие и огнеупорные глины* на территории области образованы в результате наличия здесь континентальных отложений палеоген-неогенового возраста. Для них характерна высокая температура плавления, что связано с повышенным содержанием оксидов алюминия и титана. Температура плавления тугоплавких глин составляет 1350–1580 °С, огнеупорных – 1580–1720 °С. Используются данные типы глин для производства дренажных и канализационных труб, вяжущих материалов, тугоплавких кирпичей, керамзита.

Все известные месторождения тугоплавких и огнеупорных глин сконцентрированы в Столинском районе. К ним относятся месторождения Большой Лес, Велемичи, Глинка, Городная, Деревная, Столинские Хутора, Токарня. Мощность продуктивного пласта месторождений составляет от 0,5 до 11,5 м, глубина залегания от 0,7 до 14,9 м. Суммарные запасы по отдельным месторождениям достигают 7,9 млн т (Глинка), 30,2 млн т (Городная), 12 млн т (Велемичи), 10 млн т (Журавлево). Разработка некоторых месторождений ведется с XII столетия. Тугоплавкие глины, характеризующиеся огнеупорностью 1350–1580 °С, залегают в Речицком районе. Высококачественные огнеупорные глины, обладающие огнеупорностью свыше 1580 °С, обнаружены в Житковичском районе. Кирпичные глины и суглинки приурочены к моренным, озерно-ледниковым, озерно-аллювиальным отложениям квартала и встречаются преимущественно в зонах конечно-моренных гряд и моренных равнин (Брестский, Березовский, Кобринский, Пинский районы). В сравнении с другими областями страны этот вид сырья встречается реже. Глины относятся к легкоплавким (температура плавления 1000–1400 °С) и используются для производства кирпича, черепицы, гончарных изделий, строительных блоков, цемента. Залегают обычно на дневной поверхности или на небольшой глубине. Наиболее широко распространены в области озерно-аллювиальные и озерно-ледниковые глины. Месторождения обычно небольшие, объемом в десятки тысяч кубических метров. Крупнейшие месторождения легкоплавких глин и суглинков – Гершоны, Вычулки (4,9 млн м<sup>3</sup>), Тюхиничи Брестского района, Кротово (19,3 млн м<sup>3</sup>), Кучавы (22,4 млн м<sup>3</sup>) Ивановского района, Подземье (21,6 млн м<sup>3</sup>) Кобринского района. Площадь месторождений в отдельных случаях достигает 50–70 га, мощность продуктивного горизонта до 10–12 м. Тугоплавкие глины, характеризующиеся огнеупорностью 1350–1580 °С, залегают в Речицком районе. Высококачественные огнеупорные глины, обладающие огнеупорностью свыше 1580 °С, обнаружены в Житковичском районе.

*Мел и мергельно-меловые породы* на территории области приурочены преимущественно к скибовым гляциодислокациям, которые возникли в результате вытеснения пород из-под ледникового края на протяжении днепровского и сожского оледенений антропогена. В плане месторождения представляют собой открытые на север дуги, в разрезе наблюдается чередование наклоненных на север скиб мергельно-меловых, палеоген-неогеновых и моренных пород. Отдельные глыбы мела в отторженцах могут достигать размеров 1000 на 350 м при мощности до 50 м, запасы месторождений составляют 50–70 млн тонн.

Используется мел и мергель для производства цемента, извести, известковой муки, кормового мела. Возраст полезных ископаемых позднемеловой. Промышленное значение имеют месторождения, в которых продуктивный горизонт залегает не глубже 100 м.

В области к отторженцевым месторождениям относятся Картуз-Береза, Малеч, Кабаки, Логишинское и др. Перерабатывается сырье на Новоберезовском известковом заводе.

Крупнейшее в Беларуси месторождение коренного залегания мела – Хотиславское в Малоритском районе, имеет перспективные запасы 247,5 млн т, мощность полезной толщи 27,5–36,5 м. В настоящее время оно подготовлено к эксплуатации.

*Формовочные и стекольные пески.* Высококачественные стекольные и формовочные пески залегают и разрабатываются в Речицком и Добрушском районах. Пески месторождения «Ленино» используются в стекольном и сталелитейном производствах. Запасы месторождения – 6,8 млн т. Ежегодная добыча – около 900 тыс. т. Значительные запасы стекольных песков сконцентрированы также в месторождениях «Лениндар» (30 млн т), «Лоевское» (4 млн т) и «Терехи». В настоящее время интенсивно разрабатываются силикатные пески месторождений «Борисковичи», «Лесничество» и «Осовцы» (Гомельский район). Известны небольшие месторождения аллювиального генезиса олигоцен-миоценового возраста. Представлена порода обычно чистыми кварцевыми песками, которые используются для производства стекла и формовочного сырья. Известны месторождения Маньковичи, Бережное, Городное (49 млн т). Все они расположены в Столинском районе.

Строительные пески распространены по всей территории области. Абсолютное большинство месторождений имеет водно-ледниковый, аллювиальный и озерно-аллювиальный генезис. Всего в области разведано 240 месторождений строительных песков, из них 30 имеют аллювиальное происхождение, 17 – озерно-аллювиальное, 141 – водно-ледниковое.

Применяются строительные пески для производства растворов, бетонов, строительных блоков. Крупнейшие месторождения относятся к водно-ледниковым, среди их Оговское (28,3 млн м<sup>3</sup>) Ивановского, Околотское (22,4 млн м<sup>3</sup>) Березовского, Тартоковское (25 млн м<sup>3</sup>) Барановичского районов. Среди аллювиальных месторождений, которые приурочены к долинам Припяти и Мухавца, выделяется разрабатываемое Мухавецкое (20,4 млн м<sup>3</sup>).

Мощность полезной толщи в месторождениях составляет от 1,5 м до 22 м, залегают породы обычно на поверхности.

*Песчано-гравийный материал,* как и строительные пески, имеет четвертичный возраст и распространен по всей области, но в сравнении с другими областями страны месторождения относительно небольшие и малочисленные. Всего насчитывается 46 месторождений песчано-гравийного материала, из них 23 приурочены к конечно-моренным образованиям сожского оледенения. Используется порода в качестве наполнителей бетонов, как компонент асфальтобетонных дорожных смесей, для производства силикатных изделий, в дорожном строительстве. К крупнейшим в области месторождениям песчано-гравийного материала относится Постаринское (44,3 млн м<sup>3</sup>) Барановичского, гора Товарная (28,6 млн м<sup>3</sup>) и Миньковичи Каменецкого районов. Мощность полезной толщи достигает 16–18 м.

*Строительный камень* является важнейшим видом полезных ископаемых в области. Основные залежи строительного камня приурочены к Микашевичско-Житковичскому выступу. На территории области выявлены 2 месторождения – Микашевичское (запасы 400 млн м<sup>3</sup>) и Синкевичское (140 млн м<sup>3</sup>) в Лунинецком районе. Полезными ископаемыми являются граниты, диориты, гранодиориты раннепротерозойского возраста. Залегают эти породы на глубине 14–60 м и перекрыты песчано-глинистыми отложениями квартера и неогена. Верхняя толща кристаллических пород выветренная, разбита многочисленными трещинами, поэтому основным видом их употребления является изготовление щебня, асфальтобетонных смесей. Сырье практически непригодно для промышленного изготовления облицовочных плит. Месторождение Микашевичи имеет мощность полезной толщи до 136 м и разрабатывается производственным объединением «Гранит». Крупнейшее в Гомельской области месторождение строительного камня (гранит, диорит) расположено в окрестностях деревни Глушковичи Лельчицкого района, где действует карьер «Надежда» (щебень, облицовочный камень).

Из других видов минеральных строительных материалов на территории области разведано Ситницкое месторождение каолина в Лунинецком районе (запасы 9,1 млн тонн). Огнеупорность каолина составляет 1680–1750 °С. Полезным ископаемым является верхняя часть коры выветривания кристаллических пород фундамента. Средняя мощность продуктивной толщи составляет 3,5 м.

#### *Агрехимическое сырье*

Из этой группы полезных ископаемых в области широко распространены *сапропели*. К сапропелям относятся глеевые отложения пресноводных водоемов, которые удерживают не менее 15 % органического вещества. На территории области известны сапропели четырех классов: органический, кремнеземистый, карбонатный и смешанный. Используют данный вид сырья в первую очередь в качестве удобрения и для подкормки животных. Другие пути использования – медицина, строитель-

ство, химическая промышленность. На территории области выделяется два типа месторождений: открытых озерных водоемов и погребенных под торфом. Разведанные запасы озерных сапропелей составляют 200,7 млн м<sup>3</sup>, месторождений, которые залегают под торфом, – 135,9 млн м<sup>3</sup>. Самую большую площадь занимает органический сапропель, в то время как в других областях Беларуси преобладает кремнеземистый.

Из 16 сапропелевых баз Беларуси на территории Полесья расположены 6: Брестско-Малоритская, Ивановско-Березовская и Ивановско-Пинская, Лельчицко-Житковичская, Петриковско-Светлогорская и Речицко-Чечерская. Здесь же расположено и самое крупное в Беларуси месторождение сапропеля, который залегают под торфом, – Великолесское (Кобринский район), которое имеет запасы 108,8 млн м<sup>3</sup>. Всего в регионе известно 58 месторождений озерного сапропеля, из них наиболее крупные выявлены в озерах Бобровицкое, Вульковское, Черное, Луковское, Олтушское, Ореховское, Мотольское, Червоное, Стоячее и Дикое (Калинковичский район). Промышленная добыча ведется в озерах Мотольское (Ивановский район) и Олтушское (Малоритский район), Святое (Рогачевский район).

Общереспубликанское значение имеют *калийные и каменные соли*. Крупнейшее месторождение калийных солей – Петриковское – было открыто в 1966 г. Мощность пластов сильвинитовых руд здесь достигает 4 м. Балансовые запасы месторождения – 2,3 млрд т. Кроме калийных солей, залежи этого месторождения содержат каменную соль высокого качества.

Геологические запасы Давыдовского месторождения каменной соли (Светлогорский район) составляют около 20 млрд т. Месторождение было открыто в 1941 г. Однако до сих пор оно не разрабатывается. Глубина залегания соленосной толщи – 820–860 м. Мощность пластов – свыше 800 м. Содержание NaCl – 77,99 %.

Балансовые запасы Мозырского месторождения каменной соли составляют около 585 млн т. Глубина залегания солей – 690–735 м. Мощность соленосной толщи достигает 750 м. Содержание галита – 81–99 %. Запасы месторождения полностью обеспечат потребности действующего предприятия «Мозырьсоль» сроком на 100 лет. Перспективны на освоение запасов каменных солей Калинковичская и Копаткевичская соленосные площади.

#### *Камнесамоцветное сырье*

К этой группе месторождений относятся в первую очередь отложения *янтаря*, в меньшей степени – полудрагоценные камни, связанные с четвертичными породами – *халцедон* и его разновидности. Янтарь известен на территории Брестчины с древних времен. Обнаруженные обломки янтаря в ряде случаев достигают размеров 10–15 см, преобладает желтый, оранжевый, красноватый цвет, на поверхности обломков часто развивается кора окисления.

Коренные отложения янтароносных пород связаны с глауконитово-кварцевыми песками палеогенового и неогенового возраста, которые имеют мощность до 30 м и залегают на глубине 30–80 м. Буровыми скважинами выявлены янтароносные породы около Кобрина, Березы, Иваново, Пинска, Дрогичина, Микашевичей. Янтарь четвертичного возраста приурочен к аллювиальным, озерно-болотным, флювиогляциальным и моренным отложениям. Его образование связано с переотложением палеоген-неогеновых пород в результате деятельности ледниковых покровов и талых ледниковых вод. Наиболее крупным месторождением такого типа является Гатча-Осовское (Кобринский район), на котором ведется опытная добыча.

*Коллекционные камни* не имеют промышленного значения, но используются при формировании минералогических, петрографических и палеонтологических коллекций, для создания различных композиций при градостроительстве. Среди окаменелостей наибольшее значение имеют остатки фауны морских беспозвоночных мелового и палеоген-неогенового возраста, а также кости, зубы и другие части скелетов позвоночных животных квартала (мамонта, оленя и т. д.). Важным источником коллекционных минералов и горных пород являются ледниковые валуны, которые принесены четвертичными ледниками из Фенноскандии и дна Балтийского моря и представлены на 75 % гранитами, 20 % гнейсами, а также габбро, диоритами, кварцитами, сланцами, песчаниками. Преобладают валуны размером 1–3 м, некоторые из них являются историческими памятниками, например Камень филаретов около д. Корчево Барановичского района. Перспективно и использование ледниковых валунов для создания в Бресте музея валунов под открытым небом по образцу музея в г. Минске.

#### **2.1.4. Геоморфология**

Белорусское Полесье является частью обширной территории в пределах Полесской низменности, расположенной главным образом в пределах бассейна р. Припять. Полесская низменность представляет собой крупный географически обособленный природный регион, своеобразие и отличитель-

ные черты которого определяются широким развитием здесь сильно заболоченных аллювиальных, озерных, озерно-аллювиальных и водно-ледниковых равнин с разнообразными формами эоловой аккумуляции, наличием большого количества болот и переувлажненных земель (рис. 2.5).

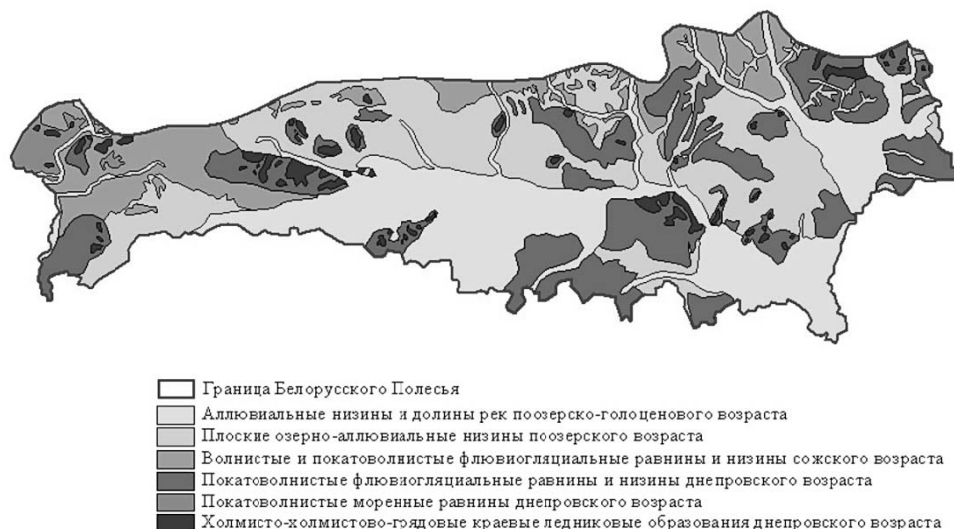


Рисунок 2.5 – Карта-схема геоморфологических условий Белорусского Полесья

Белорусское Полесье сформировалось на территории с относительно глубоким залеганием кристаллического фундамента. Своеобразие физико-географических условий Полесья обусловлено особенностями геологического и палеогеографического развития этого уникального природного региона. Они определяются в первую очередь наличием здесь таких современных тектонических структурных элементов, как Полесско-Брестская впадина, Полесская седловина и Припятский прогиб. Сложное и неоднородное тектоническое строение кристаллического фундамента, некоторые блоки которого опущены на глубину до 4–6 км во впадинах, а другие приподняты до 115 м над уровнем моря (Микашевичско-Житковичский выступ), а также невыдержанность по площади водоупорных толщ в четвертичных отложениях создают благоприятные условия для гидравлической связи глубинных водоносных горизонтов с поверхностными. Это обстоятельство наряду с равнинностью территории определяет высокую заболоченность региона и способствует развитию процессов болотообразования в обширных котловинообразных понижениях. Несмотря на кажущуюся повсеместную выровненность территории Белорусского Полесья, слагающий ее рельеф отличается не только генетическим разнообразием форм, но и абсолютными высотами. Преобладающие абсолютные отметки земной поверхности региона изменяются в пределах 120–160 м, а на участках распространения краевых ледниковых образований – 170–185 м. Максимальная отметка составляет 220,7 м в пределах Мозырской возвышенности.

Границы области и геоморфологическое строение во многом определяются тектоническими структурами. Тектоническая неоднородность обусловила большую амплитуду мощности осадочного чехла, от 20–30 м на Микашевичско-Житковичском выступе до 4000 м в пределах Брагинско-Лоевской седловины.

Сложное тектоническое строение на ограниченной территории предопределило образование более 200 больших и малых блочных морфоструктур с большой амплитудой неотектонических движений. Тектонические и неотектонические движения оказали влияние на особенности распространения, динамику ледникового покрова и ледниковый морфогенез, морфологию речных долин и др. Приподнятое положение южной части территории препятствовало проникновению ледниковых покровов.

С зонами разломов связано размещение краевых гряд, гляциодислокаций, ложбин ледникового выпаживания и размыва.

Осадочный чехол построен преимущественно породами девонской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Под четвертичной толщей вскрываются неогеновые кварцевые пески, алевроиты и глины, которые имеют наибольшее распространение в Подляско-Брестской впадине и центральной части Припятского прогиба. Распространение песчаных разностей в коренных породах определило в некоторой степени специфику четвертичной седиментации, что явилось в последствии одной из причин широкого распространения на территории Полесья эоловых форм рельефа. Толща четвертичных осадков на юге колеблется в пределах 10–50 м, на западе и северо-западе – 80–120 м, достигая в отдельных местах 200 м.

Рельеф ложа четвертичной толщи в доледниковое время представлял собой погребенную равнину с относительно ровной поверхностью на западе и более возвышенную и расчлененную на северо-востоке и юге. Преобладающие высоты в западной части составили 100–120 м, в восточной – 140 м и более. Из положительных форм выделяется возвышенность, связанная с Микошевичско-Житковичским выступом (относительное превышение 15–20 м). В направлении с запада на восток прослеживаются цепочки ложбинообразных понижений с глубиной вреза до 57–62 м.

Исходной для развития современного рельефа юга Беларуси можно считать мезозойскую поверхность выравнивания в виде морской аккумулятивной равнины. В последующем неоднократные трансгрессии морского бассейна определили палеогеновую поверхность выравнивания. После регрессии палеогеновых морей установился континентальный режим, существующий до настоящего времени. В неогене были заложены первые речные долины и получили распространение обширные озерные водоемы. К началу четвертичного периода Белорусское Полесье представляло собой плоскую заболоченную равнину.

Таким образом, своеобразии рельефа Полесской низменности создавалось на протяжении длительного геологического времени.

В четвертичном периоде территория неоднократно покрывалась материковыми оледенениями, которые в значительной степени преобразовали первичную поверхность аккумулятивной и экзарационной деятельностью. Геологические исследования показывают, что первые значительные экзарационные преобразования относятся к березинскому оледенению, в результате которого образовались ложбины ледникового выпахивания и размыва. Наиболее глубокая Старчинская ложбина врезана в породы доледникового рельефа на глубину 73 м и заполнена флювиогляциальными отложениями. После отступления ледника значительно увеличилась расчлененность рельефа, многие появившиеся ложбины предопределили формирование гидрографической сети. Этот период характеризовался большой обводненностью и развитием озер. С ним был связан перелив вод Пра-Днепра в южном направлении в бассейн Десны. Деграция ледника сопровождалась образованием зандров и озерно-ледниковых низин в районе озер Черного, Споровского, городов Солигорска и Старобина. В современной низине оз. Выгонощанское существовал приледниковый озерный бассейн.

Александрийское межледниковье характеризовалось развитием густой сети озер и болот на большей части Полесья. Многие озерные котловины были унаследованы от ранних этапов развития. Речные долины, образовавшиеся в александрийское время, имели общее направление стока и очертания, соответствующие современному.

Днепровский ледниковый покров сыграл определяющую роль в формировании современного рельефа Полесья. К этому времени относится подъем пониженной западной части Полесья, что обусловило общий наклон равнины в восточном направлении. Три лопасти днепровского ледника: брестская, столинская и наровлянская – производили экзарационную работу, выражавшуюся в образовании ложбин ледникового выпахивания в центральной и восточной частях Полесья. Врез ложбин достигал 90 м. Таяние ледника сопровождалось повсеместным образованием озерно-ледниковых водоемов и зандровых равнин. В период остановок ледника формировались краевые насыпные и напорные образования с камами и озами, которые представлены в пределах Загородья и Мозырской возвышенности. Образовавшиеся понижения вдоль краевых ледниковых поднятий были унаследованы в последующем современными реками (Припять, Ясельда, Оресса, Пина и др.) и озерами (Червоное). Возникли основные возвышенности региона и определились орографические черты современного рельефа.

В шкловское время в условиях стабильной тектонической обстановки формировалась гидрографическая сеть, разрабатывались речные долины. Большая увлажненность территории способствовала образованию озерных водоемов, которые отличались небольшими размерами и значительными глубинами.

В период сожского оледенения в северной и западной частях Полесья оформлялись аккумулятивные краевые гряды, моренные равнины, ложбины ледникового выпахивания и размыва. Южнее рельеф формировался под воздействием талых ледниковых вод. Большие пространства были заняты озерно-ледниковыми водоемами. Основные пространства Полесья представляли перигляциальную зону сожского оледенения, где проявлялись процессы солифлюкции и термокарста. С этим периодом связано начало формирования вторых надпойменных террас на реках Полесья.

В муравинское межледниковье основными генетическими типами отложений являлись озерные, озерно-болотные и аллювиальные гумусированные пески, глины и торф. В основных долинах продолжала формироваться вторая надпойменная терраса.

Поозерский период характеризовался большой водностью речных систем Полесья, распространением холодных озерно-ледниковых водоемов. С прекращением притока талых вод площади озер

быстро сокращались, оставляя плоские песчаные пространства с эоловыми образованиями и торфяниками. Уменьшение озерности связано также с положительными гляциоизостатическими движениями на протяжении позднеледникового. В конце этого времени в результате увлажнения климата, гляциоизостатических опусканий, подъема уровня грунтовых вод появились мелководные озера-разливы, нередко наследовавшие древние озерные котловины. В долинах рек сформировалась вторая эрозионно-аккумулятивная надпойменная терраса, на плакорах активизировались карстовые процессы. С этим временем связано образование сквозной долины р. Припять в пределах Мозырских гряд, которые служили естественной преградой для речных и озерных вод.

Современный облик рельефа приобрел во второй половине голоцена. Оформились речная сеть, озерные котловины. К концу бореального и началу атлантического времени была сформирована современная пойма. Интенсивно проявлялось болотообразование в низинах, оврагообразование на возвышенностях, формирование карстовых озерных котловин, накопление делювиальных шлейфов и конусов выноса, повсеместное развитие эоловых процессов по берегам рек и озер.

Образование эоловых гряд, бугров, параболических дюн связано не только с переработкой флювиогляциальных песков, но и с перевеванием многочисленных прирусловых валов, образовавшихся в результате интенсивного меандрирования рек. Существенная роль принадлежит озерам, общее количество которых, включая старичные, превышает пять тысяч. Кроме того, на развитие современного рельефа заметное влияние оказывают локальные неотектонические движения, которые имеют как положительную (2 мм/год), так и отрицательную (1,3 мм/год) амплитуду.

Основной фон современного рельефа создают заболоченные пространства аллювиальных, озерных, озерно-аллювиальных и водно-ледниковых равнин и низин. Краевые ледниковые комплексы имеют ограниченный характер. Выделяется возвышенная равнина Загородье с высотами до 180 м и Мозырская гряда с максимальными отметками до 221 м. Своеобразие рельефа во многом определяется слабой расчлененностью, сравнительно однородной толщиной покровных песчаных отложений.

Колебание высот не превышает 2–7 м. Абсолютные высоты на западе колеблются в пределах 135–155 м, на востоке – 110–130 м. Минимальные отметки 100 м приурочены к месту впадения Припяти в Днепр.

Основные реки относятся к бассейну Днепра, и только на западе часть рек принадлежит бассейну Западного Буга. Гидрологический режим рек в основном определяется тальми и дождевыми водами, а также за счет подземного притока. Правые притоки Припяти и Сожа вскрывают воды, содержащиеся в мергельно-меловых отложениях. Гидросеть не обеспечивает дренажа, что вызывает высокое стояние грунтовых вод, заболачивание днищ и долин рек. В периоды интенсивного таяния снега и дождей для всех рек наблюдается высокий уровень половодья. Гидрологические наблюдения показывают, что ежегодные подъемы уровня воды в Припяти 4–5 м, а в аномальные по водности годы могут достигать 7 м, вызывая катастрофические наводнения. На малых реках подъем уровня 2–3 м. Продолжительность половодья иногда достигает 125, у малых рек – до 40 дней. Ширина разлива р. Припять составляет 5–15 км, достигая 25 км. В основных притоках ширина разлива 5–10 км.

Долина Припяти является основной водной артерией Белорусского Полесья – это самый большой по величине и водности приток Днепра. Длина реки на территории республики составляет 548 км. Продольный профиль имеет слабовыпуклый характер и небольшое падение. Ширина долины достигает 75 км. Русло извилистое, коэффициент меандрирования 1,01–2,83. В долине выделяются пойма и две надпойменные террасы. На всем протяжении ширина поймы изменяется в широких пределах – от 1–2 км вдоль Мозырской гряды до 18 км в месте впадения Пины и Горыни. Выделяют несколько уровней поймы. Старая высокая пойма (2–3 м), занимая отдельные участки долины, заливадается только в экстремальные по водности годы. На низкой старой пойме (высота 1,5–2 м) периодически заливаются участки староречьев и протоков. Большую часть днища долины занимает молодая сильно заболоченная пойма. Относительные превышения над урезом воды в верховьях 0,5–1,5 м, ширина до 17 км. Высокая молодая пойма тянется вдоль Припяти широкой полосой от 0,5 до 1,0 км. На приустьевых участках притоков характерными формами рельефа являются гривистые заболоченные участки с протоками и старицами. На притеррасных участках поймы хорошо выражены крупногривистые эоловые формы высотой 0,5–1,0 м, длиной до 5,0 км, а на некоторых отрезках поймы широко распространены прирусловые валы.

Первая надпойменная терраса у Припяти аккумулятивная, наблюдается на всем протяжении, за исключением участков у гг. Мозыря и Петрикова. Ширина террасы изменяется от 1 до 8 км, в местах впадения крупных притоков достигает 18 км. На отдельных участках она сужается до 100 м. Высота уступа террасы обычно 0,3–1,0 м, местами достигает 3–4 м. Поверхность террасы пологая, осложнена эоловыми образованиями, у староречий и притеррасных участках заболоченная.

Вторая надпойменная терраса преимущественно эрозионно-аккумулятивного типа развита повсеместно, кроме сквозных участков долины (Мозырь, Петриков). Колебание ширины террасы составляет от 200 м до 18 км. Высота уступа террасы над урезом воды увеличивается с запада на восток, возрастая по течению от 7 до 20 м. Вдоль бровки террасы развиты разнообразные эоловые формы рельефа.

Природные условия, рельеф, гидросеть Полесья претерпели значительные антропогенные трансформации. В частности, многие озера превратились в наливные водоемы (Луковское), служат водоемами-охладителями (Белое, Черное) для Белоозерской ТЭЦ. Изменены рельеф и гидросеть мелиорированных болот, возникли свежие эоловые массивы и развеваемые пески. Техногенные преобразования связаны со строительством Днепровско-Бугского (длина 196 км), Огинского (длина 54 км) и мелиоративных каналов; создан ряд крупных водохранилищ (Любанское, Погост, Локтыши и др.).

Рельеф испытывает заметные изменения и за счет сработки торфа в результате сельскохозяйственной деятельности и большого распространения карьерных выработок.

В Белорусском Полесье можно выделить несколько вертикальных ярусов рельефа.

Наиболее низкий ярус рельефа образует плоская, местами слабо выраженная волнистая поверхность озерных и озерно-аллювиальных низин, большинство из которых заболочены и полностью находятся в переувлажненном состоянии. В пределах Белорусского Полесья выделяется несколько участков такого рельефа: Наревно-Ясельдинский, Случеско-Оресский, Василевичский, Уборть-Словечненский, Верхнеприпятский и некоторые другие.

Среди таких низин иногда располагаются зарастающие озера, которые приурочены к заторфованным и залесенным слабо дренированным котловинам. Нередко вокруг последних размещены береговые песчаные валы высотой до 4–6 м. Поверхность озерных и озерно-аллювиальных низин имеет абсолютную высоту 120–150 м. На наиболее приподнятых участках таких низин получили развитие линейно вытянутые или серповидные эоловые образования. Нередко они представлены линейными грядами высотой 5–7 м, длиной 500–2500 м, шириной несколько сотен метров. В некоторых местах они образуют более обширные цепи гряд протяженностью 10 км и более. Характерной особенностью рельефа низин являются многочисленные заторфованные ложбины, образованные на месте древних днищ стока поверхностных вод.

Средний ярус рельефа территории Белорусского Полесья приурочен к водно-ледниковым низинам и равнинам с абсолютными обметками 125–160 м. Они характеризуются плоским или плоско-волнистым рельефом с колебанием высот до 3 м. На ряде междуречий водно-ледниковые поверхности расчленены довольно густой сетью неглубоко врезаемых долинных и котловинных форм рельефа, объединенных в 2–3 субпараллельных для каждого междуречья системы. Подобные ложбины хорошо выражены на территории, расположенной между оз. Червоное и р. Припять, где ложбины достигают в длину около 15 км. Помимо долинных форм рельефа, на повышенных местоположениях таких междуречий развиты термокарстовые, дефляционные и иные западины и котловины, иногда заполненные древнеозерными отложениями. Из положительных форм рельефа на водно-ледниковых отложениях получили развитие редкие камы, эоловые холмы, гряды, дюны, поля не закрепленных растительностью песков. Ширина отдельных гряд колеблется от 10 до 200 м, длина составляет от 100 до 2000 м, высота от 0,5 до 10 м и выше. В комплексе с положительными элементами рельефа выступают котловины выдувания, имеющие округлую или овальную форму размером 0,5–2,5 км.

Высокий ярус рельефа представлен краевыми ледниковыми образованиями Белорусского Полесья, которые здесь образуют крупные и четко различающиеся цепи. Среди них особо выделяются Мозырская возвышенность и Загородье. В пределах Мозырской возвышенности краевые формы рельефа образуют две цепи, каждая из которых состоит из ряда мелких гряд длиной от 500 до 3000 м и шириной около 300 м. Отличительной чертой современного развития Мозырской возвышенности является ее интенсивное расчленение овражно-балочной сетью. Густота расчленения порой достигает 1800 м/км<sup>2</sup> при максимальной глубине вреза балок до 70 м и их длине до 3 км. Краевые ледниковые образования Загородья характеризуются грядовым рельефом. Гряды имеют относительные высоты 10–15 м при абсолютных отметках поверхности от 140 до 175 м. Преобладают плоские вершины и пологие склоны гряд, которые вытянуты с северо-запада на юго-восток.

В пределах Белорусского Полесья распространены также краевые ледниковые образования днепровского времени, но они встречаются фрагментарно в пределах Столинской и Малоритской водно-ледниковых равнин. Здесь они представлены отдельными платообразными возвышенными участками с абсолютной высотой от 155 до 170 м с колебанием относительных высот 2–3 м. Ниже краевых ледниковых образований фрагментарно располагаются пологоволнистые моренные равнины. Их небольшие участки встречаются в окрестностях г. Малориты, г. п. Лельчицы, в междуречье Птичи и Березины. Абсолютные отметки рельефа не превышают здесь 150–160 м.



## 2.2. Ландшафты

### 2.2.1. Классификация ландшафтов Полесской физико-географической провинции

Современная классификация ландшафтов Беларуси разработана Г. И. Марцинкевич и Н. К. Клицуновой [124]. В данной классификации используются основные и промежуточные классификационные единицы (рис. 2.6).

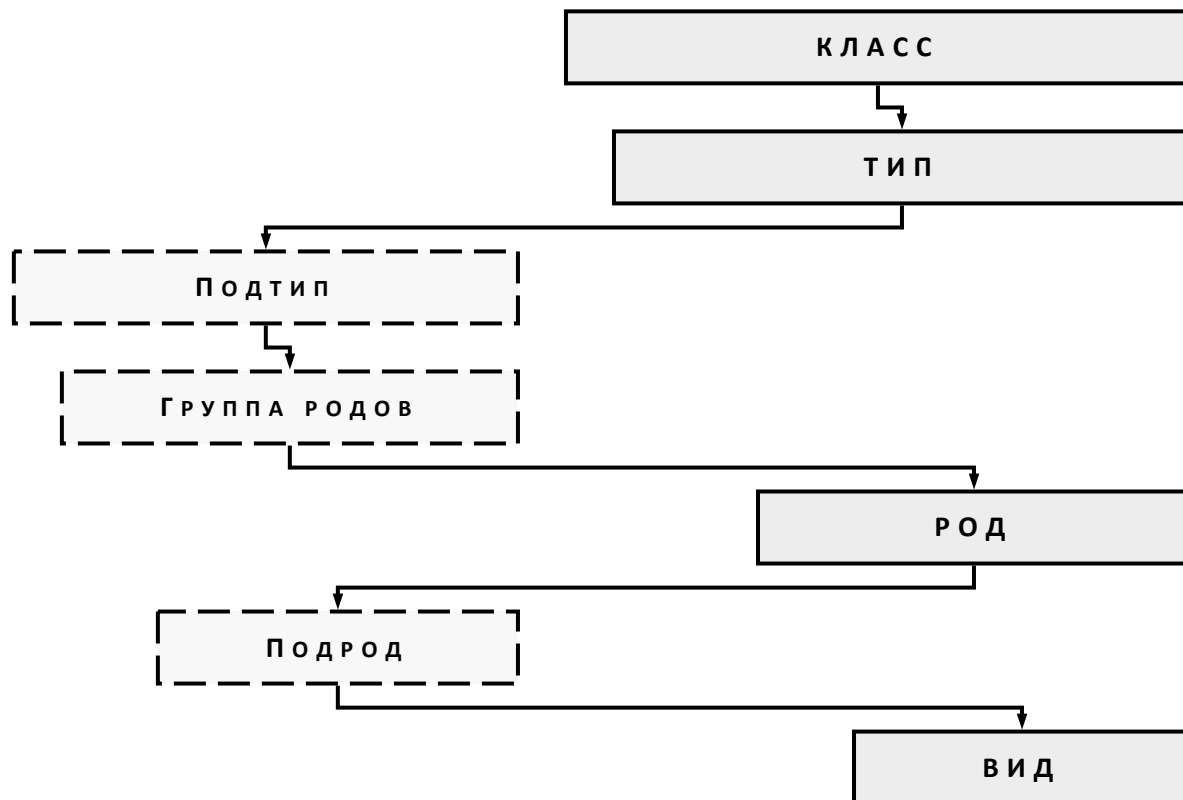


Рисунок 2.6 – Единицы классификации ландшафтов Беларуси

В качестве высшей классификационной единицы принят класс ландшафтов. Территория Полесской физико-географической провинции, как и Беларуси в целом, расположена в пределах Восточно-Европейской платформы с равнинным рельефом и четко выраженной структурой широтных зон, поэтому ее ландшафты относятся к классу *равнинных*.

Следующая классификационная единица – тип ландшафтов. Она выделяется с учетом биоклиматических факторов. Положение территории Беларуси в умеренных широтах с благоприятными условиями для произрастания лесов определило принадлежность всех ее природно-территориальных комплексов к *умеренно континентальному лесному типу ландшафтов*.

В то же время, ввиду того что протяженность Республики Беларусь с севера на юг составляет более 500 км, в данном направлении наблюдается значительное изменение гидротермического режима. Как следствие, при дальнейшей детализации классификации ландшафтов Беларуси с учетом неоднородности основных биоклиматических факторов в пределах страны выделяются два подтипа ландшафтов:

1. Подтаежный (смешанно-лесной) подтип, который сформировался под влиянием зональных закономерностей и отражает характерные черты природных зон. Данный подтип охватывает северную и центральную части республики.

2. Полесский (широколиственно-лесной) подтип ландшафтов обособлен в связи с геолого-геоморфологическими особенностями территории, которые предопределили своеобразие почвенно-растительного покрова и структуру более мелких природно-территориальных комплексов. Этот подтип ландшафтов занимает южную часть Беларуси. Граница между подтипами проходит по северной окраине Белорусского Полесья.

Из-за того, что внутри типа и подтипов ландшафтов широко распространены проявления азональности, именно они были положены Г. И. Марцинкевич и Н. К. Клицуновой [124] в основу обособления двух основных (род, вид) и двух промежуточных (группа родов, подрод) единиц классификации. Род ландшафтов объединяет территориальные комплексы, сходные по генезису и времени об-

разования. Однако в пределах отдельных участков в границах Беларуси можно наблюдать наличие близкорасположенных разновозрастных элементов. Таким образом, на уровне рода ландшафтов в белорусской классификации выделяются нерасчлененные комплексы речных долин и нерасчлененные комплексы с преобладанием болот, которые в определенной мере азональны и не укладываются в границы подтипов, как все прочие роды ландшафтов.

Анализ ландшафтной карты Беларуси показывает, что в пределах Полесской физико-географической провинции выделяются девять родов ландшафтов [64, 151] (рис. 2.7). Наибольшую площадь (более 10 % от общей площади провинции) занимают три рода ландшафтов (рис. 2.8):

1) *озерно-аллювиальные с широколиственно-сосновыми и дубовыми лесами на дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почвах, коренными мелколиственными лесами и болотами на торфяно-болотных почвах* составляют около 26 % площади провинции и располагаются крупными массивами преимущественно в ее в северной части;

2) *водно-ледниковые с сосновыми, еловыми, широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых, реже заболоченных почвах* составляют около 25 % площади провинции и встречаются достаточно большими по площади ареалами по всей территории провинции;

3) *аллювиальные террасированные с сосновыми, широколиственно-сосновыми и мелколиственными лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах* составляют около 17 % площади провинции и занимают междуречья правых притоков Припяти.

Также необходимо отметить, что в пределах Полесской провинции наибольшее распространение по сравнению с другими физико-географическими провинциями Беларуси получили нерасчлененные комплексы с преобладанием болот (озерно-болотные ландшафты с болотами и коренными мелколиственными лесами на торфяно-болотных почвах, сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах). Данный род ландшафтов встречается небольшими участками в центральной и северной частях провинции.

Различные роды ландшафтов Беларуси занимают определенную гипсометрическую ступень. При классификации ландшафтов все роды принято объединять в три группы:

1) группа возвышенных ландшафтов, расположенных в пределах высот более 200 м над уровнем моря;

2) группа средневысотных ландшафтов, занимающих абсолютные высоты 150–200 м;

3) группа низменных ландшафтов, приуроченных к абсолютным высотам менее 150 м.

В пределах Полесской физико-географической провинции преимущественное распространение получили низменные и средневысотные ландшафты. Возвышенные ландшафты занимают очень незначительную площадь (около 0,6 % территории) и локализируются в пределах Мозырской гряды (рис. 2.9).

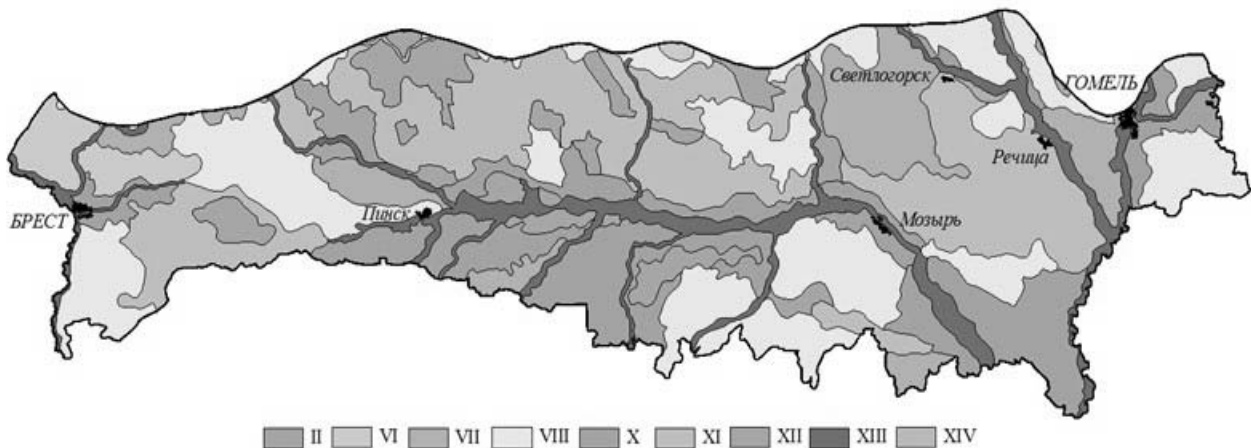
Внутри родов в классификации ландшафтов Беларуси выделяются подроды, ведущим признаком обособления которых является характер четвертичных отложений. В пределах Полесской физико-географической провинции доминируют подроды, которые приурочены к аллювиальным пескам и водно-ледниковым пескам и супесям:

1) с поверхностным залеганием аллювиальных песков (около 30 % территории провинции);

2) с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей (около 18 %);

3) с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков (около 13 %);

4) с поверхностным залеганием торфа и песков (около 10 %).



Названия родов ландшафтов приведены на ландшафтной карте, выполненной в ранге родов ландшафтов

Рисунок 2.7 – Распространение ландшафтов Полесской физико-географической провинции в ранге родов

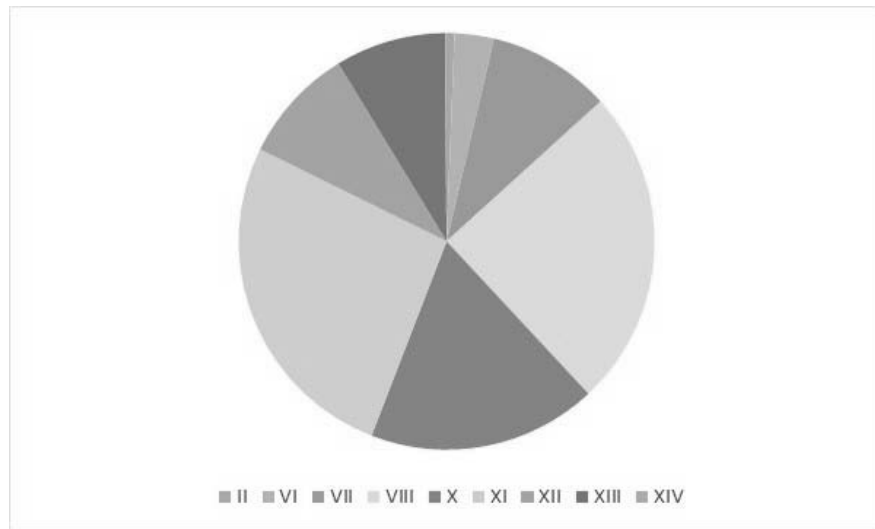


Рисунок 2.8 – Соотношение площадей, занятых различными родами ландшафтов в пределах Полесской физико-географической провинции



Рисунок 2.9 – Распространение ландшафтов Полесской провинции в ранге групп родов

Самой дробной единицей классификации ландшафтов Беларуси является вид ландшафтов, ведущим признаком выделения которого служит мезорельеф, а дополнительным – характер растительности на уровне групп растительных ассоциаций. Разнообразие мезорельефа и, следовательно, видов ландшафтов обусловлено главным образом историей формирования ландшафтов и тем самым подчинено родовым категориям. Анализ ландшафтной карты Беларуси показывает, что в пределах Полесской физико-географической провинции располагаются 23 вида ландшафтов (из 54 видов, выделяемых в Беларуси) (рис. 2.10).

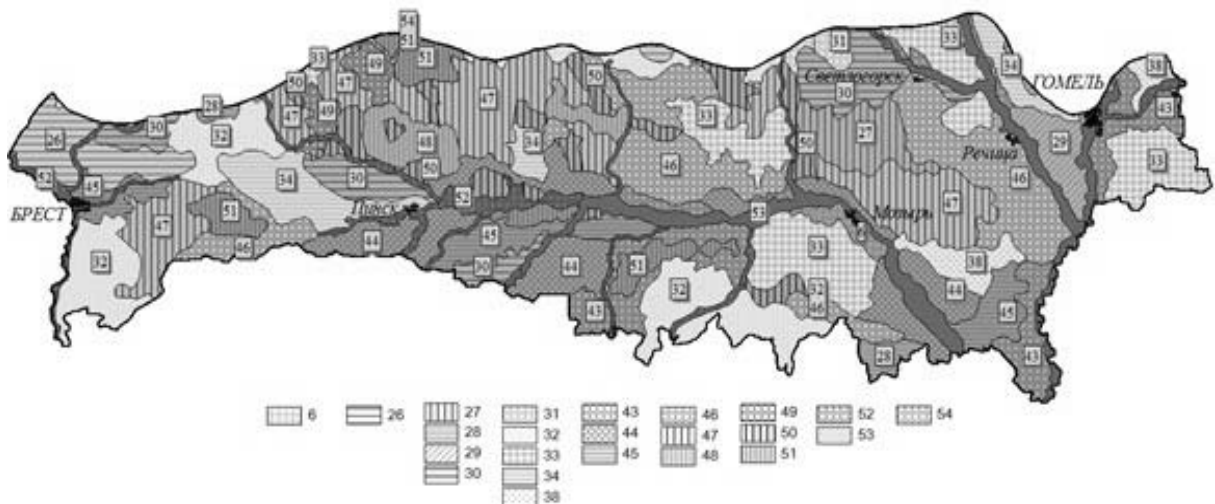


Рисунок 2.10 – Ландшафты Полесской провинции в ранге видов

II. *Холмисто-моренно-эрозионные с широколиственно-еловыми, еловыми и широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых, реже дерново-палево-подзолистых почвах, значительно распаханые*

6. Мелкохолмисто-грядовые, с еловыми, сосновыми, дубово-сосновыми лесами.

VI. *Вторичноморенные с широколиственно-еловыми, сосновыми и широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, реже заболоченных почвах, значительно распаханые*

26. Холмисто-волнистые с краевыми образованиями, сосновыми, еловыми, дубово-сосновыми лесами.

VII. *Моренно-зандровые с широколиственно-еловыми, широколиственно-сосновыми и сосновыми лесами на дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почвах, частично распаханые*

27. Плосковолнистые с краевыми образованиями, сосновыми, дубово-грабово-сосновыми, черноольховыми лесами.

28. Волнистые с краевыми образованиями, сосновыми, дубово-сосновыми лесами.

29. Волнисто-увалистые с сосновыми, дубово-сосновыми, дубово-черноольховыми лесами.

30. Холмисто-волнистые с краевыми образованиями, дубово-сосновыми, дубово-грабово-сосновыми лесами.

VIII. *Водно-ледниковые с сосновыми, еловыми, широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых, реже заболоченных почвах, частично и ограниченно распаханые*

31. Плоские с сосновыми, сосново-дубовыми, дубовыми лесами.

32. Плоские с эловыми грядами, сосновыми, грабово-дубово-сосновыми, широколиственно-черноольховыми лесами.

33. Плосковолнистые с эловыми грядами, сосновыми, дубово-сосновыми, широколиственно-черноольховыми лесами.

34. Волнистые с эловыми грядами, сосновыми, еловыми, дубово-сосновыми, черноольховыми лесами.

38. Холмисто-увалистые с сосновыми, дубово-сосновыми лесами.

X. *Аллювиальные террасированные с сосновыми, широколиственно-сосновыми и мелколиственными лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, ограниченно распаханые*

43. Плоские с грабово-дубово-сосновыми, дубовыми лесами.

44. Плосковолнистые с дюнами, сосновыми, грабово-дубово-сосновыми, черноольховыми лесами.

45. Волнистые с сосновыми, грабово-дубово-сосновыми, дубовыми, черноольховыми лесами.

XI. *Озерно-аллювиальные с широколиственно-сосновыми и дубовыми лесами на дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почвах, коренными мелколиственными лесами и болотами на торфяно-болотных почвах, ограниченно распаханые*

46. Плоские с эловыми грядами, сосновыми, грабово-дубово-сосновыми, черноольховыми лесами.

47. Плосковолнистые с сосновыми лесами, болотами

48. Плосковолнистые с краевыми образованиями, сосновыми, грабово-дубово-сосновыми лесами, болотами.

XII. *Озерно-болотные с болотами и коренными мелколиственными лесами на торфяно-болотных почвах, сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, частично и ограниченно распаханые*

49. Плоские с минеральными останцами, сосновыми, пушистоберезовыми лесами, болотами.

50. Плосковолнистые осушенные с пашней.

51. Плосковолнистые с минеральными останцами, сосновыми, черноольховыми лесами, болотами.

XIII. *Пойменные с дубравами на дерновых заболоченных почвах, низинными болотами и коренными мелколиственными лесами на торфяно-болотных почвах, частично распаханые*

52. Плоские с низинными болотами, черноольховыми лесами, злаково-разнотравными лугами.

53. Гривистые с дубравами, злаковыми лугами.

XIV. *Речные долины с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, лугами на дерновых заболоченных почвах, болотами, частично распаханые*

54. С плоской поймой, локальными террасами, злаковыми лугами, болотами.

Наиболее распространенными видами ландшафтов в пределах Полесской физико-географической провинции являются представленные на рисунке 2.11:

1) вид плоских ландшафтов с эловыми грядами, сосновыми, грабово-дубово-сосновыми, широколиственно-черноольховыми лесами (32) (занимает около 9 % общей площади провинции);

2) вид плосковолнистых ландшафтов с эловыми грядами, сосновыми, дубово-сосновыми, широколиственно-черноольховыми лесами (33) (около 9 %);

3) вид плоских ландшафтов с эловыми грядами, сосновыми, грабово-дубово-сосновыми, черноольховыми лесами (46) (около 12 %);

4) вид плосковолнистых ландшафтов с сосновыми лесами, болотами (47) (около 12 %).

Данные виды ландшафтов распространены преимущественно в северной и юго-восточной частях провинции и занимают значительные площади в междуречьях с плоским рельефом.

Редкими для территории Полесской провинции являются следующие виды ландшафтов:

1) вид ландшафтов с плоской поймой, локальными террасами, злаковыми лугами, болотами (54);

2) вид мелкохолмисто-грядовых ландшафтов, с еловыми, сосновыми, дубово-сосновыми лесами (6);

3) вид плоских ландшафтов с сосновыми, сосново-дубовыми, дубовыми лесами (31);

4) вид волнистых ландшафтов с краевыми образованиями, сосновыми, дубово-сосновыми лесами (28).

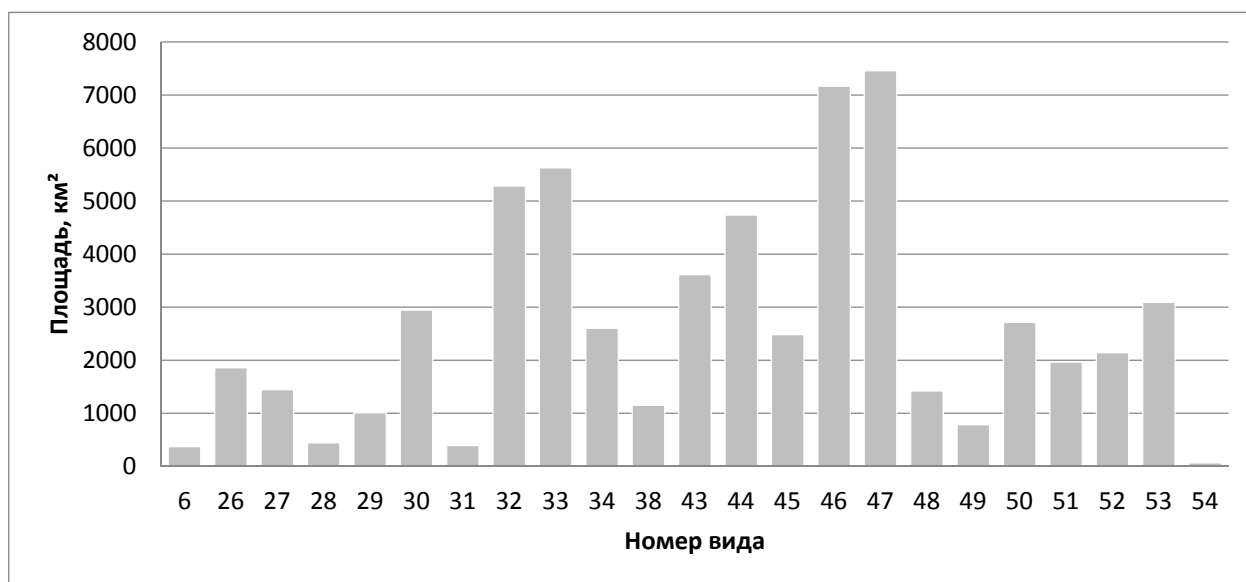


Рисунок 2.11 – Особенности соотношения площадей видов ландшафтов в пределах Полесской физико-географической провинции

Каждый из указанных четырех видов ландшафтов занимает менее 1 % в пределах провинции. Данные виды ландшафтов занимают наибольшие площади в пределах других физико-географических провинций. В Полесской провинции их распространение связано преимущественно с нетипичными для данной территории физико-географическими особенностями. Например, ландшафты с плоской поймой, локальными террасами, злаковыми лугами, болотами (54) выделяются только в пределах долины реки Щара, строение которой является нетипичным для полесских рек. Мелкохолмисто-грядовые ландшафты, с еловыми, сосновыми, дубово-сосновыми лесами (6) представлены на Мозырской гряде – наиболее приподнятом участке рельефа в пределах Белорусского Полесья (наивысшая точка – 221 м).

### 2.2.2. Ландшафтное районирование Полесской физико-географической провинции

Ландшафтное районирование – это деление территории суши на относительно однородные регионы (зоны, подзоны, провинции, районы) по особенностям ландшафтной структуры. Оно используется при разработке территориальных схем охраны природы, отдыха и туризма, мелиорации и в других работах.

Ландшафтное районирование Беларуси проведено Г. И. Марцинкевич и И. И. Счастной [123] на основе ландшафтной карты Беларуси. В ходе районирования первоначально были выделены ландшафтные районы, которые впоследствии были объединены в провинции и подзоны.

Согласно принятой схеме ландшафтного районирования в пределах Беларуси выделяются две подзоны: подзону бореальных подтаежных ландшафтов, которая занимают северную и центральную части страны, и подзону суббореальных полесских ландшафтов, которая располагается в южной части Беларуси. В пределах подзоны бореальных подтаежных ландшафтов выделяются четыре ландшафтные провинции, подзона суббореальных полесских ландшафтов занята одной ландшафтной провинцией – *Полесской провинцией озерно-аллювиальных, аллювиальных террасированных и озерно-болотных ландшафтов с сосновыми, широколиственно-сосновыми и дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, болотами*. Стоит отметить, что граница данной провинции фактически совпадает с границей Полесской физико-географической провинции.

Полесская ландшафтная провинция является самой большой по площади в Беларуси и включает наибольшее число ландшафтных районов (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Основные характеристики ландшафтных провинций Беларуси

Название провинции	Площадь		Ландшафтные районы	
	тыс. км <sup>2</sup>	%	количество	средняя площадь, тыс. км <sup>2</sup>
<i>Поозерская провинция</i> озерно-ледниковых, моренно-озерных и холмисто-моренно-озерных ландшафтов	34,0	16	14	2,4
<i>Белорусская возвышенная провинция</i> холмисто-моренно-эрозионных и вторично-моренных ландшафтов	43,2	21	13	3,3
<i>Предполесская провинция</i> вторичных водно-ледниковых и моренно-зандровых ландшафтов	43,8	21	9	4,9
<i>Восточно-Белорусская провинция</i> вторично-моренных и лессовых ландшафтов	25,3	12	5	5,1
<i>Полесская провинция</i> озерно-аллювиальных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов	61,5	30	15	4,1

В пределах Полесской ландшафтной провинции выделяется пятнадцать ландшафтных районов, значительно отличающихся друг от друга по площади и конфигурации границ (рис. 2.12, табл. 2.3). Данные отличия обусловлены тем, что выделение ландшафтных районов обусловлено сочетанием сходных по генезису ландшафтов, сформировавшихся в однотипных условиях.

Все ландшафтные районы индивидуальны, имеют собственное название и отличаются один от другого структурой видов ландшафтов. В составе каждого района насчитывается от 5 до 10 выделов в ранге видов ландшафтов, создающих разнообразные комбинации. Доминирующие виды ландшафтов, которые составляют более половины площади ландшафтного района, определяют его название.

Таким образом, классификация ландшафтов и ландшафтное районирование Полесской физико-географической провинции позволяют сделать вывод о значительной ландшафтной неоднородности рассматриваемой территории как отражении территориальной неоднородности компонентов природы.

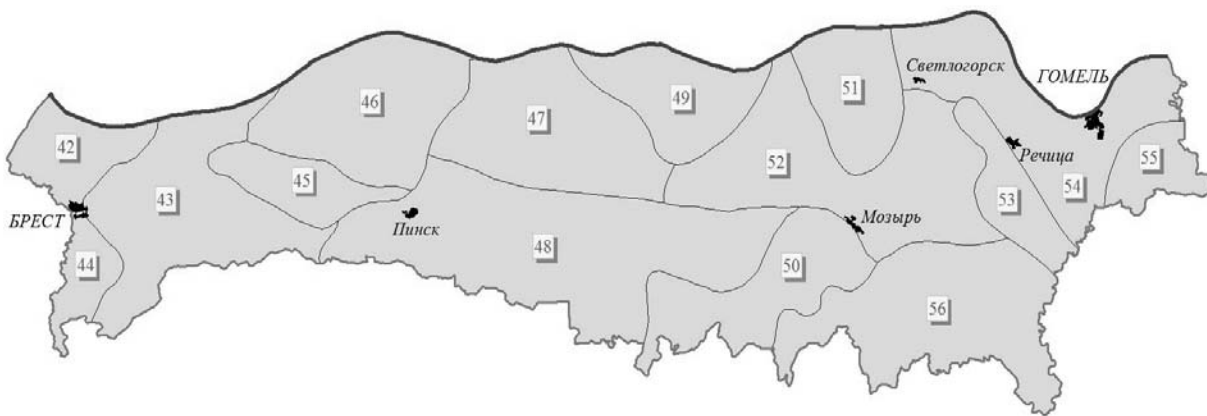


Рисунок 2.12 – Структура районов Полесской ландшафтной провинции:

- 42 – Высоковский холмисто-волнистый вторичноморенный,
- 43 – Пина-Мухавецкий плосковолнистый озерно-аллювиальный,
- 44 – Прибугский плоский водно-ледниковый,

- 45 – Загородский холмисто-волнистый моренно-зандровый и волнистый водно-ледниковый,  
 46 – Ясельдско-Щарский плосковолнистый озерно-аллювиальный и озерно-болотный,  
 47 – Лунинецкий плосковолнистый озерно-аллювиальный,  
 48 – Пинско-Туровский плосковолнистый аллювиальный террасированный и плоский озерно-болотный и пойменный,  
 49 – Оресский плоский озерно-аллювиальный и озерно-болотный,  
 50 – Лельчицкий плоский и плосковолнистый водно-ледниковый,  
 51 – Иппа-Тремленский холмисто-волнистый моренно-зандровый,  
 52 – Житковичско-Василевичский плосковолнистый озерно-аллювиальный,  
 53 – Приднепровский плоский озерно-аллювиальный и волнистый аллювиальный террасированный,  
 54 – Днепровско-Сожский плосковолнистый водно-ледниковый и аллювиальный террасированный,  
 55 – Тереховский плосковолнистый водно-ледниковый,  
 56 – Наровлянско-Брагинский плосковолнистый аллювиальный террасированный.

Таблица 2.3 – Соотношение ландшафтных районов Полесской ландшафтной провинции

Ландшафтный район	Площадь	
	тыс. км <sup>2</sup>	%
42. Высоковский	1,9	3,1
43. Пина-Мухавецкий	5,7	9,4
44. Прибугский	1,	1,8
45. Загородский	1,8	2,9
46. Ясельдско-Щарский	5,0	8,2
47. Лунинецкий	5,2	8,6
48. Пинско-Туровский	9,5	15,6
49. Оресский	2,9	4,7
50. Лельчицкий	3,7	6,0
51. Иппа-Тремленский	2,6	4,3
52. Житковичско-Василевичский	6,9	11,4
53. Приднепровский	1,7	2,8
54. Днепровско-Сожский	5,4	8,9
55. Тереховский	1,3	2,2
56. Наровлянско-Брагинский	6,1	10,1

### 2.3. Почвы Полесской провинции

На образование современных почв Полесья в наибольшей степени оказали влияние такие факторы почвообразования, как тип почвообразующих пород, климатические особенности (сочетание тепла и влаги), особенности увлажнения, характер растительности и животные организмы, а также деятельность людей [65, 93, 174].

Современный почвенный покров Полесья начал формироваться во время последнего поозерского оледенения. Территория не покрывалась ледником, но значительное воздействие на формирование почвообразующих пород оказали морозное выветривание, талые ледниковые воды, накопление озерно-аллювиальных отложений. Покровные отложения, на которых образовались почвы Полесья, представлены чаще всего рыхлыми песчаными и супесчаными породами водно-ледникового, озерно-ледникового и древнеаллювиального происхождения. Такой механический состав материнских пород и соответственно почв способствует оттоку поверхностных вод вглубь, что вызывает недостаток влаги в почве.

Мягкие климатические условия с достаточным количеством тепла и атмосферных осадков благоприятствуют развитию почвообразования. Даже во влажные годы избытка атмосферной влаги не наблюдается. В сухие годы влажность метрового слоя почвы в мае – августе снижается до 70 % от наименьшей влагоемкости.

На водный режим почв влияет не только атмосферное увлажнение, но и распределение влаги в соответствии с рельефом. Поверхностный и внутрипочвенный сток направлен в низины, что ведет к их переувлажнению и развитию процессов заболачивания.

Благоприятные агроклиматические условия определили разнообразие древесной и травянистой растительности, которая не только сама зависит от свойств почв, но и влияет на ее формирование. Растительность определяет состав и условия разложения органики, влажность почв.

Важную роль в формировании почв играют почвообразующие породы. Они являются частью твердой фазы почвы и определяют ее исходные минеральные, химические, физико-химические и другие параметры, а также обуславливают гранулометрический, минералогический и химический

состав почв, общие физические и физико-механические, водно-воздушные, тепловые свойства и режимы почв. Велико влияние почвообразующих пор на структуру почвенного покрова.

Почвообразующие породы территории Полесья представлены сложным комплексом отложений антропогенного периода (рис. 2.13). Лишь в отдельных местах небольшими участками из-под этого покрова наблюдаются выходы более древних (коренных) пород: архея и протерозоя (граниты, гранодиориты), девонские отложения (доломиты и доломитизированные известняки), палеоген-неогеновые (глины кварцево-глауконитовые и кварцевые пески).

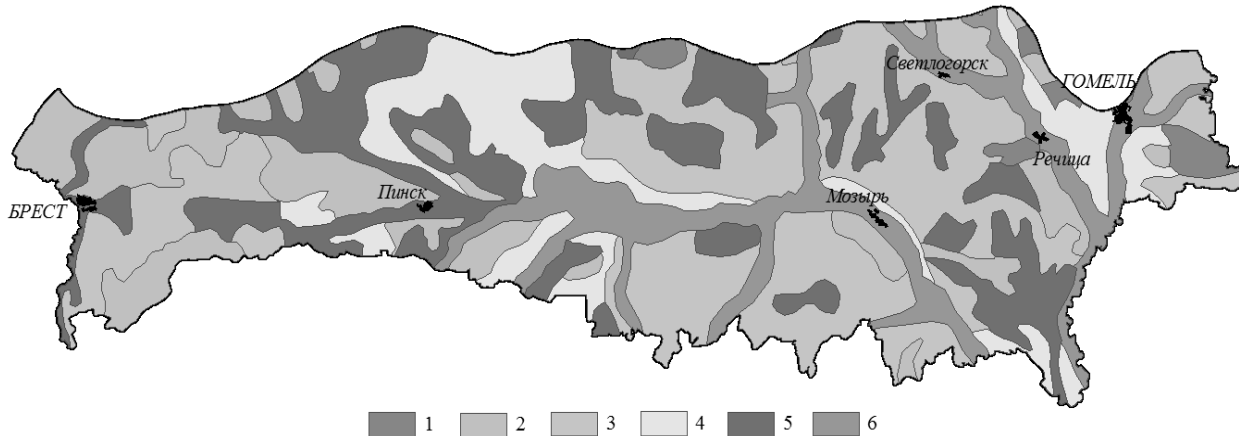


Рисунок 2.13 – Почвообразующие породы Белорусского Полесья:

1 – лессовидные суглинки; 2 – водно-ледниковые и древнеаллювиальные супеси; 3 – водно-ледниковые и озерно-ледниковые пески; 4 – древнеаллювиальные пески; 5 – органогенные отложения; 6 – современный аллювий

Наибольшие площади среди почвообразующих пород занимают водно-ледниковые и озерно-ледниковые пески (около трети территории Полесья). Водно-ледниковые отложения на территории Полесья представлены различными образованиями, накопившимися в условиях таяния ледника. Среди водно-ледниковых наносов наиболее распространены зандровые отложения, которые образуют выровненные территории, сложенные преимущественно песками и супесями. Зандровые пески обычно мелко- и разнозернистые, для них характерно невысокое содержание крупнозема.

Широкое распространение получили органогенные отложения (около 23 % площади), которые в основном представлены торфом. В зависимости от условий водного питания различают низинные, низинные засфагненные (переходные) и верховые торфяники. В пределах Полесья доминируют отложения низинного типа.

Водно-ледниковые и древнеаллювиальные супеси, древнеаллювиальные пески и современный аллювий занимают по 13–14 % площади.

Аллювиальные отложения встречаются в виде руслового, пойменного и старичного аллювия. Русловой аллювий представлен чаще отмытым, сортированным песком, пойменный аллювий содержит иловатые песчаные и глинистые породы, а в старичном аллювии, кроме минеральных отложений (песков, супесей, суглинков), встречаются органико-минеральные (сапропели, мергель) и органогенные (торф) породы. Древнеаллювиальные отложения представляют собой наносы, сформировавшиеся в долинах, по которым проходил сток ледниковых вод. По литологическому составу они близки к зандровым. Их отличительными чертами относительно зандровых образований являются незначительное содержание крупнозема, более высокая сортированность, мелкозернистость, иногда выражена слоистость.

Озерно-ледниковые отложения образовались в приледниковых озерах. По гранулометрическому составу они относятся к пескам и характеризуются слоистым или массивным строением, могут содержать осадок пресноводной извести.

Около 2 % территории приходится на лессовидные суглинки. На этих породах образуются дерново-палево-подзолистые почвы, которые имеют более высокое естественное плодородие, большие запасы питательных веществ и лучшие водно-физические свойства среди почв дерново-подзолистого типа.

Взаимодействие факторов и условий почвообразования определяют развитие на территории Полесья в основном дернового, подзолистого и болотного **процессов почвообразования** (по отдельности или в их сочетаниях).

*Дерновый процесс почвообразования* развивается под влиянием травянистой растительности (на лугах, в лесах с травянистым покровом), которая ежегодно аккумулирует значительное количество



наземной и подземной фитомассы. Под влиянием микроорганизмов (в основном бактерий) мертвые остатки растительности разлагаются с образованием главным образом темноокрашенных гуминовых кислот и обогащают верхний горизонт почвы гумусом. Гуминовые кислоты темного цвета, не растворяются в воде и в верхнем горизонте почвы происходит накопление гумуса. Образуется темный гумусовый горизонт с комковатой или зернистой структурой. Наиболее благоприятные условия для протекания дернового процесса возникают на карбонатных породах, особенно интенсивно он идет на заливных лугах речных пойм. Как правило, в условиях Полесья дерновый процесс сочетается с подзолистым или болотным, а часто и с обоими, формируя соответствующие типы почв.

*Подзолистый почвообразовательный процесс* в чистом виде развивается под пологом хвойной растительности при полном отсутствии травянистого покрова. При отмирании древесной растительности каждый год на поверхности почвы накапливаются растительные остатки в виде лесной подстилки, которые имеют кислую реакцию. Они содержат мало кальция, азота и много труднорастворимых соединений (лигнин, смолы, дубильные вещества). Разлагаются они грибной микрофлорой с образованием в основном кислой светлоокрашенной фульвокислоты. Кислота разрушает почвенные минералы и выносит продукты разрушения в нижнюю часть почвенного профиля или за его пределы. Сверху остается только аморфный кремнезем, который по цвету похож на пепел.

На Полесье подзолообразовательный процесс в чистом виде имеет ограниченное распространение и наблюдается только под хвойными лесами с моховым, вересковым или лишайниковым покровом на водораздельных участках рельефа, сложенных бескарбонатными породами.

Дерновый и подзолистый почвообразовательные процессы на Полесье протекают обычно одновременно, что приводит к формированию дерново-подзолистых почв. Интенсивность развития подзолистого процесса в этих почвах зависит от почвообразующих пород. Преобладание песчаных пород приводит к формированию слабоподзоленных дерново-подзолистых почв.

*Болотный почвообразовательный процесс* протекает при избыточном увлажнении в анаэробных условиях. Для него характерно медленное разложение отмерших растительных остатков, которые интенсивно накапливаются на поверхности почвы в виде торфа, и отсутствие вымывания продуктов жизнедеятельности анаэробных бактерий в нижележащие горизонты. Минеральные горизонты при этом подвергаются оглеению, что приводит к образованию пятен, затеков и сплошных горизонтов глея. На Полесье преобладают торфяники низинного типа, которые образуются в результате переувлажнения грунтовыми водами, богатыми элементами питания.

В понижениях болотный процесс генетически связан с дерновым и подзолистым, что приводит к формированию дерново-подзолистых заболоченных почв. В поймах рек к обычным условиям почвообразования добавляется периодическое отложение на поверхности почвы свежего аллювия. Почвообразовательный процесс не успевает полностью проявиться, поэтому в почвенном профиле часто отсутствует четкое разделение на генетические горизонты.

Большое влияние на процессы почвообразования оказывает хозяйственная деятельность человека. При обработке, гидротехнической мелиорации, внесении удобрений и ядохимикатов, а также других видах хозяйственной деятельности происходит изменение строения естественного профиля почв, их физических и агрохимических свойств. При окультуривании дерново-подзолистых почв они обогащаются гумусом и элементами минерального питания. Под воздействием осушения в верхних горизонтах почвы исчезают признаки переувлажнения, в них увеличивается аэрация, процессы почвообразования протекают в более глубоких горизонтах, а накопление торфа сменяется его разложением с высвобождением зольных элементов и азота.

В зависимости от степени увлажнения почв и характера растительности почвообразующие процессы проявляются с различной силой. Это привело к формированию разных генетических *типов почв* (рис. 2.14), площадь распространения которых в пределах Белорусского Полесья значительно отличается (рис. 2.15).

Наибольшую площадь на Полесье занимают *дерново-подзолистые почвы* (более 35 %), которые формируются под смешанными лесами с травянистым и мохово-травянистым напочвенным покровом. В системе ФАО они называются лювисоли. Для них характерен промывной водный режим, при этом постоянное сквозное промачивание почвенной толщи чаще всего отсутствует. Развиваются они на породах разного генезиса и сложения в разнообразных условиях рельефа, что приводит к значительным вариациям их морфологии и свойств.

Характерными диагностическими признаками дерново-подзолистых почв являются: четкая дифференциация на элювиальную и иллювиальную части при общем характере смены горизонтов  $A_0-A_1-A_2-B-C$ ; растянутость почвенного профиля; палевая, палево-желтая, редко белесая окраска подзолистого горизонта  $A_2$ ; кислая реакция среды; элювиальный характер распределения ила, полу-

торных окислов и обменных катионов. Гумусовый горизонт маломощный; содержание гумуса в среднем составляет 1,5–2,5 %. В составе гумуса преобладают фракции гуминовых и фульвокислот, связанные с полуторными оксидами железа и алюминия. Воздушный режим дерново-подзолистых почв в целом благоприятен, только при влажности, соответствующей наименьшей влагоемкости (ранней весной), в нижних плотных горизонтах может отмечаться недостаток воздуха. По теплофизическим свойствам дерново-подзолистые почвы, как и другие автоморфные почвы Беларуси, относятся к «теплым», однако почвы на песках и супесях в 1,5–2 раза быстрее прогреваются, чем почвы на более тяжелых породах.

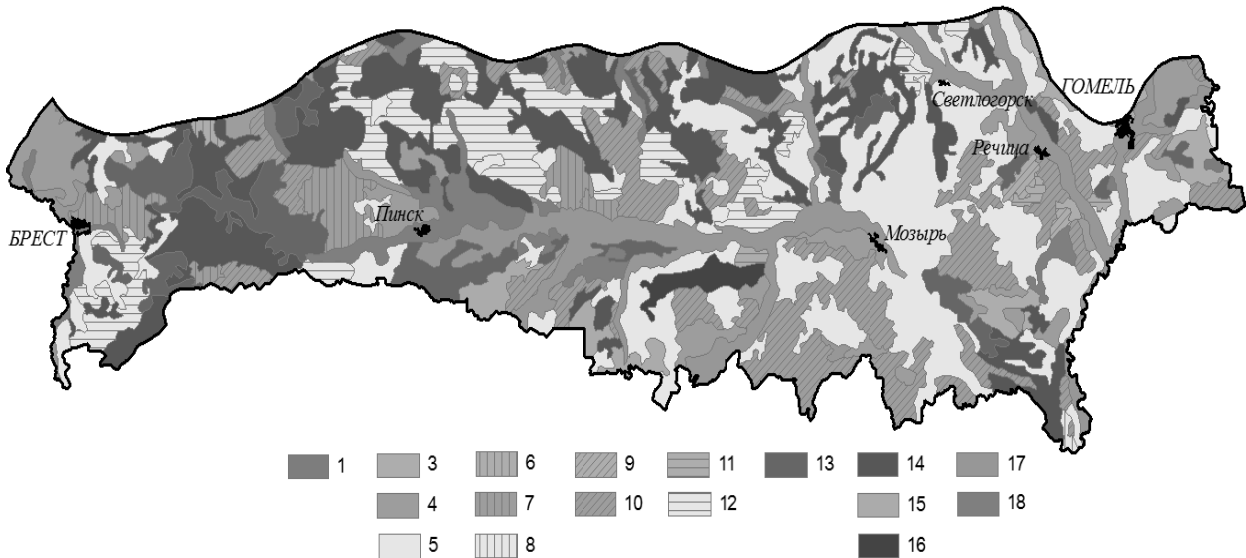


Рисунок 2.14 – Почвы Белорусского Полесья:

1 – дерново-карбонатные, 3 – дерново-подзолистые на средних и легких суглинках, 4 – дерново-подзолистые на супесях, 5 – дерново-подзолистые на песках, 6 – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на суглинках и глинах; 7 – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на супесях; 8 – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на песках; 9 – дерново-подзолистые глееватые на суглинках; 10 – дерново-подзолистые глееватые на супесях и песках; 11 – дерново-подзолистые глееватые на суглинках и супесях; 12 – дерново-подзолистые глееватые на песках; 13 – дерновые заболоченные; 14 – торфяно-болотные низинные, 15 – торфяно-болотные переходные; 16 – торфяно-болотные верховые; 17 – аллювиальные (пойменные) дерновые и дерновые заболоченные; 18 – аллювиальные болотные

Легенда соответствует почвенной карте Беларуси из географического атласа учителя и номенклатурному списку почв [64, 151]

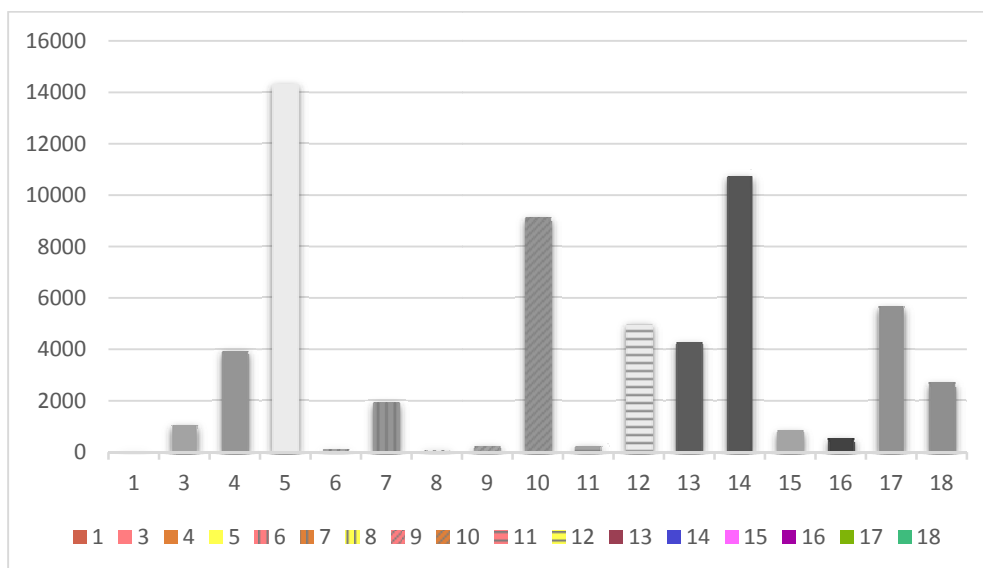


Рисунок 2.15 – Распространение основных типов почв в пределах Полесья

Дерново-подзолистые автоморфные почвы в зависимости от наличия в профиле признаков гидроморфизма делятся:

- на обычные – без признаков гидроморфизма;
- оглеенные внизу – в профиле на глубине 1,5–2,0 м имеется оглеенный горизонт;
- контактно-ogleенные – формируются на двучленных породах, различающихся по гранулометрическому составу (например, дерново-подзолистые песчаные, формирующиеся на водно-ледниковых отложениях, подстилаемых моренным суглинком);
- временно избыточно увлажненные (слабоглееватые) – образуются в условиях чередования аэробных и анаэробных условий. Диагностическими признаками таких почв являются ржаво-охристые пятна, пунктации, конкреции. В условиях Полесья на рыхлых породах дерново-подзолистые почвы формируются в условиях колебания уровня неглубоко залегающих от поверхности грунтовых вод. Вследствие низкой водоудерживающей способности рыхлых пород граница раздела между аэробной и анаэробной зонами выражена здесь более четко, чем на связных породах, и при подсыхании почв оксиды и гидроксиды формируют большей или меньшей мощности горизонтальные прослойки бурого, охристо-бурого цвета – ортзанды. В условиях Полесья временно избыточно увлажняемые почвы на рыхлых породах по влагообеспеченности являются лучшими пахотными угодьями.

Внутри типовые различия морфологических, химических и физических свойств дерново-подзолистых почв Полесья в значительной мере обусловлены характером их почвообразующих пород.

Дерново-подзолистые почвы на средних и легких суглинках в пределах Полесья занимают менее 2 % от всех почв и наибольшие площади – в восточной части. По генезису эти породы представлены лессовидными суглинками и лессами, моренными суглинками.

Дерново-подзолистые почвы на супесях расположены на несколько большей площади – около 6,5 %. Встречаются отдельными участками по всей территории. Содержание гумуса в таких почвах незначительное, реакция в естественных условиях кислая. При использовании под пашню эти почвы нуждаются в известковании. Они имеют низкое содержание обменных оснований, элементов питания и малую емкость катионного обмена.

Наиболее распространены дерново-подзолистые почвы на песках (23,5 % от всех почв Полесья), самые крупные их массивы встречаются в Гомельской области. Такие почвы отличаются неустойчивым водным режимом, кислой реакцией, они бедны гумусом, зольными элементами. Профиль почв на водно-ледниковых песках слабо дифференцирован на генетические горизонты. Подзолистый горизонт в чистом виде отсутствует. Плодородие их существенно повышается при подстилке в пределах метровой толщи моренными суглинками.

Дерново-подзолистые почвы – основная составляющая фонда пахотных земель Полесья. Характерные для них повышенная кислотность и невысокое содержание питательных веществ лимитируют уровень их плодородия. При сельскохозяйственном использовании дерново-подзолистых почв обязательно их систематическое планомерное окультуривание применением комплекса мероприятий, таких как правильные севообороты с включением многолетних трав, углубление пахотного слоя, известкование, внесение удобрений (минеральных и органических). Окультуренные почвы имеют мощный (более 20 см) темноокрашенный пахотный горизонт с хорошо выраженной комковатой структурой (подзолистый горизонт отсутствует), оптимальную реакцию среды, содержание и качество гумуса.

Второе место по площади (около 27,5 %) занимают *дерново-подзолистые заболоченные* (подзолувисоли – в системе ФАО, альбелювисоли – в системе WRB) почвы.

В естественных условиях на дерново-подзолистых заболоченных почвах, развивающихся на связных и двучленных с водоупором породах, произрастают сосновые и березовые леса с дубом и грабом. На рыхлых породах дерново-подзолистые заболоченные почвы формируются в местах, где грунтовые воды залегают близко от поверхности, и капиллярная кайма выполняет роль водоупора. На таких почвах произрастают сосняки черничные, березовые леса, суходольные низкопродуктивные луга. Распространение дерново-подзолистых заболоченных почв обычно ограничено на более повышенных элементах рельефа присутствием оглеенных внизу почвенных разновидностей дерново-подзолистого типа, а в нижней части катены – дерновых заболоченных (аллювиальных) почв, реже торфяно-болотных низинных либо пойменных.

В формировании почв участвуют дерновый, подзолистый и болотный почвообразовательные процессы в условиях продолжительного периодического переувлажнения. В теплый период года переувлажнение в таких почвах отсутствует, влага осадков быстро расходуется на десукцию и испарение, и основное почвообразование происходит в условиях аэриобоза. По степени выраженности болотного процесса почвы делятся на *глееватые* (с пятнами оглеения, признаки заболачивания просле-

живаются в нескольких генетических горизонтах), *глеевые* (с сильно выраженным сплошным глеевым горизонтом).

По строению профиля дерново-подзолистые заболоченные почвы сходны с дерново-подзолистыми, однако в одном или нескольких горизонтах всегда выражены признаки заболачивания. Восстановительные процессы, вызванные переувлажнением, представлены в почвенном профиле зеленоватыми, голубоватыми или сизыми пятнами.

Почвы имеют кислую реакцию среды, содержание гумуса составляет 3–5 % (до 7 %). В составе гумуса преобладают фульвокислоты, особенно связанные с полутораоксидами. В целом состав гумуса – гуматно-фульватный.

На Полесье преобладают дерново-подзолистые заболоченные почвы, развивающиеся на двухчленных породах с водоупором, обычно на супесях, подстилаемых легким или средним суглинком. Их строение и свойства во многом схожи с аналогичными почвами на суглинистых породах.

Сельскохозяйственное использование дерново-подзолистых заболоченных почв затруднено из-за неблагоприятного водно-воздушного режима, поэтому они нуждаются в осушительной мелиорации, без которой их использование малопродуктивно.

Среди дерново-подзолистых заболоченных почв наибольшее распространение в пределах Белорусского Полесья получили дерново-подзолистые глееватые почвы на супесях и песках (занимают около 15 % рассматриваемой территории). Данный тип почв встречается практически повсеместно, однако наибольшие площади занимает в юго-восточной части Полесья, в междуречьях Уборти и Припяти, а также южной части бассейнов Припяти и Днепра.

Значительные площади также занимают дерново-подзолистые глеевые почвы на песках (около 8 % территории). Данный тип почв отмечается крупными ареалами в северной и юго-западной частях Полесья.

*Дерновые заболоченные почвы* (глейсоли в системе ФАО) занимают около 7 % территории и преобладают в западной части Полесья (в пределах Брестской области), а в Гомельской области встречаются гораздо меньшими по площади участками. Они образуются под воздействием двух процессов почвообразования: дернового и болотного.

Формирование их происходит преимущественно под луговой, а также под лесной растительностью особого состава. Преобладают леса черноольховые и широколиственные (ясеновые, кленовые) с дубом. Для луговой растительности характерно участие в травостое мягких злаков (полевица белая, мятлик луговой и др.) и мелких осок. На таких почвах существуют лучшие по продуктивности луга, использование которых возможно без осушительных мелиораций. Очень важным условием развития дерновых заболоченных почв является наличие хотя бы слабого уклона поверхности, обеспечивающего поступление насыщенных кислородом вод, способствующих активной гумификации органики, и отток излишней влаги.

В зависимости от состава и строения почвообразующих пород формируются разные условия увлажнения почв: поверхностные или грунтовые. На Полесье получили распространение почвы грунтового оглеения, которые развиваются на рыхлых породах легкого гранулометрического состава. Признаки оглеения в них с глубиной нарастают. Весной капиллярная кайма грунтовых вод в таких почвах выходит на поверхность, летом – достигает поверхности лишь на глеевых разностях.

Типичными свойствами всех дерновых заболоченных почв считают высокую насыщенность основаниями по всему профилю и большую концентрацию гумуса в горизонте  $A_1$ . Гумус – высокоминерализованный, мягкого фульватно-гуматного состава с преобладанием гуминовых кислот, связанных с кальцием. Для почв легкого гранулометрического состава характерно наличие темного гумусового горизонта не менее 15 см с содержанием гумуса 3,5–5,5 %. Реакция среды в дерновых заболоченных почвах может быть от слабокислой до нейтральной, но всегда на единицу выше, чем в окружающих почвах.

Для повышения плодородия дерновые заболоченные почвы требуют осушения и применения минеральных удобрений. При осушении часто наблюдается ухудшение качества, происходит резкое уплотнение подпахотного горизонта за счет цементации полуторных оксидов в аэробных условиях, вымывание катионов из верхних горизонтов, увеличение кислотности и уменьшение гумусированности.

*Дерново-карбонатные почвы* (регосоли, рендзины в системе ФАО) формируются на карбонатных породах в результате дернового процесса почвообразования, занимают менее 1 % площади Полесья. Развиваются в автоморфных условиях при промывном типе водного режима. На уровне подтипа делятся на типичные, выщелоченные и оподзоленные. На Полесье типичные дерново-карбонатные почвы приурочены к омергелеванным лессовидным суглинкам междуречья рек Припять и Ствига.

Наиболее характерными диагностическими признаками дерново-карбонатных почв являются: компактность почвенного профиля с отсутствием элювиальных и оглеенных горизонтов; реакция среды верхнего горизонта близка к нейтральной ( $pH > 5$ ), нижних горизонтов – щелочная ( $pH > 7$ ); высокие емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями; развитый гумусовый горизонт с преобладанием гуминовых кислот в составе гумуса. Дерново-карбонатные почвы в значительной степени распаханы, так как характеризуются высоким плодородием.

*Торфяно-болотные почвы* занимают почти 20 % территории Полесья. Они приурочены к пониженным элементам рельефа. Торфяно-болотные почвы – это почвы гидроморфного ряда. Их формирование происходит в условиях постоянного избыточного увлажнения под влиянием болотного процесса почвообразования, в результате которого идет накопление органического вещества (торфа) и оглеение подстилающей минеральной части почвы. В зависимости от характера увлажнения, химического состава вод, почвообразующих пород и рельефа местности различают два типа заболачивания (болотообразования): заболачивание суши, которое может осуществляться атмосферными осадками либо грунтовыми водами (мягкими или жесткими) и заторфовывание водоемов.

Преобладают торфяно-болотные почвы низинного типа (гистосоли терриковые), занимающие более 85 % площади болотных массивов. Почвы приурочены к плоским понижениям водоразделов, понижениям речных долин и озерных котловин с близким залеганием грунтовых вод. Накопление низинного торфа происходит при застаивании слабопроточных грунтовых вод или путем зарастания водоемов. В качестве растений-торфообразователей выступают разнообразные древесные, кустарниковые, травяные и моховые виды растений: береза пушистая, ольха черная, ель, отдельные виды ив, тростник, камыш, рогоз, вейник, канареечник, осоки, представители разнотравья (вахта, сабельник, таволга и др.), гипновые мхи. Они образуют разнообразные фитоценозы: лесные, лесо-травяные и др.

Профиль торфяно-болотных почв низинного типа имеет торфяной горизонт (Т) значительной мощности, гумусовый оглеенный горизонт  $A_1$  и минеральный глеевый горизонт G.

По химическому составу торфяные почвы низинного типа отличаются прежде всего богатым содержанием органического вещества (зольность 8–16 %) и азота (до 3 %), однако бедны калием и фосфором, а также микроэлементами. Имеют обычно благоприятную для растений реакцию среды. Степень насыщенности основаниями достигает 70–80 %. Для физических свойств почв характерны низкая плотность сложения, очень высокая влагоемкость и малая теплопроводность. Степень разложения торфа колеблется от 25 до 60 %.

Осушенные и освоенные под пашню торфяно-болотные низинные почвы имеют значительное эффективное плодородие и являются первоочередным объектом мелиорации ввиду богатства органическим веществом и азотом. Балл их плодородия после осушения (с отрегулированным режимом влажности) может достигать 80 по 100-балльной шкале. Однако при сельскохозяйственном использовании происходит сработка торфа, и почвы быстро теряют свое плодородие.

Торфяно-болотные почвы верхового типа (гистосоли ферриковые) занимают менее 1 % территории Полесья. Они имеют низкую степень разложения, слабогумусированны, характеризуются низкой зольностью, малой плотностью сложения, высокой влагоемкостью, очень кислой реакцией среды, обеднены кальцием и питательными элементами, имеют очень слабую насыщенность основаниями (10–20 %).

Торфяно-болотные переходные почвы (транзитгистосоли) занимают около 1,4 % площади Полесья. Для них типичны высокобонитетные еловые, сосновые и березовые леса с участием в наземном покрове кустарничков, пушицы, осок, сфагновых и зеленых мхов. Самые значительные по площади массивы переходных торфяников встречаются в понижениях, куда поступают почвенно-грунтовые воды, мало отличающиеся от атмосферных по своему химизму. По генезису, морфологии и свойствам они близки к торфяно-болотным низинным, но имеют более низкую зольность (4–6 %), содержат меньше азота (2 %), отличаются более высокой кислотностью верхних горизонтов.

*Аллювиальные (пойменные) дерновые и дерновые заболоченные и аллювиальные болотные почвы* формируются в условиях речных пойм под воздействием дернового и болотного процессов почвообразования и их сочетаний.

Ежегодное затопление пойм водами весенних разливов и паводков создает достаточно самостоятельную категорию почв. Своеобразие их заключается в том, что процессы почвообразования и породообразования протекают одновременно, причем отлагающиеся осадки уже подвергались почвообразованию, поэтому процесс формирования аллювиальных почв происходит очень быстро. С водоразделов в поймы сносится органическое вещество почвы, химизм речных и грунтовых вод в поймах определяет характерные черты почвенного профиля (карбонатность, охристость или оруденелость). Это предопределяет развитие в поймах преимущественно дерновых заболоченных почв, сходных с

почвами междуречий. В районах интенсивной распашки и осушительной мелиорации короткие бурные половодья обедняют почвы питательными элементами и предопределяют формирование преимущественно грубого, обедненного органическими веществами аллювия.

*Аллювиальные (пойменные) дерновые и дерновые заболоченные почвы* (в системе ФАО флювисоли) занимают 9,3 % от площади всех почв Полесья. Приурочены преимущественно к прирусловой и центральной частям пойм. Особенности почв являются слоистый характер почвообразующих отложений, отсутствие или слабое развитие подзолообразовательного процесса, формирование мощного гумусового горизонта. Используются как естественная кормовая база. В большинстве своем они обладают высоким естественным плодородием, и при соблюдении правильного режима использования дают высокие урожаи трав. Наиболее пригодны в качестве лугов участки центральной части пойм, обладающие наиболее благоприятным водным режимом и плодородными почвами. Вследствие отсутствия надлежащего ухода, неумеренного и несвоевременного выпаса скота многие пойменные луга сильно засорены малоценными, несъедобными или даже ядовитыми растениями, покрыты кочками и дают низкий урожай трав.

Значительная часть пойменных лугов заболочена, имеет малоценный в кормовом отношении травостой, покрыта кустарниковой и древесной растительностью и практически не используется или же используется недостаточно эффективно. Эту часть заболоченных пойменных лугов необходимо мелиорировать, чтобы вовлечь в сферу интенсивного сельскохозяйственного использования. На осушенных и освоенных пойменных почвах можно также выращивать полевые и овощные культуры.

*Аллювиальные болотные почвы* (в системе ФАО флювисоли гистиковые) составляют примерно 4,5 % всех почв Полесья и отличаются от торфяно-болотных почв значительным приносом илистых частиц тальными водами, поэтому их иногда называют иловато-болотными. Они формируются на наиболее пониженных участках притеррасной и, реже, центральной поймы (на месте заросших стариц). Обычно они покрыты болотными (камыш озерный, мятлик водяной, осоки, стрелолист) и другими травами.

По сравнению с аналогичными внепойменными почвами аллювиальные болотные почвы имеют более высокую степень зольности, они богаче азотом, фосфором и некоторыми другими питательными веществами. Торф их схож с низинным, но в нем выше показатели степени разложения и зольности. Реакция среды, как правило, слабокислая или нейтральная ввиду жесткости грунтовых вод. Типичны случаи, когда отдельные горизонты или вся толща почв сильно насыщены известью или железом, реже с примесью вивианита, что ведет к образованию торфотуфов, оруденелых торфов, торфовивианита. Аллювиальные болотные почвы обладают очень высоким потенциальным плодородием.

Для решения вопросов специализации сельского хозяйства, разработки зональных систем охраны и рационального использования земельных ресурсов, повышения их продуктивности в пределах Полесья можно выделить регионы, которые отличаются особенностями почвенного покрова.

При **почвенно-географическом районировании** территории учитываются особенности рельефа, климата, водного режима, степень проявления процессов эрозии, заболачивания, характер почвенного покрова.

Белорусское Полесье согласно почвенно-географическому районированию Беларуси практически полностью расположено в пределах Южной (Полесской) почвенной провинции, кроме крайних северо-западных, северных и северо-восточных районов, относящихся к Центральной (Белорусской) почвенной провинции (рис. 2.16).

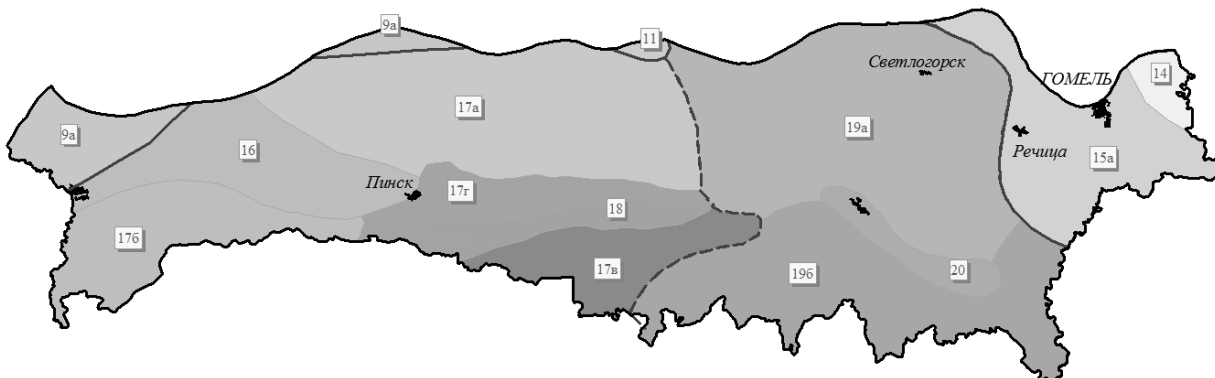


Рисунок 2.16 – Почвенно-географическое районирование Полесья:

9 – Гродненско-Волковыско-Лидский район дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почв;

9a – Гродненско-Волковыско-Слонимский подрайон дерново-подзолистых почв, развивающихся на моренных суглинках и супесях;

- 11 – Новогрудско-Несвижско-Слуцкий район дерново-подзолисто-палевых почв, развивающихся на пылеватых лёссовидных суглинках;
- 14 – Рогачевско-Славгородско-Климовичский район дерново-подзолистых почв, развивающихся на водно-ледниковых и моренных супесях;
- 15 – Кировско-Гомельско-Хотимский район дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных суглинистых почв, развивающихся на водно-ледниковых песчанисто-пылеватых лёссовидных суглинках;
- 15а – Кировско-Кормянского-Гомельский подрайон дерново-подзолистых, местами заболоченных почв, развивающихся на водно-ледниковых песчанисто-пылеватых и лёссовидных (пылеватых) суглинках;
- 16 – Брестско-Дрогичинско-Ивановский район дерново-подзолистых заболоченных супесчаных почв;
- 17 – Ганцевичско-Лунинецко-Малоритско-Столинско-Пинский район торфяно-болотных почв;
- 17а – Ганцевичско-Лунинецко-Житковичский подрайон торфяно-болотных почв низинного типа и дерново-подзолистых заболоченных почв, развивающихся на древнеаллювиальных песках;
- 17б – Малоритский подрайон заболоченных дерново-подзолистых песчаных и торфяно-болотных почв;
- 17в – Столинский подрайон дерново-подзолистых заболоченных и торфяно-болотных почв верхового типа;
- 17г – Пинский подрайон пойменных торфяных и заболоченных дерновых почв;
- 18 – Туровско-Давид-Городокский район дерново-карбонатных и перегнойно-карбонатных суглинистых почв;
- 19 – Любанско-Светлогорско-Калинковичско-Ельский район дерново-подзолистых заболоченных песчаных, супесчаных и торфяно-болотных почв низинного типа;
- 19а – Любанско-Светлогорско-Калинковичский подрайон дерново-подзолистых заболоченных песчаных, супесчаных и торфяно-болотных почв низинного типа;
- 19б – Лельчицко-Ельско-Наровлянский подрайон дерново-подзолистых заболоченных почв, развивающихся на водно-ледниковых супесях и древнеаллювиальных песках;
- 20 – Мозырско-Хойникско-Брагинский район дерново-подзолистых почв, развивающихся на лёссовидных суглинках (местами на лёссах).

Южная (Полесская) провинция делится на два округа: юго-западный и юго-восточный. Юго-западный с учетом природных условий и почвенного покрова делится на три почвенных района (16, 17 и 18) и 4 подрайона (17а, б, в и г). По гранулометрическому составу почвы здесь разделяются на суглинистые (70 %), супесчаные (15 %), песчаные (10 %) и торфяные (5 %). Юго-восточный округ делится на 2 почвенных района (19 и 20) и два подрайона (19а и 19б).

В пределы Белорусского Полесья частично входят также 4 района Центральной (Белорусской) почвенной провинции: 9 (подрайон 9а) и 11, относящиеся к западному округу, 14 и 15 (подрайон 15а) – к восточному округу.

**Почвенно-экологическое районирование** дополняет и детализирует особенности почвенного покрова в агропочвенных районах (рис. 2.17). Оно проводится с целью учета природно-экологических условий отдельных зон, районов, землепользователей и выделения территорий с однородными условиями для сельскохозяйственного производства, т. е. помимо почвенных условий учитываются и другие факторы, определяющие производственную способность и экологическую устойчивость отдельных ландшафтов. Существующее почвенно-экологическое районирование основывается преимущественно на свойствах почвенного покрова по отношению к эрозии – основному фактору потенциальной деградации и экологической неустойчивости почв в условиях Беларуси.

В результате учета названных факторов на территории Беларуси независимо от административного деления выделено 16 почвенно-экологических районов, а так как территория Белорусского Полесья характеризуется незначительным, по сравнению с остальными территориями республики, изменением абсолютных высот и доминированием пониженных форм рельефа, в ее пределах находится только 5 почвенно-экологических районов.

Большая часть Полесья относится к *Малоритско-Лунинецко-Лоевскому* району распространения дерново-подзолистых заболоченных песчаных и низинных торфяно-болотных почв Белорусского Полесья.

Почвенно-мелиоративное районирование территории Беларуси проводилось на основе факторов заболоченности почвенного покрова и необходимости проведения мелиоративных работ для доминирующих типов почв.

На территории Беларуси выделено 10 почвенно-мелиоративных районов, которые объединяются в две группы: (1) земли, более 50 % которых требуют осушения, и (2) земли, менее 50 % которых требуют осушения (рис. 2.18, 2.19).

В пределах территории Белорусского Полесья встречаются практически все типы почвенно-мелиоративных районов. В площадном отношении более 70 % территории Полесья занимают районы

первой группы (в пределах которых более 50 % земель требуют осушения). Наибольшую площадь среди районов занимают депрессии глубокие заторфованные – водораздельные и пойменные низинные болота (1), депрессии неглубокие и поймы с преобладанием минеральных заболоченных почв (2) и водоразделы плоские низкие на рыхлых и двучленных без водоупорного горизонта породах (4).

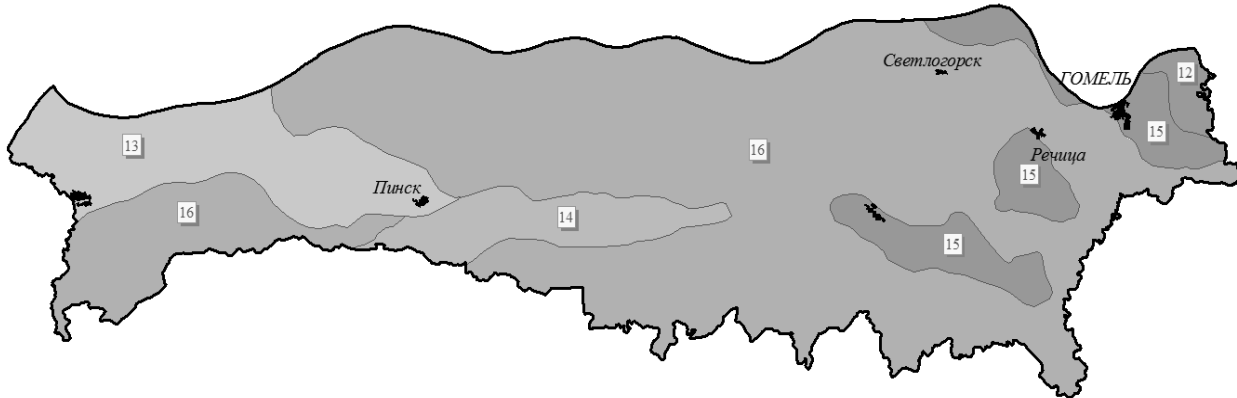


Рисунок 2.17 – Почвенно-экологическое районирование Полесья:

- 2 – Быховско-Хотимско-Ветковский район преимущественного распространения дерново-подзолистых супесчаных, часто заболоченных почв южной части Оршанско-Могилевской равнины;
- 3 – Каменецко-Ивановский район распространения дерново-подзолистых супесчаных и песчаных, часто заболоченных, иногда эродированных почв Прибугской равнины и Загородья;
- 4 – Туровско-Давид-Городокский район распространения дерново-перегнойно-карбонатных и дерновых заболоченных почв разного гранулометрического состава;
- 5 – Жлобинско-Речицко-Хойникский район преимущественного распространения дерново-подзолистых супесчаных, иногда эродированных почв сглаженных моренных гряд и возвышенностей юго-восточной части Беларуси;
- 6 – Малоритско-Лунинецко-Лоевский район распространения дерново-подзолистых заболоченных песчаных и низинных торфяно-болотных почв Белорусского Полесья.

Районы второй группы занимают около 23 % территории Полесья. Среди них чаще всего встречаются водоразделы плоские высокие на рыхлых и двучленных без водоупорного горизонта породах (6) и земли, исключенные из мелиоративного фонда (верховые болота, водоразделы выпуклые высокие на рыхлых и двучленных без водоупорного горизонта породах, зона активного меандрирования в пойме р. Припять) (10).

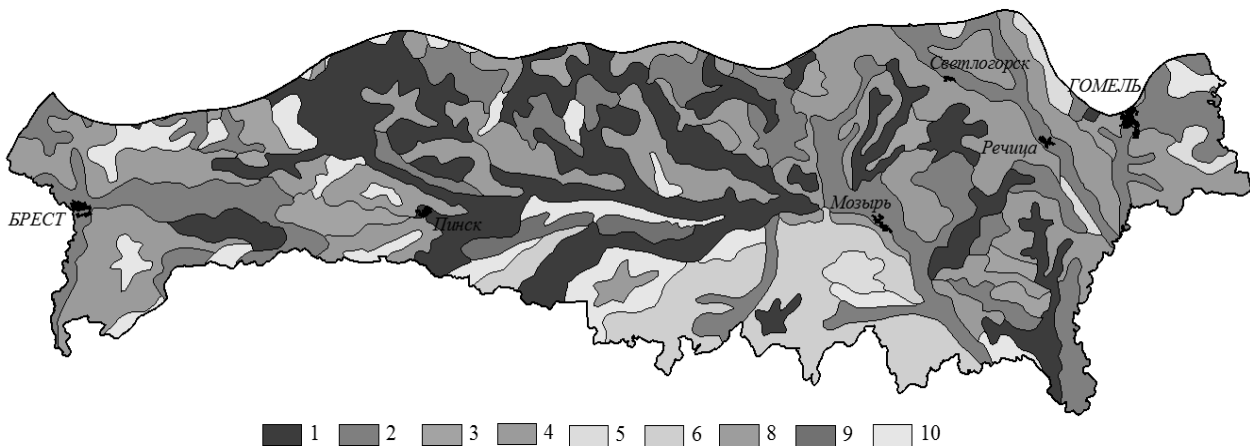


Рисунок 2.18 – Природно-мелиоративное районирование Полесья:

*Земли, более 50 % которых требуют осушения*

- 1 – депрессии глубокие заторфованные – водораздельные и пойменные низинные болота;
- 2 – депрессии неглубокие и поймы с преобладанием минеральных заболоченных почв;
- 3 – водоразделы плоские низкие на связных и двучленных с водоупорным горизонтом породах;
- 4 – водоразделы плоские низкие на рыхлых и двучленных без водоупорного горизонта породах;

*Земли, менее 50 % которых требуют осушения*

- 5 – водоразделы плоские высокие на связных и двучленных с водоупорным горизонтом породах;
- 6 – водоразделы плоские высокие на рыхлых и двучленных без водоупорного горизонта породах;
- 7 – водоразделы фрагментарные высокие и низкие на связных и двучленных с водоупорным горизонтом породах;



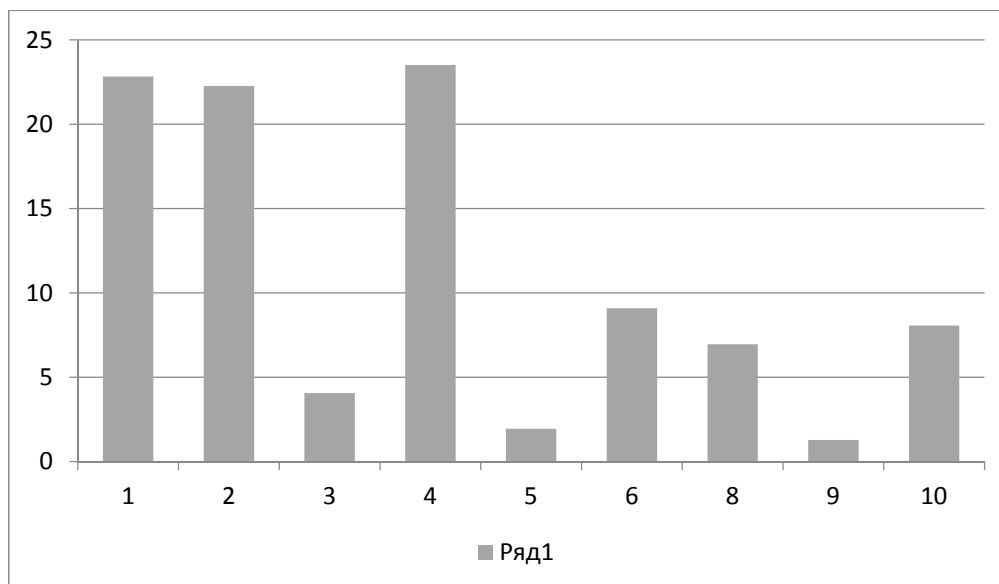


Рисунок 2.19 – Особенности распространения природно-мелиоративных районов в пределах Полесья (% от территории Полесья)

#### 2.4. Земельные ресурсы

Общий земельный фонд Брестской и Гомельской областей по состоянию на 1 января 2017 г. составляет 7315,9 тыс. га, из которых большую часть занимают лесные угодья – 35,2 тыс. км<sup>2</sup>; далее следуют сельскохозяйственные угодья – 27,1 тыс. км<sup>2</sup>. Дифференцированно, по областям структура земельного фонда приведена в таблице 2.4 [185].

Таблица 2.4 – Структура земельного фонда Брестской и Гомельской области по видам земель

Вид земельных ресурсов	Брестская область		Гомельская область	
	тыс. га	%	тыс. га	%
Всего сельскохозяйственных земель	1388,7	42,36	1323,8	32,79
Лесных и прочих лесопокрытых	1342,4	40,94	2184,8	54,12
Болот	233,0	7,11	172,3	4,27
Под водой	84,0	2,56	74,4	1,84
Под дорогами, прогонами, просеками, трубопроводами	64,1	1,96	71,2	1,76
Под улицами, площадями и другими местами общего пользования	19,9	0,61	26,4	0,65
Под постройками и дворами	63,8	1,95	59,9	1,48
Нарушенные	0,9	0,03	0,0	0,00
Неиспользуемые	61,8	1,88	109,2	2,70
Другие	20,1	0,61	15,2	0,38
<b>Общая площадь земель</b>	<b>3278,7</b>	<b>100,00</b>	<b>4037,2</b>	<b>100,00</b>

На одного жителя Брестской области приходилось 0,99 га сельскохозяйственных земель, в Гомельской области 0,94 га, пахотных земель 0,57 га и 0,54 га соответственно [48, 89]. В таблице 2.5 приведено распределение земель по землевладельцам и землепользователям [185]. Как видно из таблицы 2.5, преобладают по площадям земли сельскохозяйственных организаций и земли организаций, ведущих лесное хозяйство.

В многолетнем разрезе структура земельного фонда имеет определенную динамику. Так, рисунок 2.20 показывает достаточно существенное снижение площадей сельскохозяйственных земель с 1990 г. к настоящему времени. В то же время площади пахотных земель находятся примерно на одном уровне, с некоторым снижением к 2005 и дальнейшим ростом к 2015 г. (рис. 2.21). Более того, в 2015 г. в Гомельской области пахотные земли достигли своего максимума – 797,6 тыс. га.

Важнейшим показателем качества сельскохозяйственных земель является их ценность в соответствии с баллом бонитета. Впервые бонитировка почв сельхозугодий на территории Беларуси и ее областей была проведена в 1964–1969 гг. Качественная оценка (бонитировка) сельхозугодий Брестской и Гомельской областей по состоянию на 1 ноября 1968 г. по результатам первого тура бонитировки почв представлены в таблице 2.6 [175].

Таблица 2.5 – Структура земельного фонда Брестской и Гомельской области в разрезе землепользователей, тыс. га

Наименование областей	В том числе										земель под застройкой	нарушенных земель	неиспользуемых земель	иных земель				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					12	13	14	15
1																		
<b>Земли сельскохозяйственных организаций</b>																		
Брестская	1445,3	706,1	0,0	4,7	480,7	399,0	1191,5	0,0	65,6	67,1	47,3	14,4	0,2	22,7	0,2	26,0	10,3	
Гомельская	1441,9	816,3	0,0	7,6	374,3	263,0	1198,2	0,0	97,6	34,4	32,5	9,9	0,4	21,5	0,0	41,5	5,9	
<b>Земли крестьянских (фермерских) хозяйств</b>																		
Брестская	30,5	16,4	0,0	1,9	8,3	6,8	26,6	0,0	1,3	0,7	0,9	0,2	0,0	0,3	0,0	0,4	0,1	
Гомельская	30,3	18,0	0,0	0,7	8,1	5,4	26,8	0,0	1,6	0,7	0,4	0,1	0,0	0,3	0,0	0,3	0,1	
<b>Земли граждан</b>																		
Брестская	173,8	105,6	0,0	12,6	33,3	18,4	151,5	0,0	0,9	0,1	0,0	0,0	0,1	20,6	0,0	0,6	0,0	
Гомельская	109,7	78,2	0,0	6,6	9,3	3,3	94,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1	0,0	0,4	0,0	
<b>Земли промышленных организаций</b>																		
Брестская	7,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	1,3	0,1	0,1	0,2	0,1	2,3	0,4	0,2	2,9	
Гомельская	9,0	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6	0,0	0,6	0,1	0,1	1,7	0,3	4,6	0,0	0,3	0,7	
<b>Земли организаций железнодорожного транспорта</b>																		
Брестская	9,2	0,2	0,0	0,0	0,7	0,1	0,9	0,0	2,8	0,2	0,2	3,0	0,3	0,4	0,0	1,4	0,0	
Гомельская	8,4	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,9	0,0	3,2	0,1	0,0	2,1	0,1	0,4	0,0	1,5	0,1	
<b>Земли организаций автомобильного транспорта</b>																		
Брестская	20,8	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	1,9	0,0	0,0	15,8	0,3	0,3	0,1	2,0	0,1	
Гомельская	17,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,7	0,1	0,0	15,2	0,1	0,5	0,0	0,7	0,2	
<b>Земли организаций обороны</b>																		
Брестская	67,4	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	48,6	0,5	9,4	0,2	1,4	0,0	2,4	0,0	4,5	0,1	
Гомельская	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
<b>Земли организаций связи, энергетики, строительства, торговли, образования, здравоохранения и иных землепользователей</b>																		
Брестская	27,4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,1	0,8	0,0	1,5	0,2	1,4	8,2	0,9	11,9	0,1	0,5	1,9	
Гомельская	31,9	0,4	0,0	0,1	0,2	0,0	0,7	0,0	1,2	0,0	1,2	10,9	1,2	13,3	0,0	1,0	2,4	

Природно-ресурсный потенциал

Окончание таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Земли организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения																	
Брестская	111,2	3,3	0,0	0,1	6,5	2,5	9,9	90,3	0,1	6,7	1,2	1,9	0,1	0,3	0,0	0,6	0,1
Гомельская	406,3	0,3	0,0	0,0	1,3	0,0	1,6	364,4	0,0	20,8	6,3	4,9	0,0	0,6	0,0	7,5	0,2
Земли организаций, ведущих лесное хозяйство																	
Брестская	1261,3	0,7	0,0	0,0	1,2	0,4	1,9	1109,7	0,0	116,9	5,1	14,8	0,0	0,4	0,1	10,0	2,4
Гомельская	1879,2	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,8	1703,5	0,0	112,9	6,4	23,7	0,1	0,4	0,0	29,4	2,0
Земли организаций, эксплуатирующие и обслуживающие гидротехнические и иные водохозяйственные сооружения																	
Брестская	15,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,0	0,7	0,6	11,8	0,3	0,0	0,2	0,0	0,6	0,6
Гомельская	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	1,6
Земли, земельные участки, не предоставленные землепользователям, и земли общего пользования, не отнесенные к землям иных категорий землепользователей																	
Брестская	109,1	1,4	0,0	0,1	3,2	0,7	4,7	0,0	17,2	31,0	15,8	3,9	17,9	2,0	0,0	15,0	1,6
Гомельская	95,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	3,1	24,5	2,6	24,2	2,6	0,0	26,1	2,0
Итого земель в границах административно-территориальной единицы Республики Беларусь																	
Брестская	3278,7	834,4	0,0	19,5	534,8	428,4	1388,7	1248,6	93,8	233,0	84,0	64,1	19,9	63,8	0,9	61,8	20,1
Гомельская	4037,2	914,2	0,0	15,1	394,5	271,8	1323,8	2069,3	115,5	172,3	74,4	71,2	26,4	59,9	0,0	109,2	15,2
Всего осушенных земель																	
Брестская	759,0	317,2	0,0	1,6	380,0	346,6	698,8	18,5	11,5	3,3	0,0	9,1	0,5	2,1	0,1	6,5	8,6
Гомельская	652,0	261,1	0,0	0,7	235,8	205,6	497,6	106,7	23,0	3,0	0,0	3,2	0,1	0,4	0,0	14,2	3,8
Всего орошаемых земель																	
Брестская	4,9	4,5	0,0	0,1	0,3	0,3	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гомельская	4,4	3,4	0,0	0,0	1,0	1,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Земли, загрязненные радионуклидами, вышедшие из сельскохозяйственного оборота																	
Брестская	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гомельская	202,7	1,0	0,0	0,0	9,4	3,5	10,4	151,2	6,5	7,6	1,3	0,6	0,1	0,2	0,0	24,6	0,2

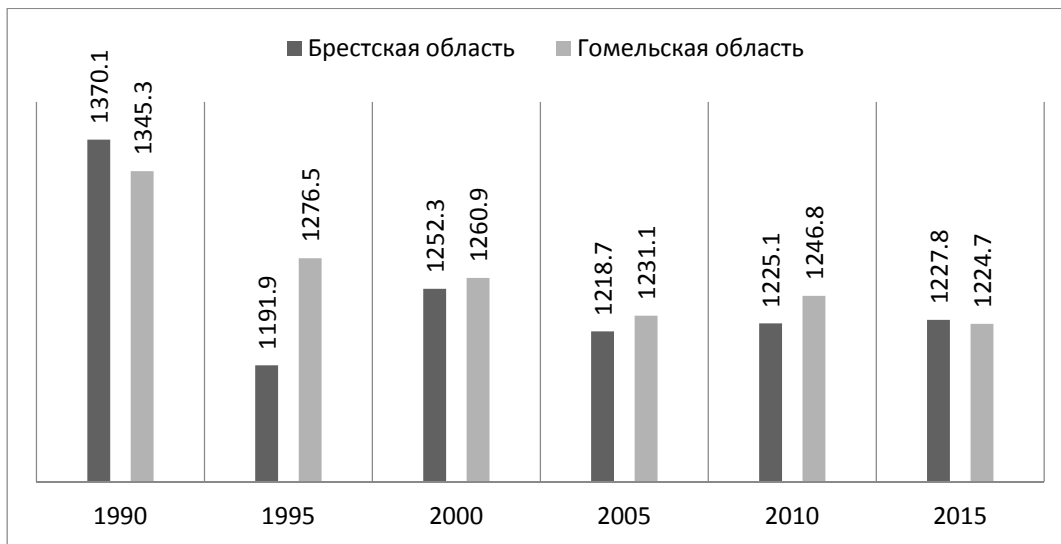


Рисунок 2.20 – Динамика сельскохозяйственных земель (все земли), находящихся во владении и пользовании сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств по годам, тыс. га

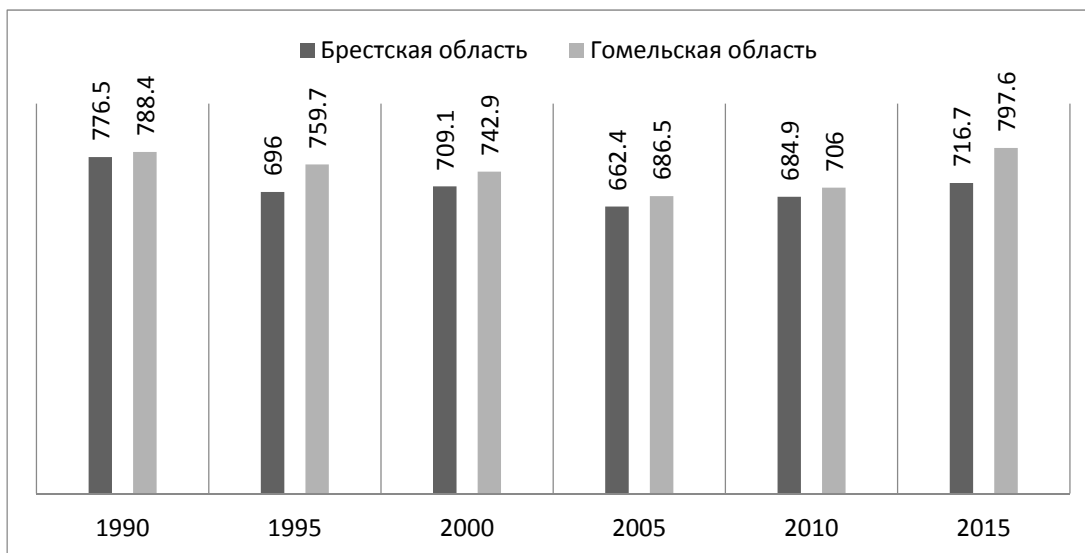


Рисунок 2.21 – Динамика пахотных земель, находящихся во владении и пользовании сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств по годам, тыс. га

Однако в связи с изменением уровня плодородия почв в результате известкования, внесения органических и минеральных удобрений, проведением осушительных мелиораций и культуртехнических работ качественное состояние земельных угодий со временем изменяется и нуждается в периодической оценке. Поэтому в 1974–1976 гг. был проведен второй тур бонитировочных работ, а в 1984–1985 гг. – третий.

Таблица 2.6 – Бонитировка сельскохозяйственных угодий

Вид угодий	Брестская область		Гомельская область		Максимальный балл среди областей республики	Минимальный балл среди областей республики
	Площадь, га	Средний балл	Площадь, га	Средний балл		
Сельхозугодья	1349034	35	1589973	36	42 Минская	35 Брестская
в т. ч. числе пашня	740889	42	872374	44	48 Минская, Могилевская	42 Брестская, Гродненская
Залежи	2319	37	–	–	42 Витебская	35 Гродненская
Многолетние насаждения	9127	43	21143	48	53 Минская	43 Брестская
Кормовые угодья	596699	27	696456	28	30 Минская	23 Витебская

Исходя из совокупности природных и антропогенных факторов, выделяют естественное (природное), искусственное, потенциальное и экономическое плодородие [26]. Естественное (природное) плодородие зависит от природных факторов (количества органического вещества, влажности, структуры почвенного покрова). Искусственное плодородие создается и поддерживается усилиями человека (внесение удобрений, гидромелиорация). Потенциальное плодородие определяется как способность почвы при благоприятных условиях обеспечивать растения всеми необходимыми элементами и поддерживать высокий уровень экономического плодородия, который учитывается, в первую очередь, по урожайности сельскохозяйственных культур, а также других стоимостных оценочных показателей (чистый доход, валовой продукт, цена земли и т. д.). Уровень экономического или эффективного плодородия учитывает экономическую оценку земли и бонитировку почв.

Естественное плодородие сельхозугодий в Брестской области – одно из самых низких в республике. Отмечается разнокачественность пахотных земель в баллах для Брестской области в целом: для сельхозугодий – 35 и пашни – 42. При этом наибольший балл среди районов области составляет 47, наименьший – 37; разница в 10 баллов, по хозяйствам соответственно – 71, 23 и 48 баллов. Распределение пахотных земель Брестской области (740,9 тыс. га) по классам бонитета представлено в таблице 2.6 [175].

Таблица 2.6 – Распределение пахотных земель Брестской области по бонитету

Бонитет, балл	< 26	26...30	31...40	41...50	51...60	61...65	> 65
Площадь, тыс. га	3,6	26,1	279,7	347,6	74,8	7,6	1,5
Площадь, %	0,5	3,5	37,7	46,9	10,1	1,1	0,2

Естественное плодородие сельхозугодий в Гомельской области среднее по республике. Отмечается разнокачественность пахотных земель в баллах для Гомельской области в целом: для сельхозугодий – 36 и пашни – 44. При этом наибольший балл среди районов области составляет 51, наименьший – 34; разница в 17 баллов, по хозяйствам соответственно – 77, 12 и 65 баллов. Распределение пахотных земель Гомельской области (872,4 тыс. га) по классам бонитета представлено в таблице 2.7 [175].

Таблица 2.7 – Распределение пахотных земель Гомельской области по бонитету

Бонитет, балл	< 26	26 – 30	31 – 40	41 – 50	51 – 60	61 – 65	> 65
Площадь, тыс. га	5,3	33,2	261,0	360,2	198,5	10,0	4,2
Площадь, %	0,6	3,8	29,9	41,3	22,7	1,2	0,5

В таблице 2.8 приведены данные о бонитировке почв сельскохозяйственных земель в разрезе административных районов.

Таблица 2.8 – Бонитировка почв сельскохозяйственных угодий по районам

Район	Сельскохозяйственные угодья	В том числе		
		пашни	многолетние насаждения	кормовые угодья
1	2	3	4	5
<b>Брестская область</b>				
Барановичский	34	36	32	30
Березовский	35	37	31	32
Брестский	32	33	33	30
Ганцевичский	32	33	28	31
Дрогичинский	33	34	30	33
Жабинковский	35	35	27	35
Ивановский	34	34	30	34
Ивацевичский	35	36	38	33
Каменецкий	35	35	33	33
Кобринский	33	35	32	30
Лунинецкий	31	32	23	31
Ляховичский	36	38	38	32
Малоритский	29	29	24	28
Пинский	32	35	28	30
Пружанский	34	34	30	33
Столинский	33	38	34	30
<b>Итого по области:</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>31</b>

Окончание таблицы 2.8				
1	2	3	4	5
Гомельская область				
Брагинский	37	38	36	37
Буда-Кошелевский	36	36	34	34
Ветковский	30	34	35	25
Гомельский	33	36	42	30
Добрушский	34	38	37	29
Ельский	31	32	34	30
Житковичский	30	37	45	24
Жлобинский	34	37	35	30
Калинковичский	36	37	35	34
Кормянский	35	36	37	32
Лельчицкий	28	28	29	28
Лоевский	30	32	32	29
Мозырский	27	30	34	23
Наровлянский	27	29	32	24
Октябрьский	34	36	33	32
Петриковский	28	32	29	24
Речицкий	34	37	32	31
Рогачевский	36	37	36	34
Светлогорский	32	32	30	31
Хойникский	36	40	45	33
Чечерский	35	36	36	32
<b>Итого по области</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>30</b>

Почвы областей находятся в разной степени увлажнения и характеризуются как автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные и заболоченные (табл. 2.9) [163, 205].

Данные таблицы 2.9 показывают, что возделывание сельскохозяйственных культур на землях Белорусского Полесья проблематично без проведения мелиораций земель. Важнейшей качественной характеристикой мелиорированности исследуемой территории является динамика осушенных и орошаемых сельскохозяйственных земель. На рисунках 2.22 и 2.23 можно увидеть, что крупномасштабные мелиоративные мероприятия в Полесье, проведенные в 60–70-е годы XX в., позволили освоить значительные земельные площади к 1990 г. В последующие годы имела место стабилизация площадей осушенных земель и поддержание их на определенном уровне. Площадь пахотных земель к 2015 г. несколько увеличилась, прежде всего за счет трансформации сельскохозяйственных земельных угодий.

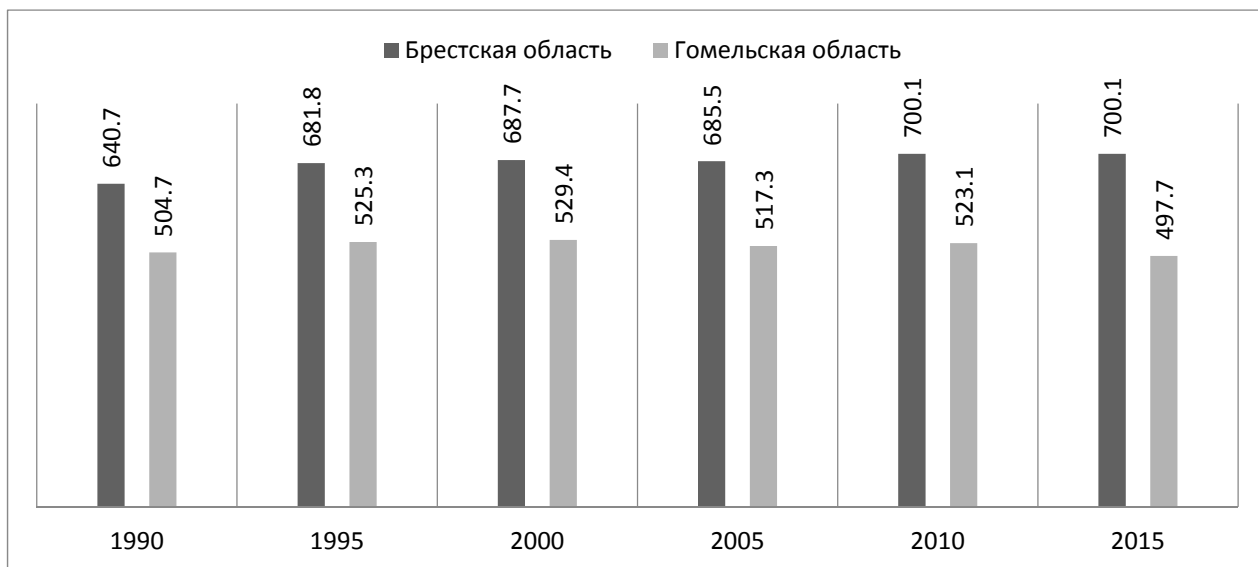


Рисунок 2.22 – Динамика осушенных сельскохозяйственных земель (все земли) по годам, тыс. га

Площадь орошаемых земель в Белорусском Полесье с 1990 г. к настоящему времени уменьшилась более чем в 8 раз (рис. 2.24). Это связано с выходом из строя поливного оборудования, истечением сроков амортизации, неудовлетворительным состоянием водозаборных сооружений и др. Возраст основного числа мелиоративных систем в Белорусском Полесье превышает 30–40 лет. В связи с недостаточным финансированием эксплуатационных мероприятий в 90-е годы происходило уско-

ренное старение мелиоративных систем, а также их выход из строя. Прежде всего это относится к наиболее технически совершенным системам (оросительным, польдерным).

Таблица 2.9 – Распределение пашни по степени увлажнения почв

Район	Площадь пашни, тыс. га	Удельный вес почв различного увлажнения в составе общей площади пашни, %					
		Автоморфные		Полугидроморфные		Гидроморфные	Всего заболоченных и болотных почв
		всего	из них временно избыт. увлажн.	всего	из них глинистые и суглинистые		
<b>Брестская область</b>							
Барановичский	80,5	89,7	21,6	8,8	0,8	1,5	10,3
Березовский	38,6	51,6	33,2	39,6	-	8,8	48,4
Брестский	42,3	68,3	24,4	27,8	-	3,9	31,7
Ганцевичский	19,9	34,1	20,2	45,7	-	20,2	65,9
Дрогичинский	43,1	40,9	31,7	53,2	-	5,9	59,1
Жабинковский	28,6	60,0	29,4	37,7	-	2,3	40,0
Ивановский	44,3	49,2	32,4	44,7	0,2	6,1	50,8
Ивацевичский	54,3	46,6	20,3	28,0	-	25,4	53,4
Каменецкий	68,1	84,6	17,7	13,7	-	1,7	15,4
Кобринский	64,6	37,9	27,9	47,0	0,1	15,1	62,1
Лунинецкий	40,6	24,5	12,7	52,3	-	23,2	75,5
Ляховичский	38,5	72,3	28,6	19,5	0,2	8,2	27,7
Малоритский	26,9	21,8	14,5	63,7	-	14,5	78,2
Пинский	66,6	43,2	21,4	35,7	-	21,1	56,8
Пружанский	76,1	73,3	26,0	14,6	-	12,1	26,7
Столинский	43,3	44,1	21,8	49,7	-	6,2	55,9
<b>Итого по области:</b>	<b>776,4</b>	<b>56,6</b>	<b>23,9</b>	<b>32,7</b>	<b>0,1</b>	<b>10,7</b>	<b>43,4</b>
<b>Гомельская область</b>							
Брагинский	45,0	66,9	20,8	20,4	0,4	12,7	33,1
Буда-Кошелевский	61,7	66,8	15,9	32,0	4,3	1,2	33,2
Ветковский	48,8	81,2	16,1	17,5	1,5	1,3	18,8
Гомельский	47,3	65,2	11,6	31,8	1,4	3,0	34,8
Добрушский	55,2	76,9	20,0	22,5	2,7	0,6	23,1
Ельский	23,6	48,2	28,5	31,8	2,2	20,0	51,8
Житковичский	29,6	51,8	31,0	25,3	5,2	22,9	48,2
Жлобинский	58,8	73,8	28,2	15,7	0,4	10,5	26,2
Калинковичский	58,6	41,8	3,0	31,9	-	26,3	58,2
Кормянский	38,3	79,1	17,1	20,4	4,3	0,5	20,9
Лельчицкий	24,1	53,1	17,5	28,3	-	18,6	46,9
Лоевский	24,3	62,2	27,4	35,1	0,5	2,7	37,8
Мозырский	23,4	88,3	17,5	11,5	-	0,2	11,7
Наровлянский	23,5	56,9	39,8	41,4	0,7	1,7	43,1
Октябрьский	27,5	49,2	11,7	17,2	-	33,6	50,8
Петриковский	42,7	43,1	19,7	36,3	0,3	20,6	56,9
Речицкий	59,8	48,1	3,3	39,7	1,9	12,2	51,9
Рогачевский	69,2	83,4	28,1	15,5	1,9	1,1	16,6
Светлогорский	34,7	56,0	24,4	17,5	-	26,5	44,0
Хойницкий	31,0	66,7	14,0	22,9	0,7	10,4	33,3
Чечерский	33,1	86,4	23,8	11,1	1,7	2,5	13,6
<b>Итого по области:</b>	<b>860,2</b>	<b>64,9</b>	<b>18,8</b>	<b>25,0</b>	<b>1,5</b>	<b>10,1</b>	<b>35,1</b>

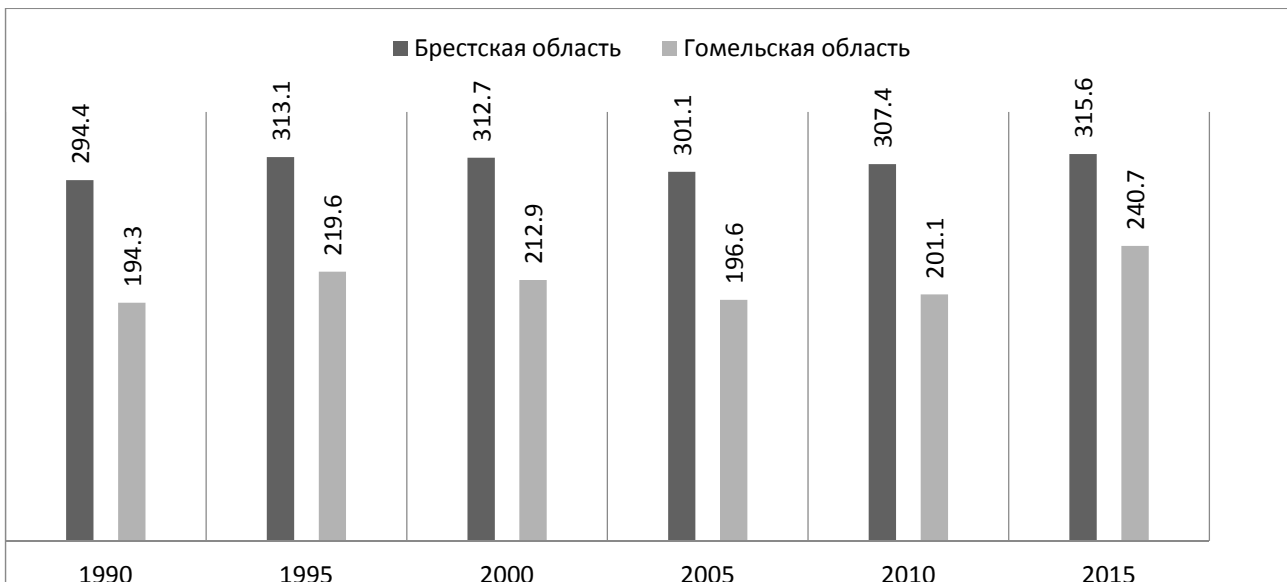


Рисунок 2.23 – Динамика осушенных пахотных земель по годам, тыс. га



Рисунок 2.24 – Динамика орошаемых сельскохозяйственных земель по годам, тыс. га

Одним из важнейших моментов следует считать изучение системы эксплуатации и охраны земель, что невозможно без ведения земельного кадастра и эффективного землеустройства. Немаловажными факторами являются организация постоянного наблюдения и контроля за состоянием земель с целью предотвращения нанесения ущерба земельным ресурсам из-за ошибочных действий и некомпетентного вмешательства, а также проведение своевременных мероприятий по поддержанию высокого качества эксплуатируемых земель.

Несмотря на развитие различных форм собственности, в управлении земельными ресурсами ведущее место должно все-таки отводиться государству. Только на таком уровне возможно получение исчерпывающих сведений по структуре земельного фонда, выделение на этой основе земель со сложными природно-климатическими условиями, участков, подверженных деградации, и уже деградированных земель. Важно учитывать фактор радиоактивного загрязнения, а также фактор воздействия промышленных и сельскохозяйственных объектов на земельные ресурсы. Большая роль должна отводиться организации и обустройству охраняемых (национальных парков, заповедников и заказников) и специфических территорий, требующих применения особых условий землепользования [199].

## 2.5. Разнообразие, современное состояние и тенденции развития растительного мира

Особенности современного растительного покрова и флоры Белорусского Полесья обусловлены как естественными причинами (физико-географическое положение, размеры и очертания территории, специфика геоморфологических, почвенных, гидрологических и климатических условий и



т. д.), так и антропогенным воздействием (характер хозяйственной деятельности человека, транспортная и сельскохозяйственная освоенность и т. д.). При этом влияние последних факторов в настоящее время имеет приоритетное значение в развитии как природных, так и антропогенно-преобразованных природно-территориальных комплексов и их фитобиоты.

В соответствии с геоботаническим районированием Беларуси [151] территория Белорусского Полесья практически целиком находится в подзоне широколиственно-сосновых лесов. Лишь северная ее часть в пределах Предполесья соприкасается с южной границей подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов. Несмотря на значительную антропогенную преобразованность рассматриваемого региона, леса в Белорусском Полесье являются преобладающим типом растительности. Однако при средней лесистости около 43 % из них распространены достаточно неравномерно, что обусловлено неоднородностью природных условий, а также особенностями хозяйственной деятельности человека. Малая лесистость характерна в первую очередь для территорий давней хозяйственной освоенности, отличающихся плодородными почвами (равнина Загородье, земли в полосе Давид-Городок – Туров), а также для территорий, занятых в прошлом травяными болотами (Дрогичинский и Кобринский районы); после осушения часть этих болот была распахана или превращена в культурные луга и пастбища. Наибольшая лесистость свойственна районам с бедными песчаными почвами, малопригодными для сельскохозяйственного использования (например, в Лельчицком районе она приближается к 70 %). Современный формационно-типологический состав лесов Белорусского Полесья в пределах подзоны широколиственно-сосновых лесов представлен в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – **Формационно-типологический состав лесов Белорусского Полесья**

Порода		Подзона широколиственно-сосновых лесов		% от всех лесов Беларуси	Всего по Беларуси, га
		площадь, га	%		
Всего хвойных		1317556,6	57,0	28,3	4657355,6
В том числе:	сосновые	1295085,0	56,1	33,1	3915856,5
	еловые	22456,6	0,9	3,0	737265,4
Всего твердолиственных		183081,4	7,9	57,4	318758,8
В том числе:	дубовые	162731,2	7,0	59,9	271683,5
Всего мелколиственных		792701,0	34,3	29,0	2733473,0
В том числе:	березовые	498121,7	21,6	28,9	1721508,5
	черноольховые	268104,3	11,6	41,0	654513,1
	осиновые	20684,8	0,9	13,3	155612,7
Прочие породы		431,4	<0,1	42,8	1007,6
Кустарники		16505,8	0,7	41,4	39776,4
Всего		2310275,7	100	29,8	7751370,9

Особенностью лесной растительности Белорусского Полесья, несмотря на его расположение в пределах Европейской широколиственно-лесной зоны, является преобладание сосновых лесов, которые составляют почти 60 % лесопокрытой площади, хотя зональные климатические факторы способствуют формированию здесь широколиственных формаций. Данная особенность обусловлена почвенно-орографической спецификой всей Полесской низменности – невыраженностью или отсутствием плакоров и преобладанием мощных песчаных флювиогляциальных и аллювиальных отложений. При этом если в северной части Белорусского Полесья сосняки образуют формации бореальных хвойных лесов, то на юге наблюдается флористическая «остепенность» последних [235].

Еловые леса занимают не более 1 % площади всех лесов Белорусского Полесья и распространены здесь на пределе равнинной части ареала ели в Европе. На территории региона по линии Камень – Щерчево – оз. Споровское – Логишин – Луинец – оз. Червоное – Ветка проходит южная граница бореальной области распространения *Picea abies*. К югу от нее в полосе полесской хорологической дизъюнкции ельники встречаются небольшими локальными участками в островных местообитаниях, значительная часть которых сконцентрирована в районе Лельчиц, Столина, Малориты и Добруша; некоторые из них взяты под охрану в ранге ботанических памятников природы. Для ельников Полесья наиболее характерна субформация широколиственно-черноольхово-еловых лесов, что объясняется большей фитоценотической устойчивостью последних в местах с постоянным почвенно-грунтовым увлажнением при достаточном дренаже богатых гумусированных почв, которые приурочены к окраинам заболоченных черноольшаников. Монодоминантные ельники южнотаежного типа более обычны в северной части Белорусского Полесья [235].

Европейские широколиственные леса в Полесье представлены формациями дубовых, ясеневых и грабовых лесов, их общая площадь в составе лесного фонда составляет не более 8 %. Это сложные

фитоценозы с содоминированием граба, ели (в Предполесье), ольхи черной, примесью вяза, клена, липы. Преобладают грабовые дубравы, которые занимают не только богатые суглинистые почвы, но и менее плодородные эдафотопы – супесчаные и даже песчаные почвы. Это объясняется благоприятным для дуба сочетанием климатических факторов и гидрогеохимического режима почв, а также отсутствием ели как основного его конкурента за фитоценотическое господство. Особое место в Белорусском Полесье принадлежит пойменным дубравам, составляющим до 10 % площади формации. При широкой пойме, затапливаемой на многие километры, они, чередуясь с ложбинными черноольшаниками и ивняками, являются важным структурным элементом растительного покрова Полесья в целом [234, 235]. Следует отметить, что на территории Белорусского Полесья сосредоточено более половины всех дубрав Беларуси.

Широкое распространение коренных мелколиственных лесов на болотах, представленных черноольшовыми и пушистоберезовыми лесами, связано с высокой заболоченностью Белорусского Полесья. Распространение черноольшаников (более 11 %) достигает здесь максимума относительно других районов обширного ареала ольхи черной. Наиболее обводненные ольсы представляют собой монодоминантную субформацию черноольшаников, а дренируемые участки и окраины болотных массивов характерны для сложных широколиственно-черноольшовых лесов. Пушистоберезовые леса в Белорусском Полесье представлены монодоминантными и черноольшово-пушистоберезовыми и сосново-пушистоберезовыми насаждениями.

На месте коренных хвойных и широколиственных лесов после естественного зарастания вырубок формируются производные формации – бородавчатоберезовая, осиновая и грабовая. Наиболее устойчива из них первая, которая может удерживать занятую площадь в течение нескольких поколений. К производным следует отнести и часть черноольшаников, сменяющих главным образом ясеневые, а в отдельных случаях – и дубовые леса [181]. В лесном фонде Белорусского Полесья небольшие площади занимают ивняки, а также культуры тополей, лиственниц и других интродуцированных древесных видов.

Типичным природно-растительным комплексом в Белорусском Полесье наряду с лесами являются луга и болота, под которыми занято более 23 % площади этого региона. Около 16 % территории Белорусского Полесья занимает луговая растительность, особенность которой заключается в преобладании низинных лугов над суходольными. Особенность полесских лугов обусловлена близостью к лесостепной зоне и своеобразием климатических условий, что определяет развитие в поймах крупных рек особой синтаксономической категории растительности – остепненных лугов [181, 177].

По своему генезису и условиям формирования травостоев луга разделяются на две крупные категории – пойменные (заливные) и внепойменные (материковые). Первые из них в Белорусском Полесье составляют почти 60 % от общей площади луговых угодий и сосредоточены в долинах рек Припяти и Днепра. Здесь они представлены настоящими мезофитными лугами на аллювиально-дерновых и аллювиально-дерново-глеевых почвах; гидрофитными (сырыми) лугами на аллювиально-дерново-глеевых, дерново-глеевых и дерново-торфянисто-глеевых почвах; гидрофитными (заболоченными) лугами на аллювиально-дерново-глеевых, дерново-торфяно-глеевых и торфяно-болотных почвах в условиях продолжительного паводкового затопления [177]. Встречаются также ксерофитные (остепненные) луга на аллювиально-дерновых почвах с участием в травостое некоторых лесостепных видов (*Koeleria delavignei*, *Poa angustifolia* и др.).

Внепойменные луга развиваются на верхних частях склонов, равнинах, пологих склонах водораздельных пространств, плоских низинах, в незатопляемых ложбинах рек; представлены они двумя группами типов – суходольными и низинными. Такие луга не занимают крупных сплошных массивов, а сочетаются с болотными типами растительности, образуя типичные для Полесья лугово-болотные комплексы, в которых верхние границы ряда занимают суходольные луга, постепенно сменяющиеся низинными, а последние – разными типами травяных болот, преимущественно разнотравно-осоковых. Следует также отметить, что значительная площадь луговых угодий Белорусского Полесья занята культурными лугами, сформированными на осушенных торфяных почвах; их площадь достигает 50 % всех сельскохозяйственных земель региона [78].

Особенностями рельефа, покровных пород и гидрографической сети обусловлено широкое развитие в Белорусском Полесье болот низинного и переходного типов. В прошлом заболоченность этой территории достигла 35 %, однако после масштабных осушительных работ, выполненных во второй половине XX столетия, этот показатель существенно снизился – всего было осушено около 2,1 млн га болот и переувлажненных земель. Сегодня болота (за исключением заболоченных лесов – черноольшаников и березняков) занимают не более 10 % территории [181, 177].

Верховые болота Полесья характеризуются ограниченным распространением. Для них свойственна слабо выраженная либо вовсе отсутствующая выпуклость. Они в основном лесные, так как слабая обводненность дает возможность произрастать сосне и образовывать сосново-пушицево-сфагновые и сосново-кустарничково-сфагновые ассоциации. В составе флоры этих болот отсутствуют или имеют ограниченное распространение некоторые аркто-бореальные и бореальные виды (*Betula lanana*, *Empetrum nigrum*, *Chamaedaphne calyculata* и др.). Характерное видовое соотношение имеют мохообразные (*Sphagnum fuscum*, господствующий на верховых болотах северной части Беларуси, уступает здесь фитоценологическую роль *Sphagnum rubellum*, *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum cuspidatum* и некоторым другим видам). Наибольшие площади верховые болота имеют в Столинском и Ганцевичском районах [225].

Переходные болота формируются при смешанном питании грунтовыми водами и атмосферными осадками. Они занимают промежуточное положение между низинными и верховыми вариантами и встречаются в различных с ними сочетаниях. Эти болота отмечаются небольшими участками в неглубоких западинах рельефа и представлены преимущественно осоково-сфагновыми ассоциациями. При большей выраженности олиготрофности формируются осоково-сфагновые, при преобладании эвтрофности – осоково-травяно-сфагновые и осоково-гипново-сфагновые ассоциации. До недавнего времени такие участки болот широко использовались как сенокосы.

Наибольшие площади в Белорусском Полесье заняты низинными болотами, которые образовались в понижениях рельефа в результате выхода на поверхность богатых минеральными веществами грунтовых вод. Слабо- и среднеобводненные проточные болота покрыты лесной растительностью: сосново-березово-черноольховыми, березово-черноольховыми и черноольховыми лесами. Сильнообводненные, но сравнительно менее проточные болота заняты крупноосоковыми безлесными ассоциациями, а также гипново-осоково-хвощевыми, гипново-осоково-частуховыми, осоково-тростниковыми и манниковыми группировками. На сильнообводненных среднепроточных болотах развиваются мелкоосоковые ассоциации, наиболее распространенные на плоских бессточных водоразделах Полесья. Среднеобводненные проточные болота заняты злаково-осоковыми ассоциациями (осоково-вейниковыми, осоково-мятликовыми) [181].

Водные экосистемы Белорусского Полесья занимают площадь около 3 % и представлены ручьями, реками, современной и пришедшей в негодность гидромелиоративной сетью, озерами, водохранилищами и прудами. Все многообразие ассоциаций водных растений Белорусского Полесья можно свести к следующим формациям: воздушно-водных растений и плавающих прикрепленных видов, погруженных прикрепленных и неприкрепленных плавающих макрофитов. Следует отметить, что в пределах южной части Беларуси, где в поймах крупных рек широко представлены старичные озера, встречаются редкие для Беларуси растительные сообщества с участием *Nymphaea alba*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Salvinia natans*, *Trapa natans* и других видов. К ценным биотопам относятся также естественные дистрофные и карстовые озера, заиленные речные отмели, олиготрофные полушниковые озера [184].

Редкие биотопы с ценными флористическими комплексами представлены и среди лесной, луговой и болотной растительности. Наиболее интересными из них в Белорусском Полесье являются: континентальные дюны с булавоносцевыми лугами, сообщества можжевельника обыкновенного на пустошах, бореальные пойменные и фенноскандинавские лесные луга, а также верховые болота, островные ельники, злаковые дубравы, аллювиальные и дубово-грабовые леса и т. д. [184].

Особенностью территории Белорусского Полесья является довольно широкое распространение гидрогенно-карбонатных ландшафтных комплексов. Их важные черты – специфическая карбонатная почвенная среда и сложная внутриландшафтная дифференциация местообитаний, проявляющаяся в чередовании на ограниченных площадях лесных, кустарниковых, луговых и опушечных сообществ. Особым разнообразием выделяется флора этих местообитаний, представленная более чем 420 аборигенными видами. Из них 29 таксонов получили категорию охраны Красной книги Республики Беларусь, среди которых наибольшую ценность (в том числе международную) имеют представители семейства *Orchidaceae*, в частности глобально-угрожаемый вид – *Cypripedium calceolus* [134]. Отличительной чертой флоры и растительности гидрогенно-карбонатных ландшафтов является также низкий уровень адвентизации (не более 20 %) и синантропизации, что подчеркивает их важную роль в сохранении аборигенного фиторазнообразия Белорусского Полесья.

Нарастающее обогащение флоры адвентивными видами и их дальнейшее распространение в настоящее время приводит к тому, что все большее значение в структуре растительного покрова занимает синантропная растительность. Она представлена сегетальными (агрофитоценозы) и рудеральными (нарушенные местообитания) сообществами. Эти фитоценозы сложены преимущественно ад-

вентивными видами растений, удельный вес которых в составе флоры Белорусского Полесья и Беларуси в целом постоянно увеличивается и приближается к 50 %.

Оценивая видовое богатство флоры Белорусского Полесья в целом, можно отметить, что согласно последним подсчетам здесь установлено произрастание более чем 2000 видов сосудистых растений. К ним относятся не только дикорастущие и дичающие таксоны, но и виды, выращиваемые в культуре в условиях открытого грунта. Оценить флористическое богатство рассматриваемого региона можно в разрезе отдельных природных районов, региональные представители флоры которых на данный момент являются достаточно хорошо изученными (табл. 2.11). Можно отметить, что флора отдельных регионов Белорусского Полесья сопоставима по количеству аборигенных видов. Существенно более богатым выглядит адвентивный компонент флоры Припятского Полесья (1120 видов), что можно объяснить доскональным изучением культурной флоры этого региона, в список которой были включены культивируемые виды, не учтенные ранее для флоры сопредельных регионов.

Таблица 2.11 – **Богатство флоры отдельных регионов Белорусского Полесья**

Компонент флоры	Природный регион Полесья		
	Припятское [143]	Брестское [195]	Восточное [120]
Общее количество видов	1986	1291	1315
Аборигенный компонент	866	826	1047
Адвентивный компонент	1120	465	268

*Примечание:* Припятское Полесье рассматривается как отдельный округ согласно схеме физико-географического районирования Беларуси [151]. Территория Брестского Полесья в цитируемой работе [195] соответствует Малоритской равнине, а Восточного Полесья [120] – юго-восточной части Гомельской области с приграничными украинскими территориями.

Региональная флора Белорусского Полесья характеризуется не только схожим видовым составом, но и сопоставимой таксономической структурой. Так, в составе аборигенного компонента флоры Припятского Полесья (отдельного округа, расположенного в центральной части Белорусского Полесья, флора которого в большей мере характеризует особенности всего региона) по видовой насыщенности ведущие позиции занимают семейства *Compositae* (83), *Gramineae* (78), *Cyperaceae* (72), *Scrophulariaceae* (44), *Caryophyllaceae* (41), *Fabaceae* (38), *Rosaceae* (37), *Ranunculaceae* (31), *Labiatae* (26), *Umbelliferae* (24) и т. д. К крупнейшим родам в составе аборигенной фракции относятся: *Carex* – 52, *Pilosella* – 19, *Potamogeton* – 18, *Salix* – 15, *Juncus*, *Veronica* – 14, *Viola* – 13, *Trifolium* – 12, *Campanula*, *Galium* – 11. Остальные роды представлены 10 и менее видами.

К показателям таксономического разнообразия относят и так называемые пропорции флоры, выражающиеся в среднем количестве видов в семействе, родов в семействе и видов в роде. Для региональных аборигенных флор Белорусского Полесья эти значения являются сопоставимыми (табл. 2.12).

Таблица 2.12 – **Пропорции аборигенных флор отдельных регионов Белорусского Полесья**

Региональная флора	Среднее количество		
	видов в семействе	родов в семействе	видов в роде
Припятское Полесье	7,4	3,2	2,3
Брестское Полесье	7,7	3,6	2,2
Восточное Полесье	8,5	3,6	2,4

Кроме таксономического состава, важнейшей составляющей для выяснения происхождения и истории формирования флоры имеет анализ географического распространения слагающих ее видов [97]. Рассматривая распределение видов по долготным элементам флоры (распределение ареалов по материкам и их частям), следует отметить, что наиболее многочисленны в составе флоры Белорусского Полесья европейские и евросибирские виды [166]. Совместно с голарктическими и евразийскими таксонами (как наиболее распространенными в составе флоры Беларуси [97]) они составляют основу флоры данной территории (более 80 % видового состава).

Среди широтных географических элементов (отражают распределение видов по соляро-климатическим зонам) наиболее многочисленными являются умеренно-теплолюбивые бореально-температные и температурные виды. Достаточно многочисленны и представители плюризонального геоэлемента, индифферентные в отношении зонального режима тепла. В сравнении с флорой Беларуси для флоры Полесья свойственно большее участие теплолюбивых субмеридиональных и меридиональных видов (*Stachys recta*, *Chondrilla juncea*, *Phleum phleoides* и др.). Холодостойкие бореальные и

аркто-бореальные виды (*Alchemilla hirsuticaulis*, *Goodyera repens*, *Scheuchzeria palustris* и др.) здесь, наоборот, являются более малочисленными.

Для полного познания современной флоры и выяснения путей ее происхождения важное значение имеет и фитохорологический анализ, позволяющий выявить пограничные (хорологически детерминированные) виды, находящиеся здесь на пределах своего естественного распространения [165]. Фитохорологический анализ флоры Белорусского Полесья показывает, что большинство аборигенных представителей не имеют четкой географической приуроченности и произрастают по всей его территории в подходящих экологических условиях. Однако около 200 видов (более 20 %) находятся здесь на пределе своего естественного распространения (на границе ареала, вблизи от нее, либо в островных локалитетах) – то есть являются хорологически детерминированными для флоры этого региона [141].

Наиболее многочисленной (около 70 видов) является северная группа, объединяющая виды растений, которые в пределах Белорусского Полесья находятся на северных границах ареала. Она представлена преимущественно теплолюбивыми и умеренно теплолюбивыми меридиональными (*Trifolium fragiferum*, *Teucrium scordium*), субмеридиональными (*Scabiosa ochroleuca*, *Caulinia minor*) и температурными (*Phleum phleoides*, *Tragopogon bjelorusicus*) видами. Некоторые из них находятся в островных локалитетах за северной границей своего сплошного распространения: *Equisetum telmateia*, *Rhododendron luteum*, *Daphne cneorum*, *Viscum laxum* и другие.

На южном пределе естественного распространения произрастает более 50 видов, большинство из которых относится к холодостойким и умеренно холодостойким аркто-бореальным (*Carex brunnescens*, *Hierochloë praetermisa*), аркто-бореально-температным (*Pyrola chlorantha*, *Eriophorum gracile*) и бореальным (*Alchemilla hirsuticaulis*, *Goodyera repens*) геоэлементам. Более 10 таксонов из этой группы (*Hammarbya paludosa*, *Lobelia dortmanna*, *Scheuchzeria palustris* и др.) отмечены в островных местообитаниях.

Группа видов, находящихся на восточном пределе своего естественного распространения, представлена почти 40 таксонами. Почти все они являются европейско-американскими (*Drosera intermedia*, *Dianthus armeria*), атлантическо- (*Teesdalia nudicaulis*, *Carex davalliana*) и центральноевропейскими (*Melittis sarmatica*, *Arctium nemorosum*) видами. Нарастающая с запада на восток континентальность климата способствует тому, что на территории восточной части Белорусского Полесья эти виды (*Hedera helix*, *Hypericum humifusum*, *Polypodium vulgare* и др.) практически отсутствуют.

Западная ареалогическая группа является самой малочисленной и представлена не более чем 20 умеренно теплолюбивыми и теплолюбивыми температурными (*Alisma praecox*, *Eragrostis rivalis*) и субмеридиональными (*Koeleria delavignei*, *Chamaecytisus ruthenicus*) видами. В отношении долготных геоэлементов флоры все они являются евросибирскими (*Asparagus officinalis*, *Agrostis diluta*) или восточноевропейскими (*Dianthus borussicus*, *Herniaria polygama*) видами. Почти все местонахождения отмеченных видов на территории Белорусского Полесья приурочены к долинам рек Днестра и Припяти [144].

Особый интерес представляет группа растений, которые в пределах Белорусского Полесья имеют дизъюнкцию между равнинной бореальной и горной (карпатской) частями ареала. К таким видам относятся некоторые представители южной ареалогической группы (*Huperzia selago*, *Phegopteris connectilis* и др.). Наиболее детально изучена и объяснена дизъюнкция в ареале *Piceaabies* [165]. Причина образования хорологической дизъюнкции этого вида, как и других бореальных таксонов, объясняется климатическими и почвенно-гидрологическим факторами.

Разнообразием природных условий, спецификой историко-генетических и климатических факторов, с одной стороны, а также интенсивным антропогенным воздействием на природные экосистемы, с другой стороны, обусловлено то, что значительная часть видов флоры Белорусского Полесья в настоящее время нуждается в охране. Среди видов данной категории представлены как эвритопные таксоны, редкость которых объясняется их узкими экологическими требованиями, так и виды, являющиеся редкими вследствие особенностей своего географического распространения. Всего на территории Белорусского Полесья отмечено 117 из 189 видов, имеющих категорию охраны Красной книги Республики Беларусь [104], что достигает 62 % от всех охраняемых в республике таксонов. Учитывая то, что площадь Белорусского Полесья составляет всего около 28 % площади Беларуси, можно утверждать, что на этой территории сосредоточена значительная часть охраняемых на национальном уровне видов [142].

Характерно, что ряд таксонов в пределах Беларуси встречается только на территории Белорусского Полесья: *Equisetum telmateia*, *Osmunda regalis*, *Cimicifugaeuropaea*, *Urtica kioviensis*, *Rhododendron luteum*, *Daphne cneorum*, *Viscum austriacum* и некоторые другие. Отдельные виды (*Ly-*

*copodiella inundata*, *Salvinia natans*, *Dentaria bulbifera*, *Cephalanthera rubra* и др.) являются достаточно обычными для флоры Белорусского Полесья – здесь находится большинство известных их популяций в Беларуси. Другие, наоборот, в составе флоры Белорусского Полесья являются исключительно редкими, поскольку находятся на южном пределе своего естественного распространения. К ним относятся преимущественно аркто-бореальные и бореальные виды: *Huperzia selago*, *Herminium monorchis*, *Hammarbya paludosa*, *Listera cordata* и др.

Рассматривая международный природоохранный статус таксонов, стоит отметить, что на территории Белорусского Полесья произрастает 17 видов из Приложения II к Конвенции «СИТЕС» (к ним относятся все представители семейства *Orchidaceae*). Видов, охраняемых в соответствии с Приложением I к Бернской конвенции, отмечено 13: *Botrychium multifidum*, *Salvinia natans*, *Pulsatilla patens*, *Saxifraga granulata*, *Viscum austriacum* и другие. В соответствии с Директивой Европейского Союза по охране естественных мест обитания дикой флоры и фауны на территории Белорусского Полесья известно 8 видов: *Moehringia lateriflora*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Angelica palustris*, *Adenophora lilifolia* и некоторые другие. Наибольшее количество видов, имеющих международный охранный статус (48), относится к таксонам, охраняемым в Украине. Среди них известны как исключительно редкие для флоры Украины (*Hydrocotyle vulgaris*, *Neottianthe cucullata*, *Hammarbya paludosa*, *Carex pauciflora* и др.), так и вполне обычные (*Pulsatilla pratensis*, *Platanthera chlorantha*, *Listera ovata* и др.) виды.

В таблице 2.13 показано распределение видов различных охранных категорий Красной книги Республики Беларусь по физико-географическим округам Белорусского Полесья [151], что позволяет оценить соэкологическую репрезентативность каждого из них.

Таблица 2.13 – Распределение охраняемых видов по физико-географическим округам Белорусского Полесья

Физико-географический округ	Категории охраны				Всего охраняемых видов
	I (CR)	II (EN)	III (VU)	IV (NT)	
Брестское Полесье	9	13	27	22	71
Припятское Полесье	11	18	32	26	87
Мозырское Полесье	4	7	23	20	54
Гомельское Полесье	7	13	21	21	62

На территории Брестского Полесья – физико-географического округа Полесской провинции, находящегося на крайнем юго-западе Беларуси, отмечен 71 вид сосудистых растений из Красной книги Республики Беларусь, что составляет 37,6 % всех охраняемых в Беларуси таксонов, или 60,7 % охраняемых видов Белорусского Полесья. Только во флоре Брестского Полесья отмечены *Osmunda regalis*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Salvinia natans*, *Saxifraga granulata*, *Trifolium rubens*, *Orchis morio* и некоторые другие виды. На данной территории также находится значительная часть популяций таких центрально- и атлантическо-европейских видов, как *Polypodium vulgare*, *Isopyrum thalictroides*, *Hedera helix*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Viscum austriacum*, *Melittis sarmatica*, *Crepis mollis* и некоторых других, что придает флоре Брестского Полесья характерные хорологические особенности.

На территории Припятского Полесья (центральная часть Полесской провинции) произрастает 87 охраняемых видов, что составляет 46,0 % от всех охраняемых в Беларуси таксонов. Учитывая то, что здесь отмечено 74,4 % видов, охраняемых в Белорусском Полесье, важно отметить исключительную роль данной территории в сохранении фиторазнообразия рассматриваемого региона. Обусловлено это как физико-географическим положением территории, так и разнообразием ее природных условий. При этом в границах Припятского Полесья отмечены и широко распространенные по всей Беларуси охраняемые виды (*Dentaria bulbifera*, *Thesium ebracteatum*, *Platanthera chlorantha* и др.), и те, места произрастания которых в Беларуси известны только здесь: *Corydalis intermedia*, *Lindernia procumbens*, *Iris aphylla*.

Еще одна важная особенность флоры Припятского Полесья – сосредоточение здесь значительного количества аркто-бореальных и бореальных видов (*Isoetes lacustris*, *Nuphar pumila*, *Betula humilis*, *Salix myrtilloides*, *Lunaria rediviva*, *Listera cordata* и некоторых других) в сравнении с другими регионами Полесья. Объясняется это как наибольшим среди рассматриваемых округов простиранием территории на север, так и более широким распространением здесь ельников, верховых и переходных болот, которые являются проводниками бореальных видов.

В пределах Мозырского Полесья отмечено лишь 54 охраняемых вида, или 28,6 % от их общего числа в Беларуси, что объясняется наименьшей площадью данного региона в ряду сравниваемых округов Полесья, а также относительным однообразием природных условий. Характерной особенностью флоры Мозырского Полесья является присутствие здесь охраняемых видов горной экологии (*Polystichum braunii*, *Cimicifuga europaea*, *Galium tinctorium* и др.). Обусловлено это орографическими

особенностями данного субрегиона (наиболее возвышенного в Полесье), преимущественно находящегося на Мозырской гряде.

На территории Гомельского Полесья, расположенного на юго-востоке Беларуси, отмечено 63 охраняемых на национальном уровне вида (33,3 %). Характерная особенность флоры этого субрегиона – более значительное участие в ее составе степных и лесостепных видов восточноевропейского, евросибирского и евросибирско-аралокаспийского распространения. Большинство из них (*Sempervivum ruthenicum*, *Clematis recta*, *Cirsium pannonicum*, *Scorzonera purpurea*, *Gagea spathacea* и др.) находятся в Беларуси на западных и северо-западных границах ареала [142].

Достаточно большое участие в составе флоры региона видов, нуждающихся в охране, указывает не только на ее богатство, но и на то, что сокращение аборигенного биоразнообразия в Белорусском Полесье продолжает оставаться одной из самых актуальных экологических проблем современности. На протяжении последних 50–100 лет из флоры данной территории выпало более 20 аборигенных видов сосудистых растений: *Caldesia parnassifolia*, *Euphorbia palustris*, *Linnaea borealis*, *Linum flavum*, *Neottianthe cucullata*, *Ranunculus illyricus*, *Triglochin maritimum*, *Veronica spuria* и др. Под угрозой исчезновения находится еще столько же (преимущественно виды I категории Красной книги Республики Беларусь [103]): *Equisetum telmateia*, *Cimicifuga europaea*, *Euphorbia villosa*, *Daphne sneorum*, *Gagea spathacea* и др. Особенно остро в настоящее время стоит проблема сокращения численности лугово-болотных и опушечных видов (*Saxifraga granulata*, *Veratrum lobelianum*, *Gladiolus imbricatus*, *Dactylorhiza majalis* и др.), что вызвано прекращением сенокосения мелкоконтурных лугов и лесных болот из-за сокращения поголовья крупного рогатого скота у местного населения.

Наряду с исчезновением и сокращением численности отдельных аборигенных видов чрезвычайно актуальной проблемой в настоящее время становится возрастающая адвентизация флоры, приводящая не только к сокращению удельного веса аборигенного компонента, но и к изменению естественного растительного покрова в результате внедрения и экспансии чужеродных видов [29]. На протяжении XX в. территория Белорусского Полесья подвергалась значительным антропогенным трансформациям, что в совокупности привело к деградации естественного растительного покрова на значительных площадях и, как следствие, к изменению аборигенного биологического разнообразия [164]. К настоящему времени удельный вес адвентивного компонента в составе флоры этой территории превысил 50%-ную отметку. При этом на рубеже XIX–XX столетий доля адвентивных видов во флоре Белорусского Полесья составляла не более 30 %. Анализ адвентизации флоры на протяжении минувшего столетия [139] показывает, что стремительное увеличение числа адвентивных видов произошло за последние 30 лет. Необходимо также учитывать, что около половины всех адвентивных видов флоры изучаемого региона пока известны только в культуре (*Nymphaea hybrida*, *Pyracantha coccinea*, *Yucca filamentosa* и др.) либо отмечены в естественных экосистемах как эфемерофиты – виды без явных признаков натурализации (*Narcissus poeticus*, *Callistephus chinensis*, *Zea mays* и др.). Но поведение заносных таксонов и их роль в функционировании естественных экосистем постоянно изменяются. Например, *Echinocystis lobata*, *Solidago canadensis*, *Padus serotina*, известные сегодня как наиболее агрессивные чужеродные виды, еще 50 лет назад отмечались только в культуре как эфемерофиты или колонофиты – виды без признаков натурализации. Некоторые другие растения (*Miscanthus sacchariflorus*, *Lunaria annua*, *Hemerocallis fulva* и др.) десятилетия назад известные только в культуре, сегодня уже расселяются в полуестественных и естественных растительных сообществах и прогнозируемо могут пополнить список инвазионных видов [140]. Последние ввиду своих эколого-биологических особенностей способны не только проникать в естественные фитоценозы, но и активно там распространяться, вытесняя аборигенные виды и образуя моновидовые заросли. Таких видов на территории Белорусского Полесья более 50: *Acer negundo*, *Amelanchier spicata*, *Angelica archangelica*, *Aronia mitschurinii*, *Asclepias syriaca*, *Aster lanceolatus*, *Asternovi-belgii*, *Bidens connata*, *Bidens frondosa*, *Conyza canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Elodea canadensis*, *Epilobium adenocaulon*, *Erechtites hieracifolius*, *Galinsoga parviflora*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi*, *Hippophae rhamnoides*, *Impatiens glandulifera*, *Lupinus polyphyllus*, *Oenothera biennis*, *Oenothera rubricaulis*, *Padus serotina*, *Parthenocis susquinquefolia*, *Populus alba*, *Quercus rubra*, *Reynoutria japonica*, *Reynoutria sachalinensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Sambucus nigra*, *Sambucus racemosa*, *Sarothamnus scoparius*, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, *Sorbariasor bifolia*, *Xanthium albinum* и некоторые другие [76, 141]. Распространение этих таксонов, как и общая адвентизация флоры, являются индикатором изменения природных условий Полесского региона, вызванных антропогенным воздействием и климатическими изменениями последних десятилетий.

Оценивая разнообразие, современное состояние и тенденции развития растительного мира Белорусского Полесья, можно сделать следующие выводы:

- растительный покров и флора этой территории выделяются существенным разнообразием, что обусловлено как физико-географическим положением региона, так и особенностями геоморфологических, почвенных, гидрологических и климатических условий;
- разнообразие растительного мира Белорусского Полесья проявляется не только в наличии редких для Беларуси биотопов и видовом богатстве флоры в целом, но и в представленности аборигенных видов различными географическими элементами и фитохорологическими группами;
- территория Белорусского Полесья играет важную роль в поддержании и сохранении разнообразия растительного мира Беларуси, поскольку именно здесь представлены наибольшие площади пойменных лугов и дубрав, сосредоточено более 60 % охраняемых на национальном уровне видов флоры;
- в настоящее время в развитии растительного мира Белорусского Полесья наблюдается преобладание антропогенно-обусловленных тенденций над природными, что проявляется в возрастающей адвентизации флоры и увеличении площади синантропных растительных сообществ.

## 2.6. Позвоночные животные

В системе зоогеографического районирования территория Белорусского Полесья располагается в пределах трёх зоогеографических районов: Западно-Полесском, Центральном-Полесском и Восточно-Полесском. Белорусское Полесье имеет важное значение для сохранения биологического разнообразия, в том числе редких исчезающих видов, не только для Беларуси, но и для Европы в целом, что подтверждается долей особо охраняемых природных территорий (ООПТ): на 01.01.2016 в Брестской области функционирует 128 ООПТ общей площадью 464,1 тыс. га (14,1 %), в Гомельской области – 121 ООПТ, суммарная площадь которых составляет 303,1 тыс. га (7,5 %) [133]. В этом регионе находятся 11 из 26 Рамсарских угодий международного значения Беларуси, к которым относятся НП «Припятский», республиканские заказники: «Споровский», «Средняя Припять», «Званец», «Ольманские болота», «Простырь», «Выгонощанское», «Подвеликий мох», «Морочно», а также «Полесская долина реки Буг», «Долина реки Ипуть» [12]. Два водно-болотных угодья являются частями трансграничных водно-болотных угодий: «Простырь – Припять – Стоход» (Беларусь – Украина) и «Ольманские болота – Переброды» (Беларусь – Украина). Здесь расположено 28 из 51 международного угодья ИВА [11].

В Белорусском Полесье находятся наиболее сохранившиеся пойменные дубравы, самые крупные в Европе массивы переходных и низинных болот. Здесь обитают самые большие в Европе популяции редких глобально угрожаемых видов птиц (вертлявой камышевки, коростеля, большого подорлика, дупеля, орлана-белохвоста, змеяда и чеглока), а также многие редкие исчезающие виды рыб, ряд видов земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих. Регион занимает одно из ключевых мест в системе евроазиатско-африканских сезонных миграций птиц. В пойме р. Припять регулярно гнездятся или останавливаются в период миграций более 1 % численности европейских популяций следующих видов: большая выпь, черный аист, гуменник, белолобый гусь, свиязь, кряква, турухтан, черная и белокрылая крачки [209].

Изучение населения позвоночных животных многих экосистем проводилось на территории Белорусского Полесья в 1967–2015 гг. Использовали общепринятые методы полевых исследований, которые достаточно детально описаны в опубликованных работах многих авторов. За этот период были накоплены значительные информационные материалы и фотодокументы. Фактический материал представлен в многочисленных публикациях [14, 15, 31, 58, 59 и др.]. В результате проведенных исследований и анализа литературных данных были получены сведения о 452 видах позвоночных животных, в том числе 2 видах круглоротых, 60 видах рыб, 13 видах земноводных, 7 видах рептилий, 299 видах птиц и 70 видах млекопитающих (табл. 2.14).

Ихтиофауна водоемов Белорусского Полесья в течение последних десятилетий претерпела существенные изменения главным образом под влиянием деятельности человека [230, 188]. Эти изменения будут продолжаться и в обозримом будущем. Сохранение и устойчивое использование биоразнообразия рыб рассматривается как одна из сторон управления природными биологическими ресурсами.

Сведения по биологии рыб региона имеются в ряде публикаций, в том числе в монографии [79], учебном пособии [70], а по редким видам – в изданиях Красной книги Республики Беларусь [101, 102, 105, 228]. Т. М. Шевцова с соавторами [230] в ходе изучения динамики ихтиофауны бассейна р. Припять выявила 51 вид рыб, относящихся к 14 семействам. Д. Ф. Куницким и В. К. Ризевским [108] было установлено наличие инвазивных видов рыб (бычок-песочник, бычок-гонец, бычок-кругляк и др.) в бассейне р. Припять в конце XX в. В более поздних публикациях [189] подведены итоги исследования чужеродных видов рыб и динамики состава фауны рыб водоемов Беларуси. Было установлено, что в бассейне Черного моря в 2000-е годы обитало 60 видов рыб, в том числе 40 видов аборигенов; в бассейне Балтийского моря – соответственно 54 и 41 вид.



Таблица 2.14 – Позвоночные животные юго-запада Беларуси

Класс Отряд	Количество видов	
	Всего	В Красной книге РБ (проф. охрана)
<b>КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ CYCLOSTOMATA</b> - Миногообразные Petromyzoniformes	<b>2</b> 2	<b>(проф. – 1)</b> (проф. – 1)
<b>КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ OSTEICHTHYES</b> - Осетрообразные Acipenseriformes - Лососеобразные Salmoniformes - Сельдеобразные Clupeiformes - Щукообразные Esociformes - Угреобразные Anguilliformes - Карпообразные Cypriniformes - Сомообразные Siluriformes - Трескообразные Gadiformes - Колюшкообразные Gasterosteiformes - Иглообразные Syngnathiformes - Окунеобразные Perciformes - Скорпенообразные Scorpaeniformes	<b>60</b> 1 3 1 1 1 34 3 1 3 1 10 1	<b>6 (проф. – 4)</b> 1 2 - - - 3 (проф. – 1) (проф. – 1) - - - (проф. – 1) (проф. – 1)
<b>КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ AMPHIBIA</b> - Хвостатые амфибии Caudata, или Urodela - Бесхвостые амфибии Ecaudata, или Anura	<b>13</b> 2 11	<b>2 (проф. – 3)</b> 1 1 (проф. – 3)
<b>КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ REPTILIA</b> - Черепахи Testudines, или Chelonia - Чешуйчатые Squamata	<b>7</b> 1 6	<b>2 (проф. – 1)</b> 1 1 (проф. – 1)
<b>КЛАСС ПТИЦЫ AVES</b> - Гагарообразные Gaviiformes - Поганкообразные Podicipediformes - Веслоногие Pelecaniformes - Аистообразные Ciconiiformes - Гусеобразные Anseriformes - Соколообразные Falconiformes - Курообразные Galliformes - Журавлеобразные Gruiformes - Ржанкообразные Charadriiformes - Голубеобразные Columbiformes - Кукушкообразные Cuculiformes - Совообразные Strigiformes - Козодоеобразные Caprimulgiformes - Стрижеобразные Apodiformes - Ракшеобразные Coraciiformes - Рябкообразные Pteroclidiaformes - Дятлообразные Piciformes - Воробьинообразные Passeriformes	<b>299</b> 3 5 3 12 34 30 6 7 55 5 1 13 1 1 4 1 10 108	<b>69 (проф. – 19)</b> 1 1 - 4 6 (проф. – 6) 15 (проф. – 1) - 3 16 (проф. – 8) - - 8 - - 3 - 3 (проф. – 1) 9 (проф. – 3)
<b>КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ MAMMALIA</b> - Насекомоядные Insectivora - Рукокрылые Chiroptera - Хищные Carnivora - Парнокопытные Artiodactyla - Грызуны Rodentia - Зайцеобразные Lagomorpha	<b>70</b> 9 17 15 5 23 2	<b>14 (проф. – 14)</b> (проф. – 3) 6 (проф. – 3) 4 (проф. – 3) 1 3 (проф. – 5) -

В водоемах и водотоках Брестской области выявлено 59 видов рыб и рыбообразных, относящихся к 11 отрядам и 17 семействам [57].

Всего в Белорусском Полесье было зарегистрировано 62 вида рыб и рыбообразных (табл. 2.15). Из 43 видов аборигенов 22 широко распространены в реках и озерах, 18 видов встречаются в реках и случайно в небольшом количестве могут заходить в проточные озера и пойменные водоемы.

Ряд видов (ручьевая минога, ручьевая форель, хариус, голец, обыкновенный голянь) обитают преимущественно в верховьях рек и ручьев с чистой прохладной водой; стерлядь, подуст, белоглазка, синец, чехонь и др. более теплолюбивы и населяют равнинные участки рек. Промежуточное положение занимают: голавль, быстрянка и др., обитающие на участках с теплой проточной водой. Многие виды (голец, окунь) широко распространены по рекам и озерам. Чисто озерным видом является озерный голянь, встречающийся в некоторых небольших озерах и пойменных водоемах бассейна р. При-

пять. Важнейшими видами рыб, которые играют существенную роль в ихтиоценозах или экосистемах водоемов, являются речной окунь, щука, лещ, плотва и др., доминирующие в реках и озерах.

Таблица 2.15 – Распространение, относительная численность рыбообразных водоемов Белорусского Полесья

Отряд, семейство, вид	Реки	Озера	Пруды
1	2	3	4
<b>Отряд Миногообразные Petromyzontiformes</b>			
<b>Семейство Petromyzonidae</b>			
1. Ручьевая минога <i>Lampetra planeri</i>	x	-	-
2. Украинская минога <i>Eudontomyzon mariae</i>	x	-	-
<b>Отряд Осетрообразные Acipenseriformes</b>			
<b>Семейство Осетровые Acipenseridae</b>			
3. Стерлядь <i>Acipenser ruthenus</i>	x	-	А
<b>Отряд Лососеобразные Salmoniformes</b>			
<b>Семейство Хариусовые Thymallidae</b>			
4. Обыкновенный хариус <i>Thymallus thymallus</i>	x	-	-
<b>Семейство Лососевые Salmonidae</b>			
5. Ручьевая форель <i>Salmo trutta</i>	x	-	-
6. Радужная форель <i>Parasalmo mykiss</i>	-	-	А
<b>Отряд Сельдеобразные Clupeiformes</b>			
<b>Семейство Сельдевые Clupeidae</b>			
7. Черноморско-азовская тюлька <i>Clupeonella cultriventris</i>	ед.		
<b>Отряд Щукообразные Esociformes</b>			
<b>Семейство Щуковые Esocidae</b>			
8. Обыкновенная щука <i>Esox lucius</i>	xxx	xxx	xx
<b>Отряд Угреобразные Anguilliformes</b>			
<b>Семейство Речные угри Anguillidae</b>			
9. Речной угорь <i>Anguilla anguilla</i>	x	x	-
<b>Отряд Карпообразные Cypriniformes</b>			
<b>Семейство Карповые Cyprinidae</b>			
10. Лещ <i>Abramis brama</i>	xxx	xxx	xx
11. Синец <i>Ballerus ballerus</i>	x	-	-
12. Белоглазка <i>Ballerus sapa</i>	x	-	-
13. Быстрянка <i>Alburnoides bipunctatus</i>	x	-	-
14. Уклейка <i>Alburnus alburnus</i>	xx	xx	-
15. Пестрый толстолобик <i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	-	x	
16. Обыкновенный жерех <i>Aspius aspius</i>	x	x	-
17. Обыкновенный усач <i>Barbus barbus</i>	x	-	-
18. Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	xx	xx	-
19. Серебряный карась <i>Carassius auratus</i>	x	x	А
20. Золотой карась <i>Carassius carassius</i>	xx	xxx	-
21. Обыкновенный подуст <i>Chondrostoma nasus</i>	x	-	-
22. Белый амур <i>Stenopharyngodon idella</i>	-	-	А
23. Черный амур <i>Mylopharyngodon piceus</i>	-	-	А
24. Сазан, обыкновенный карп <i>Cyprinus carpio</i>	x	x	А
25. Обыкновенный пескарь <i>Gobio gobio</i>	x	x	x
26. Белоперый пескарь <i>Romanogobio albipinnatus</i>	x	-	-
27. Белый толстолобик <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	x	-	А
28. Обыкновенная верховка <i>Leucaspis delineatus</i>	x	x	x
29. Голавль <i>Leuciscus cephalus</i>	x	x	-
30. Язь <i>Leuciscus idus</i>	x	x	-
31. Обыкновенный елец <i>Leuciscus leuciscus</i>	x	x	-
32. Чехонь <i>Pelecus cultratus</i>	x	-	-
33. Озерный гольян <i>Rhynchocypris percunurus</i>	x	x	-
34. Обыкновенный гольян <i>Phoxinus phoxinus</i>	x	-	-
35. Амурский чебачок <i>Pseudorasbora parva</i>	x	-	-
36. Обыкновенный горчак <i>Rhodeus sericeus</i>	x	x	-
37. Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	xxx	xxx	x
38. Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	xx	xx	-

Окончание таблицы 2.15			
1	2	3	4
39. Линь <i>Tinca tinca</i>	x	xx	x
40. Обыкновенный рыбец <i>Vimba vimba</i>	ед.	-	-
<b>Семейство Балиторовые Balitoridae</b>			
41. Усатый голец <i>Barbatula barbatula</i>	x	x	-
<b>Семейство Бьюновые Cobitidae</b>			
42. Обыкновенная щиповка <i>Cobitis taenia</i>	x	x	-
43. Обыкновенный буюн <i>Misgurnus fossilis</i>	x	x	-
<b>Отряд Сомообразные Siluriformes</b>			
<b>Семейство Сомовые Siluridae</b>			
44. Обыкновенный сом <i>Silurus glanis</i>	x	x	x
<b>Семейство Иctalуровые Ictaluridae</b>			
45. Американский сомик <i>Ictalurus nebulosus</i>	-	x	-
46. Пятнистый сомик <i>Ictalurus punctatus</i>	-	x	-
<b>Отряд Трескообразные Gadiformes</b>			
<b>Семейство Налимовые Lotidae</b>			
47. Налим <i>Lota lota</i>	x	x	x
<b>Отряд Колюшкообразные Gasterosteiformes</b>			
<b>Семейство Колюшковые Gasterosteidae</b>			
48. Трехиглая колюшка <i>Gasterosteus aculeatus</i>	x	-	-
49. Девятииглая колюшка <i>Pungitius pungitius</i>	x	-	-
50. Колюшка малая южная <i>Pungitius platygaster</i>	ед.	-	-
<b>Отряд Иголообразные Syngnathiformes</b>			
<b>Семейство Иголовые Syngnathidae</b>			
51. Черноморская игла <i>Syngnathus nigrolineatus</i>	ед.	-	-
<b>Отряд Окунеобразные Perciformes</b>			
<b>Семейство Окуневые Percidae</b>			
52. Донской ерш <i>Gymnocephalus acerina</i>	x	-	-
53. Обыкновенный ерш <i>Gymnocephalus cernua</i>	xxx	xxx	-
54. Ерш Балона <i>Gymnocephalus baloni</i>	x	-	-
55. Речной окунь <i>Perca fluviatilis</i>	xxx	xxx	x
56. Обыкновенный судак <i>Stizostedion lucioperca</i>	x	x	-
<b>Семейство Головешковые Eleotridae</b>			
57. Ротан-головешка <i>Perccottus glenii</i>	x	-	-
<b>Семейство Бычковые Gobiidae</b>			
58. Бычок-песочник <i>Neogobius fluviatilis</i>	x	-	-
59. Бычок-гонец <i>Neogobius gymnotrachelus</i>	ед.	-	-
60. Бычок-цуцик <i>Proterorhinus marmoratus</i>	ед.	-	-
61. Бычок-кругляк <i>Neogobius melanostomus</i>	ед.	-	-
<b>Отряд Скорпенообразные Scorpaeniformes</b>			
<b>Семейство Керчаковые или Рогатковые Cottidae</b>			
62. Обыкновенный подкаменщик <i>Cottus gobio</i>	x	-	-

*Примечание:* xxx – рыбы с высокой численностью; xx – рыбы со средней численностью; x – рыбы с невысокой численностью; ед. – рыбы, встречающиеся единично; – – рыбы не встречаются; А – рыбы, завезенные для акклиматизации и рыборазведения.

Отметим, что в Красную книгу БССР [101] было включено 7 видов рыб: стерлядь, ручьевая форель и др. Обыкновенный сом и ряпушка, численность которых значительно увеличилась, были исключены из второго издания Красной книги [228].

В третье издание Красной книги РБ [105] в связи с изменением подходов МСОП к оценке таксонов на основе новых категорий и критериев были включены 10 видов рыб и 1 вид круглоротых (речная минога), 5 видов рыбообразных включены в аннотированный список видов, требующих дополнительного изучения. В четвертое издание Красной книги РБ [102] включено 10 видов рыбообразных, 2 вида (обыкновенный подуст и европейская ряпушка) исключены из Красной книги, 1 вид (озерный голяян) включен в списки охраняемых животных. 8 видов рыбообразных включены в аннотированный список видов.

В водоемах региона отмечено 6 видов рыб, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [102] (стерлядь, ручьевая форель, европейский хариус, обыкновенный усач, обыкновенный рыбец и

озерный голянь), и 6 видов, включенных в Приложение к ней: обыкновенный подуст, обыкновенный вьюн, ерш Болона, обыкновенный подкаменщик, обыкновенный карась и украинская минога. На данной территории обитает 4 вида рыб, включенных в Красный список МСОП (IUCN, 2008, ver. 3.1), в том числе наиболее высокую степень угрозы в мире (категория CR) имеет речной угорь, 2 вида (стерлядь и дикая форма сазана) отнесены к категории VU, 1 вид (белый толстолобик) – к категории NT. Подавляющее большинство видов имеют статус «вызывающий наименьшие опасения» (категория LC).

Проведенные нами исследования состава ихтиофауны водоемов Белорусского Полесья и анализ литературных данных показали, что в составе ихтиофауны водоемов региона за последние 50 лет произошли структурные и качественные изменения. В ихтиофауне водоемов, с одной стороны, исчез ряд видов рыб (белуга, русский осетр, вырезуб), с другой – появились новые, чужеродные для водоемов рыбы (бычок-песочник, бычок-голец, бычок-цуцик, белоперый пескарь и др.).

Наиболее серьезные изменения произошли в бассейне р. Припять, на что обращали внимание многие специалисты [108]. Эти изменения происходят в результате естественных миграций различных видов рыб, интродукции и реинтродукции значимых промысловых видов рыб, а также случайных заносов. Отметим, что по территории Беларуси проходит один из важнейших водных коридоров (бассейны Днепра, Припяти и Вислы) проникновения чужеродных видов из Черноморского бассейна в Центральную и Западную Европу и Балтийское море. К видам, расширяющим свой ареал, относятся трехиглая и девятииглая колюшки, бычки: песочник, голец и кругляк. Интродуцентами являются белый амур, пестрый и белый толстолобик, акклиматизантами – серебряный карась, американский и канальный сомик, случайными акклиматизантами – амурский чебачок и головешка-ротан. Инвазивные виды вызывают большую тревогу у ихтиологов, они в глобальном масштабе наряду с антропогенным загрязнением среды являются одной из причин вымирания аборигенных видов.

В водоемах и водотоках бассейна р. Припять был отмечен 51 вид рыб, в том числе 27 видов рыб семейства карповых, 5 (12,0 %) видов – семейства окуневые, 4 (8,2 %) вида – бычковые, по 2 вида – семейств вьюновые и колюшковые, 9 семейств (осетровые, шуковые и др.) представлены одним видом [57]. В реках выявлено 49 видов рыб, на долю семейства карповых приходится 55,1 % всех видов рыб; в озерах – 27 видов, здесь также доминируют виды семейства карповых. Наибольшая плотность населения характерна для обычных и широко распространенных в реках и озерах видов рыб: щука *Esox lucius*, плотвы *Rutilus rutilus*, речного окуня *Perca fluviatilis*, обыкновенного ерша *Gymnocephalus cernuus*, на долю которых приходится 10,2 и 18,5 % рыб. Промысловыми являются 21 вид аборигенных рыб (щука, плотва, речной окунь и др.) и 5 видов интродуцированных (каarp, белый амур, серебряный карась, толстолобики белый и пестрый).

В водоемах бассейна р. З. Буг в конце XX столетия зарегистрировано 39 видов рыб [57]: 34 вида в реках (Лесная, Мухавец с притоками, Копаявка и др.) и 22 вида в озерах (Белое, Черное, Рогозянское, Селяхи), большая часть которых относится к семейству карповых. Доминирующими видами рыб, как и в бассейне р. Припять, стали 5 видов: щука, лещ, обыкновенный ерш, речной окунь и плотва.

В бассейне р. Щара меньше озерность, крупные озера отсутствуют, нет рыбхозов. Здесь зарегистрировано 37 видов речных рыб, в озерах 19 видов [57]. Специфическими для водоемов бассейна р. Щара являются ручьевая минога, хариус, девятииглая и трехиглая колюшка. Ряд видов – редкие и охраняемые. Количество инвазивных видов рыб значительно меньше, чем в бассейне р. Припять.

Общими видами для рек трех бассейнов являются 32 вида (61,5 %) от всех 52 видов, встречающихся в юго-западной Беларуси; для озер общими являются 16 (51,6 %) видов. Оценка сходства видового состава рыб речных бассейнов З. Буга, Щары и Припяти указывает на общность фауны рыб в границах зоогеографических провинций морских бассейнов и на происходящие в последнее десятилетие существенные изменения в составе их фауны. Эти изменения связаны с проникновением видов из других водных систем и нередко неконтролируемым расселением видов, глобальным потеплением климата. Существенная разница в составе ихтиофауны наблюдается между бассейнами р. Щара и р. Припять. Только в бассейне р. Щара обитают хариус и ручьевая форель. Большое разнообразие имеется и в количественном соотношении видов, многие из которых распределены по бассейнам весьма неравномерно. Например, верховка характерна для малых рек бассейна р. Припять, в других бассейнах встречается единично; обыкновенный жерех малочислен в озерах бассейна р. Припять, в озерах бассейнов рек З. Буг и Щара не встречается.

В ООПТ Белорусского Полесья под охраной находятся места обитания и воспроизводства аборигенных видов рыбообразных. Среди них выделяется республиканский ландшафтный заказник «Стронга», созданный с целью сохранения ручьевой форели. Определенный вклад в охрану и восста-

новление численности некоторых видов рыб (стерлядь и др.) вносят рыбхозы («Селец» и др.), которые выращивают мальков рыб с целью их выпуска в реки и озера.

Видовая концепция охраны рыб предполагает сохранение или восстановление системы интегрированных популяций. При сохранении отдельных видов, если риск вымирания таксонов велик, нужно создавать новые популяции, поддерживать и увеличивать численность популяций, при необходимости вводить полный запрет на вылов таких рыб или регламентировать их промысел. При выборе приоритетов в охране рыб предпочтение надо отдавать популяционному или экосистемному подходу в зависимости от статуса водоема (охраняемая территория, рыбохозяйственная, комплексного назначения и т. д.).

По нашим сведениям [58] и литературным данным [74, 82, 170], фауна земноводных региона включает 13 видов, которые относятся к отрядам Хвостатые *Caudata* (2 вида) и Бесхвостые *Anura* (11 видов) (табл. 2.16). Наиболее широко распространены серая жаба, остромордая и травяная лягушки. Гребенчатый тритон и камышовая жаба включены в Красную книгу Республики Беларусь [102], обыкновенная жерлянка, обыкновенная квакша, озерная лягушка и зеленая жаба занесены в список видов, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны. Ряд видов имеет международный статус охраны (табл. 2.16).

Общая характеристика степени изученности и состояние батрахофауны в Беларуси на конец XX века дана в монографии М. М. Пикулика [168], в которой имеются данные о местах находок земноводных в Белорусском Полесье. Сведения фрагментарны по большинству видов региона, за исключением остромордой лягушки. Следует отметить работы коллектива авторов, которые изучали влияние осушительной мелиорации на состояние всего комплекса земноводных [170]. В конце XX – начале XXI вв. опубликован ряд работ по ландшафтной батрахофауне и биологии отдельных видов земноводных [82]. Сведения о составе ассоциаций земноводных и численности видов в биоценозах Белорусского Полесья приведены в работе С. М. Дробенкова [74].

Таблица 2.16 – Земноводные Белорусского Полесья

Отряд, семейство, вид	Тренд численности	Статус охраны	
		Красная книга Беларуси	Международный статус
<b>Отряд Хвостатые земноводные Urodela</b>			
<b>Семейство Саламандровые Salamandridae</b>			
1. Обыкновенный тритон <i>Triturus vulgaris</i>	-		МСОП (LC)
2. Гребенчатый тритон <i>Triturus cristatus</i>	-	NT	МСОП (LC), Берн II
<b>Отряд Бесхвостые Anura</b>			
<b>Семейство Круглоязычные Discoglossidae</b>			
3. Краснобрюхая жерлянка <i>Bombina bombina</i>	0	LC	МСОП(LC)
<b>Семейство Чесночницевые Pelobatidae</b>			
4. Обыкновенная чесночница <i>Pelobates fuscus</i>	0		МСОП (LC), Берн II
<b>Семейство Настоящие жабы Bufonidae</b>			
5. Обыкновенная жаба <i>Bufo bufo</i>	0		МСОП (LC), Берн I
6. Зеленая жаба <i>Bufo viridis</i>	-		МСОП(LC), Берн II
7. Камышовая жаба <i>Bufo calamita</i>	-	VU	МСОП(LC), Берн II
<b>Семейство Квакши Hylidae</b>			
8. Обыкновенная квакша <i>Hyla arborea</i>	-	LC	МСОП(LC), Берн II
<b>Семейство Настоящие лягушки Ranidae</b>			
9. Озерная лягушка <i>Rana ridibunda</i>	+		МСОП(LC)
10. Прудовая лягушка <i>Rana lessonae</i>	+		МСОП(LC)
11. Съедобная лягушка <i>Rana esculenta</i>	?	LC	МСОП(LC)
12. Остромордая лягушка <i>Rana terrestris</i>	-		МСОП(LC)
13. Травяная лягушка <i>Rana temporaria</i>	0		МСОП(LC)

Примечание – - численность снижается; 0 – численность стабильна; + – численность увеличивается; ? – тренд численности не определен.

Изменчивость распределения земноводных по экосистемам проявляется в характере освоения наиболее типичных естественных и трансформированных экосистем. Она зависит от экологической пластичности видов и экологической емкости мест обитания. Гребенчатый тритон, камышовая и серая жаба, остромордая, травяная и озерная лягушка могут быть индикаторными видами состояния видоспецифических экосистем региона.

Самыми благоприятными для земноводных экосистемами являются ольшаники, широколиственно-сосновые, лиственные и смешанные леса, их экотоны, прибрежные экосистемы, луга с кустар-

никовыми экотонами (70–90 % видов). Наименьшее видовое разнообразие характерно для сосняков, болот, агроценозов и городов (40–60 % от общего числа видов батрахофауны).

Эвритопными видами являются остромордая и травяная лягушки, серая жаба (80–100 % заселяемых биотопов), затем идут обыкновенный тритон, обыкновенная чесночница, зеленая жаба, прудовая лягушка (60–70 %). Меньшее число экосистем освоено гребенчатым тритоном, камышовой жабой и озерной лягушкой (40–50 %).

К основным факторам, которые воздействуют на состояние популяций земноводных в Белорусском Полесье, относятся преобразование мест обитания и размножения, мелиоративное строительство и сельскохозяйственная деятельность; нарушение технологии применения минеральных удобрений и ядохимикатов; загрязнение среды обитания химикатами; выпас и прогон крупного рогатого скота на лугах, полях, лесных полянах, опушках леса. Значительный ущерб амфибиям наносит резко возросшая в последние десятилетия рекреационная нагрузка на лесные (сбор ягод и грибов) и прибрежные экосистемы региона (рыбалка, отдыхающие). Современная хозяйственная деятельность человека, мелиорация земель не приводят к созданию таких экосистем, которые были бы непригодны для различных видов или хотя бы одного вида амфибий региона. На это указывает обитание многих видов амфибий в трансформированных экосистемах, в экотонах сельхозугодий (пограничные зоны с лесом, кустарниковыми зарослями, лесопосадками, прибрежные зоны рек, озер, рыбхозов, мелиоративные каналы, села и деревни).

Биология пресмыкающихся в регионе до середины XX в. была слабо изучена. Локальные исследования рептилий юго-западной Беларуси (Огинский канал, Беловежская пуща и др.) были проведены учеными Германии и Польши и опубликованы в 1918–1939 гг., а полученные данные обобщены М. М. Пикуликом [169].

Общая характеристика степени изученности и состояние герпетофауны на конец XX в. дана в монографии «Пресмыкающиеся Белоруссии» [169]. В 1980-е годы коллектив авторов [170] изучил влияние осушительной мелиорации на состояние всего комплекса пресмыкающихся в бассейне р. Ясельда и особенности формирования герпетокомплексов на осушительных системах польдерного типа в пойме р. Припять. В работе С. М. Дробенкова [74] рассмотрены вопросы структурной организации герпетокомплексов Белорусского Полесья. Видовой состав и тренды численности рептилий резервата «Прибужское Полесье» приведены в публикациях [56, 59].

На территории региона обитают все 7 видов пресмыкающихся, встречающихся на территории Беларуси (табл. 2.17). Один вид – болотная черепаха – относится к отряду черепахи (*Testudines*), остальные виды – к отряду чешуйчатые (*Squamata*). Болотная черепаха и медянка включены в Красную книгу РБ [102], обыкновенная гадюка занесена в аннотированный список видов, требующих дополнительного изучения и внимания.

Таблица 2.17 – Пресмыкающиеся Белорусского Полесья

Отряд, семейство, вид	Тренд численности	Статус охраны	
		Красная книга Беларуси	Международный статус
<b>Отряд Черепахи Testudines</b>			
<b>Семейство Пресноводные черепахи Emydidae</b>			
1. Черепаха болотная <i>Emys orbicularis</i>	–	VU	МСОП (NT), Берн II
<b>Отряд Чешуйчатые Squamata</b>			
<b>Семейство Веретеницевые Anguidae</b>			
2. Веретеница ломкая <i>Anguis fragilis</i>	0	-	
<b>Семейство Настоящие ящерицы Lacertidae</b>			
3. Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i>	0	-	МСОП(LC)
4. Ящерица живородящая <i>Lacerta vivipara</i>	+	-	МСОП(LC)
<b>Семейство Ужовые Colubridae</b>			
5. Уж обыкновенный <i>Natrix natrix</i>	0	-	МСОП(LC)
6. Медянка <i>Coronella austriaca</i>	–	VU	Берн II
<b>Семейство Гадюковые Viperidae</b>			
7. Гадюка обыкновенная <i>Vipera berus</i>	–	LC	МСОП(LC)

Примечание: - – численность снижается; 0 – численность стабильна; + – численность увеличивается; ? – тренд численности не определен.

Ряд видов: ящерица прыткая и живородящая, гадюка обыкновенная могут быть индикаторными видами состояния видоспецифических экосистем региона.

По обилию и богатству видового состава рептилий в Брестской области первостепенное положение занимают лесные экосистемы и прежде всего их опушки. В сосняках рептилии представлены пятью видами из семи. Благоприятными для обитания рептилий являются березняки, ольсы и в целом мелколиственные леса и лесные вырубки. В экотонах сосняков, лиственных лесов и сельхозугодий встречаются 6 видов рептилий, отсутствует только болотная черепаха. В сосновых лесах и их экотонах, на вырубках, по обочинам дорог доминирует прыткая ящерица.

Анализ данных многолетних исследований и литературных источников показывает, что плотность населения популяций фоновых видов рептилий региона закономерно изменяется и определяется экологической спецификой видов и условиями обитания. Пространственную структуру популяций фоновых видов можно отнести к мозаичному типу, она четко проявляется в трансформированных экосистемах.

Наибольшей плотностью характеризуются популяции прыткой и живородящей ящериц, плотность которых существенно отличается в различных типах экосистем. Прыткая ящерица преобладает в более открытых и сухих экосистемах (сухие сосняки, березняки осоково-злаковые), живородящая – во влажных и затененных (ольшаники – экотон с лугом, экотон с сосняком). Положительное влияние на численность рептилий оказывают вырубки леса при строительстве ЛЭП, дорог, газопроводов. В этих экосистемах численность большинства рептилий достигает высокой плотности.

Плотность населения фоновых видов рептилий в западной и центральной частях Белорусского Полесья в лесных ассоциациях варьирует от 7,5 в ольшаниках до 97,4 экз./га в березняке злаково-разнотравном [59]. На болотах видовое разнообразие минимально, здесь отмечено 3 вида: ящерица живородящая, гадюка обыкновенная и черепаха болотная. В сельхозугодьях региона встречается 3 вида с очень низкой плотностью, однако их экотоны характеризуются высоким разнообразием видов и нередко высокой плотностью. На мелиоративных каналах и канавах встречается 4–5 видов рептилий. В придорожных полосах, кюветах было встречено 6 видов. В поселениях (деревни Орхово, Томашовка, Комаровка, Приборово, Леплевка, Любищицы, пгт. Домачево, поселок Каменюки и др.) и рекреационных зонах (озера Селяхи, Белое, Рогозьянское и др.) встречается 2–4 вида рептилий: прыткая ящерица, гадюка обыкновенная, уж обыкновенный. Плотность каждого из видов не превышает 1–3 экз./га, или отмечались единичные встречи в течение многих лет [59].

Суммарная средняя плотность фоновых и средняя плотность всех видов рептилий в различных экосистемах региона значительно ниже величин, приведенных в литературе для аналогичных экосистем [169]. Это можно объяснить тем, что места обитания рептилий, где проводились исследования, подвергались в большинстве случаев сильному антропогенному прессу (сельскохозяйственная, лесохозяйственная, рекреационная деятельность).

Частота встречаемости видов рептилий в различных экосистемах широко варьирует. У прыткой ящерицы она колеблется от 0 на болотах верховых и переходных до 64,0 % в сосняках. Веретеница не была обнаружена на верховых болотах и пустошах, встречаемость в других экосистемах не превышала 16 %. Обыкновенная гадюка регистрировалась во всех экосистемах, наиболее часто она встречалась на верховых и переходных болотах, реже всего – в сосняках. Живородящая ящерица при учетах отмечена в 80 % случаев на верховых и переходных болотах. Обыкновенный уж отмечен в ольшаниках (45 %) и дубравах (32 %). Медянка в лесных экосистемах (n = 205) региона встречалась в 3,4 % случаев.

Серьезный ущерб пресмыкающимся наносит увеличившаяся в последние десятилетия рекреационная нагрузка на лесные (сбор ягод и грибов) и прибрежные экосистемы региона (рыбалка, отдыхающие): реки З. Буг, Мухавец, Лесная, Припять, Ясельда; озера Рогозьянское, Выгонощанское, Бобровицкое, Белое, Селяхи; Домачевские пруды и др.

Наиболее высоким видовым разнообразием среди позвоночных животных в Беларуси в целом и регионе выделяется фауна птиц. В конце XX в. на территории Беларуси было выявлено 307 видов, в том числе 226 видов гнездящихся, 20 встречались в период миграций, 11 – зимующих и 37 – случайно залетных [179]. За последние 200 лет в нашей стране зарегистрировано 329 видов птиц, из которых не менее 230 гнездящихся [156].

Первой значительной сводкой по орнитофауне Полесья стала монография В. Н. Шнитникова [231], которая включала описание 224 видов птиц Минской губернии (Пинский и Бобруйский уезды) по состоянию на конец XIX – начало XX в. М. С. Долбик [73] в монографии «Птицы Белорусского Полесья» приводит сведения о 250 видах птиц, в том числе 192 гнездящихся. Автор сделал системный обзор орнитофауны региона, анализ находок отдельных видов на гнездовании, осветил биотопическое распределение птиц. Одной из первых региональных монографий по орнитофауне Беларуси стала книга А. В. Федюшина и М. В. Долбика [224]. В книге [72], посвященной ландшафтной структуре орнитофауны Беларуси, изложены важнейшие закономерности распределения и экологии видов и сообщества птиц республики, в том числе Белорусского Полесья.

В юго-западной Беларуси в конце XX – начале XXI в. отмечено 288 видов птиц [15, 60, 61], по последним данным – 291 вид, на территории НП «Припятский» – 246 видов птиц, из них гнездящихся перелетных 142 вида и оседло проживающих 46 видов, встречаются лишь во время миграции только 445 вида и случайно залетных 14 видов [155]. В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике в настоящее время зарегистрировано 204 вида птиц, из которых гнездится 168, зимой встречается 59 видов. Здесь обитает 52 вида редких птиц, включенных в Красную книгу [236]. Ценные сведения по орнитофауне юго-восточной части Белорусского Полесья содержатся в ряде публикаций [38, 109, 110].

В Белорусском Полесье (табл. 2.18) в конце XX – начале XXI в., по нашим и литературным данным, зарегистрировано 299 видов птиц 18 отрядов, среди которых 212 видов (71,1 %) гнездящихся, 34 вида (11,4 %) мигрирующих, 15 видов (5 %) зимующих и 38 видов (12,7 %) залетных. Лидерами по количеству видов являются отряды воробьинообразных – 108 видов (36,2 %) и ржанкообразных – 55 видов (18,1 %), затем идут гусеобразные – 34 вида (11,4 %) и соколообразные – 30 видов (10 %). Ряд отрядов (кукушкообразные, козодоеобразные, стрижеобразные, рябкообразные) представлены 1 видом. Ландшафтная структура и климатические условия стали причиной преобладания на территории Белорусского Полесья лесных и водно-болотных видов птиц.

В Красную книгу Республики Беларусь [102] включено 69 видов птиц, зарегистрированных в Полесье (в том числе 58 гнездящихся в регионе, из них 7 видов отнесены к категории CR, 13 видов – к EN, 23 вида – к VU, 15 видов – к NT). 19 видов птиц включены в аннотированный список видов, требующих дополнительного изучения и внимания. Наибольшее число охраняемых видов относится к отрядам аистообразных, гусеобразных, воробьинообразных, соколообразных, ржанкообразных (табл. 2.18).

Таблица 2.18 – Птицы Белорусского Полесья, их национальный, европейский и международный охранные статусы

№ п/п	Виды	Статус Брест обл.	Статус охраны		
			SPEC	Красная книга Беларуси	МСОП
1	2	3	4	5	6
<b>Отряд Гагарообразные Gaviiformes</b>					
<b>Семейство Гагаровые Gaviidae</b>					
1	Краснозобая гагара <i>Gavia stellate</i>	M	3		LC
2	Чернозобая гагара <i>Gavia arctica</i>	M	3	EN	LC
3	Белоклювая гагара <i>Gavia adamsii</i>	T			NT
<b>Отряд Поганкообразные Podicipediformes</b>					
<b>Семейство Поганковые Podicipedidae</b>					
4	Малая поганка <i>Tachybaptus ruficollis</i>	N			LC
5	Большая поганка <i>Podiceps cristatus</i>	N			LC
6	Серощекая поганка <i>Podiceps grisegena</i>	N		NT	LC
7	Красношейная поганка <i>Podiceps auritus</i>	N	3		VU
8	Черношейная поганка <i>Podiceps nigricollis</i>	N			LC
<b>Отряд Веслоногие Pelicaniformes</b>					
<b>Семейство Баклановые Phalacrocoracidae</b>					
9	Большой баклан <i>Phalacrocorax carbo</i>	N			LC
10	Малый баклан <i>Phalacrocorax pygmaeus</i>	T			
<b>Семейство Пеликановые Pelecanidae</b>					
11	Розовый пеликан <i>Pelecanus onocrotalus</i>	T	3		LC
<b>Отряд Аистообразные Ciconiiformes</b>					
<b>Семейство Цаплевые Ardeidae</b>					
12	Большая выпь <i>Botaurus stellaris</i>	N	3	VU	LC
13	Малая выпь <i>Ixobrychus minutus</i>	N	3	EN	LC
14	Кваква <i>Nycticorax nycticorax</i>	N	3	NT	LC
15	Египетская цапля <i>Bubulib ibis</i>	T			LC
16	Малая белая цапля <i>Egretta garzetta</i>	T			LC
17	Большая белая цапля <i>Egretta alba</i>	N			LC
18	Серая цапля <i>Ardea cinerea</i>	N			LC
19	Рыжая цапля <i>Ardea purpurea</i>	T	3		LC
<b>Семейство Аистовые Ciconiidae</b>					
20	Черный аист <i>Ciconia nigra</i>	N	2	VU	LC
21	Белый аист <i>Ciconia ciconia</i>	N	2		LC
<b>Семейство Ибисовые Threskiornithidae</b>					
22	Каравайка <i>Plegadis falcinellus</i>	T	3		LC



Продолжение таблицы 2.18					
1	2	3	4	5	6
23	Обыкновенная колпица <i>Platalea leucorodia</i>	T	2		LC
<b>Отряд Гусеобразные Anseriformes</b>					
<b>Семейство Утиные Anatidae</b>					
24	Лебедь-шипун <i>Cygnus olor</i>	N		LC	LC
25	Малый лебедь <i>Cygnus columbianus</i>	NT	3		LC
26	Лебедь-кликун <i>Cygnus Cygnus</i>	M		LC	LC
27	Гуменник <i>Anser fabalis</i>	M			LC
28	Белолобый гусь <i>Anser albifrons</i>	M			LC
29	Пискулька <i>Anser erythropus</i>	M	1	NT	VU
30	Серый гусь <i>Anser anser</i>	N			LC
31	Канадская казарка <i>Branta canadensis</i>	TW			LC
32	Черная казарка <i>Branta bernicla</i>	M	3		LC
33	Белошекая казарка <i>Branta leucopsis</i>	M			LC
34	Краснозобая казарка <i>Branta ruficollis</i>	T	1	LC	VU
35	Огарь <i>Tadorna ferruginea</i>	T	3		LC
36	Пеганка <i>Tadorna tadorna</i>	T			LC
37	Мандаринка <i>Aix galericulata</i>	T			LC
38	Связь <i>Anas penelope</i>	N			LC
39	Серая утка <i>Anas strepera</i>	N	3	LC	LC
40	Чирок-свистунок <i>Anas crecca</i>	N			LC
41	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i>	N			LC
42	Шилохвость <i>Anas acuta</i>	N	3	VU	LC
43	Чирок-трескунок <i>Anas querquedula</i>	N	3	LC	LC
44	Широконоска <i>Anas clypeata</i>	N	3		LC
45	Красноносый нырок <i>Netta rufina</i>	T			LC
46	Красноголовая чернеть <i>Aythya ferina</i>	N	2		VU
47	Белоглазая чернеть <i>Aythya nyroca</i>	N	1	CR	NT
48	Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i>	N	3		LC
49	Морская чернеть <i>Aythya marila</i>	M	3		LC
50	Обыкновенная гага <i>Somateria mollissima</i>	TW			NT
51	Морянка <i>Clangula hyemalis</i>	TW			VU
52	Синьга <i>Melanitta nigra</i>	M			LC
53	Обыкновенный турпан <i>Melanitta fusca</i>	M	3		VU
54	Обыкновенный гоголь <i>Bucephala clangula</i>	N		LC	LC
55	Луток <i>Mergellus albellus</i>	MW	3	CR	LC
56	Длинноносый крохаль <i>Mergus serrator</i>	M		EN	LC
57	Большой крохаль <i>Mergus merganser</i>	MN		VU	LC
<b>Отряд Соколообразные Falconiformes</b>					
<b>Семейство Ястребиные Accipitridae</b>					
58	Обыкновенный осоед <i>Pernis apivorus</i>	N			LC
59	Черный коршун <i>Milvus migrans</i>	N	3	VU	LC
60	Красный коршун <i>Milvus milvus</i>	N	2	VU	NT
61	Орлан-белохвост <i>Haliaeetus albicilla</i>	N	1	EN	LC
62	Белоголовый сип <i>Gyps fulvus</i>	T			LC
63	Чёрный гриф <i>Aegypius monachus</i>	T	1		NT
64	Змеяяд <i>Circaetus gallicus</i>	N	3	EN	LC
65	Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i>	N			LC
66	Полевой лунь <i>Circus cyaneus</i>	N	3	VU	LC
67	Степной лунь <i>Circus macrourus</i>	TN	1	DD	NT
68	Луговой лунь <i>Circus pygargus</i>	N			LC
69	Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i>	N			LC
70	Перепелятник <i>Accipiter nisus</i>	N			LC
71	Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo</i>	N			LC
72	Курганник <i>Buteo rufinus</i>	T	3		LC
73	Зимняк <i>Buteo lagopus</i>	W			LC
74	Малый подорлик <i>Aquila pomarina</i>	N	2	VU	LC
75	Большой подорлик <i>Aquila clanga</i>	N	1	CR	VU
76	Беркут <i>Aquila chrysaetos</i>	M	3	CR	LC

Продолжение таблицы 2.18					
1	2	3	4	5	6
77	Орел-карлик <i>Hieraetus pennatus</i>	N	3	CR	LC
78	Белоголовый сип <i>Gyps fulvus</i>	T			LC
79	Черный гриф <i>Aegypius monachus</i>	T	1		NT
80	Могильник <i>Aquila heliaca</i>	T	1		VU
<b>Семейство Скопиные Pandionidae</b>					
81	Скопа <i>Pandion haliaetus</i>	N	3	EN	LC
<b>Семейство Соколиные Falconidae</b>					
82	Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i>	N	3	VU	LC
83	Кобчик <i>Falco vespertinus</i>	N	3	CR	NT
84	Дербник <i>Falco columbarius</i>	M		VU	LC
85	Чеглок <i>Falco subbuteo</i>	N		NT	LC
86	Сапсан <i>Falco peregrinus</i>	M		CR	LC
87	Балобан <i>Falco cherrug</i>	T	1		EN
<b>Отряд Курообразные Galliformes</b>					
<b>Семейство Тетеревиные Tetraonidae</b>					
88	Рябчик <i>Bonasa bonasia</i>	N			LC
89	Тетерев <i>Tetrao tetrix</i>	N	3		LC
90	Глухарь <i>Tetrao urogallus</i>	N			LC
<b>Семейство Фазановые Phasianidae</b>					
91	Серая куропатка <i>Perdix perdix</i>	N	3		LC
92	Перепел <i>Coturnix coturnix</i>	N	3		LC
93	Фазан <i>Phasianus colchicus</i>	N			LC
<b>Отряд Журавлеобразные Gruiformes</b>					
<b>Семейство Пастушковые Rallidae</b>					
94	Пастушок <i>Rallus aquaticus</i>	N			LC
95	Погоныш <i>Porzana porzana</i>	N			LC
96	Малый погоныш <i>Porzana parva</i>	N		NT	LC
97	Коростель <i>Crex crex</i>	N	1	VU	LC
98	Камышница <i>Gallinula chloropus</i>	N			LC
99	Лысуха <i>Fulica atra</i>	N			LC
<b>Семейство Журавлиные Gruidae</b>					
100	Серый журавль <i>Grus grus</i>	N	2	VU	LC
<b>Отряд Ржанкообразные Charadriiformes</b>					
<b>Семейство Кулики-сороки Haematopodidae</b>					
101	Кулик-сорока <i>Haematopus ostralegus</i>	N		VU	NT
<b>Семейство Шилоклювковые Recurvirostridae</b>					
102	Ходулочник <i>Himantopus himantopus</i>	MN		LC	LC
103	Шилоклювка <i>Recurvirostra avosetta</i>	T		LC	LC
<b>Семейство Авдотковые Burhinidae</b>					
104	Авдотка <i>Burhinus oedicephalus</i>	NT	3	CR	LC
<b>Семейство Тиркушковые Glareolidae</b>					
105	Степная тиркушка <i>Glareola nordmanni</i>	TN	3	DD	NT
<b>Семейство Ржанковые Charadriidae</b>					
106	Малый зук <i>Charadrius dubius</i>	N			LC
107	Галстучник <i>Charadrius hiaticula</i>	N		EN	LC
108	Хрустан <i>Charadrius morinellus</i>	T			LC
109	Золотистая ржанка <i>Pluvialis apricaria</i>	M		VU	LC
110	Тулес <i>Pluvialis squatarola</i>	M			LC
111	Чибис <i>Vanellus vanellus</i>	N	2		NT
<b>Семейство Бекасовые Scolopacidae</b>					
112	Песчанка <i>Calidris alba</i>	M			LC
113	Кулик-воробей <i>Calidris minuta</i>	M			LC
114	Белохвостый песочник <i>Calidris temminckii</i>	M			LC
115	Исландский песочник <i>Calidris canutus</i>	T	3		LC
116	Краснозобик <i>Calidris ferruginea</i>	M			NT
117	Чернозобик <i>Calidris alpina</i>	M	3	DD	LC
118	Турухтан <i>Philomachus pugnax</i>	N	2	VU	LC
119	Гаршнеп <i>Lymnocyptes minimus</i>	M	3	NT	LC

Продолжение таблицы 2.18					
1	2	3	4	5	6
120	Бекас <i>Gallinago gallinago</i>	N	3		LC
121	Дупель <i>Gallinago media</i>	N	1	EN	NT
122	Вальдшнеп <i>Scolopax rusticola</i>	N	3		LC
123	Большой веретенник <i>Limosa limosa</i>	N	2	VU	NT
124	Малый веретенник <i>Limosa lapponica</i>	M			NT
125	Средний кроншнеп <i>Numenius phaeopus</i>	M		VU	LC
126	Большой кроншнеп <i>Numenius arquata</i>	N	2	EN	NT
127	Щеголь <i>Tringa erythropus</i>	M	3		LC
128	Травник <i>Tringa tetanus</i>	N	2		LC
129	Поручейник <i>Tringa stagnatilis</i>	N		VU	LC
130	Большой улит <i>Tringa nebularia</i>	N		VU	LC
131	Черныш <i>Tringa ochropus</i>	N			LC
132	Фифи <i>Tringa glareola</i>	N	3		LC
133	Мородунка <i>Xenus cinereus</i>	N		VU	LC
134	Перевозчик <i>Actitis hypoleucos</i>	N	3		LC
135	Камнешарка <i>Arenaria interpres</i>	M			LC
136	Круглоносый плавунчик <i>Phalaropus lobatus</i>	M			LC
<b>Семейство Поморниковые Stercorariidae</b>					
137	Средний поморник <i>Stercorarius pomarinus</i>	T			LC
138	Короткохвостый поморник <i>Stercorarius parasiticus</i>	T			LC
139	Длиннохвостый поморник <i>Stercorarius longicaudus</i>	T			LC
<b>Семейство Чайковые Laridae</b>					
140	Черноголовая чайка <i>Larus melanocephalus</i>	MN		DD	LC
141	Малая чайка <i>Larus minutus</i>	N	3	VU	LC
142	Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i>	N			LC
143	Морской голубок <i>Larus genei</i>	T	3		LC
144	Сизая чайка <i>Larus canus</i>	N	2	NT	LC
145	Клуша <i>Larus fuscus</i>	M			LC
146	Серебристая чайка <i>Larus argentatus</i>	M		LC	LC
147	Хохотунья <i>Larus cachinnans</i>	N			LC
148	Морская чайка <i>Larus marinus</i>	T			LC
<b>Семейство Крачковые Sternidae</b>					
149	Чеграва <i>Sterna caspia</i>	T	3	LC	LC
150	Речная крачка <i>Sterna hirundo</i>	N			LC
151	Пестроногая крачка <i>Sterna sandvicensis</i>	T	2		LC
152	Малая крачка <i>Sterna albifrons</i>	N	3	EN	LC
153	Белошекая крачка <i>Chlidonias hybridus</i>	N	3		LC
154	Черная крачка <i>Chlidonias niger</i>	N	3	LC	LC
155	Белокрылая крачка <i>Chlidonias leucopterus</i>	N			LC
<b>Отряд Рябкообразные Pteroclidiformes</b>					
<b>Семейство Рябковые Pterocletidae</b>					
156	Саджа <i>Syrrhaptes paradoxus</i>	T			LC
<b>Отряд Голубеобразные Columbiformes</b>					
<b>Семейство Голубиные Columbidae</b>					
157	Сизый голубь <i>Columba livia</i>	N			LC
158	Клинтух <i>Columba oenas</i>	N			LC
159	Вяхирь <i>Columba palumbus</i>	N			LC
160	Кольчатая горлица <i>Streptopelia decaocto</i>	N			LC
161	Обыкновенная горлица <i>Streptopelia turtur</i>	N	3		VU
<b>Отряд Кукушкообразные Cuculiformes</b>					
<b>Семейство Кукушковые Cuculidae</b>					
162	Обыкновенная кукушка <i>Cuculus canorus</i>	N			LC
<b>Отряд Совеобразные Strigiformes</b>					
<b>Семейство Сипуховые Tytonidae</b>					
163	Сипуха <i>Tyto alba</i>	N	3	EN	LC
<b>Семейство Настоящие совы Strigidae</b>					
164	Сплюшка <i>Otus scops</i>	N	2	NT	LC
165	Филин <i>Bubo bubo</i>	N	3	EN	LC

Продолжение таблицы 2.18					
1	2	3	4	5	6
166	Белая сова <i>Nyctea scandiaca</i>	W	3		LC
167	Ястребиная сова <i>Surnia ulula</i>	T			LC
168	Воробьиный сыч <i>Glauclidium passerinum</i>	N		NT	LC
169	Домовый сыч <i>Athene noctua</i>	N	3	VU	LC
170	Серая неясыть <i>Strix aluco</i>	N			LC
171	Длиннохвостая неясыть <i>Strix uralensis</i>	T		VU	LC
172	Бородатая неясыть <i>Strix nebulosa</i>	N		EN	LC
173	Ушастая сова <i>Asiootus</i>	N			LC
174	Болотная сова <i>Asio flammeus</i>	N	3	NT	LC
175	Мохноногий сыч <i>Aegolius funereus</i>	N		LC	LC
<b>Отряд Козодоеобразные Caprimulgiformes</b>					
<b>Семейство Настоящие козодои (Caprimulgidae)</b>					
176	Обыкновенный козодой <i>Caprimulgus europaeus</i>	N	2		LC
<b>Отряд Стрижеобразные Apodiformes</b>					
<b>Семейство Стрижиные Apodidae</b>					
177	Черный стриж <i>Apus apus</i>	N			LC
<b>Отряд Ракшеобразные Coraciiformes</b>					
<b>Семейство Зимородковые Alcedinidae</b>					
178	Обыкновенный зимородок <i>Alcedo atthis</i>	N	3	VU	LC
<b>Семейство Щурковые Meropidae</b>					
179	Золотистая щурка <i>Merops apiaster</i>	N	3	VU	LC
<b>Семейство Ракшевые Coraciidae</b>					
180	Сизоворонка <i>Coracias garrulus</i>	N	2	CR	LC
<b>Семейство Удодовые Upupidae</b>					
181	Удод <i>Upupa epops</i>	N	3		LC
<b>Отряд Дятлообразные Piciformes</b>					
<b>Семейство Дятловые Picidae</b>					
182	Вертишейка <i>Jynxtorquilla</i>	N	3		LC
183	Седой дятел <i>Picus canus</i>	N	3		LC
184	Зеленый дятел <i>Picus viridis</i>	N	2	VU	LC
185	Желна <i>Dryocopus martius</i>	N			LC
186	Пестрый дятел <i>Dendrocopos major</i>	N			LC
187	Сирийский дятел <i>Dendrocopos syriacus</i>	N			LC
188	Средний дятел <i>Dendrocopos medius</i>	N		LC	LC
189	Белоспинный дятел <i>Dendrocopos leucotos</i>	N		NT	LC
190	Малый дятел <i>Dendrocopos minor</i>	N			LC
191	Трехпалый дятел <i>Picoides tridactylus</i>	N	3	NT	LC
<b>Отряд Воробьинообразные Passeriformes</b>					
<b>Семейство Жаворонковые Alaudidae</b>					
192	Хохлатый жаворонок <i>Galerida cristata</i>	N	3	NT	LC
193	Лесной жаворонок <i>Lullula arborea</i>	N	2		LC
194	Полевой жаворонок <i>Alauda arvensis</i>	N	3		LC
195	Рогатый жаворонок <i>Eremophila alpestris</i>	TW			LC
<b>Семейство Ласточковые Hirundinidae</b>					
196	Береговая ласточка <i>Riparia riparia</i>	N	3		LC
197	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i>	N	3		LC
198	Городская ласточка <i>Delichon urbica</i>	N	3		LC
<b>Семейство Трясогузковые Motacillidae</b>					
199	Полевой конек <i>Anthus campestris</i>	N	3	NT	LC
200	Лесной конек <i>Anthus trivialis</i>	N			LC
201	Луговой конек <i>Anthus pratensis</i>	N			NT
202	Краснозобый конек <i>Anthus cervinus</i>	M			LC
203	Желтая трясогузка <i>Motacilla flava</i>	N			LC
204	Желтоголовая трясогузка <i>Motacilla citreola</i>	N			LC
205	Белая трясогузка <i>Motacilla alba</i>	N			LC
206	Горная трясогузка <i>Motacilla cinerea</i>	T			LC
<b>Семейство Свиристелевые Bombycillidae</b>					
207	Свиристель <i>Bombycilla garrulus</i>	MW			LC
<b>Семейство Оляпковые Cinclidae</b>					
208	Оляпка <i>Cinclus cinclus</i>	MW		DD	LC

Продолжение таблицы 2.18					
1	2	3	4	5	6
<b>Семейство Крапивниковые Troglodytidae</b>					
209	Крапивник <i>Troglodytes troglodytes</i>	N			LC
<b>Семейство Завирушковые Prunellidae</b>					
210	Лесная завирушка <i>Prunella modularis</i>	N			LC
<b>Семейство Дроздовые Turdidae</b>					
211	Зарянка <i>Erithacus rubecula</i>	N			LC
212	Обыкновенный соловей <i>Luscinia luscinia</i>	N			LC
213	Варакушка <i>Luscinia svecica</i>	N			LC
214	Горихвостка-чернушка <i>Phoenicurus ochruros</i>	N			LC
215	Обыкновенная горихвостка <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	N	2		LC
216	Луговой чекан <i>Saxicola rubetra</i>	N			LC
217	Черноголовый чекан <i>Saxicola torquatus</i>	N	3		LC
218	Обыкновенная каменка <i>Oenanthe oenanthe</i>	N	3		LC
219	Черный дрозд <i>Turdus merula</i>	N			LC
220	Дрозд Науманна <i>Turdus naumanni</i>	T			
221	Рябинник <i>Turdus pilaris</i>	N			LC
222	Певчий дрозд <i>Turdus philomelos</i>	N			LC
223	Белобровик <i>Turdus iliacus</i>	N			NT
224	Деряба <i>Turdus viscivorus</i>	N			LC
<b>Семейство Славковые Sylviidae</b>					
225	Обыкновенный сверчок <i>Locustella naevia</i>	N			LC
226	Речной сверчок <i>Locustella fluviatilis</i>	N			LC
227	Соловьиный сверчок <i>Locustella luscinioides</i>	N			LC
228	Вертялая камышевка <i>Acrocephalus paludicola</i>	N	1	CR	VU
229	Камышевка-барсучок <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	N			LC
230	Садовая камышевка <i>Acrocephalus dumetorum</i>	N			LC
231	Болотная камышевка <i>Acrocephalus palustris</i>	N			LC
232	Тростниковая камышевка <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	N			LC
233	Дроздовидная камышевка <i>Acrocephalus arundinaceus</i>	N			LC
234	Зеленая пересмешка <i>Hippolais icterina</i>	N			LC
235	Ястребиная славка <i>Sylvia nisoria</i>	N			LC
236	Славка-завирушка <i>Sylvia curruca</i>	N			LC
237	Серая славка <i>Sylvia communis</i>	N			LC
238	Садовая славка <i>Sylvia borin</i>	N			LC
239	Черноголовая славка <i>Sylvia atricapilla</i>	N			LC
240	Зеленая пеночка <i>Phylloscopus trochiloides</i>	N			LC
241	Пеночка-трещотка <i>Phylloscopus sibilatrix</i>	N	2		LC
242	Пеночка-теньковка <i>Phylloscopus collybita</i>	N			LC
243	Пеночка-весничка <i>Phylloscopus trochilus</i>	N			LC
<b>Семейство Корольковые Regulidae</b>					
244	Желтоголовый королек <i>Regulus regulus</i>	N			LC
245	Красноголовый королек <i>Regulus ignicapilla</i>	T			LC
<b>Семейство Мухоловковые Muscicapidae</b>					
246	Серая мухоловка <i>Muscicapa striata</i>	N	3		LC
247	Малая мухоловка <i>Ficedula parva</i>	N			LC
248	Мухоловка-белошейка <i>Ficedula albicollis</i>	N		NT	LC
249	Мухоловка-пеструшка <i>Ficedula hypoleuca</i>	N			LC
<b>Семейство Суторовые Paradoxornithidae</b>					
250	Усатая синица <i>Panurus biarmicus</i>	N		NT	LC
<b>Семейство Ополовниковые Aegithalidae</b>					
251	Длиннохвостая синица <i>Aegithalos caudatus</i>	N			LC
<b>Семейство Синицевые Paridae</b>					
252	Черноголовая гаичка <i>Parus palustris</i>	N	3		LC
253	Буроголовая гаичка <i>Parus montanus</i>	N			LC
254	Хохлатая синица <i>Parus cristatus</i>	N	2		LC
255	Московка <i>Parus ater</i>	N			LC
256	Обыкновенная лазоревка <i>Parus caeruleus</i>	N			LC
257	Белая лазоревка <i>Parus cyanus</i>	N		VU	LC

Окончание таблицы 2.18					
1	2	3	4	5	6
258	Большая синица <i>Parus major</i>	N		VU	LC
<b>Семейство Поползневые Sittidae</b>					
259	Обыкновенный поползень <i>Sitta europaea</i>	N			LC
<b>Семейство Пищуховые Certhiidae</b>					
260	Обыкновенная пищуха <i>Certhia familiaris</i>	N			LC
<b>Семейство Ремезовые Remizidae</b>					
261	Обыкновенный ремез <i>Remiz pendulinus</i>	N			LC
<b>Иволговые Oriolidae</b>					
262	Обыкновенная иволга <i>Oriolus oriolus</i>	N			LC
<b>Семейство Сорокопутовые Laniidae</b>					
263	Обыкновенный жулан <i>Lanius collurio</i>	N	3		LC
264	Чернолобый сорокопуд <i>Lanius minor</i>	N	2	EN	LC
265	Серый сорокопуд <i>Lanius excubitor</i>	N	3	LC	LC
266	Красноголовый сорокопуд <i>Lanius senator</i>	T	2		LC
<b>Семейство Врановые Corvidae</b>					
267	Сойка <i>Garrulus glandarius</i>	N			LC
268	Сорока <i>Pica pica</i>	N			LC
269	Кедровка <i>Nucifraga caryocatactes</i>	N			LC
270	Галка <i>Corvus monedula</i>	N			LC
271	Грач <i>Corvus frugilegus</i>	N			LC
272	Серая ворона <i>Corvus corone cornix</i>	N			LC
273	Ворон <i>Corvus corax</i>	N			LC
<b>Семейство Скворцовые Sturnidae</b>					
274	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i>	N			LC
275	Розовый скворец <i>Sturnus roseus</i>	T			LC
<b>Семейство Воробьиные Passeridae</b>					
276	Домовый воробей <i>Passer domesticus</i>	N			LC
277	Полевой воробей <i>Passer montanus</i>	N	3		LC
<b>Семейство Вьюрковые Fringillidae</b>					
278	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i>	N			LC
279	Вьюрок <i>Fringilla montifringilla</i>	M			LC
280	Европейский вьюрок <i>Serinus serinus</i>	N			LC
281	Обыкновенная зеленушка <i>Carduelis chloris</i>	N			LC
282	Черноголовый щегол <i>Carduelis carduelis</i>	N			LC
283	Чиж <i>Carduelis spinus</i>	N			LC
284	Коноплянка <i>Carduelis cannabina</i>	N	2		LC
285	Горная чечетка <i>Carduelis flavirostris</i>	MW			LC
286	Обыкновенная чечетка <i>Carduelis flammea</i>	MW			LC
287	Пепельная чечетка <i>Carduelis hornemanni</i>	MW			LC
288	Обыкновенный клест <i>Loxia curvirostra</i>	M			LC
289	Клест-сосновик <i>Loxia pytyopsittacus</i>	M		LC	LC
290	Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i>	N			LC
291	Щур <i>Pinicola enucleator</i>	W			LC
292	Обыкновенный снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i>	N			LC
293	Обыкновенный дубонос <i>Coccothraustes coccothraustes</i>	N			LC
<b>Семейство Овсянковые Emberizidae</b>					
294	Подорожник <i>Calcarius lapponicus</i>	MW			LC
295	Пуночка <i>Plectrophenax nivalis</i>	MW			LC
296	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i>	N			LC
297	Садовая овсянка <i>Emberiza hortulana</i>	N	2	EN	LC
298	Тростниковая овсянка <i>Emberiza schoeniclus</i>	N			LC
299	Просянка <i>Miliaria calandra</i>	N	2	NT	LC

Примечание: Статус в Беларуси: N – гнездящиеся виды; M – мигрирующие; W – зимующие; T – залетные.

Значимость данного региона состоит в поддержании мест обитания ряда водно-болотных видов птиц, имеющих высокий региональный и международный охранный статус. Всего на данной территории гнездится 15 видов птиц, включенных в Красный список МСОП (IUCN, 2008, ver. 3.1), в том числе высокую степень угрозы в мире (категория VU) имеют 5 видов: красношейная поганка,

красноголовая чернеть, большой подорлик, обыкновенная горлица и вертлявая камышевка; 10 видов отнесены к категории NT: белоглазая чернеть, красный коршун, кобчик, кулик-сорока, чибис, дупель, большой веретенник, большой кроншнеп, луговой конек, белобровик. 194 вида имеют статус «вызывающий наименьшие опасения» (категория LC).

Высокую общеевропейскую значимость (SPEC 1) имеют 13 видов, в том числе 7 гнездящихся (белоглазая чернеть, орлан-белохвост, степной лунь, большой подорлик, коростель, дупель, вертлявая камышевка). Также в орнитофауне отмечено 22 гнездящихся вида, отнесенных к категории SPEC 2, и 50 видов, отнесенных к категории SPEC 3. Они имеют неблагоприятный природоохранный статус в Европе.

Анализ состояния орнитофауны в юго-западной Беларуси [60, 61], в Беларуси [157, 169] и в Европе [3, 5] показывает, что у многих птиц сокращаются ареалы и численность; некоторые виды, наоборот, расширяют свой ареал с положительными трендами численности. Оценка преобладающих тенденций состояния птиц Беларуси в течение XX столетия показала [157], что явные популяционные изменения отмечены у 112 видов птиц из 225 гнездящихся. Отрицательные тренды численности были преобладающими в популяции 49 (43 % видов) с выраженной динамикой, у 36 (26,0 %) положительные популяционные тренды. Тренды численности гнездящихся видов птиц в юго-западной Беларуси в конце XX – начале XXI в. приведены в монографиях [60, 61]. У 73 (34,1 %) видов птиц из 214 гнездящихся были выявлены явные популяционные изменения. Доминирующей группой птиц являются виды со стабильной численностью. Эта группа в Беларуси представлена 86 видами из 225 гнездящихся (38,2 %), что близко к показателям по региону. Снижение численности характерно для обитателей водно-болотных угодий и спелых лесов (большой подорлик, вертлявая камышевка, дупель, большой веретенник, зеленый дятел, клинтух и др.).

Видовая структура орнитофауны региона и численность отдельных видов птиц претерпели значительные изменения за последние десятилетия: здесь на гнездовании, в период миграций и кочевок зарегистрировано 27 новых видов птиц, из них – 25 за последние 50 лет и 2 вида – за 5 лет XXI в. Среди этой группы птиц надо отметить виды, которые загнездились и численность их увеличивается в последние десятилетия: серый гусь, лебедь-шипун, большая белая цапля, большой баклан, желтоголовая трясогузка, усатая синица, а также виды малочисленные и спорадически встречающиеся в гнездовой период или в период миграций: лебедь-кликун, малый лебедь, короткохвостый поморник, кулик-сорока, сизая чайка, клуша, хохотунья, черноголовый чекан, белобровик, красноголовый королек, короткопалая пищуха, горная чечетка и др. Эти изменения в орнитофауне вызваны рядом причин, одной из которых является глобальное изменение климата. Виды, расселяющиеся в северном направлении, представлены в основном типичными обитателями лесостепной и степной зон. Многие из них связаны с водоемами и заболоченными территориями. Территориальное перераспределение видов вызывает трансформация природных местообитаний, создание агроценозов.

В настоящее время на территории Белорусского Полесья обитает 70 видов млекопитающих (табл. 2.19), это 90,9 % общего количества видов Беларуси [31, 57 и др.]. Они представлены шестью отрядами: насекомоядные (9 видов), рукокрылые (17), хищные (15), грызуны (22), парнокопытные (5) и зайцеобразные (2). Одной из первых региональных монографий по фаунистике Беларуси стала книга И. Н. Сержанина [201], которая выдержала два издания. В ней были подведены итоги многолетних исследований териофауны страны, содержатся сведения о 73 видах млекопитающих. В монографии «Млекопитающие Беларуси» [194] дано описание 77 видов, обитающих в настоящее время на территории нашей страны, выполнен анализ изменения видового состава териофауны, динамики численности, названы проблемы охраны и использования млекопитающих региона к началу XXI столетия.

14 видов млекопитающих, обитающих в Полесье, включены в Красную книгу Республики Беларусь (70,0 % общего количества охраняемых в РБ видов данного класса), в том числе 6 видов рукокрылых, 4 вида хищных, 3 вида грызунов и 1 вид парнокопытных. 10 видов млекопитающих, населяющих регион, включены в Приложение к Красной книге как требующие дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны.

Отряд насекомоядных представлен как массовыми широко распространенными видами (еж белогрудый, европейский крот, обыкновенная и малая бурозубки и обыкновенная кутора) так и малочисленными, слабо изученными (малая и белобрюхая белозубки, средняя бурозубка и малая кутора).

Отряд рукокрылых на территории региона представлен 17 видами, что составляет 44 % европейской и 1,5 % мировой микрохиротерофауны [209]. Большая часть видов этого отряда обитает в лесах (дуплогнездники), некоторые используют пещеры, постройки человека и т. п. Для большинства видов летучих мышей региона в последнее десятилетие характерно снижение численности, главной причиной которой является лесохозяйственная деятельность человека, изменение возрастного и породного состава лесов, приведшие к сокращению перестойных и дуплистых деревьев, являющихся местом размножения, дневок и зимовок многих видов летучих мышей.

Таблица 2.19 – Млекопитающие Белорусского Полесья, их национальный и международный статусы охраны

Отряд, семейство, вид	Тренд	Статус охраны	
		Красная книга Беларуси	Международный статус
1	2	3	4
<b>Отряд Насекомоядные Insectivora</b>			
<b>Семейство Ежовые Erinaceidae</b>			
1. Ёж восточноевропейский <i>Erinaceus concolor</i>	+		LC
<b>Семейство Землеройковые Soricidae</b>			
2. Малая бурозубка <i>Sorex minutus</i>	-		LC
3. Средняя бурозубка <i>Sorex caecutiens</i>	0		LC
4. Обыкновенная бурозубка <i>Sorex araneus</i>	0		LC
5. Малая кутора <i>Neomys anomalus</i>	?	DD	LC, Берн III
6. Обыкновенная кутора <i>Neomys fodiens</i>	-		LC
7. Малая белозубка <i>Crocidura suaveolens</i>	?	DD	LC, Берн III
8. Белобрюхая белозубка <i>Crocidura leucodon</i>	?	DD	LC, Берн III
<b>Семейство Кротовые Talpidae</b>			
9. Обыкновенный крот <i>Talpa europaea</i>	+		LC
<b>Отряд Рукокрылые Chiroptera</b>			
<b>Семейство Гладконосые летучие мыши Vespertilionidae</b>			
10. Водяная ночница <i>Myotis daubentoni</i>	?		LC
11. Ночница Наттерера <i>Myotis nattereri</i>	0	NT	LC, Берн II
12. Большая ночница <i>Myotis myotis</i>	?		LC
13. Ночница Брандта <i>Myotis brandti</i>	-	VU	LC, Берн II
14. Усатая ночница <i>Myotis mystacinus</i>	-	DD	
15. Прудовая ночница <i>Myotis dasycneme</i>	?	EN	NT, Берн II
16. Европейская широкоушка <i>Barbastella barbastellus</i>	-	EN	NT, Берн II
17. Бурый ушан <i>Plecotus auritus</i>	0		LC
18. Серый ушан <i>Plecotus austriacus</i>	-		LC
19. Рыжая вечерница <i>Nyctalus noctula</i>	0		LC
20. Малая вечерница <i>Nyctalus leisleri</i>	-	VU	LC, Берн II
21. Нетопырь-карлик <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	+		LC
22. Лесной нетопырь <i>Pipistrellus nathusii</i>	+		LC
23. Нетопырь-пигмей <i>Pipistrellus pugmaeus</i>	+		LC
24. Северный кожанок <i>Eptesicus nilssonii</i>	+	VU	LC, Берн II
25. Поздний кожан <i>Eptesicus serotinus</i>	+	LC	LC, Берн II
26. Двухцветный кожан <i>Vespertilio murinus</i>	0	DD	LC, Берн II
<b>Отряд Хищные Carnivora</b>			
<b>Семейство Псовые Canidae</b>			
27. Енотовидная собака <i>Nyctereutes procyonoides</i>	-		LC
28. Волк <i>Canis lupus</i>	-		LC
29. Обыкновенная лисица <i>Vulpes vulpes</i>	+		LC
<b>Семейство Медвежьи Ursidae</b>			
30. Медведь бурый <i>Ursus arctos</i>	?	CR	LC, Берн II
<b>Семейство Енотовые Procyonidae</b>			
31. Енот-полоскун <i>Procyon lotor</i>	?		LC
<b>Семейство Куны Mustelidae</b>			
32. Лесная куница <i>Martes martes</i>	0		LC
33. Каменная куница <i>Martes foina</i>	+		LC
34. Ласка <i>Mustela nivalis</i>	0		LC
35. Горноста́й <i>Mustela erminea</i>	-	LC	LC, Берн III
36. Европейская норка <i>Mustela lutreola</i>	?	CR	CR, Берн II
37. Американская норка <i>Neovison vison</i>	+		LC
38. Лесной хорек <i>Mustela putorius</i>	0	LC	LC, Берн III
39. Барсук <i>Meles meles</i>	-	VU	LC, Берн III
40. Выдра <i>Lutra lutra</i>	0	LC	NT, Берн II
<b>Семейство Кошачьи Felidae</b>			
41. Рысь <i>Lynx lynx</i>	?	EN	LC, Берн III
<b>Отряд Парнокопытные Artiodactyla</b>			
<b>Семейство Свиные Suidae</b>			
42. Кабан <i>Sus scrofa</i>	-		



Окончание таблицы 2.19			
1	2	3	4
<b>Семейство Олени Cervidae</b>			
43. Благородный олень <i>Cervus elaphus</i>	+		
44. Европейская косуля <i>Capreolus capreolus</i>	+		
45. Лось <i>Alces alces</i>	0		
46. Зубр <i>Bison bonasus</i>	+	VU	VU, Берн II
<b>Отряд Грызуны Rodentia</b>			
<b>Семейство Беличьи Scuridae</b>			
47. Обыкновенная белка <i>Sciurus vulgaris</i>	0	LC	LC, Берн III
<b>Семейство Бобровые Castoridae</b>			
48. Речной бобр <i>Castor fiber</i>	+	LC	LC, Берн III
<b>Семейство Соневые Muroidae</b>			
49. Лесная соня <i>Dryomys nitedula</i>	-	LC	LC, Берн III
50. Соня-полчок <i>Glis glis</i>	0	VU	LC, Берн III
51. Садовая соня <i>Eliomys quercinus</i>	-	VU	NT, Берн III
52. Орешниковая соня <i>Muscardinus avellanarius</i>	+	NT	LC, Берн III
<b>Семейство Мышовковые Sminthidae</b>			
53. Лесная мышовка <i>Sicista betulina</i>	0	DD	LC
<b>Семейство Хомяковые Cricetidae</b>			
54. Рыжая полевка <i>Clethrionomys glareolus</i>	0		LC
55. Ондатра <i>Ondatra zibethicus</i>	-		LC
56. Водяная полевка <i>Arvicola terrestris</i>	0		LC
57. Полевка-экономка <i>Microtus oeconomus</i>	0		LC
58. Подземная полевка <i>Microtus subterraneus</i>	?		LC
59. Обыкновенная полевка <i>Microtus arvalis</i>	0		LC
60. Темная полевка <i>Microtus agrestis</i>	-		LC
<b>Семейство Мышиные Muridae</b>			
61. Европейская мышь <i>Apodemus sylvaticus</i>	0		LC
62. Лесная мышь <i>Apodemus uralensis</i>	?		LC
63. Желтогорлая мышь <i>Apodemus flavicollis</i>	+		LC
64. Полевая мышь <i>Apodemus agrarius</i>	-		LC
65. Домовая мышь <i>Mus musculus</i>	+		LC
66. Мышь-малютка <i>Micromys minutus</i>	0	LC	LC
67. Серая крыса <i>Rattus norvegicus</i>	+		LC
68. Черная крыса <i>Rattus rattus</i>	0		LC
<b>Отряд Зайцеобразные Lagomorpha</b>			
<b>Семейство Заячьи Leporidae</b>			
69. Заяц-русак <i>Lepus europaeus</i>	+		LC
70. Заяц-беляк <i>Lepus timidus</i>	-		LC

*Примечание:* - – численность снижается; 0 – численность стабильна; + – численность увеличивается; ? – тренд численности не определен.

В регионе зарегистрировано 15 видов отряда хищных, среди которых 12 аборигенов и 3 интродуцента (американская норка, енот-полоскун и енотовидная собака). В Красную книгу Республики Беларусь включено 4 вида (бурый медведь, европейская норка, барсук и рысь), 3 вида включены в аннотированный список видов, требующих дополнительного изучения. Рысь в основном обитает в крупных ООПТ. Европейская норка находится на грани исчезновения в Европе. В регионе отмечены редкие заходы бурого медведя.

На территории региона обитает 5 видов парнокопытных. Хозяйственно ценными являются охотничьи виды (кабан, лось, благородный олень, европейская косуля). В последние годы наблюдается рост численности копытных, что объясняется снижением пресса браконьерства, повышением степени мозаичности лесов, биотехническими мероприятиями, более благоприятными условиями зимовки.

Одним из уникальных видов белорусской фауны является зубр, который в нашей стране находится под охраной. Вид имеет неблагоприятный статус в Красной книге МСОП (VU). В настоящее время в Беларуси создано 10 микропопуляций зубра, 4 из которых находятся в Припятском Полесье (Озеранская, Лясковичская, Найдянская, Полеская).

Отряд грызунов представлен 25 видами из 26, обитающих в республике. Интродуцентом является только ондатра. В Красную книгу Республики Беларусь включены 3 вида: соня-полчок, садовая соня, орешниковая соня (табл. 2.19). К отряду зайцеобразных относятся два вида: заяц-русак и заяц-беляк, которые являются объектами охоты.

Численность отдельных видов млекопитающих региона имеет следующие особенности динамики: преобладают виды, численность которых стабильна (30,0 %) или растет (27,1 %), отрицательная динамика отмечена у 25,7 % видов. У 17,2 % видов тренд численности не был определен из-за низкой численности и нерегулярного попадания в учеты.

Таким образом, на территории юго-западной Беларуси встречается 452 вида позвоночных животных 6 классов, что составляет более 90 % видового состава позвоночных Беларуси. Регион играет важную роль в сохранении генофонда в целом, в том числе редких и охраняемых видов животных Беларуси и сопредельных территорий.

## Глава 3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

### 3.1. Общие климатические условия

Регулярные климатические наблюдения на Полесье начались в XIX в. с организацией в 1834 г. в Бресте метеорологической станции, которая позже вошла в опорную сеть учрежденной в 1849 г. в Петербурге Главной геофизической обсерватории. После организации обсерватории метеорологическая сеть стала развиваться более активно, и уже к концу века территория Полесья была покрыта сетью метеостанций, которая расширилась в XX в. Часть метеостанций была открыта Западной экспедицией по осушению болот Полесья под руководством И. И. Жилинского (Пинск, Василевичи).

#### *Климатообразующие факторы*

Климат Белорусского Полесья определяется его географическим положением в умеренных широтах Северного полушария и формируется в результате взаимодействия солнечной радиации, циркуляции атмосферы, влагооборота и подстилающей поверхности. Из перечисленных факторов наибольшую роль в формировании климата играет циркуляция атмосферы [85, 86, 94, 220].

Годовые суммы *суммарной солнечной радиации* составляют около 3900 МДж/м<sup>2</sup>, увеличиваясь до 4000 МДж/м<sup>2</sup> на юго-востоке. Месячные величины суммарной солнечной радиации связаны с высотой Солнца над горизонтом, поэтому наибольшее ее количество поверхность получает в июне, а наименьшее – в декабре. Почти половина годового прихода суммарной солнечной радиации приходится на три месяца теплого сезона (май – июль), а на ноябрь – январь приходится менее 10 %. В годовой сумме более половины составляет рассеянная радиация. При этом летом преобладает прямая радиация (более 50 %), а зимой рассеянная (более 70 %) вследствие возрастания облачности.

Достигнув земной поверхности, суммарная солнечная радиация частично теряется: отражается и идет на эффективное излучение земной поверхности. Разница между суммарной радиацией, альбедо и эффективным излучением образует *радиационный баланс*, средние годовые суммы которого по территории Полесья увеличиваются в направлении с севера на юг от 1700 до 1800 МДж/м<sup>2</sup>.

Продолжительность солнечного сияния в регионе в среднем составляет 1850 часов, увеличиваясь до 1900 часов на юго-востоке. Годовой максимум продолжительности солнечного сияния наблюдается в июне и июле, а минимум – в декабре, что прежде всего связано с продолжительностью светлого времени суток и облачностью. Почти 80 % годовой продолжительности солнечного сияния приходится на теплое полугодие.

*Давление атмосферы. Циркуляция воздушных масс.* Наибольшее влияние на формирование климата Полесья оказывает преобладающий во всей тропосфере умеренных широт западный перенос воздушных масс. С западным переносом с Атлантического океана вместе с циклонами, которые образуются на полярном и арктическом фронтах, приходят морские умеренные воздушные массы, принося осадки, сглаживающие годовой ход температур. На климат оказывают воздействие также континентальные умеренные воздушные массы, которые увеличивают контрастность температур. Меньшее влияние имеют арктические и тропические воздушные массы.

Перемещение воздушных масс зависит от особенностей барического поля над территорией распределения давления на протяжении года, положения барических центров над материком в целом и прилегающими частями океанов. В свою очередь, давление над территорией Полесья формируется под воздействием общей циркуляции атмосферы средних широт Северного полушария и ее сезонных изменений.

Зимой над Евразией образуется Азиатский максимум, ответвление которого – ось Воейкова – проходит южнее Полесья и определяет господствующее направление ветров. В среднем за год на территорию Полесья приходит или непосредственно на ней образуется около 12–14 антициклонов, но воздействие антициклонов на погодные условия проявляется на протяжении 5 месяцев, циклоническая же циркуляция влияет на погоду на протяжении 7 месяцев.

Взаимодействие барических максимумов и минимумов, формирование циклонов и антициклонов, их перемещения определяют многие атмосферные процессы на территории Полесья: особенности барического поля, господствующий перенос воздушных масс, адвекцию тепла и холода, осадки.

Максимальное атмосферное давление устанавливается в январе, минимальное – в июле. Суточные изменения давления обычно невелики (2–3 гПа), но в период активной циклонической деятельности в холодный период года достигают 20 гПа и более.

Годовой ход атмосферного давления приводит к тому, что летом господствуют ветры западных и северо-западных направлений, зимой – западных и юго-западных. Они приносят влажную ненастную погоду, летом – прохладную, зимой – теплую, со снегопадами, метелями и гололедом. Усиление континентального восточного влияния обуславливает ясную солнечную погоду, летом – жаркую и

сухую, зимой – морозную. В системе общей циркуляции атмосферы происходят периодические смены зонального западного переноса воздушных масс на меридиональный с перемещением воздушных масс с юга на север или наоборот.

**Характеристика элементов климата**

Климат территории Полесья умеренный, переходный от морского к континентальному, что обусловлено преобладанием воздушных масс умеренных широт, имеющих морское и континентальное происхождение. В результате чередования воздушных масс различного происхождения формируется характерный для Полесья неустойчивый тип погоды.

*Температура воздуха* является одной из основных характеристик климата. Адвекция тепла, которая представляет собой результат западного переноса, способствует повышению температур зимой, сглаживает внутригодовые отличия в поступлении тепла, обусловленные радиационным балансом.

В теплый период года, когда велики высота Солнца над горизонтом и продолжительность солнечного сияния, солнечная радиация формирует широтный характер изменения температуры по территории (рис. 3.1). Но климат продолжает оставаться под сильным влиянием морских воздушных масс, переносимых с Атлантического океана. Лето теплое, но не жаркое, с частыми кратковременными дождями и грозами. Средняя температура июля равна 19 °С.

В холодный период преобладание роли атмосферной циркуляции над радиационным фактором приводит к нарушению широтного хода температур, изотермы пересекают территорию Полесья в субмеридиональном направлении. На юго-западе температуры более высокие (-3,0 °С), чем на северо-востоке (-4...-4,5 °С) (рис. 3.1) [64]. Зима достаточно мягкая, с неустойчивой пасмурной погодой, очень частыми, особенно в последние десятилетия, оттепелями. Холодные периоды чаще отмечаются в январе и феврале.

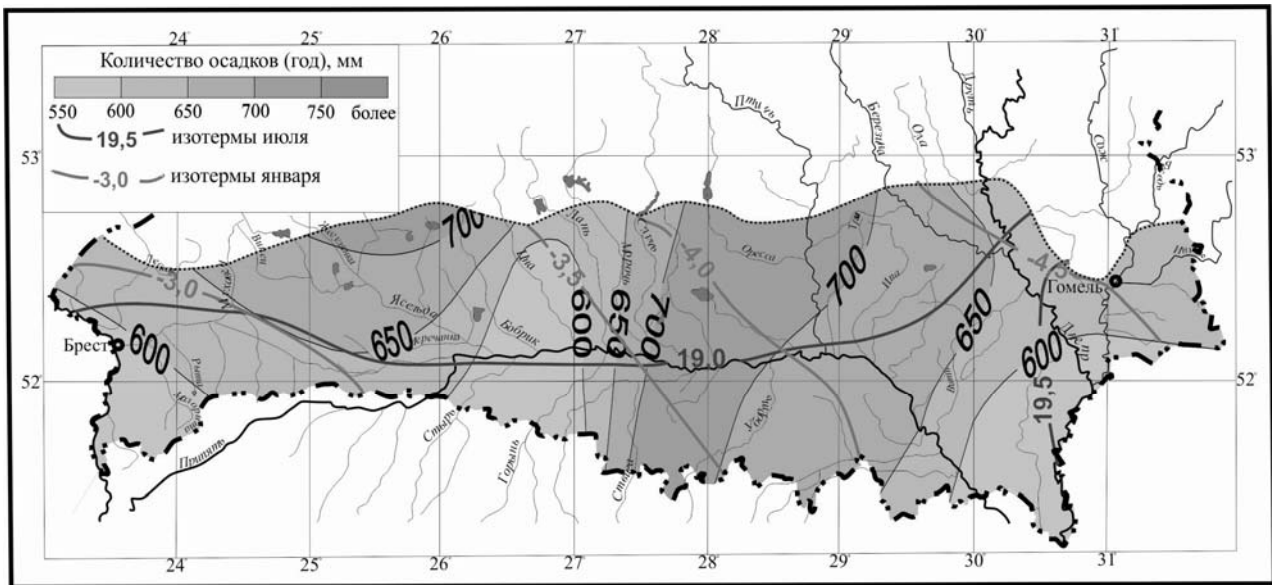


Рисунок 3.1 – Температурный режим и осадки

На рисунке 3.2 представлен график многолетних колебаний среднегодовых температур воздуха за послевоенный период на территории Белорусского Полесья, на котором отчетливо прослеживается тенденция к росту температур.

С 1988 г. на Полесье, как и в Беларуси в целом, отмечается почти непрерывная череда теплых лет со средней годовой температурой воздуха, превышающей климатическую норму. Исключение составили лишь 1993 и 1996 гг., когда среднегодовая температура воздуха была ниже нормы. Самым теплым за всю историю наблюдений оказался 2015 г., когда среднегодовая температура воздуха для всей территории Белорусского Полесья составила 9,4 °С и значительно превысила климатическую норму. Так, на метеостанции Брест в 2015 г. среднегодовая температура воздуха составила 10,1 °С, что выше климатической нормы на 2,8 °С, на станции Пинск – 9,7 °С, что также выше нормы (6,9 °С). Наиболее существенный рост температур наблюдается на юго-западе региона.

За период 1988–2015 гг. средняя годовая температура воздуха в пределах территории Белорусского Полесья выросла на 1,3 °С по сравнению с периодом 1945–1987 гг. и составила 7,8 °С, достигнув максимума в г. Бресте (8,6 °С) (рис. 3.3) [64]. Она уменьшается с юго-запада (8,6 °С на метеостанции Брест) к северу (7,4 °С).

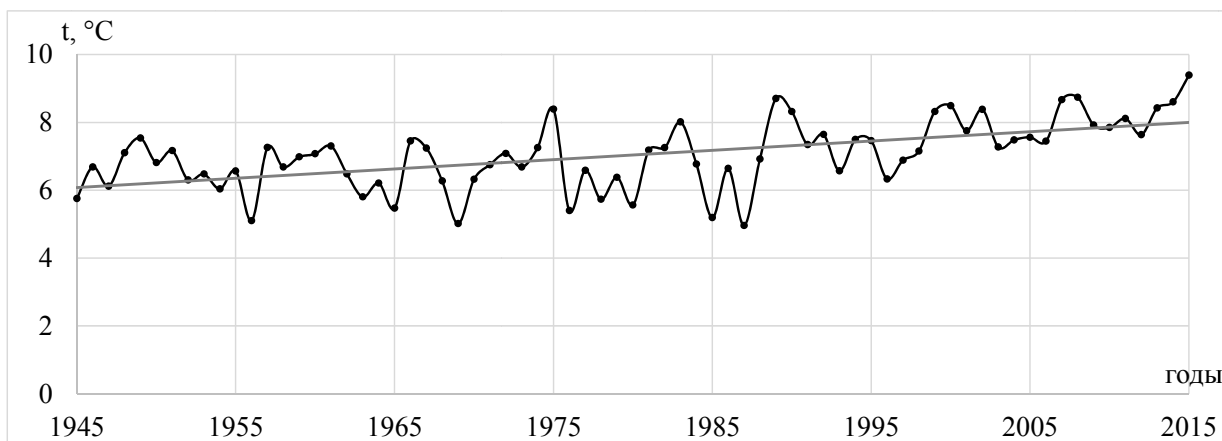


Рисунок 3.2 – Многолетние колебания средней годовой температуры воздуха в пределах Белорусского Полесья

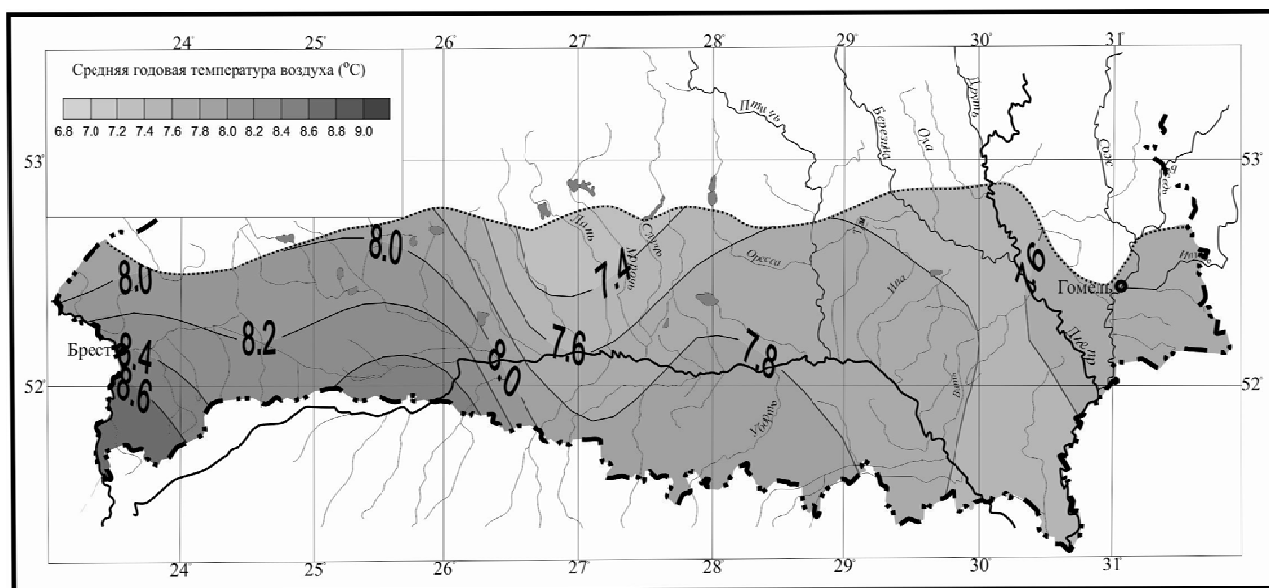


Рисунок 3.3 – Среднегодовая температура воздуха за период 1988–2015 гг.

Абсолютный максимум и минимум температуры воздуха дают представление о самой высокой и низкой температуре, зафиксированной в отдельные дни. В пределах Полесья абсолютный максимум температуры 38,9 °С зарегистрирован в Гомеле в 2010 г. (табл. 3.1). Абсолютный минимум температуры –34,3 °С зарегистрирован в Брагине в 2012 г. Средняя максимальная температура воздуха на Полесье в современный период потепления климата составляет 33,3 °С, средняя минимальная равна –24,5 °. Экстремальные значения температуры воздуха за период 1988–2015 гг. по метеостанциям Полесья приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Экстремальные температуры воздуха за период 1988–2015 гг.

Метеостанция	Абсолютный max t° (год)	Абсолютный min t° (год)	Метеостанция	Абсолютный max t° (год)	Абсолютный min t° (год)
Брест	36,7 (2015)	–26,2 (2010)	Мозырь	36,8 (1995)	–31,7 (1996)
Пинск	35,8 (2015)	–28,1 (2012)	Василевичи	37,6 (2010)	–34,2 (1997)
Полесская	35,8 (1992)	–34,1 (2012)	Брагин	38,1 (2010)	–34,3 (2012)
Житковичи	36,5 (2008)	–29,5 (2012)	Гомель	38,9 (2010)	–30,8 (1997)

Температурные условия Полесья четко подразделяются на *сезоны года*. Внутри сезонов температура воздуха более постоянна или отличается однонаправленным изменением и преобладающими типами погоды. Каждый сезон имеет свои температурные границы, однако для рассмотрения средних месячных температур удобнее использовать календарные сезоны, постоянные во времени.

Началом зимы считается дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону понижения. В зимние месяцы, когда приход солнечной радиации сравнительно невелик, основным климатообразующим фактором являются циркуляционные процессы. Господство то влажных и

теплых воздушных масс с Атлантики, то холодных континентальных, приходящих с Азии, создает неустойчивый характер погоды зимой. Ежегодно зимой наблюдаются оттепели, продолжительность которых изменяется в широких пределах. Для оттепельных периодов характерна пасмурная с осадками, ветрами и туманами погода. Морозные периоды устанавливаются в основном при антициклонических условиях погоды.

Переход среднесуточной температуры воздуха через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения свидетельствует о наступлении весны, которая характеризуется быстрым нарастанием температуры воздуха, достигающей максимума в начале апреля. Весной быстро увеличивается продолжительность дня, высота Солнца над горизонтом и, как результат, количество приходящей радиации. Растет величина радиационного баланса. В связи с выравниванием температуры суши и водной поверхности океанов уменьшается циклоническая деятельность. Это приводит к уменьшению облачности и относительной влажности воздуха. Однако весной могут наблюдаться возвраты холодов со снегом.

Началом лета считается дата перехода среднесуточной температуры воздуха через  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в некоторых работах отмечается, что через  $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$  – это средняя температура вегетационного периода) в сторону повышения. В летний период в связи с ослаблением Исландской депрессии уменьшается циклоническая деятельность в умеренных широтах. Усиливается влияние Азорского максимума, который регенерирует циклоны, направляющиеся к востоку. Преобладание малооблачной погоды обуславливает определяющее влияние солнечной радиации на формирование климата, что приводит к широтному изменению температуры, возрастанию значения теплообмена с подстилающей поверхностью, усилению влияния рельефа. Ослабление циркуляционных процессов приводит к уменьшению скоростей ветра. Относительная влажность воздуха и облачность сравнительно невелики. В годы с интенсивной циклонической деятельностью отмечается холодная и дождливая погода.

Осень начинается с понижения средней суточной температуры воздуха ниже  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (окончание активной вегетации растений). Осенью происходит резкое падение величины радиационного баланса, перестройка барического поля атмосферы. Давление над охлаждающимся материком растет, роль Исландской депрессии усиливается, Азорский максимум смещается к югу и ослабляется. Большое влияние на погоду оказывают циклоны. Чаше и длительнее становятся периоды ухудшения погоды.

Для анализа годового хода температуры воздуха используются среднемесячные температуры воздуха, которые за периоды 1950–1987 и 1988–2015 гг. на примере метеостанции Полесская представлены на рисунке 3.4.

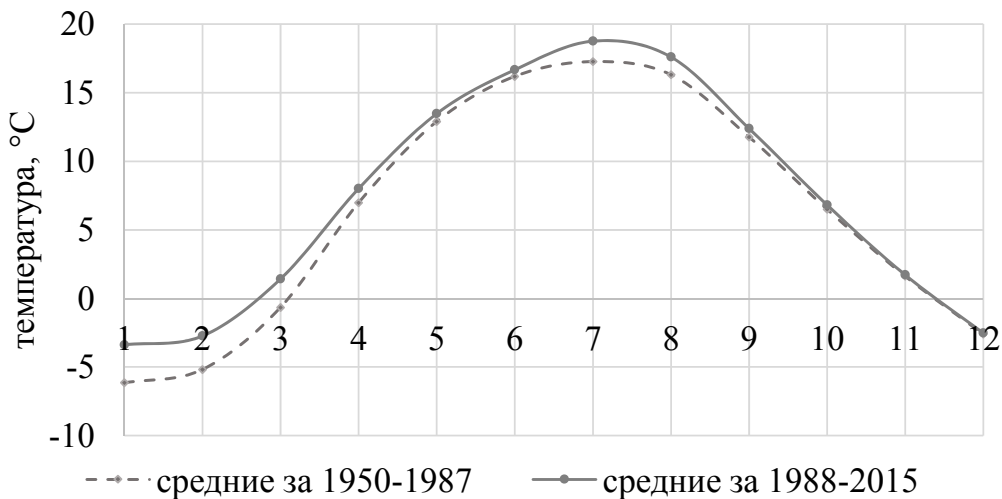
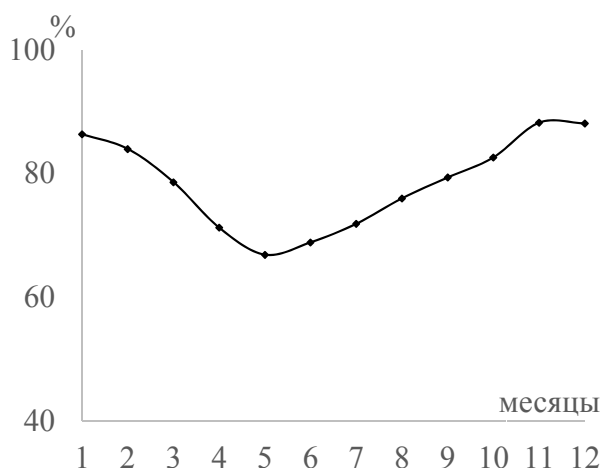


Рисунок 3.4 – Средние месячные температуры воздуха по метеостанции Полесская за различные периоды

Большое значение для роста и развития сельскохозяйственных культур имеет обеспеченность их теплом, которая характеризуется продолжительностью периода с температурами воздуха выше  $0$ ,  $+5$ ,  $+10$  и  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  и суммами среднесуточных температур воздуха выше  $+5$ ,  $+10$ ,  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Эти показатели увеличиваются в направлении с северо-востока на юго-запад Полесья. Сумма активных температур воздуха выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет около 2600. Продолжительность вегетационного периода – около 210 дней (увеличивается с юга на север).

Для Полесья характерна повышенная влажность воздуха в течение всего года, что обусловлено преобладанием морского умеренного воздуха с Атлантического океана, сравнительно невысокими температурами теплого периода года, обширными пространствами, занятыми водно-болотными комплексами и лесами.

Наибольший практический интерес представляет *относительная влажность воздуха*, которая характеризует степень насыщения воздуха водяным паром. Средние ее значения на протяжении года по всей территории Полесья составляют около 77 %, изменяясь от 70 до 84 %. Годовой ход относительной влажности воздуха обратен годовому ходу температуры воздуха (рис. 3.5).



Однако наименьшие значения приходятся не на самый теплый месяц года, а на переходный весенний (май), когда нарастание температуры над сушей происходит относительно быстрее, чем рост влагосодержания в воздушных массах, приходящих с медленнее прогревающейся поверхности океана. Максимальные значения относительной влажности наблюдаются в ноябре-декабре.

Рисунок 3.5 – Годовой ход относительной влажности воздуха

*Облачность* тесно связана с атмосферной циркуляцией и относительной влажностью воздуха. При усилении циклонической деятельности, начиная с осени, облачность увеличивается, достигая максимума 8,5 балла в конце осени – начале зимы, что соответствует годовому ходу относительной влажности. В мае-июне облачность снижается до 6 баллов.

*Осадки.* Величина и характер распределения атмосферных осадков по территории Полесья определяются рядом факторов, главным из которых являются особенности циркуляции атмосферы, рельеф местности, характер подстилающей поверхности. В среднем на территории Полесья за год выпадает 600–650 мм осадков. Нередко наблюдаются отклонения от средних многолетних значений. В наиболее влажные годы (1970, 2009, 2012) выпадает до 800 мм осадков, в сухие (1976) – около 500 мм. Многолетние колебания годового количества осадков в пределах Белорусского Полесья за период 1966–2015 гг. представлены на рисунке 3.6.

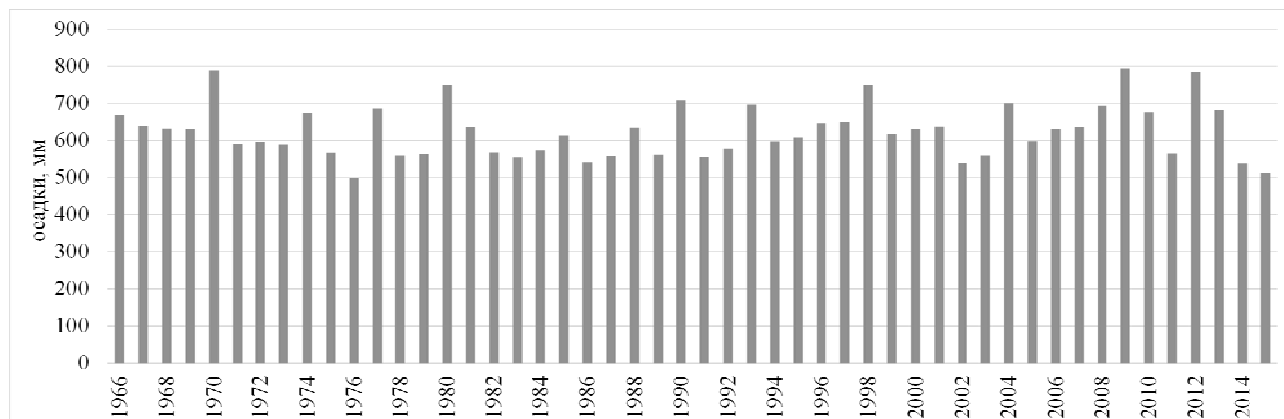


Рисунок 3.6 – Многолетние колебания годового количества осадков в пределах Белорусского Полесья за период 1966–2015 гг.

По отдельным метеостанциям эти различия более заметные (табл. 3.2). Так, в 1998 г. на метеостанциях Житковичи и Октябрь выпало более 900 мм осадков (968 и 908 соответственно). Предельные суммы осадков на станциях обычно приходятся на разные годы. В одни и те же годы они наблюдаются лишь на нескольких близлежащих станциях. Это связано с большой пространственной изменчивостью осадков, связанной с сильным влиянием местных факторов.

Пространственное распределение средних годовых осадков за современный период потепления климата представлено на рисунке 3.1. Больше всего осадков выпадает в центральной части территории Белорусского Полесья. Наибольшие суммы осадков характерны для метеостанции Житковичи. Это обусловлено подъемом приходящих воздушных масс по так называемой поверхности подъема, которая образуется в связи с прослеживающимся южнее в теплый период отрогом Азорского антициклона. Здесь также происходит подпитка приходящих воздушных масс влагой, испаряющейся с поверхности расположенного здесь озера Червоное (самое большое на Полесье) и многочисленных болот. К юго-западу и юго-востоку количество осадков уменьшается. Минимальное среднее многолетнее

количество осадков на территории Полесья (и Беларуси в целом) наблюдается на метеостанции Брагин. Это самая низко расположенная станция (114 м над уровнем моря).

Таблица 3.2 – Годовое количество осадков на метеостанциях Белорусского Полесья за период 1988–2015 гг.

Метеостанция	Годовое количество осадков			Метеостанция	Годовое количество осадков		
	среднее	max	min		среднее	max	min
Брест	600	854	379	Мозырь	640	889	469
Пинск	610	798	486	Василевичи	650	852	498
Полесская	600	763	436	Брагин	550	867	392
Житковичи	710	968	505	Гомель	620	903	420

Около 70 % годовой суммы осадков приходится на теплую половину года (апрель – октябрь). Испарение с поверхности почвы, транспирация влаги растениями, рост активности атмосферных фронтов, циклоны повышают влагосодержание воздуха летом. Месячные суммы осадков имеют четко выраженный годовой ход с минимумом в феврале-марте и максимумом в летние месяцы (рис. 3.7). Это связано с тем, что в умеренных широтах основную роль в образовании осадков играет водяной пар, приносимый воздушными массами с океана. С понижением температуры воздуха уменьшается влагосодержание воздушных масс и количество выпадающих осадков. Однако минимум приходится не на январь (самый холодный месяц года), а на февраль-март, когда ослабевают циклоническая деятельность в связи с уменьшением температурных контрастов между медленно остывающей поверхностью океана и еще холодной сушей. Максимум наблюдается обычно в июле.

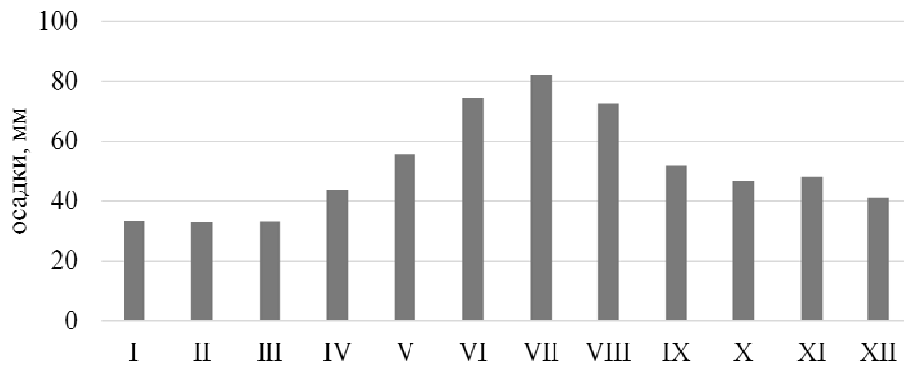


Рисунок 3.7 – Годовой ход осадков в пределах Белорусского Полесья

Величина месячных сумм осадков может существенно различаться в разные годы. В таблице 3.3 представлены наибольшие и наименьшие месячные и годовые суммы атмосферных осадков на примере метеостанции Пинск за период инструментальных наблюдений.

Суточные суммы осадков в пределах Полесья колеблются в очень широких пределах: от 0,1 мм до нескольких десятков мм и более. Имели место случаи, когда за сутки выпадало более 100 мм осадков. Максимальное количество осадков за сутки за последние 50 лет составило 115 и 103 мм на метеостанции Житковичи (июль 1991 г. и август 1979 г. соответственно), 96 мм в Пинске (июль 2007 г.), 91 мм в Мозыре (июль 1990 г.), 86 мм в Брагине (июль 1974 г.).

Таблица 3.3 – Экстремальные значения суточных и годовых сумм осадков по метеостанции Пинск, мм

Значения	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Месячный min	$\frac{7}{1894}$	$\frac{6}{1895}$	$\frac{1}{1974}$	$\frac{9}{1981}$	$\frac{10}{1950}$	$\frac{15}{1930}$	$\frac{11}{1999}$	$\frac{1}{1951}$	$\frac{1}{2005}$	$\frac{2}{1977}$	$\frac{5}{2011}$	$\frac{5}{1972}$	$\frac{310}{1961}$
Месячный max	$\frac{105}{1979}$	$\frac{80}{1973}$	$\frac{95}{1912}$	$\frac{123}{1913}$	$\frac{153}{1933}$	$\frac{170}{1974}$	$\frac{235}{2007}$	$\frac{270}{2006}$	$\frac{139}{1990}$	$\frac{129}{1974}$	$\frac{132}{1910}$	$\frac{108}{1954}$	$\frac{850}{1912}$

Осадки, в отличие от температуры, не имеют явно выраженного суточного хода, особенно в холодный период года. Лишь в летние месяцы, когда ливневые дожди чаще связаны с конвективной облачностью, усиливающейся в послеполуденное время, количество дневных осадков превалирует над выпавшим в ночное время.

Среднее число дней с осадками ( $\geq 0,1$  мм) на Полесье довольно велико – около 160–170 дней, на крайнем юго-востоке – около 150. В среднем каждый второй-третий день бывает с осадками. Однако эти значения колеблются в довольно широких пределах. С увеличением количества выпадающих осадков частота их повторения значительно падает.



В годовом ходе числа дней с осадками прослеживается два максимума. Основной наблюдается в холодный период, когда осадки выпадают практически ежедневно. Минимум числа дней с осадками в месяц приходится на весенний и ранний осенний периоды, в основном май и сентябрь. Вторичный максимум числа дней с осадками наблюдается в июле. При этом рост общего числа таких дней в летние месяцы происходит в связи с ростом числа дней с большими (5 мм и более) осадками, имеющими минимум зимой. И зимой, и летом преобладают дни с малым количеством осадков, но доля больших осадков летом более значительна. Это связано с тем, что зимой в холодных воздушных массах с малым влагосодержанием формируются морозящие осадки, летом приходящие воздушные массы приносят большое количество влаги, и развивающаяся конвекция способствует образованию кучевой облачности и выпадению ливневых интенсивных дождей.

*Снежный покров* является важной характеристикой климата. В пределах Полесья он характеризуется значительной неустойчивостью. Время его появления колеблется в значительных пределах. Устойчивый снежный покров образуется в среднем в третьей декаде декабря. Разрушение устойчивого снежного покрова наблюдается в конце февраля – начале марта. Средняя из максимальных за зиму высота снежного покрова на Полесье составляет 15–20 см. В отдельные годы устойчивый снежный покров может отсутствовать.

*Ветер.* Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание ветров западных направлений во все сезоны года. Преобладающими на протяжении всего года являются трансформированные атлантические воздушные массы умеренных широт. Реже всего в году бывают ветры северных и северо-восточных направлений.

Средняя годовая скорость ветра на Полесье составляет около 3,0 м/с. Максимальные скорости ветра наблюдаются в холодный период года (ноябрь – март). В последующие месяцы скорость ветра постепенно снижается, достигая наименьших значений в июле и августе. В дальнейшем скорость ветра постепенно увеличивается. Такой ход скорости ветра связан с циклонической деятельностью, которая усиливается в осенне-зимний период, а в конце лета глубина и повторяемость циклонических образований уменьшаются.

Наиболее характерными для Полесья являются слабые ветры (2–5 м/с). Доля умеренных ветров (6–9 м/с) незначительна, сильных ветров (более 10 м/с) – составляет сотые доли процента. В последние годы наблюдается снижение среднегодовой скорости ветра. При этом участились шквалы и ураганы.

*Опасные явления погоды.* Ежегодно на территории Полесья регистрируются от 9 до 30 опасных гидрометеорологических явлений. Наиболее часто отмечается такое явление, как очень сильный дождь (не менее 50 мм осадков за период не более 12 часов). Средняя повторяемость лет с суточным количеством осадков 50 мм и более в пределах Полесья составляет 20–30 %.

Для теплого периода года характерные опасные метеорологические явления – ливневые дожди, грозы, шквалы, град, сильная жара, засухи и засушливые явления, заморозки.

Наибольшее количество ливневых дождей отмечается в западной и центральной частях Белорусского Полесья. Среднее число дней в год с ливневыми дождями, приходящихся на одну метеостанцию, – более 80.

Число дней с грозами в пределах Полесья максимально в сравнении с остальной территорией Беларуси – около 20–30 за год. Наиболее активна грозовая деятельность в июне и июле. Грозы и ливни часто сопровождаются градом. Наибольшее количество дней с градом регистрируется в период с апреля по август (около 30 в центральной части Полесья, 50 – в юго-западной и юго-восточной частях).

В современный период потепления климата увеличилось число случаев сильных ветров: в 10 % лет отмечаются сильные ветры со скоростью 25 м/с и более. За теплый период наблюдается около 4 дней со шквалами. Шквалы – резкие, порывистые, дующие со скоростью до 20 м/с и более ветры переменного направления (более 30 м/с – ураганный ветер). В смерче – вертикальном вихре – скорость ветра достигает 50–100 м/с и более.

Наблюдается рост числа дней с сильной жарой. В пределах Гомельской области сильная жара отмечается примерно в 1 раз в 4 года, в Брестской – раз в 7–8 лет.

Увеличившиеся в последние десятилетия неравномерность выпадения осадков и повышение температуры воздуха привели к увеличению повторяемости засушливых явлений, которые могут возникать в любое время с апреля по август, однако чаще бывают в июле-августе. Средняя продолжительность засух на Полесье составляет 35 дней. Возникают они примерно в 40 % лет.

Заморозки наблюдаются, как правило, с мая по сентябрь. Наибольшая повторяемость приходится на май, затем число заморозков резко уменьшается. На Полесье, где осуществлена интенсивная мелиорация земель, число заморозков заметно выросло. На торфяниках заморозки возможны даже в

июле: пористые сухие торфа, не содержащие влаги, имеют малую теплоемкость и теплопроводность, поэтому очень быстро выхолаживаются.

Характерные для холодного периода года опасные метеорологические явления – туманы, гололедно-изморозевые отложения, иней, метели, сильные морозы и снегопады. Среднее число дней с туманами на Полесье – около 30.

Гололедно-изморозевые отложения чаще отмечаются в центральной и восточной частях Полесья; сильные регистрируются в Брестской области один раз в 11 лет, в Гомельской – один раз в 5 лет.

Иней отмечается, как правило, в осенне-зимний период. Количество дней с инеем за год – около 70.

Метели наблюдаются в зимние месяцы, наиболее часто в январе-феврале. В современный период потепления климата число дней с метелями на Полесье уменьшилось (менее 5 метелей в год).

Сильный мороз (минимальная температура воздуха  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже) – достаточно редкое явление, как и снегопад, в последние десятилетия не наблюдался.

Согласно *агроклиматическому районированию* большая часть территории Белорусского Полесья относится к Южной, очень теплой и неустойчиво влажной агроклиматической области. В основу районирования положены суммы активных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  и коэффициент увлажнения Иванова (отношение количества осадков за теплый период года к величине испарения за тот же период). Для Южной области характерны наиболее высокие суммы активных температур, более высокие температуры лета и зимы, большая продолжительность вегетационного периода и летнего сезона, меньшая продолжительность залегания снежного покрова и зимнего сезона по сравнению с остальной частью территории Беларуси. Незначительная часть территории на севере (в пределах Брестской области) относится к Центральной теплой неустойчиво влажной области.

### 3.2. Климатический мониторинг

Начало метеорологических наблюдений на исследуемой территории относится к первой половине XIX века, когда первые инструментальные наблюдения были организованы в Бресте (1834 г.). Одной из первых наблюдаемых метеорологических характеристик была температура воздуха, измеряемая термометром Реомюра. Первые наблюдения проводили только в дневное время – утром, в полдень и вечером. В описаниях отмечался характер погоды по сезонам года, отражались данные о максимальных и минимальных температурах воздуха, давлении, ветре, гидрологических и метеорологических явлениях. Первые метеонаблюдения были бессистемными, организовывались в учебных заведениях – училищах и гимназиях, медицинских и культовых учреждениях. Часто наблюдения прерывались и впоследствии возобновлялись спустя многие годы. С середины XIX века наблюдатели вносили в журнал результаты отсчетов по барометру и психрометру за три срока (10, 16 и 22 часа), по срочному и минимальному термометрам тоже за три срока (10, 14 и 22 часа), а также количество осадков по дождемеру, направление ветров и состояние атмосферы (ясно, пасмурно, тихо, сухо, гром, молния и т. д.). Средние величины выводились вначале не за сутки, а за каждый срок [7].

Отправной точкой отсчета в систематизации метеорологических наблюдений стало создание 1 апреля 1849 г. Главной физической обсерватории в г. Петербурге. Развитие науки на территории Российской империи потребовало создания надежных пунктов метеонаблюдений, систематизации и унификации методик наблюдений, и к 1886 г. в белорусских губерниях действовали 45 пунктов метеонаблюдений, принадлежащих различным ведомствам: Бешенковичи, Бобруйск, Борисов, Василевичи, Витебск, Воронеч, Горки, Евье (Ивье), Жлобин, Игумен, Климовичи, Королин, Латыголичи, Летцо, Ливенгоф, Любоницк, Мержов, Микуличи, Минск (2), Мир, Могилёв, Мстиславль, Начь, Новая Ельня, Новое Королёво, Обеняны, Оттоново, Пинск, Полоцк, Поречье, Пружаны, Рогачёв, Слуцк, Старый Быхов, Столбун, Струни, Танайка, Татарка, Телеханы, Тумиловичи, Хойно, Чашники, Чериков, Чечерск. В последующие годы метеорологическая сеть продолжала расширяться. Часть метеостанций была открыта Западной экспедицией по осушению болот Полесья под руководством И. И. Жилинского.

К 1910 г. работало 105 станций 3-го разряда и 30 станций 2-го разряда, из них в современных границах Республики Беларусь – 23 станции. В первую половину XX века в метеорологических наблюдениях возникли существенные трудности, связанные с войнами, изменением границ государств и административно-территориального деления, сменой субъектов хозяйствования, в ведении которых находились станции наблюдений, следствием чего явились пропуски в рядах наблюдений и значительная пространственно-временная неоднородность метеорологических характеристик. Лишь после Великой Отечественной войны на территории Республики Беларусь начался отсчет современного этапа метеорологических наблюдений.

Метеорологические наблюдения используются при составлении прогнозов погоды, формируются в базы данных наблюдений, помещаются в метеорологических ежемесячниках и ежегодниках,

используются при описании климата республики и регионов, в подготовке справочных пособий, при обслуживании органов государственного управления, организаций, предприятий и населения республики, а также для оперативного обмена между странами Всемирной метеорологической организации (ВМО). В настоящее время метеорологические наблюдения в Беларуси по полной программе (более 40 метеорологических параметров) проводятся на 50 метеорологических станциях и сокращенные метеорологические наблюдения – на 77 метеорологических постах. На территории Белорусского Полесья метеорологические наблюдения ведутся на 13 метеорологических станциях (табл. 3.4, рис. 3.8). Такие станции, как Пружаны, Ивацевичи, Барановичи, Слуцк, Любань, Чечерск расположены в непосредственной близости к границам Полесья, и их данные могут использоваться в климатических обобщениях.

Таблица 3.4 – Перечень стационарных пунктов наблюдений государственной сети гидрометеорологических наблюдений на территории Белорусского Полесья

Область	Метеостанция
Брестская область	Брест
	Высокое
	Ганцевичи
	Дрогичин
	<i>Ивацевичи</i>
	Пинск
	Полесская <i>Пружаны</i>
Гомельская область	Брагин
	Василевичи
	Гомель
	Житковичи
	Жлобин
	Лельчицы
	Мозырь
	Октябрь <i>Чечерск</i>
Минская область	<i>Любань</i>

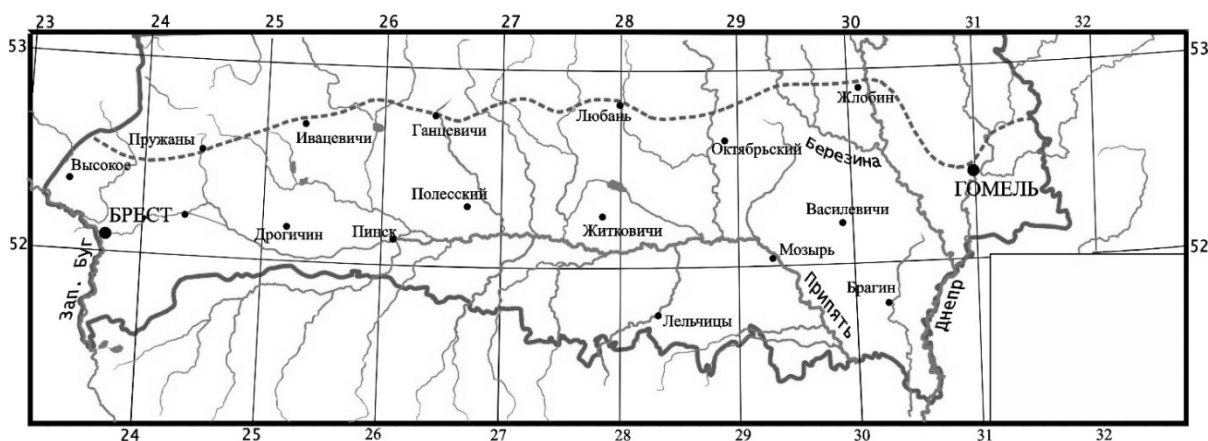


Рисунок 3.8 – Метеорологические станции на территории Белорусского Полесья

Для того чтобы результаты наблюдений были сравнимы между собой и могли использоваться на практике, они должны обладать единством качества, которое обуславливается средствами и методами производства наблюдений.

Единство средств метеорологических наблюдений достигается тем, что используемое оборудование должно отвечать требованиям ГОСТ и ТУ на их производство и эксплуатацию. Все приборы периодически поверяются в специализированных бюро (или на станциях), то есть сравниваются с эталонными приборами, показания которых принимаются за истинные. Результаты такого сравнения оформляются в виде поверочных сертификатов, которые устанавливают годность прибора к работе и содержат значение поправок, которые надо вводить к показаниям приборов. Единство методов измерений обеспечивается проведением их по единой методике, изложенной в Правилах проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях [215], положения которых являются обязательными при производстве всех наблюдений.

Количество действующих в Республике Беларусь стационарных пунктов метеорологических наблюдений соответствует действующим инструкциям ВМО, однако очевидно, что чем ближе будет находиться метеостанция к проектируемому объекту, тем надежнее будет точность инженерных расчетов и, в итоге, качество проектируемых мероприятий. Судить о репрезентативности станции можно, если результаты ее наблюдений показательны для окружающего более или менее значительного (порядка нескольких десятков километров) района и по результатам наблюдений этой станции можно получить интерполированные значения в пунктах окружающего ее района с точностью до ошибки принятого метода интерполяции, в предположении однородности территории района относительно всех факторов, под влиянием которых формируется метеорологический режим [216].

Требование к репрезентативному расположению точек с информацией – важное условие, необходимое при выполнении многих видов анализов, в частности картографического. Достоверность карты находится в прямой зависимости от плотности и равномерности расположения точек с информацией. Критерии, применяемые для определения равномерности, не представляют большой сложности в практическом использовании.

Одна из распространенных задач в картировании заключается в изучении способа распределения точек на двумерной поверхности или карте. Эти точки могут соответствовать местам взятия проб, получения наблюдений или быть точками проекции. Задача может состоять в изучении однородности распределения точек наблюдения, плотности распределения или в изучении связи точек друг с другом. Все эти вопросы возникают у исследователей, а полевые наблюдения, связанные с анализом положения точек, всегда приводят к этим или сходным задачам. Разработанная методология применима непосредственно при изучении природных явлений.

Существующие схемы расположения точек на картах удобно разделить на три категории: равномерные, случайные и групповые. Конечно, для большинства карт характерны схемы распределения точек, занимающих промежуточное положение между перечисленными крайними типами, и обычно задача заключается в классификационном отнесении наблюдаемой схемы к одному из этих типов.

Оптимальное количество опорных точек должно обосновываться особо для каждой картографируемой характеристики. В случае недостатка точек опорной сети в обобщениях необходимо учитывать факторы климатообразования и физико-географические признаки путем введения функции распределения исследуемой характеристики [218]:

$$M_{ij} = f(\varphi_j, \lambda_j, H_j), \quad (3.1)$$

где  $M_{ij}$  – величина физико-географической характеристики в ( $j$ )-точке, за ( $i$ )-период;  $\varphi_j, \lambda_j$  – соответственно географическая широта и долгота метеопункта;  $H_j$  – абсолютная отметка высоты точки.

Оптимизация контрольных точек основана на минимизации ошибок, получаемых в результате построения тех или иных карт. Карта, построенная при недостатке данных, дает лишь обобщенное изображение изолиний.

Оценку репрезентативности пространственного расположения точек наблюдений можно выполнить с помощью критерия ( $\chi^2$ ). При этом исследуемая территория делится на определенное количество участков, содержащих контрольные точки. Размеры участков определяются исходя из предположения объединения оцениваемых характеристик в пространственно-временные поля, аппроксимируемые пространственными корреляционными функциями. Внутри выделенных участков (областей) оценки репрезентативности осуществляются обычно при допущении, что оптимальным расстоянием (шагом) между метеопунктами является 20 километров. При существующей плотности метеорологической сети на локальных территориях (20 x 20 км) вообще могут отсутствовать метеопункты. Исходя из этого в качестве границ областей можно использовать границы полей изокоррелят исследуемых характеристик.

Критерий ( $\chi^2$ ) теоретически не зависит от формы и ориентирования в пространстве областей. Если существующие метеопункты расположены равномерно по территории, то каждая выделенная область будет содержать равное количество точек. Критерий ( $\chi^2$ ) определяется как

$$\chi^2 = \sum_{s=1}^n \frac{(N_s - X)^2}{X}. \quad (3.2)$$

Полученные значения ( $\chi^2$ ) сравниваются с критическими и делаются соответствующие выводы о репрезентативности пространственного расположения точек наблюдений. Заметим, что этот вывод касается только однородности распределения точек по участкам определенного размера. Вполне возможно, что существует такой вариант размера квадрата (особенно если он меньше, чем выбранный), при котором гипотеза о равномерности будет отклонена.

Для объективной оценки климатических воздействий на строительные конструкции важно сохранение неизменности местоположения метеостанций и, как следствие, однородности рядов гидрометеорологических наблюдений на них. Причинами нарушения однородности рядов наблюдений являются следующие факторы [216]:

- перенос пункта гидрометеорологических наблюдений в иные условия местоположения;
- изменение условий защищенности пункта гидрометеорологических наблюдений (застройка охранной зоны, рост деревьев и кустарников, несанкционированная хозяйственная деятельность в непосредственной близости от метеорологической площадки и др.);
- смена типа средств измерений;
- изменение методики производства наблюдений и методики выполнения измерений;
- изменение сроков наблюдений;
- смена персонала станции.

Очевидно, что с начала инструментальных наблюдений многократно нарушалась однородность временных рядов по указанным причинам. В таблице 3.5 приведен перечень метеостанций, по которым происходило существенное изменение высоты метеоплощадки. Временные ряды характеристик, изменчивость которых коррелирует с высотой местности, в этом случае получаются неоднородными и требуют обеспечения репрезентативности.

Обеспечение репрезентативности временных рядов на метеостанциях осуществляется системой поправок и корректировок. Исследователями на практике, в зависимости от решаемых задач, могут вводиться дополнительные коррективы.

Таблица 3.5 – **Изменчивость высоты метеостанций**

Метеостанция	Высота метеоплощадки, соотв. большей части временного ряда, м	Соврем. высота метеоплощадки, м	Разница, м	Примечание
Гомель	138	125	-13	141 м с 1950 по 1967 год
Мозырь	162	188	16	с 28 декабря 1997 г. метеоплощадка перенесена на 189 м

### 3.3. Теплоэнергетические ресурсы климата

Компоненты климатической системы: Солнце – атмосфера – подстилающая поверхность Земли находятся в состоянии сложных взаимодействий, которые реализуются в процессе теплообмена посредством прямых и обратных связей, раскрытие которых включает в себя качественную и количественную оценку теплоэнергетических ресурсов, определяющих в итоге суммарное испарение.

Помимо приходящей на земную поверхность коротковолновой солнечной радиации ( $Q$ ), имеет место ее отток в виде эффективного излучения ( $E_{эф}$ ), приходящегося на инфракрасную длинноволновую область спектра диапазоном 5–100 мкм.

Алгебраическая сумма потоков поглощенной коротковолновой радиации ( $Q_n$ ) и эффективного излучения ( $E_{эф}$ ) выражается величиной радиационного баланса ( $R$ )

$$R = Q_n - E_{эф} \quad (3.3)$$

или радиационного баланса земной поверхности по М. И. Будыко [34]

$$R = Q(1-A) - E_{эф}, \quad (3.4)$$

где  $Q$  – суммарная коротковолновая радиация, слагающаяся из прямой и рассеянной радиации;  $A$  – альbedo как отражательная способность земной поверхности.

Радиационный баланс ( $R$ ) – знакпеременная величина как в сезонном, так и в суточном ходе. При положительной величине радиационного баланса ( $R^+$ ) подстилающая поверхность поглощает большую долю суммарной коротковолновой радиации ( $Q$ ) по сравнению с длинноволновым (эффективным) излучением ( $E_{эф}$ ) в радиационно-темное время суток. В случае отрицательной величины радиационного баланса ( $R^-$ ) преобладает эффективное излучение ( $E_{эф}$ ), тепло отдается атмосфере и понижается температура земной поверхности.

Альbedo ( $A$ ) свойственны сезонные и суточные изменения. Сезонные – связаны с характером растительности, состоянием подстилающей поверхности и др. Например, существенно изменение альbedo сельскохозяйственных угодий в период вегетации, а также его однозначное увеличение в

зимние месяцы благодаря высокой отражательной способности снежного покрова. Установлено, что с увеличением влажности почв от 1 до 15–20 % величина (А) резко уменьшается [98].

Эффективное излучение ( $E_{эф}$ ), входящее в балансовое уравнение (3.4), выражается зависимостью [94]

$$E_{эф} = E_3 - E_a, \quad (3.5)$$

где  $E_3$  – собственно излучение земной поверхности;  $E_a$  – встречное излучение атмосферы.

В большинстве случаев температура подстилающей поверхности выше температуры воздуха, когда соблюдается условие  $E_3 > E_a$  и величина ( $E_{эф}$ ) является расходной статьей уравнения радиационного баланса (3.4). Но в переходные периоды – зимой и весной, при таянии снега и промерзшего слоя почвогрунтов, имеет место соотношение  $E_3 < E_a$ , и величина эффективного излучения ( $E_{эф}$ ) – отрицательна. На территории Полесья это явление часто наблюдается при смене погоды из-за фазовых превращений воды в толще снега, льда, в сезонно-промерзающем слое почвогрунтов.

В процессе тепловлагообмена происходит преобразование радиационного баланса в другие виды энергии. Для участка суши используется аналитическая запись закона превращения и сохранения энергии. Радиационный баланс имеет двузначный суточный и сезонный ход, что распространяется и на его составляющие. Заменяя скомпенсированные потоки энергии их суммами, например  $R = R^+ - R^-$ , и группируя положительные и отрицательные потоки, получаем развернутое уравнение теплоэнергетического баланса

$$R^+ + P^+ + B^+ + LC = R^- + P^- + B^- + LZ, \quad (3.6)$$

в левой части которого – теплоэнергетические ресурсы климата:

$R^+ = Q_n$  – положительная составляющая радиационного баланса;  $P^+$  – положительная составляющая турбулентного теплообмена;  $B^+$  – увеличение теплосодержания деятельного слоя почвы за счет теплоотдачи более глубоких слоев почвы в период их охлаждения;  $LC$  – тепло, выделяемое при конденсации водяных паров воздуха;

в правой части – расходные статьи теплоэнергетического баланса:

$R^- = E_{эф}$  – отрицательная составляющая радиационного баланса;  $P^-$  – отрицательная составляющая турбулентного теплообмена;  $B^-$  – уменьшение теплосодержания деятельного слоя почвы за счет теплоотдачи в более глубокие слои почвы;  $LZ$  – тепло, затрачиваемое на суммарное испарение.

Графически, в векторной форме, теплоэнергетический баланс земной поверхности представлен на рисунке 3.9.

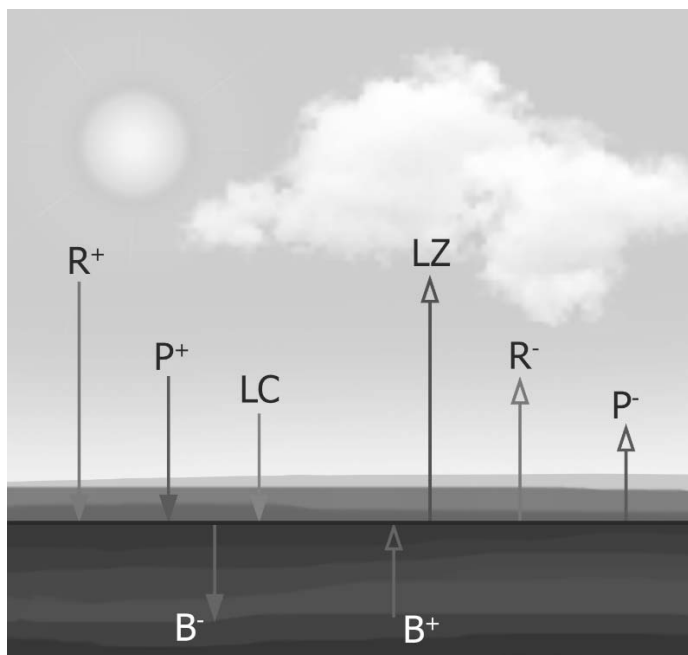


Рисунок 3.9 – Схема векторов теплоэнергетического переноса на уровне земной поверхности

Ввиду отсутствия или ограниченности актинометрических наблюдений на метеостанциях, находящихся на территории Белорусского Полесья, радиационные характеристики и теплоэнергетические ресурсы климата определяются аналитическим путем. В таблице 3.6 приведены показатели радиации, рассчитанные с использованием имеющихся данных актинометрических наблюдений для

Бреста. В расчетах использовано альbedo площадки (табл. 3.7), покрытой в бесснежный период травой, а часть зимы – снегом [95].

В то же время необходимо учитывать фактическую отражательную способность, зависящую прежде всего от типа почв и вида сельскохозяйственного использования земель, что отражается в данных таблицы 3.8.

Таблица 3.6 – Месячные и годовые суммы радиации (МДж/м<sup>2</sup>) на горизонтальной поверхности при действительных условиях облачности для Бреста

Раздел 1.01	Радиация	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
	Прямая	21,0	46,1	138,3	192,7	289,1	364,5	331,0	255,6	184,4	92,2	21,0	12,6	1948,5
	Рассеянная	67,0	104,8	171,8	217,9	297,5	289,1	297,5	243,0	176,0	104,6	54,5	46,1	2069,8
	Суммарная	88,0	150,8	310,1	410,6	586,6	653,6	628,5	498,6	360,3	196,9	75,4	58,7	4018,1
	Поглощенная	33,5	62,9	188,6	331,0	456,7	511,2	494,4	393,9	280,7	150,8	54,5	33,5	2991,7
	Эффективное излучение	46,1	62,9	92,2	129,9	155,0	150,8	134,1	117,3	113,1	92,2	54,5	50,3	1198,2
	Радиационный баланс	-12,6	0,0	96,4	201,1	301,7	360,3	360,3	276,5	167,6	58,7	0,0	-16,8	1793,2

Таблица 3.7 – Альbedo площадки для Бреста, в процентах

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Альbedo	60	57	39	19	22	22	21	21	22	23	27	44

Таблица 3.8 – Типичное сельскохозяйственное использование почв Белорусского Полесья (для определения динамики альbedo)

Метеостанция	Почва	Сельскохозяйственное использование земель (культура)
Брест	заболоченная песчаная	картофель и овощи
Высокое	супесчаная	технические культуры (лен-долгунец и сахарная свекла)
Ивацевичи	торфяно-болотная	зерновые культуры
Пинск	торфяно-болотная	кормовые культуры
Полесская	суглинистая	картофель и овощи
Пружаны	супесчаная	кормовые и зерновые культуры
Брагин	супесчаная	зерновые и кормовые культуры
Василевичи	песчаная	кормовые культуры и картофель
Гомель	заболоченная песчаная	картофель и овощи
Житковичи	заболоченная супесчаная	картофель и овощи
Лельчицы	песчаная	зерновые культуры
Мозырь	супесчаная	картофель и овощи

В таблице 3.9 представлены установленные нами значения альbedo подстилающей поверхности, учитывающие почвенные условия, характер растительности (наиболее вероятное сельскохозяйственное использование земель и фазы развития сельскохозяйственных культур), наличие снежного покрова и его состояние, степень увлажнения почвы и другие факторы. Фактически данные таблицы 3.9 отражают значения альbedo, которые скорректированы с учетом реальных условий.

Годовые суммы радиационного баланса рассчитаны как

$$R_T = (1,274 \sum t > 10^{\circ}\text{C}^{0,447}) 41,9, \quad (3.7)$$

где  $t > 10^{\circ}\text{C}$  – сумма температур больше  $10^{\circ}\text{C}$ .

В пределах Белорусского Полесья годовые суммы радиационного баланса изменяются с северо-востока на юго-запад в пределах от 1600 до 1800 МДж/м<sup>2</sup>. Радиационный баланс территории Белорусского Полесья наибольший в Беларуси и превышает северо-восточные ее районы на 250–300 МДж/м<sup>2</sup> в год. Годовые суммы коротковолновой радиации ( $R^+$ ) изменяются по исследуемой территории в пределах 2840–2995 МДж/м<sup>2</sup> (в Бресте 2992 МДж/м<sup>2</sup>). Эффективное излучение ( $R^-$ ) изменяется в пределах 1150–1340 МДж/м<sup>2</sup> (в Бресте 1198 МДж/м<sup>2</sup>). Радиационный баланс положительный с марта по октябрь, и его максимальные значения приходятся на июнь-июль. Наибольшие отрицательные значения приходятся на декабрь (табл. 3.6).

Уравнение (3.6) является наиболее точным выражением закона сохранения энергии и справедливо для любых расчетных интервалов времени, так как учитывает все возможные случаи сочетания направлений тепловых потоков. Однако следует отметить, что недостаточно разработан вопрос участия в теплоэнергетическом балансе величины турбулентного теплообмена приземной атмосферы. Обычно температура земной поверхности не равна температуре вышележащих слоев воздуха, вследствие чего имеет место теплообмен, обусловленный турбулентной теплопроводностью воздуха. Схема векторов турбулентного теплообмена приземной атмосферы представлена на рисунке 3.10 и включает в себя положительные и отрицательные потоки конвективного ( $P_k^+$ ,  $P_k^-$ ) и адвективного тепла ( $P_a^+$ ,  $P_a^-$ ).

Таблица 3.9 – Альbedo подстилающей поверхности сельскохозяйственных угодий Белорусского Полесья

Метеостанция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брест	0,75	0,60	0,40	0,17	0,17	0,18	0,25	0,25	0,18	0,17	0,17	0,50
Высокое	0,75	0,60	0,42	0,21	0,21	0,24	0,24	0,24	0,20	0,21	0,21	0,50
Ивацевичи	0,75	0,60	0,38	0,09	0,19	0,24	0,18	0,11	0,18	0,11	0,09	0,50
Пинск	0,75	0,60	0,38	0,09	0,21	0,25	0,25	0,25	0,18	0,11	0,09	0,50
Полесская	0,75	0,60	0,39	0,16	0,16	0,18	0,25	0,25	0,18	0,16	0,16	0,50
Пружаны	0,75	0,60	0,42	0,21	0,19	0,24	0,18	0,11	0,18	0,21	0,21	0,50
Брагин	0,75	0,60	0,42	0,21	0,19	0,24	0,18	0,11	0,18	0,21	0,21	0,50
Василевичи	0,75	0,60	0,45	0,24	0,24	0,18	0,25	0,25	0,18	0,24	0,24	0,50
Гомель	0,75	0,60	0,38	0,17	0,11	0,18	0,25	0,25	0,18	0,17	0,17	0,50
Житковичи	0,75	0,60	0,39	0,16	0,16	0,18	0,25	0,25	0,18	0,16	0,16	0,50
Лельчицы	0,75	0,60	0,45	0,24	0,19	0,19	0,24	0,18	0,18	0,24	0,24	0,50
Мозырь	0,75	0,60	0,39	0,16	0,16	0,18	0,25	0,25	0,18	0,16	0,16	0,50

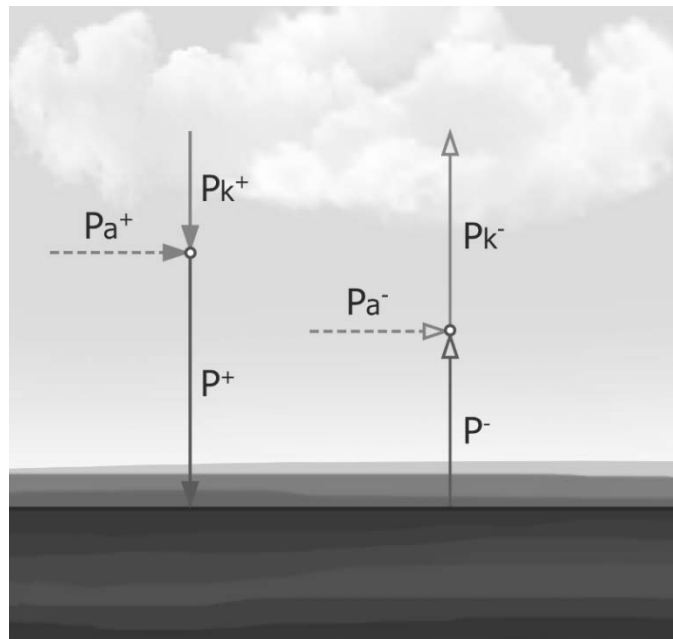


Рисунок 3.10 – Схема векторов турбулентных потоков приземной атмосферы

Поток конвективного тепла ( $P_k^+$ ) имеет вертикальное направление и считается положительным и направленным к земной поверхности при более низком теплосодержании подстилающей поверхности, чем более высокие слои приземной атмосферы. И наоборот, поток ( $P_k^-$ ) направлен от нагретой подстилающей поверхности к холодным верхним слоям воздуха. Результирующую конвективного потока тепла можно выразить уравнением М. И. Будыко [34]

$$P_k = \rho c_p D (t_n - t_z), \quad (3.8)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха;  $c_p$  – удельная теплоемкость воздуха;  $D$  – интегральный коэффициент турбулентной диффузии;  $t_n$  – температура подстилающей поверхности;  $t_z$  – температура воздуха на высоте ( $z$ ).



Основную долю тепла составляет тепло адвекции, получаемое в результате горизонтального переноса воздушных масс. Положительной считается составляющая ( $P_a^+$ ) при более высоком теплосодержании воздушных масс, приносимых с других территорий, чем теплосодержание подстилающей поверхности исследуемой территории. Поток ( $P_a^-$ ) имеет место в случае прихода извне холодных воздушных масс, именуемых адвекцией холода. Величина ( $P^+$ ), входящая в уравнение (3.6), представляет собой алгебраическую сумму потоков  $P_a^+ + P_k^+ = P^+$ . Однако в уравнении (3.6), характеризующем теплоэнергетические ресурсы климата, идущие на процесс суммарного испарения, учитывается расход тепла на компенсацию потоков холода, определяемых, в основном, величиной ( $P_a^-$ ), а суммарно  $P^- = P_a^- + P_k^-$ . Тепловой режим территории Белорусского Полесья формируется в большей степени солнечной радиацией, но существенную корректировку в этот режим вносит атмосферная циркуляция. В результате для нее значительно влияние морского воздуха Атлантики. Влияют на климат исследуемой территории и внутриматериковые воздушные массы. Так, арктический воздух, проникая на территорию Полесья, всегда вызывает резкое похолодание. При этом температура приземного слоя воздуха зимой может опуститься ниже  $-35\text{ }^\circ\text{C}$ , а летом до  $10\text{--}12\text{ }^\circ\text{C}$ .

Наибольшее количество тепла, идущего на компенсацию ( $P_a^-$ ), приходится на летние месяцы. Это связано с тем, что величина турбулентного теплообмена зависит не только от его интенсивности на некоторой высоте от земной поверхности, но и от условий теплопроводности атмосферы, определяемой в большей степени ее влажностью. На летние месяцы приходится наибольшее влагосодержание атмосферы – 21, 26, 24 мм, а его внутригодовой ход синхронно следует внутригодовому ходу ( $P_a^-$ ).

В таблице 3.10 приведены годовые показатели турбулентного теплообмена приземной атмосферы, рассчитанные по формулам [126] и [130]:

$$P_r^+ = (6,8 - 0,082 R_r) 41,9; \quad (3.9)$$

$$P_r^- = (45,94 - 0,016 \sum t > 10^\circ\text{C}) 41,9. \quad (3.10)$$

Таблица 3.10 – Годовые суммы турбулентного теплообмена, МДж/м<sup>2</sup>

Метеостанция	$P^+$	$P^-$	Метеостанция	$P^+$	$P^-$
Брест	139	205	Малорита	140	232
Кобрин	140	232	Пружаны	143	305

Как видно из таблицы 3.10, в годовом теплоэнергетическом балансе доминирует отрицательная составляющая турбулентного теплообмена, что свидетельствует о более высоком теплосодержании подстилающей земной поверхности в большую часть года, чем воздушных потоков, поступающих, в основном, с Атлантики. В итоге на нагревание воздушных потоков расходуется часть коротковолновой радиации и потока тепла из почвы. Лишь в холодный период года атлантические воздушные массы имеют более высокое теплосодержание и формируют приходную часть теплоэнергетического баланса (3.6).

Теплообмен в почве ( $B$ ) – величина знакопеременная в годовом разрезе. С марта по август доминируют потоки, направленные от поверхности вглубь почвы. Для среднего годового периода справедливо соотношение  $B^+ - B^- \approx 0$ , так как почти все тепло ( $B^+$ ), аккумулированное в деятельном слое почвы за теплый период, расходуется при теплоотдаче ( $B^-$ ) за холодный период года. По сравнению с радиационными характеристиками и турбулентным теплообменом приземной атмосферы величины ( $B$ ) малы, и часто в практических расчетах ими пренебрегают. Это относится также к теплу, выделяемому при конденсации паров воздуха ( $LC$ ).

Как было отмечено выше, для Беларуси характерно большое количество фазовых переходов влаги в зимний период, которые приводят к локальному выделению или поглощению тепла. Число циклов замерзания и оттаивания в году равно, поэтому при расчете теплоэнергетического баланса (3.6) за годовой период тепло фазовых переходов не учитывается.

Большая часть приходных статей уравнения (3.6) расходуется на процесс суммарного испарения. Для определения затрат тепла заменяем суммарное испарение ( $Z$ ) на максимально возможное ( $Z_m$ ), в предположении достатка ресурсов влаги. Пространственная структура максимально возможного испарения имеет широтное распространение, увеличивается с юго-запада на северо-восток и подчиняется основным закономерностям распределения солнечной радиации. В Бресте  $Z_m = 862$  мм, в Пинске  $Z_m = 808$  мм, в Гомеле  $Z_m = 836$  мм, в Василевичах  $Z_m = 852$  мм [48]. Зная  $L = 2,512$  МДж/м<sup>2</sup> на 1 мм слоя воды – удельную теплоту испарения воды, затраты тепла на процесс суммарного испарения на исследуемой территории составляют 1960–2170 МДж/м<sup>2</sup>.

В распределении солнечной энергии и превращениях ее в атмосфере, на земной поверхности участвует множество факторов. Основные из них [190]: состояние облачности; профили температуры, водяного пара и озона; наличие пыли и дымки в атмосфере; спектральные свойства подстилающей поверхности; концентрация в атмосфере  $\text{CO}_2$ ; атмосферное давление на уровне поверхности Земли и др. Существующие модели оценки поступающей солнечной энергии, основанные на учете этих факторов, как правило, громоздки и сложны для практического использования в хозяйственных нуждах.

Для практической оценки части энергии Солнца, участвующей в непрерывных процессах теплообмена на уровне подстилающей поверхности, нами предлагается методика поэтапного моделирования суточных величин коротковолновой радиации ( $Q_i$ ) [132]. На первом этапе определяется суточная инсоляция ( $Q'_i$ ) при отсутствии земной атмосферы по зависимости [125]

$$Q'_i = \frac{2Q_0}{(r_i/r_0)^2} \left[ t_{oi} \sin \varphi \sin \delta_i + \frac{\Pi}{2\pi} \cos \varphi \cos \delta_i \sin \left( \frac{2\pi}{\Pi} t_{oi} \right) \right], \quad (3.11)$$

где  $Q_0 = 1,37 \text{ кВт/м}^2$  – солнечная постоянная;  $r_0 = 149597870 \text{ км}$  – среднегодовое расстояние между Землей и Солнцем;  $r_i$  – расстояние между Землей и Солнцем в  $i$ -сутки, км;  $t_{oi}$  – момент восхода (захода) Солнца в  $i$ -сутки, час;  $\Pi = 24$  часа – продолжительность солнечных суток;  $\varphi$  – географическая широта местности, °;  $\delta_i$  – геоцентрическое склонение Солнца в  $i$ -сутки, °.

Решение уравнения (3.11) связано с нахождением параметров ( $r_i$ ), ( $t_{oi}$ ) и ( $\delta_i$ ), входящих в него и непостоянных во времени. В течение года расстояние между Землей и Солнцем незначительно изменяется ( $\pm 1,65\%$  от ( $r_0$ )) и при эксцентриситете земной орбиты ( $e$ ), равном 0,017, составляет в афелии ( $r_a \approx r_0(1+e)$ ) около 152 млн км, в перигелии ( $r_{II} \approx r_0(1-e)$ ) около 147 млн км (рис. 3.11).

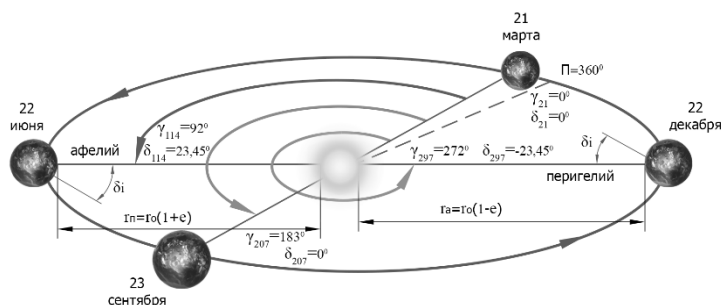


Рисунок 3.11 – Положение Земли в главные даты годичного движения Солнца

При установленном эксцентриситете земной орбиты ( $e$ ) изменение суточной инсоляции может достигать 7 %, т. е. практически значимой величины. В качестве главных дат годичного движения Солнца нами используются (рис. 3.11): дни летнего (22 июня) и зимнего (22 декабря) солнцестояния, дни весеннего (21 марта) и осеннего (23 сентября) равноденствий, а расчеты соответствующих расстояний между Землей и Солнцем ( $r_i$ ) выполняются, согласно законам Кеплера [23], по уравнениям эллиптической орбиты Земли.

Наиболее весомый вклад в величину суточной инсоляции ( $Q'_i$ ) вносит изменение во времени геоцентрического склонения Солнца ( $\delta_i$ ) – угла между линией Солнце – Земля и плоскостью экватора. Расчеты величины ( $\delta_i$ ) нами выполняются по методике, изложенной в научной работе [226]. При этом весь процесс моделирования поступающей на земную поверхность коротковолновой радиации осуществляется исходя из того, что полный годовой период составляет  $360^\circ$ , а его начало – 1 марта. Это позволяет обойти проблему високосного года и упростить вычисления. Некоторый годовой угол ( $Y_i$ ) в сутки ( $i$ ) исходя из того, что в день весеннего равноденствия (21 марта)  $Y_i = 0^\circ$ , будет определяться следующим образом [226]:

$$Y_i = \left( i - \frac{21}{365} \right) \cdot 360^\circ. \quad (3.12)$$

С учетом зависимости (3.11) величину геоцентрического склонения Солнца ( $\delta_i$ ) для любых ( $i$ ) суток года определяем по эмпирической формуле [226]:

$$\begin{aligned} \delta_i = & 0,38092 - 0,76996\cos Y_i + 23,26500\sin Y_i + 0,36958\cos 2Y_i + 0,10868\sin 2Y_i + \\ & + 0,01834\cos 3Y_i - 0,16650\sin 3Y_i - 0,00392\cos 4Y_i + 0,00072\sin 4Y_i - \\ & - 0,00051\cos 5Y_i + 0,00250\sin 5Y_i + 0,00442\cos 6Y_i . \end{aligned} \quad (3.13)$$

С использованием схемы, представленной на рисунке 3.11, и зависимостей (3.12), (3.13) можно получить следующие значения геоцентрического склонения Солнца ( $\delta_i$ ) при соответствующей величине годового угла ( $Y_i$ ):

в дни равноденствий  $-\delta_{21} = 0^\circ$ ,  $Y_{21} = 0^\circ$  (весеннего, 21 марта);  $\delta_{207} = 0^\circ$ ,  $Y_{207} \approx 183^\circ$  (осеннего, 23 сентября);

в дни солнцестояний  $-\delta_{114} = 23,45^\circ$ ,  $Y_{114} \approx 92^\circ$  (летнего, 22 июня);  $\delta_{297} = -23,45^\circ$ ,  $Y_{297} \approx 272^\circ$  (зимнего, 22 декабря).

Момент восхода (захода) Солнца нами приурочен к местному полдню и определен из соотношения:  $\pm t_{0i} = D/2$ , где  $D$  – долгота дня, рассчитанная как разность истинного солнечного времени между заходом (З) и восходом (В) Солнца. Время восхода (захода) Солнца в любые сутки ( $i$ ) нами определяется линейной интерполяцией с использованием величин (В) и (З), приведенных на середину каждого месяца в соответствующих справочниках. При этом погрешность вычислений составила  $\pm 2-5$  мин. Впервые расчеты суточной инсоляции ( $Q'_i$ ) по формуле, подобной (3.11), выполнялись М. Миланковичем. Вместо моментов восхода ( $-t_{0i}$ ) и захода ( $+t_{0i}$ ) Солнца использовались часовые углы этих моментов ( $\pm \psi_{0i}$ ), найденные по формуле [125]

$$\cos \psi_{0i} = -\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta_i . \quad (3.14)$$

Большинством авторов суммарная коротковолновая радиация оценивается с использованием эмпирических и полуэмпирических связей ( $Q_i$ ) с продолжительностью солнечного сияния ( $T_{\text{исолн}}$ ) и баллом облачности ( $O_i$ ). Используя экспериментальные данные по суммарной коротковолновой радиации и по продолжительности солнечного сияния ( $T_{\text{исолн}}$ ), приведенные к суточным значениям, мы получили зависимость [132]

$$Q_i = Q_{\min} + 1,649T_{\text{исолн}} , \quad \text{при } r = 0,97 \pm 0,01, \quad (3.15)$$

где  $Q_{\min} = 0,207 \text{ МДж/м}^2$  – величина суммарной коротковолновой радиации при отсутствии солнечного сияния ( $T_{\text{исолн}} = 0$ ), сформированная, главным образом, за счет рассеянной коротковолновой радиации ( $Q_{\text{рас}}$ ).

По уравнению (3.15) можно рассчитывать на территории Белорусского Полесья суточные величины суммарной коротковолновой радиации ( $Q_i$ ) в реальные годы при наличии данных по продолжительности солнечного сияния.

На втором этапе моделирования среднесуточного количества суммарной коротковолновой радиации ( $Q_i$ ) нами установлена зависимость между величинами ( $Q_i$ ) и ( $Q'_i$ ) [132]

$$Q_i = a + bQ'_i , \quad \text{при } r = 0,997 \pm 0,001, \quad (3.16)$$

где  $a = -1,542$ ,  $b = 0,575$  – коэффициенты уравнения как комплексные параметры, отражающие в реальных условиях пропускную способность атмосферы.

Данные коэффициенты имеют небольшую пространственно-временную изменчивость в пределах территории Белорусского Полесья. Отмечается тенденция к некоторому уменьшению коэффициента ( $a$ ) в направлении низких широт. График сравнения измеренных ( $Q_{\text{изм}}$ ) и рассчитанных ( $Q_{\text{р}}$ ) среднесуточных величин суммарной коротковолновой радиации для метеостанции Василевичи представлен на рисунке 3.12. При этом измеренные суточные величины получены по экспериментальным месячным данным интерполяцией, а рассчитанные – моделированием с использованием предлагаемой методики. Хорошая сходимости измеренных и рассчитанных величин ( $Q_i$ ) указывает на корректность и перспективность предлагаемой методики.

Суточное значение скомпенсированного радиационного баланса ( $R_i$ ), как результирующая суммарной коротковолновой радиации ( $Q_i$ ), отраженной радиации ( $R_{i \text{ отр}}$ ) и эффективного излучения ( $E_{i \text{ эф}}$ ), определяется по уравнению

$$R_i = Q_i - R_{i \text{ отр}} - E_{i \text{ эф}} . \quad (3.17)$$

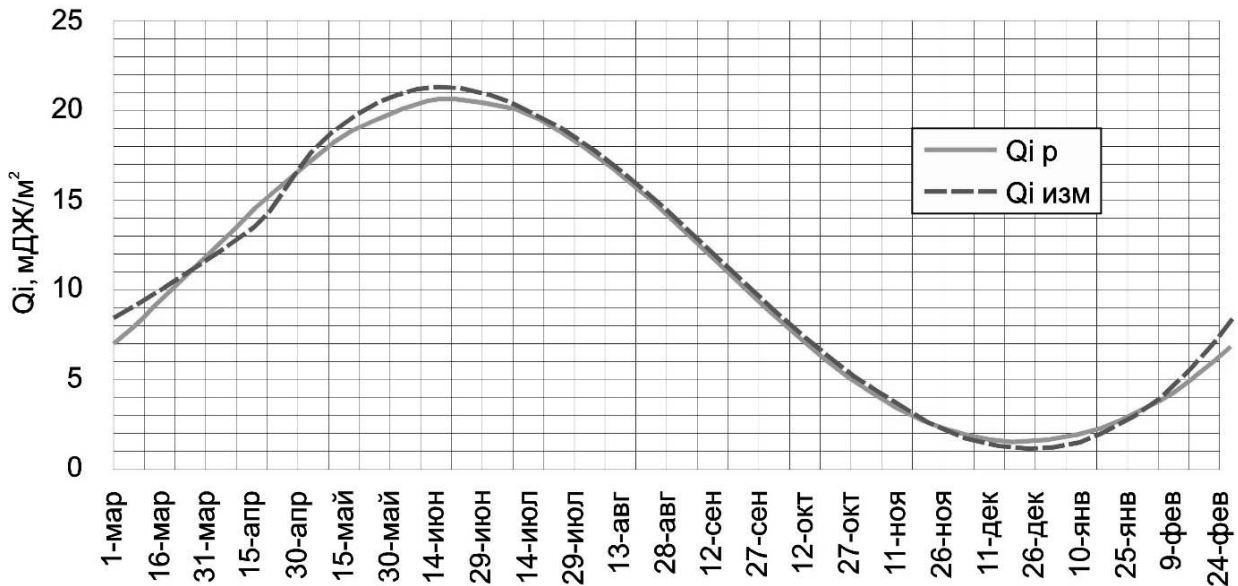


Рисунок 3.12 – График связи измеренных ( $Q_{iизм}$ ) и рассчитанных ( $Q_{ip}$ ) среднесуточных величин суммарной коротковолновой радиации ( $Q_i$ ) для метеостанции Василевичи

Непосредственный расчет величин радиационного баланса ( $R_i$ ) по уравнению (3.17) возможен при наличии данных по отраженной радиации ( $R_{iотр}$ ) и эффективному излучению ( $E_{iэф}$ ). Отраженная радиация ( $R_{iотр}$ ) функционально связана с альбедо ( $A_i$ ) и определяется как

$$R_{iотр} = A_i Q_i \quad (3.18)$$

Недостаточность опытных данных по излучению земной поверхности ( $E_{i3}$ ) и противоизлучению атмосферы ( $E_{ia}$ ) не позволяет непосредственно определять величину ( $E_{iэф}$ ) по уравнению (3.5). Здесь уместно использование методов, базирующихся на связях эффективного излучения с массовыми метеорологическими характеристиками. Анализ экспериментальных данных позволил установить наиболее тесные связи среднесуточных величин эффективного излучения ( $E_{iэф}$ ) со среднесуточными температурами поверхности почвы ( $t_{i почв}$ ) и воздуха ( $t_{i возд}$ ) [132]:

$$E_{iэф} = \exp(0,766 + 0,048t_{i почв}), \quad \text{при } r = 0,97 \pm 0,01, \quad (3.19)$$

$$E_{iэф} = \exp(0,781 + 0,056t_{i возд}), \quad \text{при } r = 0,95 \pm 0,01. \quad (3.20)$$

Разработанные нами методики определения среднесуточных величин коротковолновой радиации ( $Q_i$ ) и радиационного баланса ( $R_i$ ) успешно апробированы при оценке естественного радиационного режима на территории Белорусского Полесья. На рисунке 3.13 представлены измеренные и рассчитанные по системе формул величины среднесуточного радиационного баланса ( $R_i$ ) для метеостанции Василевичи.

Отмечая хорошую сходимость измеренных и рассчитанных величин ( $R_i$ ), необходимо признать, что в точках перегиба аппроксимирующей функции имеет место занижение рассчитанных значений среднесуточного радиационного баланса ( $R_i$ ) на 0,4–0,8 МДж/м<sup>2</sup> (июнь) или их завышение на 0,2–0,4 МДж/м<sup>2</sup> (конец декабря – начало января).

Выполненное исследование дает возможность количественно оценить ту часть приходящей на земную поверхность солнечной энергии, которая с определенной закономерностью распределяется по исследуемой территории и активно участвует в процессах тепловлагообмена на мелиорируемых землях и водосборах, в целом.

Солнечное сияние в принятой нами терминологии означает наличие прямой солнечной радиации. При этом определяющим является не интенсивность, а сам факт поступления прямых солнечных лучей. По решению Всемирной метеорологической организации (ВМО) нижний порог, начиная с которого отмечается солнечное сияние, равен 0,12 квт/м<sup>2</sup>. Продолжительность солнечного сияния ( $\tau$ ) определяется временем, когда солнце находится над горизонтом, и облачностью [94].

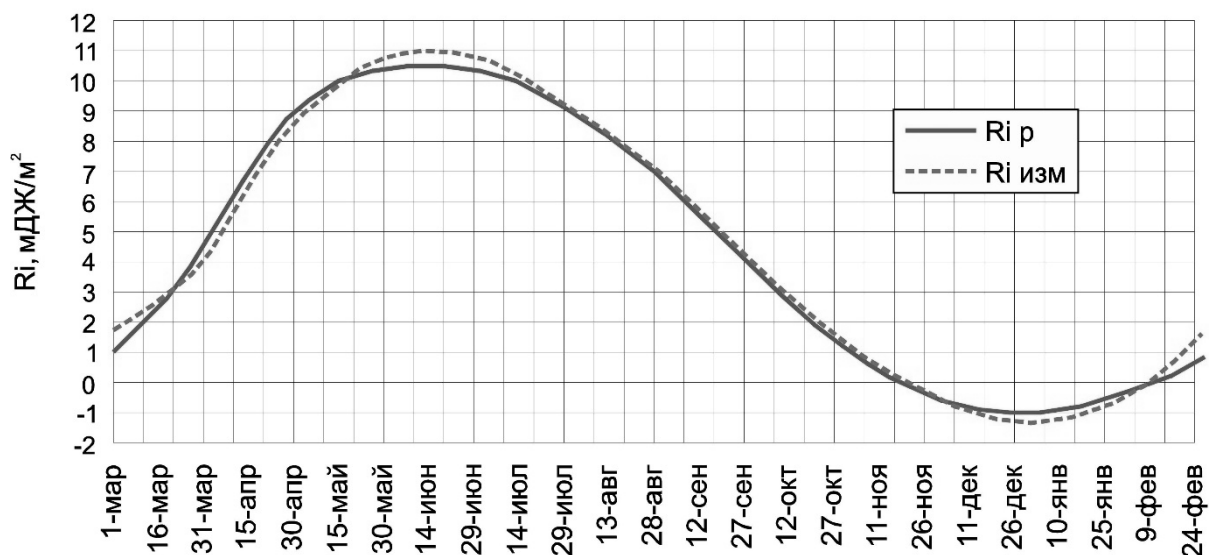


Рисунок 3.13 – График сравнения измеренных и рассчитанных по системе формул среднесуточных величин радиационного баланса ( $R_i$ ) для метеостанции Василевичи

Максимально возможная продолжительность солнечного сияния на исследуемой территории составляет около  $4510 \pm 5$  часов в год. Действительная продолжительность солнечного сияния значительно меньше и определяется режимом облачности. Так, для Бреста средняя многолетняя годовая интенсивность солнечного сияния за период 1975–2004 гг. составила 1824 часа. В отдельные годы ( $\tau_r$ ) может быть менее 1500 часов, например, в 1980 г. в Бресте ( $\tau_r$ ) составило 1392 часа. В 1980 г. лето в Бресте отличалось пасмурной погодой и обилием осадков. Начало 2000-х годов характеризуется наибольшей продолжительностью солнечного сияния в Бресте: 2000 г. –  $\tau_r = 2119$  часов; 2002 г. –  $\tau_r = 2010$  часов; 2003 г. – 2137 часов.

Среднее квадратическое отклонение для ( $\tau_r$ ) составляет 148 часов. Распределение ( $\tau_r$ ) близко к нормальному, и можно считать, что примерно в 70 % случаев годовая продолжительность отличается от средней не больше, чем на указанную величину [94].

В таблице 3.11 приведены характеристики продолжительности солнечного сияния за период 1975–2004 гг., а также данные по другим источникам и периодам.

Таблица 3.11 – Характеристики продолжительности солнечного сияния в Бресте

Период осреднения, источник информации	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
$\tau$ , часов за 1975 – 2004 гг. Осредненные данные по метеостанции Брест	46	76	128	180	264	256	260	254	152	118	50	38	1824
Среднее квадратическое отклонение, часов	15	25	35	42	38	49	53	43	46	42	18	15	148
Отношение фактической и возможной продолжительности, %	18	27	35	43	54	51	52	56	40	36	19	16	40
$\tau$ , часов за 1949–1963 гг. [95]	43	66	141	181	246	269	262	239	199	129	42	33	1850
$\tau$ , часов за 1938–1980 гг. [145]	49	68	137	170	238	265	259	241	187	116	43	33	1806

Как видно из таблицы 3.11, данные по различным источникам существенно отличаются. Это связано прежде всего с использованием различных периодов осреднения, приходящихся на различные климатические эпохи. Так, считается, что максимальная продолжительность солнечного сияния приходится на июнь. Однако данные последних 30 лет говорят о значительной трансформации климатических характеристик. Нынешний максимум ( $\tau$ ) приходится на май, а его значения в июне еще и меньше июльских. Обнаруживается тенденция перераспределения продолжительности солнечного сияния между смежными месяцами. Например, в феврале имеет место увеличение значений ( $\tau$ ), а затем их снижение в марте. Такая же картина наблюдается в мае-июне, августе-сентябре.

На рисунке 3.14 приведен внутригодовой ход возможной и фактической продолжительности солнечного сияния в Бресте. Кривые практически следуют синхронно, за исключением снижения и увеличения ( $\tau$ ) в отмеченные месяцы. Указанные трансформации связаны с изменением режима облачности и в итоге режима выпадения атмосферных осадков.

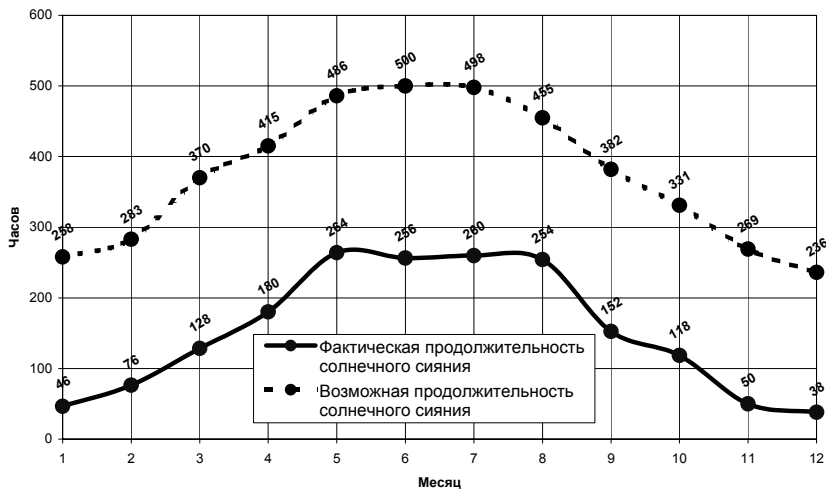


Рисунок 3.14 – Возможная и фактическая продолжительность солнечного сияния в Бресте, часов

В таблице 3.12 приведены данные по среднесуточной продолжительности солнечного сияния для метеостанций Белорусского Полесья.

Таблица 3.12 – Среднесуточная продолжительность солнечного сияния на территории Белорусского Полесья,  $T_{солн}$ , часов

Метеостанция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брест	1,6	2,3	4,5	5,9	8,3	8,6	8,8	8,2	5,8	4,0	1,6	1,1
Высокое	1,7	2,3	4,5	5,9	8,3	8,8	8,8	8,3	5,8	3,9	1,5	1,1
Ивацевичи	1,6	2,4	4,5	5,9	8,8	9,1	9,2	8,4	5,7	3,9	1,5	1,1
Пинск	1,7	2,3	4,6	6,0	8,4	9,0	9,0	8,3	5,9	3,9	1,5	1,1
Полесская	1,5	2,5	4,1	6,0	8,5	8,6	9,0	8,3	4,8	4,1	1,6	1,0
Пружаны	1,7	2,3	4,5	5,9	8,3	8,8	8,8	8,3	5,8	3,9	1,5	1,1
Брагин	1,6	2,4	4,6	6,0	8,7	9,0	9,1	8,4	5,8	3,9	1,5	1,1
Василевичи	1,6	2,3	4,4	6,0	8,8	9,2	9,3	8,4	6,0	3,7	1,4	1,1
Гомель	1,6	2,4	4,5	5,9	8,8	9,1	9,2	8,4	5,7	3,9	1,5	1,1
Житковичи	1,6	2,3	4,6	6,0	8,6	9,0	9,0	8,3	5,9	3,8	1,5	1,1
Лельчицы	1,5	2,5	4,1	6,0	8,5	8,6	9,0	8,3	4,8	4,1	1,6	1,0
Мозырь	1,6	2,4	4,6	6,0	8,5	9,0	9,0	8,4	5,9	3,8	1,5	1,1

### 3.4. Циркуляционные факторы климата

Давление воздуха практически полностью определяется циркуляционными процессами атмосферы, зависит от географического местоположения и высоты местности над уровнем моря. В практике пользуются данными по атмосферному давлению, определенному на уровне станции, а также приведенному к уровню моря. Переход от одного уровня к другому осуществляется с помощью приближенного соотношения: на каждые 8 метров увеличения высоты давление уменьшается на 1 гПа. В метеорологии давление иногда приводится в миллибарах (1мб = 1гПа). В быту (телевизионных прогнозах погоды и др.) атмосферное давление дается в миллиметрах ртутного столба. В этих же единицах тарированы бортовые авиационные и многие другие приборы (0,75 мм рт. столба = 1 гПа). На рисунке 3.15 приведен внутригодовой ход давления воздуха в Бресте и Пружанах. Осреднение выполнено за период 1975–2004 гг.

Внутригодовой ход атмосферного давления на территории Белорусского Полесья имеет свои особенности: максимум – в октябре, минимум – в июне. В среднем для Беларуси максимум имеет место в наиболее холодном месяце – январе, а минимум – в наиболее теплом – июле, что соответствует

континентальным районам умеренных широт Евразийского материка [95]. Октябрьский максимум для территории Белорусского Полесья связан с ослаблением циркуляционных процессов в атмосфере, в этот период образуются мощные антициклоны и велика повторяемость сухой ясной погоды – «бабьего лета». С конца октября формируется тип барического поля, свойственный холодному сезону. Изобары в этот период располагаются в направлении, близком к широтному. К югу от Беларуси проходит ось высокого давления, связанная с отрогом азиатского антициклона, который, проходя, через весь европейский континент, по пути ослабевает до слияния с Азорским центром повышенного давления. В марте и апреле давление постепенно уменьшается и в расположении изобар начинает доминировать меридиональная составляющая. В мае завершается процесс перестройки барического поля на летний тип [95].

Средние годовые величины давления устойчивы. Разность между крайними годовыми значениями для Бреста составляет 3,4 гПа, для Пружан – 8,1 гПа. Более значительными являются изменения средних месячных величин для различных лет, причем наибольшая амплитуда колебаний приходится на зимние месяцы.

В таблице 3.13 приведены данные по максимальному и минимальному давлению на уровне высоты станции.

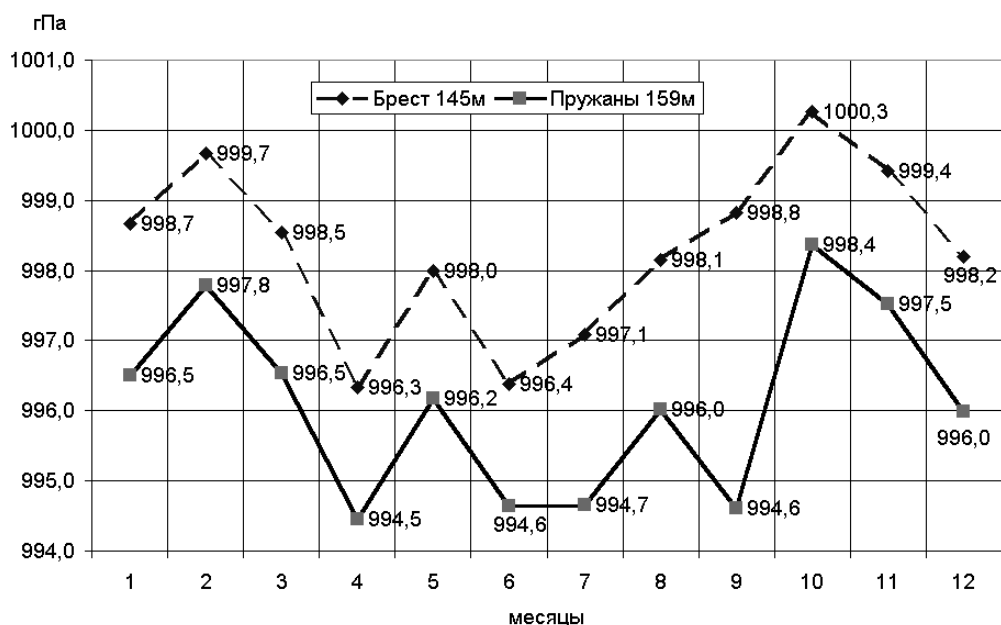


Рисунок 3.15 – Внутригодовой ход атмосферного давления на уровне станции, гПа

Таблица 3.13 – Абсолютные максимумы и минимумы атмосферного давления на уровне станции, гПа

Метеостанция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Абсолютный максимум												
Брест	1031,5	1028,0	1026,9	1017,5	1020,5	1012,6	1010,3	1013,3	1019,2	1025,5	1028,5	1033,2
Пинск	1033,2	1030,9	1028,6	1018,0	1019,9	1012,0	1011,3	1011,7	1019,5	1028,6	1030,1	1036,6
Жлобин	1032,7	1033,8	1029,5	1017,1	1020,0	1013,3	1013,6	1012,7	1019,5	1031,8	1031,7	1037,3
Гомель	1035,5	1036,7	1030,7	1018,8	1022,0	1015,7	1015,0	1015,5	1022,0	1033,6	1033,3	1039,6
Василевичи	1033,2	1033,3	1029,6	1017,1	1019,4	1013,2	1012,7	1013,2	1020,3	1031,6	1031,6	1037,6
Брагин	1036,9	1036,5	1032,1	1019,7	1022,1	1015,6	1015,3	1016,1	1023,3	1033,9	1034,0	1040,6
Абсолютный минимум												
Брест	961,1	956,5	956,9	965,3	969,9	974,7	975,2	975,7	969,6	967,4	960,7	957,6
Пинск	959,9	957,8	960,1	965,3	968,3	977,4	976,9	977,9	967,2	969,4	959,2	960,0
Жлобин	959,1	957,9	961,8	959,6	970,6	971,4	969,3	969,4	968,1	966,0	954,7	961,2
Гомель	962,4	961,9	964,6	962,4	973,8	972,2	971,6	971,0	971,4	969,5	957,1	966,4
Василевичи	960,8	959,8	964,2	961,8	971,3	971,4	970,3	969,3	969,8	968,8	956,2	963,3
Брагин	964,5	962,2	968,0	966,3	975,3	974,8	973,5	971,2	975,7	973,3	961,3	967,6

Ветровой режим обуславливается атмосферной циркуляцией и определяется наличием стационарных барических центров. На рисунке 3.16 приведены розы ветров для Бреста.

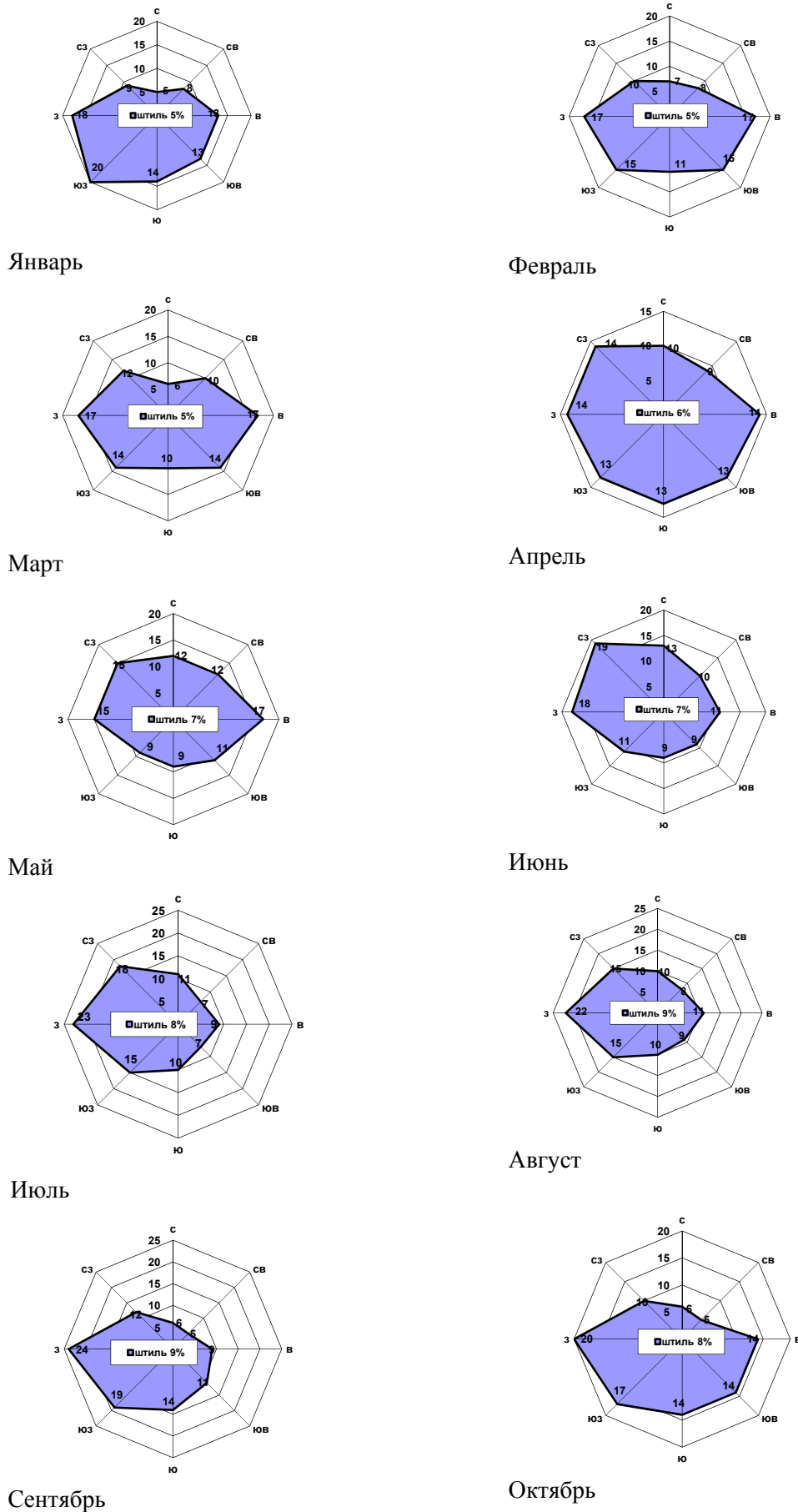


Рисунок 3.16 – Повторяемость различных направлений ветра и штилей в течение года по метеостанции Брест



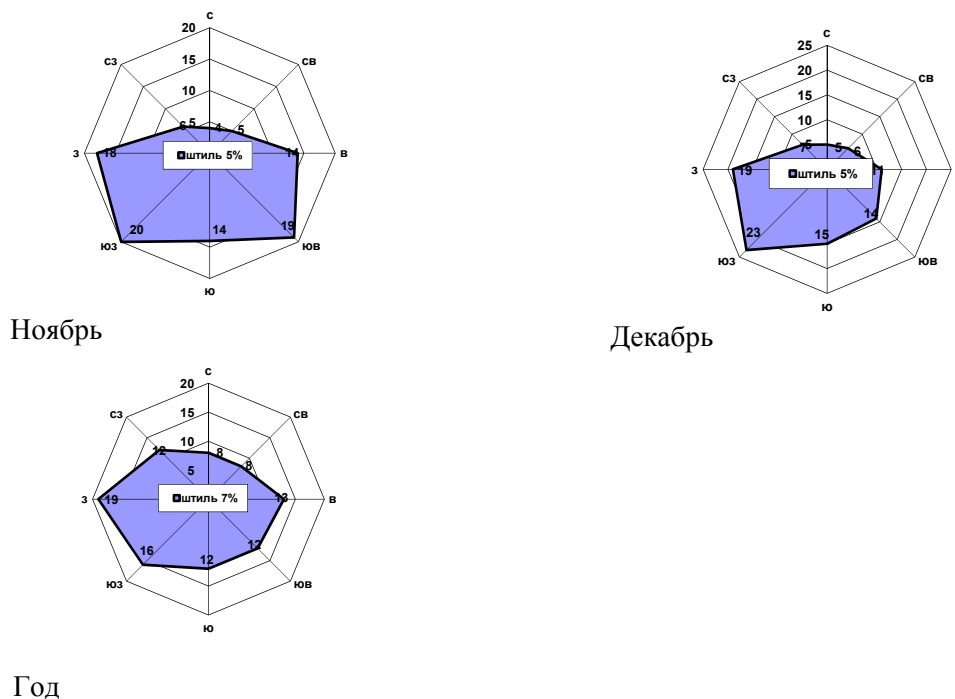


Рисунок 3.16 (окончание) – Повторяемость различных направлений ветра и штилей в течение года по метеостанции Брест

Практически в течение всего года преобладают ветры западных направлений. Повторяемость ветров тропического и арктического происхождения значительно ниже. На летний период приходится наибольшее количество штилей. Повторяемость различных направлений ветра от года к году колеблется. Для преобладающих направлений в отдельные годы возможны отклонения от средней многолетней за год на 2–3 %, в редких случаях – до 9 % [95]. Суточный ход направлений ветра незначительный. Однако хорошо выражен суточный ход повторяемостей штилей, максимум которых имеет место ночью, а минимум – днем.

Внутригодовой ход скорости ветра увязывается с атмосферной циркуляцией и зависит от величины барического градиента. В холодный период года усиление циклонической деятельности приводит к увеличению средних месячных скоростей ветра по сравнению с летним периодом. Значительную роль в скоростном режиме ветра играют различные препятствия, высота местности. Воздушный поток, соприкасаясь с поверхностью, из-за неизбежного трения несколько задерживается, поэтому скорость приземного ветра ниже. При измерениях регистрируется осредненная скорость ветра за 2–10 минут. Иногда необходимо знать мгновенную скорость ветра, определяемую за интервал 2–5 секунд.

Данный интервал позволяет зафиксировать порывы ветра, учет которых необходим в инженерных расчетах при определении прочности креплений конструкций и др. Порывистость ветра вызывается образованием восходящих и нисходящих тепловых течений в атмосфере.

Структура ветрового потока сложная, только при небольших скоростях ветра воздушные частицы относительно спокойно перемещаются по параллельным траекториям. При скорости ветра более 2–4 м/с воздушный поток приобретает ярко выраженный турбулентный характер, и тогда пути отдельных струй воздуха пересекаются и становятся непредсказуемыми. Из-за вихревого строения ветра направление и скорость воздушных струй в каждой точке воздушного потока непрерывно меняются.

Высокие препятствия создают с подветренной стороны так называемый штилевой мешок. Принято считать, что на расстоянии примерно 20h от наветренной преграды скорость ветра составляет 90 % от начальной (h – высота препятствия). На расстоянии около 9h от подветренной преграды ветер отклоняется вверх и уменьшает скорость, а на расстоянии 3h скорость ветра уменьшается в 2 раза, и может даже возникнуть обратный ветер на расстоянии высоты препятствия. При установившейся ясной погоде наблюдается ярко выраженный суточный ход изменения скорости ветра. С утра до послеполуденных часов скорость ветра возрастает, затем ослабевает – иногда до полного затишья ночью. В этих условиях ветер усиливается до 14–15 часов, а затем ослабевает. Очень слабый ветер обычно неустойчив.

На рисунке 3.17 показаны зависимости скорости ветра от высоты для Бреста, построенные с использованием формул [94]:

$$\frac{V_H}{V_h} = 1 + 4,2 \left[ 1 - \left( \frac{H}{h} \right)^{-0,23} \right] \quad \text{— для июля – марта,} \quad (3.21)$$

$$\frac{V_H}{V_h} = 1 + 2,46 \left[ 1 - \left( \frac{H}{h} \right)^{-0,41} \right] \quad \text{— для апреля – июня,} \quad (3.22)$$

где  $V_H$  и  $V_h$  – скорость на высоте  $H$  и у земли  $h$ .

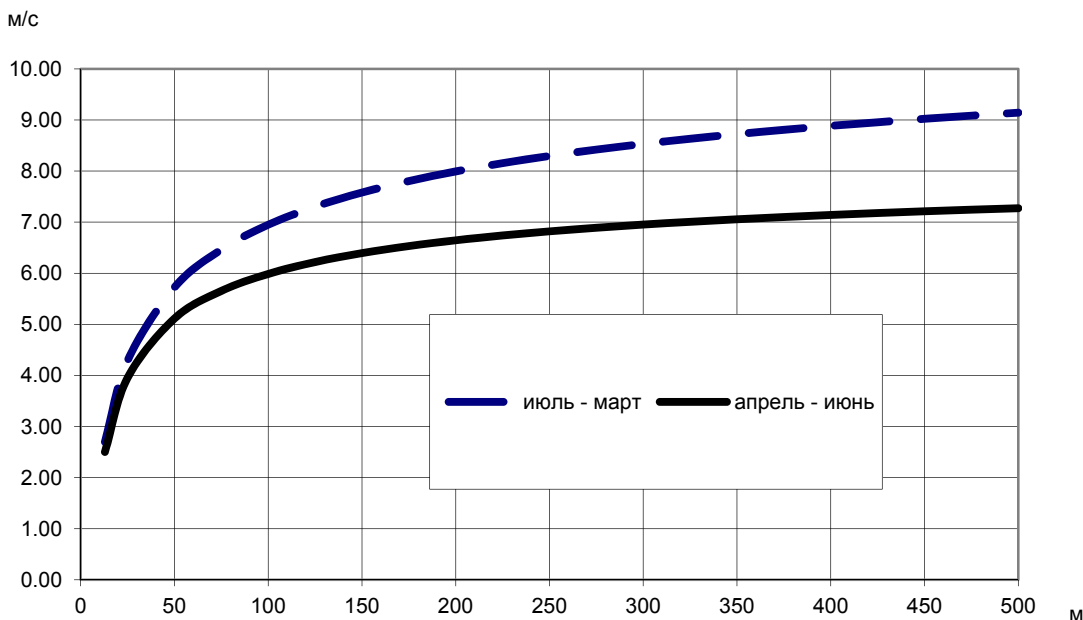


Рисунок 3.17 – Распределение скоростей ветра по высоте для Бреста, м/с

В таблице 3.14 приведены средние значения скоростей ветра для Бреста, определенные за различные периоды осреднения.

Таблица 3.14 – Средняя месячная и годовая скорость ветра за различные периоды осреднения в Бресте, м/с

Период осреднения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
1936–1960	4,0	4,0	4,2	3,5	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	3,2	3,8	3,8	3,5
1936–1980	3,6	3,6	3,7	3,3	2,9	2,8	2,8	2,7	2,8	3,1	3,6	3,5	3,2
1936–1990	3,5	3,5	3,6	3,3	2,9	2,8	2,7	2,6	2,7	3,1	3,5	3,4	3,1
1961–1990	3,3	3,2	2,9	3,1	2,7	2,6	2,6	2,4	2,6	2,9	3,2	3,2	2,9
1975–2004	3,1	2,9	2,7	2,7	2,4	2,3	2,3	2,1	2,4	2,6	2,9	2,9	2,6

Как видно из данных, представленных в таблице 3.14, наблюдается устойчивое снижение скоростей ветра для всех месяцев и годового периода. Климатологи связывают снижение скорости ветра с изменением циркуляционных процессов в общем и с увеличением повторяемости восточных форм циркуляции атмосферы в умеренных широтах в частности [48]. В то же время надо отметить, что значимая роль в снижении скоростей ветра принадлежит урбанизации.

Постоянно увеличивающаяся неоднородность/шероховатость поверхности вблизи метеостанций за счет строительства зданий и сооружений, зарастания территорий древесно-кустарниковой растительностью влечет за собой неизбежное адекватное изменение скоростей и направлений ветра, что требует более глубокого анализа причинно-следственных связей трансформации параметров ветрового режима.

Установленный факт снижения скоростей ветра необходимо учитывать при воднобалансовых расчетах, особенно при определении испарения.

### 3.5. Температурный режим

В последнее десятилетие в научной литературе широко дискутируется вопрос влияния естественных и антропогенных факторов на изменение режима климатических характеристик. Глобальное потепление климата увязывается, в первую очередь, с антропогенными выбросами в атмосферу «парниковых» газов. За последнее столетие в Северном полушарии отмечается рост среднегодовой температуры приземного слоя воздуха на 0,6 °С, а к середине XXI века ожидается ее увеличение еще на 2,5 °С и более. Для исследуемой территории такие трансформации весьма значимы и способны оказать серьезное влияние на экономику. В частности, увеличение теплообеспеченности приведет к адекватному увеличению продолжительности вегетационного периода, что позволит в итоге при достижении оптимальной влагообеспеченности получать высокие и стабильные урожаи сельхозкультур. Рост температур воздуха неизбежно влечет за собой структурные изменения в режиме естественного увлажнения, и прежде всего увеличение суммарного испарения и асимметричные трансформации режима атмосферных осадков. Прогнозируемые изменения тепловлагообеспеченности территорий повлекут за собой необходимость учета при планировании размещения сельхозкультур, проектировании водохозяйственных, мелиоративных и других мероприятий.

Температура воздуха – одна из основных климатических характеристик. Она является производной величиной радиационного режима в теплый период и определяется атмосферной циркуляцией в холодный период года. Наиболее общей характеристикой термического режима считается средняя месячная температура воздуха. Максимальная средняя месячная температура воздуха на территории Белорусского Полесья приходится на июль (63 % лет), минимальная – на январь (53 % лет). В отдельные годы наиболее высокие температуры наблюдаются в июне (17 % лет) и в августе (20 % лет), наиболее низкие – в феврале (32 % лет) и декабре (13 % лет). В таблице 3.15 приведены средние многолетние значения температуры воздуха для Бреста за различные периоды осреднения.

Таблица 3.15– Средняя многолетняя месячная и годовая температура воздуха в Бресте, °С

Период осреднения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
1888–1960 гг.	-4,4	-3,6	0,6	7,3	14,2	17,0	18,8	17,6	13,4	7,7	2,4	-2,2	7,4
1881–1980 гг.	-4,7	-3,8	0,4	7,3	13,6	16,9	18,4	17,4	13,1	7,7	2,6	-2,0	7,2
1881–1990 гг.	-4,5	-3,5	0,7	7,3	13,6	16,7	18,4	17,4	13,3	7,7	2,6	-1,8	7,3
1975–2004 гг.	-2,7	-2,1	1,9	8,2	14,1	16,8	18,6	18,1	13,1	8,1	2,5	-1,5	7,9
1981–2010 гг.	-2,6	-1,9	2,2	8,7	14,5	17,1	19,3	18,5	13,4	8,3	2,7	-1,3	8,2

Как видно из таблицы 3.15, данные разнятся между собой. Это связано прежде всего с большой изменчивостью средних значений. В частности, среднее квадратическое отклонение в 30-летнем периоде (1975–2004 гг.) приведено в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Среднее квадратическое отклонение средней месячной и годовой температуры воздуха за период 1975–2004 гг. в Бресте, °С

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
3,7	3,8	2,4	1,7	1,7	1,4	1,8	1,4	1,5	1,4	2,4	2,5	1,0

Погрешности между отдельными месяцами различных 30-летних периодов могут достигать значений до 0,7 °С, что делает невозможным вычисление климатической «нормы» температуры по короткому ряду. Для определения нормы должен использоваться временной ряд максимальной продолжительности, включающий в себя все положительные и отрицательные фазы колебания температур воздуха. В действующих информационно-справочных источниках значения температур различны, так как приняты различные периоды их осреднения. Так, в 1960 г. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) предложила для вычисления климатических норм использовать 30-летние периоды наблюдений: 1931–1960 гг., затем 1961–1990 гг. Этот подход позволяет проводить обобщение данных всего мира, сохраняя одновременно однородность рядов наблюдений во времени. Однако в конце 80-х годов прошлого столетия Региональная ассоциация VI (Европа) ВМО произвела пересмотр климатических норм ввиду недостаточной обоснованности принятого периода (три «последних предшествующих десятилетия»). В связи с постоянным изменением климата 17-й Всемирный метеорологический конгресс, состоявшийся в Женеве в июне 2015 г., рекомендовал рассчитывать климатические нормы за период 1981–2010 гг. Учитывая, что климатические нормы, особенно температуры воздуха, существенно изменились, в целях обеспечения отраслей экономики новыми актуализированными климатическими нормами, а также в соответствии с рекомендациями ВМО в Республике Беларусь с 1 июля 2017 г. официально введены новые климатические нормы по температуре

и осадкам за период 1981–2010 гг., утвержденные решением научно-технического совета Белгидромета от 20 декабря 2016 г. Эти нормы отражают климатические условия периода потепления.

С научной точки зрения, под периодом для вычисления норм понимается определенный период времени, достаточный для оценки параметров, получаемых из вероятностных распределений. Эти параметры за пределами данного периода для достаточно долгого времени должны оставаться в статистическом смысле стабильными.

Статистическая стабильность для произвольно выбранного ряда наблюдений не может быть оговорена заранее. Она является функцией длительности периода, наличия внутрирядных связей и расположения периода во времени. На исследуемой территории достаточно сложно подобрать ряды, имеющие статистическую однородность. Продолжительность получаемых рядов составляет свыше 50 лет. Наличие большого количества длительных пропусков, корректировка методик регистрации инструментальных данных, замена приборов и другие действия не всегда позволяют получить статистическую стабильность имеющегося ряда. В связи с этим необходимо руководствоваться не только статистическими, но и физическими принципами.

Рассматривая климатологию в прикладном аспекте, мы считаем необходимым исходить из того, что осредненные климатические характеристики служат исходными данными при проектировании на водосборах водотоков и водоемов различных водохозяйственных, гидротехнических, сельскохозяйственных и других объектов, срок службы которых ограничен. Большинство сооружений через 20–30 лет необходимо реконструировать, учитывая при этом изменившиеся климатические условия. Используя в инженерном проектировании длительные ряды наблюдений, можно изначально исказить фактическую ситуацию, так как сглаживаются тренды, сформировавшиеся в последние десятилетия. В связи с этим считаем необходимым при вычислении климатических норм, используемых в инженерных расчетах, принимать ряды наблюдений за последние 30 лет (1981–2010 гг.). Это позволит учесть трансформированные режимы формирования климатических характеристик и предусмотреть адекватные компенсационные мероприятия.

Более детальные сведения о временной изменчивости температуры могут быть получены при рассмотрении декадных и суточных температур воздуха. Такие температуры обычно получают по годовому ходу месячных значений [94]. Оценку среднедекадных (-суточных) значений, заданных на дискретном множестве точек, и экстраполяцию их на всю область определения функции непрерывного аргумента возможно осуществлять с использованием соответствующего математического аппарата, например интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона, сплайнов и полиномов различных степеней, средней квадратической аппроксимации, цепей Маркова, синусоидальной аппроксимации, разложением в ряд Фурье.

Большинство временных рядов гидрометеохарактеристик являются нестационарными квазислучайными последовательностями. Их среднее значение и дисперсия изменяются во времени, в зависимости от которого находится и функция распределения. Значения ( $X_i$ ) временного ряда взаимосвязаны, между ними прослеживается четкая корреляция, постепенно затухающая в течение определенного периода времени, различного для конкретного гидрометеоэлемента. Для прогностической оценки и восстановления пропусков в рядах наблюдений можно на практике формализовать Марковские процессы различных порядков

$$X_i = \sum_{k=1}^n a_k X_{i-k}, \quad (3.23)$$

где  $X_i$  – значение гидрометеовеличины в момент времени ( $i$ );  $a_i$  – коэффициенты, определяемые особенностями временной структуры исследуемого ряда;  $n$  – порядок Марковского процесса;  $X_{i-k}$  – значения гидрометеовеличины в предыдущие моменты времени ( $i-k$ ).

При анализе климатических характеристик целесообразно использовать синусоидальную аппроксимацию, полиномиальную интерполяцию или Фурье-анализ, так как исследуемые ряды содержат периодическую составляющую. При наличии большого числа гармоник во временном ходе значений гидрометеовеличин следует использовать степенной полином вида

$$f(X) = \sum_{i=0}^n a_j \cdot X^i, \quad (3.24)$$

где  $a_j$  – постоянные коэффициенты;  $n$  – показатель степени полинома.

Эмпирический или теоретический временной ряд можно разложить в ряд Фурье, сумма которого является функцией периода ( $2\pi$ ):

$$f(X) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cdot \cos nX + b_n \cdot \sin nX), \quad (3.25)$$

где  $a_0, a_n, b_n$  – коэффициенты Фурье;  $n$  – порядок гармоники.

При выборе способа аппроксимации для конкретного временного ряда следует руководствоваться критериями математической статистики (коэффициентом корреляции, F-критерием Фишера, остаточной дисперсией и др.). Как показали исследования, наиболее достоверная оценка оптимизируемой функции осуществляется по минимуму остаточной дисперсии, значения которой для различных гидрометеозлементов в Бресте представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17– Значения остаточной дисперсии для различных аппроксимирующих функций и элементов для Бреста

Способ аппроксимации	Атмосферные осадки	Температура воздуха	Дефицит насыщения	Относительная влажность воздуха	Общая облачность
Синусоидальная аппроксимация	0,145	0,761	0,820	1,636	0,253
Полиномиальная интерполяция	0,068	1,168	0,179	1,080	0,245
Фурье-анализ	0,037	0,637	0,098	0,589	0,134

Из таблицы 3.17 видно, что описание временных рядов основных гидрометеозлементов предпочтительно проводить рядами Фурье. Для температур воздуха возможно использование синусоидальной аппроксимации, так как во временном ходе слабо выражены гармонические колебания эмпирических точек.

При непосредственном подсчете декадных величин температур воздуха по ежегодным данным и их сопоставлении с аппроксимированными значениями отмечаются незначительные погрешности  $\sigma_{\bar{x}} = \pm 0,2 - 0,5^\circ\text{C}$ , что дает возможность применения различных способов получения среднедекадных и среднесуточных температур воздуха при решении прикладных задач. Необходимо отметить, что наблюдается большой разброс температур воздуха отдельных суток. Среднее квадратическое отклонение суточной температуры от средней месячной величины изменяется от 2,5–3,0 $^\circ\text{C}$  летом до 5,0–7,0 $^\circ\text{C}$  зимой. Также для распределения суточных температур, особенно в холодный период года, характерна значительная асимметричность (коэффициент асимметрии составляет –0,5...–1,0) [94].

Большая изменчивость характерна для температур воздуха в течение суток. На рисунке 3.18 показан внутрисуточный ход температуры воздуха для Бреста.

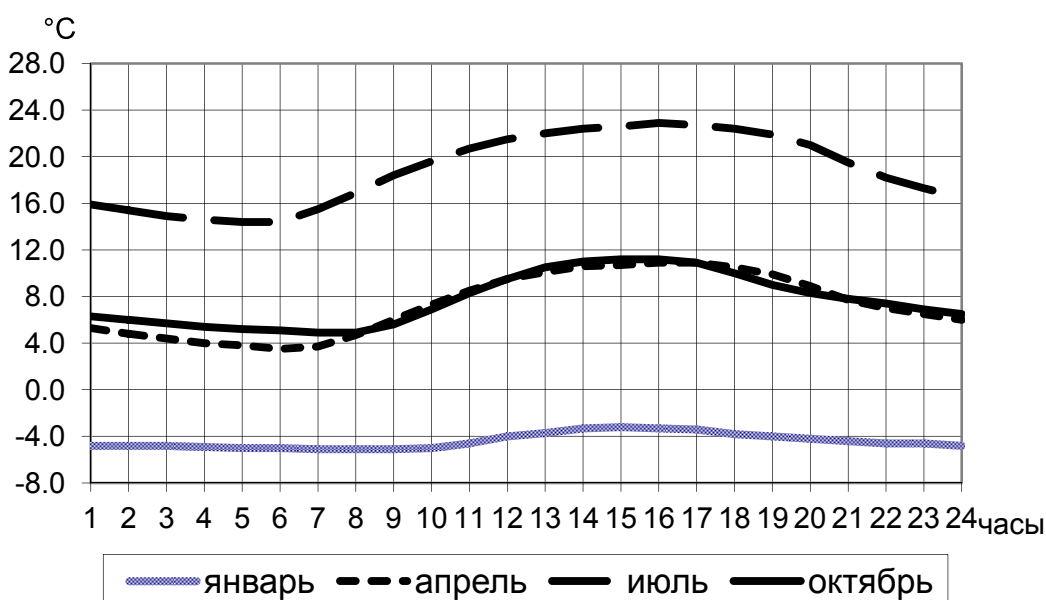


Рисунок 3.18 – Внутрисуточный ход температуры воздуха в Бресте,  $^\circ\text{C}$

Максимальная суточная температура приходится на 15–16 часов практически для всех месяцев года. Минимальная – на 5–6 часов в теплый период и 7–8 часов в холодный период года. Максимальная амплитуда внутрисуточных температур воздуха составляет 8,6 $^\circ\text{C}$  в августе, минимальная – 1,7 $^\circ\text{C}$  в декабре.

Пространственное распределение температур воздуха в Белорусском Полесье во вторую половину весны и летом носит широтный характер, осенью и зимой температуры увеличиваются по направлению северо-восток – юго-запад.

Важными показателями, учитываемым в агроклиматологии, являются даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через различные пределы (табл. 3.18) и суммы накопленных температур.

Таблица 3.18 – Средние даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С в Бресте [94]

Весной			
0	5	10	15
13.III	7.IV	27.IV	21.V
Осенью			
15	10	5	0
6.IX	4.X	1.XI	1.XII

Для оценки современных трансформаций термического режима по материалам Белорусского республиканского гидрометеорологического центра нами приняты в исследованиях 60-летние ряды наблюдений за температурами воздуха с 1945 по 2004 год. Исходные ряды условно разбиты на две части по тридцать лет: с 1945 по 1974 год. – до активного влияния мелиоративного строительства на окружающую среду (пик мелиорации земель пришелся на 1972–1974 гг.) и с 1975 по 2004 гг. – период стабильного функционирования построенных гидромелиоративных систем. С целью оценки различий в режимах формирования термических ресурсов юго-западной части Беларуси нами получены разности средних многолетних значений температур воздуха за 1975–2004 гг. и 1945–1974 гг. (табл. 3.19).

Таблица 3.19 – Средние многолетние значения температур воздуха и их разности на исследуемой территории, °С

Пункт	Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год	$\Sigma_{4-10}$	$\Sigma_{>10^{\circ}\text{C}}$
Брест	1975-2004	-2,7	-2,1	1,9	8,2	14,1	16,8	18,6	18,1	13,1	8,1	2,5	-1,5	7,9	97,0	2595
	1945-1974	-4,7	-3,6	0,0	7,7	13,5	17,1	18,5	17,6	13,2	7,5	2,6	-1,6	7,3	95,0	2530
	разность	2,0	1,5	1,9	0,4	0,6	-0,2	0,1	0,5	-0,1	0,7	-0,1	0,0	0,6	2,0	65,3
Пружаны	1975-2004	-3,6	-3,2	0,9	7,4	13,3	16,2	17,5	17,3	12,4	7,3	1,7	-2,3	7,1	91,4	2412
	1945-1974	-5,9	-4,7	-0,6	6,9	12,8	16,6	17,9	16,9	12,6	6,8	1,9	-2,2	6,6	90,5	2382
	разность	2,3	1,5	1,5	0,4	0,5	-0,4	-0,4	0,4	-0,2	0,5	-0,1	-0,1	0,5	0,9	30,2
Пинск	1975-2004	-3,7	-3,2	1,2	8,0	14,1	16,8	18,4	17,7	12,7	7,4	1,7	-2,5	7,4	95,1	2532
	1945-1974	-6,3	-4,8	-0,8	7,0	13,3	17,0	18,1	17,0	12,5	7,3	1,9	-2,6	6,6	92,1	2436
	разность	2,6	1,6	2,0	1,0	0,8	-0,2	0,3	0,7	0,2	0,1	-0,2	0,1	0,7	2,9	96,3
Ивацевичи	1975-2004	-3,8	-3,3	1,0	7,5	13,7	16,6	18,1	17,2	12,4	7,3	1,6	-2,4	7,1	92,7	2455
	1945-1974	-6,1	-4,8	-0,8	7,0	13,1	16,8	18,0	17,0	12,5	6,6	1,7	-2,3	6,5	91,0	2398
	разность	2,3	1,5	1,8	0,5	0,6	-0,3	0,1	0,2	-0,1	0,6	-0,1	-0,1	0,6	1,7	57,3
Ганцевичи	1975-2004	-4,2	-3,8	0,6	7,3	13,4	16,3	17,9	17,0	12,0	6,9	1,4	-3,0	6,8	90,8	2394
	1945-1974	-6,6	-5,1	-1,1	6,8	12,8	16,5	17,7	16,5	11,9	6,3	1,5	-2,7	6,2	88,4	2314
	разность	2,4	1,3	1,7	0,6	0,6	-0,2	0,2	0,4	0,2	0,6	-0,1	-0,3	0,6	2,4	80,0
Барановичи	1975-2004	-4,4	-4,0	0,3	7,1	13,2	16,1	17,4	17,0	12,0	6,8	1,1	-3,0	6,6	89,7	2355
	1945-1974	-6,6	-5,4	-1,5	6,5	12,8	16,5	17,8	16,9	12,4	6,5	1,2	-2,9	6,2	89,4	2346
	разность	2,2	1,4	1,8	0,6	0,4	-0,4	-0,4	0,2	-0,3	0,4	-0,1	-0,1	0,5	0,3	9,2

Имеет место факт потепления климата на всей исследуемой территории в первой половине года (январь – май), причем потепление в январе столь значительно, что этот месяц перестает быть самым холодным в году. Увеличение температуры воздуха в марте связано с большим количеством мало-снежных зим в период 1975–2004 гг. и соответственно снижением затрат тепла на таяние снега. Большая часть тепла стала расходоваться на нагревание воздуха. Безусловно, эта тенденция должна

быть учтена при разработке хозяйственных мероприятий. Рост зимних и весенних температур приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода сельскохозяйственных культур, вследствие чего юго-западная часть Беларуси получает выгодные термические ресурсы, необходимые для интенсификации сельхозпроизводства. В целом, имеет место также рост сумм температур воздуха за теплый период (апрель – октябрь). Особую значимость в сельском хозяйстве приобретает увеличение накопленных температур воздуха  $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На рисунке 3.19 отражается существующая тенденция. Подобно Бресту, такая же ситуация складывается для остальных пунктов юго-западной части Беларуси и Белорусского Полесья в целом. Наибольший прирост за последнее тридцатилетие характерен для Пинска, он составил  $96,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (3,8 %). Учитывая, что суммы накопленных температур  $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$  возрастают по направлению северо-восток – юго-запад, за последнее тридцатилетие произошло смещение границ агроклиматических районов на расстояние около 40–50 км по данному направлению. Юго-западная часть территории Беларуси стала получать недостающие термические ресурсы, предопределяющие возможность интенсификации сельхозпроизводства (введение в оборот новых, более влаголюбивых и высокопродуктивных видов сельскохозяйственных культур). Климатические условия исследуемой территории утрачивают черты континентальности за счет сглаживания годовых амплитуд температур воздуха.

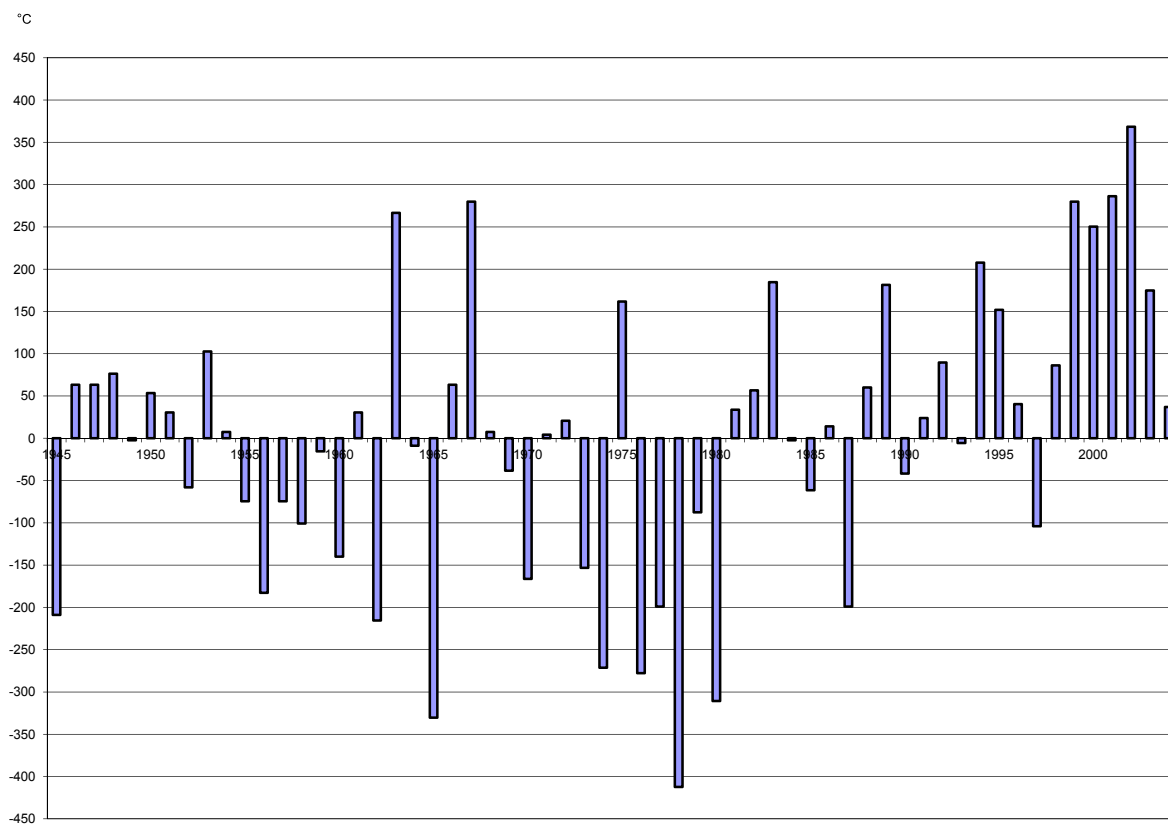


Рисунок 3.19 – Отклонение сумм температур воздуха  $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$  от средней многолетней за 1945–2004 гг. в Бресте

Представление о средних максимальных и минимальных температурах воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) по метеостанциям Беларуси дают их осредненные значения, приведенные в таблицах 3.20, 3.21, о средних их абсолютных максимумов и минимумов – в таблицах 3.22, 3.23 и абсолютных максимумах и минимумах – в таблицах 3.24, 3.25. Период осреднения принят – 1950–2013 гг. по метеостанциям Белорусского Полесья.

В таблицах 3.26 и 3.27 приведены ранжированные значения абсолютных максимумов температур воздуха и поверхности почвы. Засуха в июле-августе 2010 года привела к тому, что в течение длительного периода времени на значительной территории Белорусского Полесья суточные максимумы превышали  $30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  [119].

На 15 метеостанциях Беларуси установлены температурные рекорды за весь период инструментальных наблюдений. По 4 метеостанциям абсолютный максимум температуры воздуха превышает  $38,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (табл. 3.26). Максимальное значение –  $38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  зарегистрировано в августе 2010 г. на исследуемой территории в Гомеле.

Таблица 3.20 – Средняя максимальная температура воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Барановичи	-2,6	-1,6	3,3	11,8	18,5	21,8	23,4	22,8	17,4	10,8	3,6	-0,7	10,7
Высокое	-1,2	-0,1	4,8	12,7	19,0	22,4	24,0	23,4	18,2	12,1	4,8	0,6	11,7
Ганцевичи	-2,2	-0,9	4,2	12,6	19,1	22,4	23,8	23,0	17,8	11,4	4,0	-0,3	11,2
Ивацевичи	-1,9	-0,6	4,4	12,6	19,1	22,4	23,8	23,2	18,0	11,6	4,3	0,0	11,4
Пружаны	-1,7	-0,6	4,4	12,5	18,8	22,2	23,8	23,2	18,0	11,7	4,4	0,2	11,4
Полесская	-2,0	-0,6	4,6	13,1	19,4	22,7	24,2	23,4	18,3	11,9	4,4	0,0	11,6
Брест	-1,0	0,3	5,3	13,2	19,4	22,6	24,3	23,6	18,4	12,3	5,2	0,9	12,1
Пинск	-1,9	-0,7	4,4	12,7	19,2	22,4	24,0	23,2	18,1	11,8	4,4	0,0	11,5
Жлобин	-3,2	-2,1	3,3	12,3	19,4	22,8	24,2	23,3	17,7	10,8	3,2	-1,1	10,9
Чечерск	-3,6	-2,6	2,6	11,8	19,1	22,5	23,9	23,0	17,4	10,3	2,6	-1,6	10,5
Октябрь	-2,5	-1,1	4,1	12,8	19,9	22,9	24,4	23,4	17,8	11,2	3,7	-0,7	11,3
Гомель	-3,2	-2,0	3,3	12,4	19,6	23,0	24,5	23,6	17,9	11,0	3,2	-1,1	11,0
Василевичи	-2,6	-1,3	4,0	13,0	20,0	23,3	24,7	23,8	18,2	11,4	3,7	-0,7	11,4
Житковичи	-2,0	-0,6	4,6	13,1	19,8	23,0	24,4	23,5	18,1	11,7	4,2	-0,2	11,6
Мозырь	-2,5	-1,0	4,2	12,9	20,0	23,0	24,6	23,7	18,0	11,5	3,8	-0,8	11,5
Лельчицы	-1,9	-0,5	4,7	13,4	20,2	23,4	24,8	24,0	18,5	11,9	4,4	0,0	11,9
Брагин	-2,9	-1,7	3,7	12,8	19,7	23,0	24,5	23,8	18,2	11,4	3,6	-0,8	11,3

Таблица 3.21 – Средняя минимальная температура воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Барановичи	-8,0	-7,8	-4,0	2,5	7,7	10,9	12,5	11,8	7,8	3,4	-1,0	-5,3	2,5
Ганцевичи	-8,1	-7,8	-4,2	2,1	7,0	10,3	12,1	11,0	7,0	2,9	-1,0	-5,2	2,2
Ивацевичи	-7,4	-7,1	-3,5	2,6	7,7	11,2	12,8	11,9	7,8	3,6	-0,6	-4,7	2,9
Пружаны	-7,3	-7,0	-3,4	2,6	7,5	10,8	12,4	11,8	7,8	3,6	-0,5	-4,6	2,8
Высокое	-6,6	-6,3	-2,8	2,7	7,8	11,1	12,8	12,0	8,2	4,0	-0,1	-4,1	3,2
Полесская	-8,2	-7,7	-4,0	2,0	6,5	9,7	11,2	10,2	6,2	2,1	-1,2	-5,4	1,8
Брест	-6,1	-5,6	-2,2	3,4	8,5	11,8	13,5	12,8	8,8	4,5	0,4	-3,6	3,8
Пинск	-7,3	-7,0	-3,1	3,3	8,4	11,5	13,1	12,2	8,0	3,7	-0,5	-4,4	3,2
Жлобин	-8,9	-8,6	-4,2	3,1	8,4	11,7	13,3	12,2	7,8	3,2	-1,7	-6,0	2,5
Чечерск	-8,9	-8,6	-4,0	3,0	8,5	11,7	13,4	12,3	7,8	3,2	-1,9	-6,4	2,5
Октябрь	-8,5	-8,0	-4,0	2,4	7,5	10,9	12,6	11,5	7,2	3,0	-1,4	-5,9	2,3
Гомель	-8,9	-8,4	-3,9	3,6	9,0	12,4	14,0	12,9	8,2	3,4	-1,6	-5,9	2,9
Василевичи	-8,6	-8,2	-3,8	2,9	8,0	11,4	13,0	11,9	7,6	3,2	-1,5	-5,7	2,5
Житковичи	-8,1	-7,6	-3,8	2,7	7,8	11,3	13,0	11,9	7,6	3,3	-1,0	-5,2	2,7
Мозырь	-8,5	-7,8	-3,8	2,9	8,4	11,8	13,5	12,4	8,0	3,4	-1,3	-5,9	2,8
Лельчицы	-8,2	-7,6	-3,6	2,9	8,0	11,4	13,0	12,0	7,8	3,3	-1,0	-5,2	2,8
Брагин	-8,9	-8,5	-3,9	3,0	7,9	11,3	12,8	11,8	7,3	2,7	-1,7	-5,8	2,3

Таблица 3.22 – Средний из абсолютных максимумов температуры воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Барановичи	4,2	4,7	12,1	21,4	26,8	28,6	29,7	29,9	25,8	19,2	11,1	5,9	31,0
Ганцевичи	5,0	5,9	13,3	22,2	27,3	29,1	29,9	29,8	26,0	19,9	11,9	6,5	31,1
Ивацевичи	5,0	5,9	13,5	22,2	27,4	29,3	30,3	30,1	26,3	20,1	11,9	6,6	31,5
Пружаны	5,2	6,1	13,7	22,1	27,0	29,1	30,3	30,1	26,2	20,2	12,1	6,8	31,5
Высокое	5,6	6,3	14,1	22,3	27,1	29,2	30,6	30,4	26,5	20,5	12,5	7,1	31,8
Полесская	5,2	6,2	13,6	22,5	27,4	29,4	30,3	30,4	26,5	20,4	12,4	6,8	31,6
Брест	6,2	7,2	14,9	22,9	27,5	29,7	31,0	30,7	26,8	21,1	13,1	7,7	32,1
Пинск	5,2	6,0	13,3	22,2	27,4	29,3	30,3	30,3	26,4	20,4	12,4	6,9	31,5
Жлобин	3,9	4,8	11,8	21,9	27,5	29,6	30,7	30,5	26,0	19,4	10,6	5,7	31,8
Чечерск	3,3	4,0	10,9	21,5	27,1	29,1	30,3	30,1	25,7	18,9	9,8	5,1	31,4



Окончание таблицы 3.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Октябрь	4,6	5,4	12,8	22,1	28,0	30,0	31,0	30,8	26,3	19,9	11,3	6,1	32,3
Гомель	4,0	4,7	11,7	21,9	27,3	29,8	30,8	30,8	26,1	19,5	10,6	5,7	32,1
Василевичи	4,6	5,6	12,9	22,5	27,9	30,2	31,2	30,9	26,5	20,0	11,3	6,4	32,3
Житковичи	5,1	6,5	13,6	22,8	27,9	30,0	30,8	30,7	26,4	20,2	12,2	6,8	32,0
Мозырь	4,7	6,2	13,3	22,5	27,9	30,1	31,3	31,0	26,7	20,1	11,4	6,5	32,2
Лельчицы	5,3	7,2	14,1	23,1	28,4	30,6	31,6	31,3	27,0	20,7	12,5	7,1	32,7
Брагин	4,0	5,4	12,5	22,1	27,2	29,6	30,8	30,7	26,2	20,0	11,2	6,1	32,0

Таблица 3.23 – Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Барановичи	-20,8	-19,9	-13,9	-3,6	0,5	4,9	7,4	5,9	0,6	-4,1	-9,6	-16,5	-24,0
Ганцевичи	-22,1	-20,8	-14,9	-4,5	-0,7	3,8	6,2	4,3	-1,0	-5,5	-10,5	-17,6	-25,4
Ивацевичи	-20,3	-19,1	-13,3	-3,7	0,4	5,2	7,8	6,1	0,6	-4,3	-9,0	-15,9	-23,6
Пружаны	-19,8	-18,6	-12,8	-3,5	0,4	4,8	7,3	6,0	0,8	-4,0	-8,7	-15,9	-23,0
Высокое	-18,4	-17,5	-11,6	-3,4	0,7	5,2	7,7	6,5	1,3	-3,8	-8,1	-15,0	-21,6
Полесская	-21,7	-20,5	-14,6	-5,2	-1,6	2,4	4,4	2,8	-2,1	-6,6	-10,6	-17,8	-25,1
Брест	-17,8	-16,3	-10,5	-2,9	1,3	5,9	8,5	7,2	1,7	-3,4	-7,6	-14,3	-20,7
Пинск	-19,6	-18,2	-12,3	-3,1	1,2	5,7	8,0	6,4	1,0	-4,0	-9,1	-15,7	-22,6
Жлобин	-22,2	-20,8	-14,5	-3,2	1,1	5,6	8,3	6,1	0,5	-4,9	-11,0	-17,7	-25,2
Чечерск	-22,6	-21,0	-14,4	-3,4	0,9	5,3	8,2	6,1	0,4	-4,9	-11,5	-18,1	-25,4
Октябрь	-22,6	-20,8	-14,3	-4,3	-0,1	4,6	7,4	5,2	-0,4	-5,5	-11,0	-17,6	-25,6
Гомель	-21,7	-20,2	-13,7	-3,0	1,9	6,3	9,1	6,9	1,0	-4,8	-10,9	-17,6	-24,7
Василевичи	-22,0	-20,6	-13,9	-3,6	0,3	5,1	7,9	5,7	0,1	-5,3	-10,7	-17,9	-25,3
Житковичи	-22,3	-20,3	-14,1	-4,1	0,0	4,9	7,7	5,5	0,0	-5,1	-10,5	-17,4	-25,2
Мозырь	-22,2	-20,6	-13,9	-4,1	0,4	5,6	8,4	6,2	0,9	-5,1	-11,0	-18,3	-25,2
Лельчицы	-22,2	-20,5	-13,5	-3,9	0,3	5,1	7,9	5,9	0,2	-4,8	-10,4	-17,5	-25,3
Брагин	-22,3	-21,0	-13,9	-3,6	0,2	4,9	7,5	5,3	-0,2	-5,8	-11,3	-17,9	-25,3

Таблица 3.24 – Абсолютный максимум температуры воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Барановичи	11,0	15,1	20,1	27,7	31,5	32,9	34,7	35,7	31,5	25,5	17,8	11,4	35,7
Ганцевичи	10,8	15,6	21,2	28,7	32,0	33,4	34,7	35,1	31,5	26,7	19,3	11,5	35,1
Ивацевичи	11,2	16,0	21,4	29,0	32,0	33,2	35,6	35,4	31,6	26,0	19,0	12,6	35,6
Пружаны	10,8	17,0	21,9	28,9	31,3	32,4	36,0	34,9	31,8	26,4	18,0	13,5	36,0
Высокое	11,9	16,4	21,4	28,1	32,0	33,2	36,1	35,5	30,8	26,5	18,0	13,9	36,1
Полесская	11,0	15,9	22,2	29,5	32,2	33,9	35,1	35,8	32,3	26,6	20,7	12,3	35,8
Брест	11,6	17,2	22,6	30,7	32,1	33,0	36,6	35,5	31,5	26,4	19,0	14,5	36,6
Пинск	11,2	16,4	22,3	28,9	31,8	33,1	35,8	34,9	32,6	26,7	20,3	12,8	35,8
Жлобин	10,0	15,0	21,4	28,7	32,5	34,2	35,3	36,3	31,3	25,7	16,8	11,2	36,3
Чечерск	9,6	13,7	19,9	27,6	31,8	33,1	35,5	35,8	31,0	27,4	16,7	11,0	35,8
Октябрь	10,2	14,6	20,8	26,5	33,7	34,8	35,8	36,2	32,8	26,0	18,8	11,5	36,2
Гомель	9,6	15,8	20,7	28,6	32,5	34,0	36,0	37,3	32,2	27,5	17,8	11,6	37,3
Василевичи	11,5	15,7	21,7	28,4	33,0	34,7	35,8	36,8	32,5	26,5	17,7	12,0	36,8
Житковичи	11,2	15,1	21,3	29,2	33,1	34,3	35,5	36,5	32,6	26,5	20,0	12,3	36,5
Мозырь	10,7	15,5	21,8	27,9	33,2	34,9	36,2	36,0	32,9	26,7	19,1	11,6	36,2
Лельчицы	11,1	16,9	23,1	29,8	34,0	35,3	36,7	37,5	33,7	26,9	21,3	14,1	37,5
Брагин	10,3	16,5	22,2	27,5	32,5	33,6	35,4	36,1	32,6	26,6	18,5	12,6	36,1

Большая часть метеостанций, на которых зарегистрированы температуры воздуха свыше 36,0 °С, расположена на востоке исследуемой территории.

Таблица 3.25 – Абсолютный минимум температуры воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Барановичи	-34,5	-35,4	-28,8	-9,6	-4,1	0,9	3,9	-0,5	-3,4	-11,2	-19,5	-29,9	-35,4
Ганцевичи	-38,2	-37,9	-31,1	-10,7	-5,9	-1,2	3,1	-2,6	-5,8	-15,1	-21,8	-30,7	-38,2
Ивацевичи	-37,5	-32,7	-26,2	-9,1	-3,4	1,0	4,8	-0,5	-3,3	-11,4	-19,2	-29,4	-37,5
Пружаны	-37,7	-33,1	-25,8	-8,0	-4,0	0,0	4,0	-0,8	-4,5	-9,8	-21,8	-28,0	-37,7
Высокое	-32,9	-32,0	-23,6	-10,0	-4,7	1,1	5,1	2,1	-3,4	-11,6	-20,5	-25,7	-32,9
Полесская	-34,6	-34,9	-26,3	-12,4	-6,3	-2,3	0,5	-3,4	-8,5	-13,7	-24,2	-29,4	-34,9
Брест	-35,5	-28,1	-22,6	-6,2	-4,2	2,1	5,8	1,3	-2,8	-9,9	-19,2	-25,1	-35,5
Пинск	-34,7	-29,9	-25,0	-7,7	-3,1	1,5	4,5	-1,1	-4,5	-12,4	-23,3	-27,5	-34,7
Жлобин	-34,9	-33,3	-38,0	-12,8	-2,8	0,9	5,2	0,3	-3,4	-10,9	-21,4	-29,8	-38,0
Чечерск	-34,3	-34,2	-34,0	-14,3	-3,0	-0,5	2,6	0,1	-3,2	-12,1	-23,3	-30,1	-34,3
Октябрь	-37,4	-36,3	-35,8	-14,3	-3,6	-0,5	2,6	-0,5	-4,5	-12,1	-23,7	-32,6	-37,4
Гомель	-35,0	-35,1	-33,7	-13,6	-2,5	-0,2	6,0	1,2	-3,2	-11,1	-21,7	-30,8	-35,1
Василевичи	-35,2	-34,0	-32,4	-9,7	-4,0	-0,2	4,5	-0,9	-5,0	-11,9	-23,5	-34,2	-35,2
Житковичи	-36,5	-35,5	-30,1	-10,0	-4,0	0,1	4,4	-0,6	-4,1	-10,3	-22,9	-29,3	-36,5
Мозырь	-34,0	-37,0	-28,7	-9,7	-4,1	0,4	5,2	0,1	-4,2	-11,4	-22,2	-34,1	-37,0
Лельчицы	-35,7	-33,8	-27,9	-9,9	-3,4	1,1	4,7	-0,1	-3,6	-9,7	-24,8	-29,2	-35,7
Брагин	-34,1	-34,8	-35,0	-10,9	-3,6	-0,6	3,7	-2,2	-4,3	-10,7	-24,5	-33,8	-35,0

Таблица 3.26 – Ранжированные абсолютные максимумы температуры воздуха за 1950-2013 гг.

t, °С	Месяц	Год	Метеостанция
38,9	август	2010	Гомель
38,5	август	2010	Чечерск
38,2	август	2010	Лельчицы
38,1	август	2010	Брагин
37,9	август	2010	Октябрь
37,8	август	2010	Жлобин
37,6	август	2010	Василевичи
37,5	август	2008	Лельчицы
37,4	август	2010	Лельчицы
37,3	август	2008	Гомель
36,8	август	2010	Василевичи
36,7	август	2012	Василевичи
36,7	июль, август	2007	Лельчицы
36,6	июль	1959	Брест
36,5	август	2008	Житковичи
36,4	август	2010	Мозырь
36,3	август	2007	Жлобин

По 5 метеостанциям абсолютный максимум температуры поверхности почвы превышает 60 °С (табл. 3.27). Максимальное значение – 66,0 °С зарегистрировано в июле 2006 г. в Пинске. Можно сказать, что самая высокая температура почвы фиксируется в июле, реже в июне и августе.

Таблица 3.27 – Ранжированные абсолютные максимумы температуры поверхности почвы за 1950-2013 гг.

t, °С	Месяц	Год	Метеостанция
66	июль	2006	Пинск
63	июль	1986	Полесская
62	июнь	1970	Полесская
61	июль	1991	Брест
61	август	1994	Полесская
61	июль	1999	Мозырь
61	июль	1999, 2000, 2002	Полесская
61	июль	2010	Жлобин
60	июль	2012	Гомель

Абсолютный минимум температуры воздуха в Беларуси ( $-40,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) зарегистрирован в феврале 1956 г. на метеостанции Докшицы, а в Брестской области ( $-38,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – на метеостанции Ганцевичи в январе 1970 г. В основном абсолютные минимумы характерны для февраля, января.

По 5 метеостанциям Белорусского Полесья абсолютный минимум температуры поверхности почвы превышает  $-42,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (табл. 3.28). Самое низкое значение зарегистрировано в марте 1964 г. ( $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) на метеостанции Житковичи.

Таблица 3.28 – Ранжированные абсолютные минимумы температуры поверхности почвы за 1950-2013 гг.

t, °C	Месяц	Год	Метеостанция
-46	март	1964	Житковичи
-44	январь	1970	Житковичи
-42	январь	1950	Брест, Пружаны, Ивацевичи
-42	январь	1963	Василевичи
-42	январь	1987	Василевичи
-42	декабрь	1997	Василевичи

Анализ временных рядов (1950–2013 гг.) экстремальных температур воздуха и поверхности почвы указывает на их ярко выраженную цикличность. Цикличность нами устанавливается методами интегральных разностей и кривых скользящих средних. На рисунках 3.20–3.31 представлены нормированные разностные интегральные кривые абсолютных максимальных и минимальных значений температур воздуха и поверхности почвы и кривые скользящих 3- и 5-летних средних для областных центров Беларуси. Цикличность максимальных и минимальных значений температур воздуха по ряду пунктов Беларуси (рис. 3.20–3.31) указывает на достаточно строгую периодичность в рядах исследованных характеристик. На фоне долгопериодических колебаний выделяется прежде всего 11-летний цикл, что подсказывает необходимость поиска связей крупных погодных аномалий с солнечной активностью. В качестве критерия оценки могут использоваться относительные числа Вольфа или относительные цюрихские числа солнечных пятен, которые являются одним из главных индексов солнечной активности (рис. 3.32).

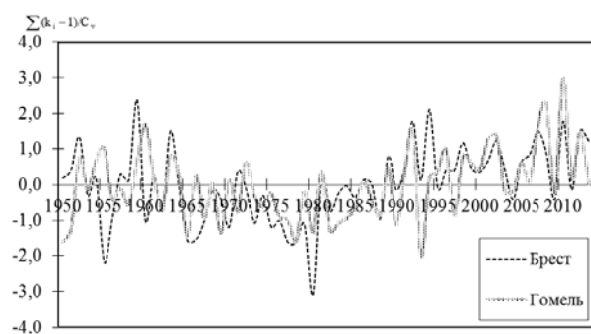


Рисунок 3.20 – Нормированные разностные интегральные кривые абсолютных максимумов температуры воздуха для областных центров Белорусского Полесья

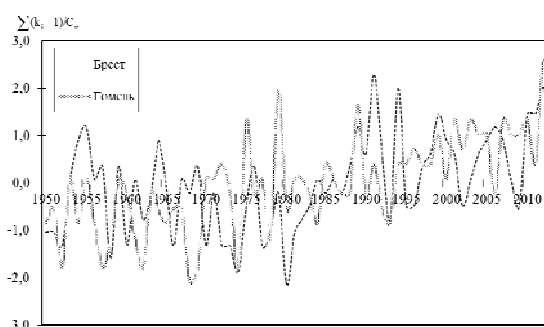


Рисунок 3.21 – Нормированные разностные интегральные кривые абсолютных максимумов температуры поверхности почвы для областных центров Белорусского Полесья

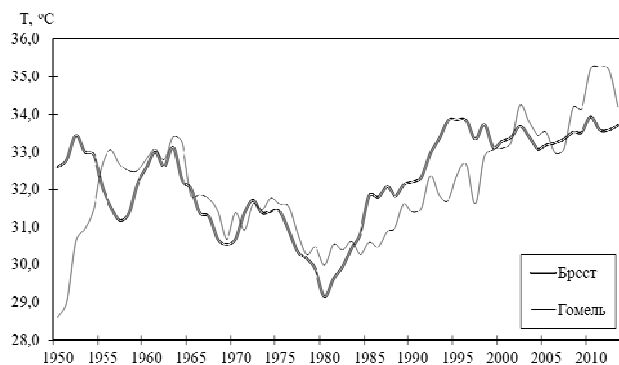


Рисунок 3.22 – Кривые скользящих 5-летних абсолютных максимумов температуры воздуха для областных центров Белорусского Полесья

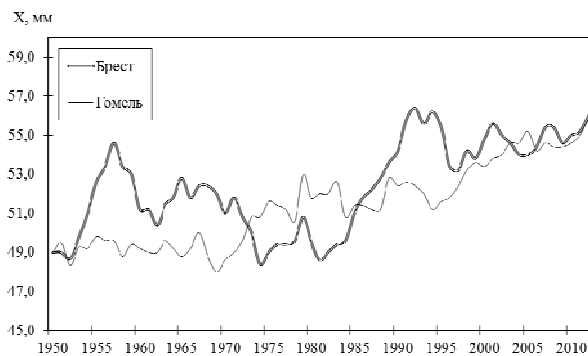


Рисунок 3.23 – Кривые скользящих 5-летних абсолютных максимумов температуры поверхности почвы для областных центров Белорусского Полесья

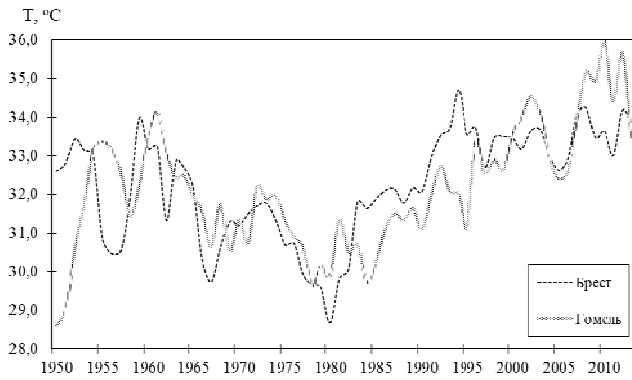


Рисунок 3.24 – Кривые скользящих 3-летних абсолютных максимумов температуры воздуха для областных центров Белорусского Полесья

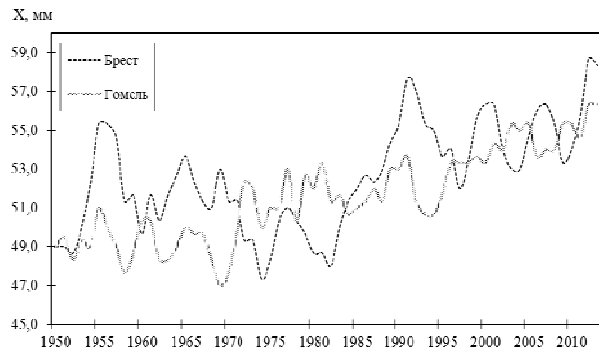


Рисунок 3.25 – Кривые скользящих 3-летних абсолютных максимумов температуры поверхности почвы для областных центров Белорусского Полесья

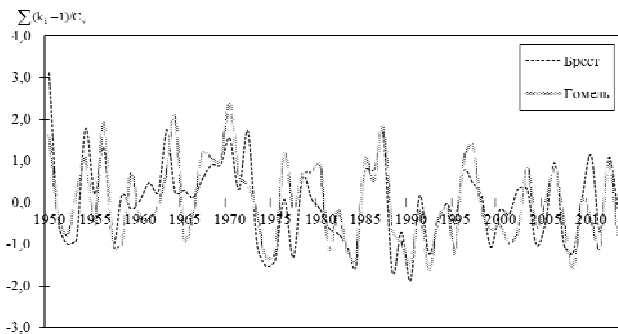


Рисунок 3.26 – Нормированные разностные интегральные кривые абсолютных минимумов температуры воздуха для областных центров Белорусского Полесья

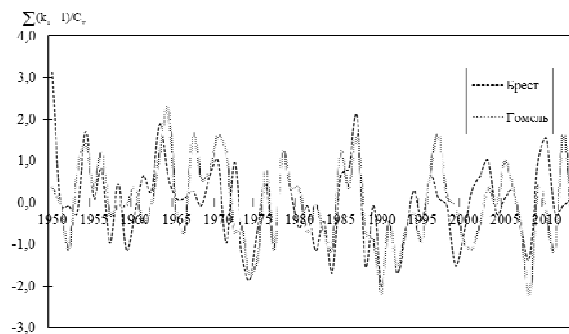


Рисунок 3.27 – Нормированные разностные интегральные кривые абсолютных минимумов температуры поверхности почвы для областных центров Белорусского Полесья

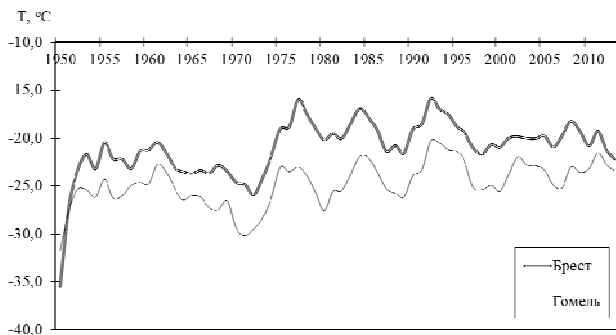


Рисунок 3.28 – Кривые скользящих 5-летних абсолютных минимумов температуры воздуха для областных центров Белорусского Полесья

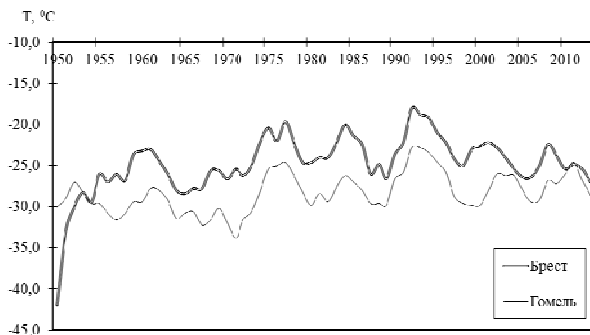


Рисунок 3.29 – Кривые скользящих 5-летних абсолютных минимумов температуры поверхности почвы для областных центров Белорусского Полесья

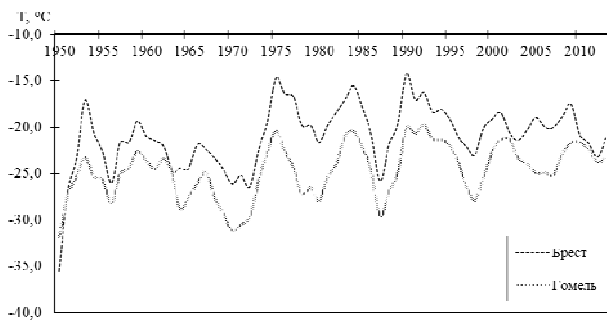


Рисунок 3.30 – Кривые скользящих 3-летних абсолютных минимумов температуры воздуха для областных центров Белорусского Полесья

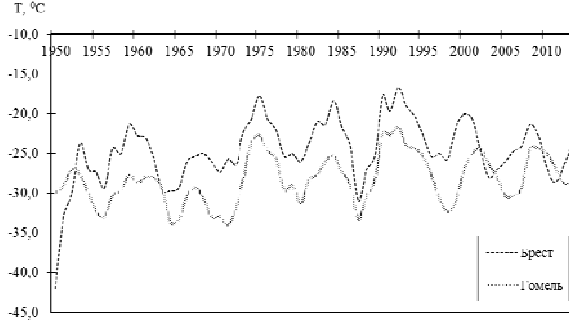


Рисунок 3.31 – Кривые скользящих 3-летних абсолютных минимумов температуры поверхности почвы для областных центров Белорусского Полесья

Климатологами отмечается значительный рост в Северном полушарии аномалий летних и зимних температур воздуха с 1977 г. [113]. Наглядным подтверждением этому являются рисунки 3.20–3.25, показывающие резкий рост положительных экстремумов в этот период для территории Беларуси. Рост отрицательных экстремумов имеет место практически во всем рассматриваемом периоде (1950–2013 гг.), в целом он является еще более значимым в сравнении с максимальными летними температурами воздуха и почвы. В последний период времени (2001–2013 гг.) в Северном полушарии небольшой рост значений аномалий температуры отмечался только летом, а зимой имело место даже падение значений аномалий температуры [113]. Рисунки 3.26–3.31 отражают отмеченную тенденцию. Эта последняя пауза в изменении температуры особенно активно стала обсуждаться в научной литературе в последние несколько лет. Одной из причин называется наступление «холодной» фазы 11-летнего цикла солнечной активности (рис. 3.32).

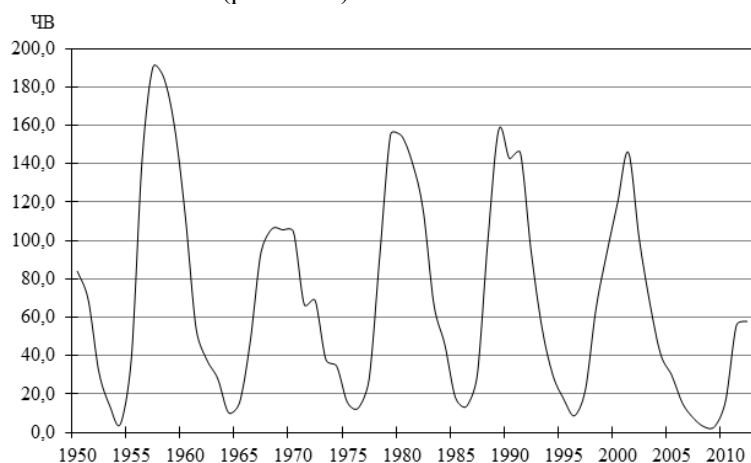


Рисунок 3.32 – Числа Вольфа

В установленной цикличности объективно отражаются закономерности внутритерриториального пространственного распределения максимальных и минимальных значений температур воздуха и поверхности почвы. Наблюдаются достаточно синхронные колебания во времени значений температур как в пределах отдельных районов, так и для территории Белорусского Полесья в целом. Кратковременные периоды потеплений на территории Белорусского Полесья сменялись близкими по величине и продолжительности периодами похолоданий.

В таблицах 3.29–3.30 приведены уравнения линейных трендов максимальных и минимальных температур воздуха и поверхности почвы для отдельных метеостанций Белорусского Полесья.

Таблица 3.29 – Линейные тренды изменения экстремальных температур воздуха, °С

Метеостанция	Максимальная температура воздуха	Минимальная температура воздуха
Брест	$T = 0,034t + 31,139$	$T = 0,083t - 23,183$
Гомель	$T = 0,031t + 31,128$	$T = 0,064t - 26,601$

Для экстремальных температур воздуха, как максимальных, так и минимальных, имеют место положительные тренды. Максимальные температуры воздуха увеличиваются по территории Белорусского Полесья со скоростью 0,02–0,04 °С в год. Минимальные температуры воздуха увеличиваются с большей интенсивностью – 0,06–0,11 °С в год.

Таблица 3.30 – Линейные тренды изменения экстремальных температур поверхности почвы, °С

Метеостанция	Максимальная температура поверхности почвы	Минимальная температура поверхности почвы
Брест	$T = 0,0841t + 49,746$	$T = 0,0848t - 27,489$
Гомель	$T = 0,1075t + 47,989$	$T = 0,0594t - 30,228$

Максимальные температуры поверхности почвы увеличиваются по территории Полесья со скоростью 0,01–0,11 °С в год. Минимальные температуры поверхности почвы увеличиваются с интенсивностью – 0,06–0,09 °С в год.

Все результаты еще раз подтверждают отмеченные тенденции и хорошо коррелируют с исследованиями, проведенными ранее. Динамика сезонных аномалий глобальной температуры за различные периоды показывает, что активный рост значений аномалий температуры Земного шара начался только в период с 1979 по 1998 год.

С целью оценки региональных различий в режимах формирования экстремумов температур воздуха и поверхности почвы ряды инструментальных наблюдений за 62-летний период разбиты на две равные части по 31 году (1952–1982 гг., 1983–2013 гг.).

Расчеты были произведены по 37 метеостанциям, результаты по отдельным пунктам Белорусского Полесья приведены в таблицах 3.31–3.34.

Таблица 3.31 – **Осредненные значения абсолютного максимума температур воздуха за принятые периоды и разница между ними, °С**

Годы	Пункт	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек
1952-1982	Брест	4,95	6,19	13,98	22,58	27,25	29,34	30,25	30,00	26,84	21,05	12,82	7,40
1982-2013		7,16	8,27	16,12	23,49	27,79	30,28	32,12	31,72	26,48	21,15	13,48	7,98
разность		2,21	2,08	2,13	0,91	0,55	0,94	1,87	1,72	-0,36	0,10	0,66	0,58
1952-1982	Пинск	3,68	4,49	11,89	21,63	26,94	28,82	29,51	29,78	26,38	20,36	12,10	6,16
1982-2013		6,48	7,46	15,29	23,08	27,95	30,12	31,35	31,13	26,23	20,63	13,00	7,65
разность		2,80	2,97	3,40	1,45	1,01	1,30	1,85	1,35	-0,16	0,27	0,90	1,48
1952-1982	Полес-ская	3,97	5,08	12,37	22,14	27,00	28,87	29,61	29,87	26,26	20,15	12,22	6,33
1982-2013		6,12	7,15	15,13	23,28	28,02	30,34	31,30	31,29	26,64	20,93	12,93	7,31
разность		2,15	2,06	2,75	1,14	1,01	1,47	1,69	1,42	0,38	0,78	0,71	0,98
1952-1982	Васи-левици	3,77	4,64	11,74	22,14	27,64	30,15	30,88	30,74	26,49	19,38	11,17	5,99
1982-2013		5,15	6,35	14,44	23,12	28,22	30,63	31,75	31,45	26,24	21,05	11,87	6,89
разность		1,38	1,71	2,70	0,98	0,58	0,48	0,87	0,72	-0,25	1,67	0,69	0,90
1952-1982	Гомель	3,21	3,70	10,71	21,46	27,15	29,75	30,46	30,34	26,04	18,97	10,49	5,49
1982-2013		4,62	5,55	13,16	22,67	27,75	30,18	31,66	31,67	26,04	20,39	11,25	6,24
разность		1,40	1,85	2,45	1,21	0,59	0,43	1,20	1,33	0,00	1,42	0,76	0,74
1952-1982	Житко-вичи	3,82	5,47	12,52	22,50	27,54	29,73	30,28	30,30	26,42	19,86	12,10	6,25
1982-2013		6,12	7,38	15,11	23,44	28,42	30,74	31,69	31,33	26,19	20,95	12,62	7,55
разность		2,30	1,91	2,58	0,94	0,88	1,00	1,41	1,04	-0,23	1,08	0,52	1,30
1952-1982	Лель-чицы	4,24	5,93	13,15	22,77	27,96	30,28	30,99	30,68	26,81	20,07	12,33	6,76
1982-2013		6,29	8,14	15,57	23,82	28,89	31,42	32,50	32,29	26,92	21,77	13,16	7,77
разность		2,05	2,21	2,42	1,05	0,93	1,14	1,51	1,61	0,11	1,70	0,83	1,01

Таблица 3.32 – **Осредненные значения абсолютного минимума температур воздуха за принятые периоды и разница между ними, °С**

Годы	Пункт	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек
1952-1982	Брест	-19,15	-17,53	-11,51	-3,03	1,20	5,55	8,13	6,83	1,42	-3,55	-7,76	-14,94
1982-2013		-16,22	-14,81	-9,60	-2,83	1,73	6,53	9,26	7,81	1,98	-3,16	-7,53	-13,70
разность		2,94	2,73	1,90	0,20	0,53	0,99	1,14	0,97	0,56	0,39	0,24	1,25
1952-1982	Пинск	-21,05	-19,43	-14,00	-2,97	1,06	5,38	7,70	5,77	0,30	-4,13	-9,11	-15,85
1982-2013		-17,92	-16,60	-10,91	-3,34	1,51	6,36	8,79	7,25	1,89	-3,59	-9,03	-15,52
разность		3,14	2,84	3,09	-0,36	0,45	0,97	1,08	1,48	1,59	0,54	0,08	0,34
1952-1982	Полес-ская	-22,19	-21,49	-15,44	-4,92	-1,54	2,41	4,11	2,42	-2,50	-6,45	-10,24	-17,92
1982-2013		-21,11	-19,15	-13,98	-5,42	-1,43	2,67	5,32	3,29	-1,67	-6,63	-11,12	-18,05
разность		1,08	2,34	1,46	-0,50	0,11	0,25	1,21	0,87	0,84	-0,18	-0,88	-0,13
1952-1982	Василе-вичи	-23,09	-21,79	-14,83	-3,64	0,72	5,39	8,04	5,73	0,06	-4,82	-10,40	-18,08
1982-2013		-20,64	-19,28	-13,33	-3,83	0,17	5,06	8,27	5,82	0,18	-5,57	-10,61	-17,78
разность		2,45	2,50	1,51	-0,20	-0,54	-0,33	0,24	0,09	0,12	-0,75	-0,21	0,30
1952-1982	Гомель	-23,01	-21,46	-14,97	-3,55	1,59	6,03	8,76	6,48	0,50	-4,91	-11,02	-18,13
1982-2013		-19,97	-18,38	-12,57	-2,44	2,65	7,23	10,05	7,76	1,70	-4,35	-10,30	-17,11
разность		3,04	3,07	2,40	1,11	1,06	1,20	1,29	1,28	1,20	0,55	0,72	1,02
1952-1982	Житко-вичи	-23,94	-21,76	-15,21	-4,08	-0,10	5,15	7,60	5,43	-0,21	-4,60	-10,47	-17,88
1982-2013		-20,31	-18,61	-13,40	-4,40	0,51	5,05	8,31	5,85	0,42	-5,46	-10,27	-17,04
разность		3,62	3,15	1,80	-0,32	0,61	-0,10	0,71	0,42	0,63	-0,85	0,20	0,84
1952-1982	Лельчи-цы	-23,74	-21,82	-14,24	-3,93	0,41	5,46	7,87	5,66	-0,17	-4,37	-10,39	-17,74
1982-2013		-20,32	-18,91	-12,92	-4,07	0,51	5,22	8,52	6,18	0,84	-4,96	-9,97	-17,30
разность		3,42	2,91	1,32	-0,15	0,10	-0,25	0,65	0,52	1,01	-0,58	0,42	0,44

Таблица 3.33 – Средненные значения абсолютного максимума температур поверхности почвы за принятые периоды и разница между ними, °С

Годы	Пункт	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек
1952-1982	Брест	3,35	5,74	18,81	33,97	44,00	49,03	49,32	45,74	37,94	26,68	13,94	5,94
1982-2013		5,52	6,90	22,58	39,97	48,71	52,42	53,32	50,32	40,87	29,06	15,65	6,58
разность		2,16	1,16	3,77	6,00	4,71	3,39	4,00	4,58	2,94	2,39	1,71	0,65
1952-1982	Пинск	3,03	5,19	15,06	29,29	38,45	44,94	45,42	43,48	35,26	25,19	12,90	5,48
1982-2013		5,65	7,71	22,45	38,35	47,35	50,19	51,03	48,71	38,94	28,10	15,00	6,58
разность		2,61	2,52	7,39	9,06	8,90	5,26	5,61	5,23	3,68	2,90	2,10	1,10
1952-1982	Полесская	1,26	2,58	14,61	34,95	48,00	52,30	52,00	50,80	40,80	27,75	13,19	4,29
1982-2013		4,68	6,00	19,65	40,19	49,55	52,74	54,00	51,29	42,68	29,48	15,65	5,58
разность		3,42	3,42	5,03	5,24	1,55	0,44	2,00	0,49	1,88	1,73	2,45	1,29
1952-1982	Василевичи	3,03	4,90	17,06	36,26	46,13	51,45	51,45	48,35	38,39	25,00	12,74	5,10
1982-2013		4,03	5,26	18,39	38,32	48,39	51,84	52,90	49,90	39,48	27,39	13,61	5,13
разность		1,00	0,35	1,32	2,06	2,26	0,39	1,45	1,55	1,10	2,39	0,87	0,03
1952-1982	Гомель	2,19	3,71	14,52	32,87	43,13	48,26	48,35	46,23	36,68	23,97	11,61	4,71
1982-2013		3,84	4,77	19,13	37,94	47,19	51,26	52,03	49,97	39,84	27,52	13,00	5,06
разность		1,65	1,06	4,61	5,06	4,06	3,00	3,68	3,74	3,16	3,55	1,39	0,35
1952-1982	Житковичи	2,81	4,68	16,06	35,68	45,58	50,87	51,03	48,23	38,87	26,00	13,03	4,81
1982-2013		4,55	6,42	20,58	40,00	48,16	52,55	52,42	49,97	39,94	27,39	14,23	5,26
разность		1,74	1,74	4,52	4,32	2,58	1,68	1,39	1,74	1,06	1,39	1,19	0,45
1952-1982	Лельчицы	2,87	5,03	17,27	36,59	46,17	51,03	51,07	48,31	39,53	25,43	12,60	5,23
1982-2013		4,94	7,74	22,13	39,97	47,32	50,97	51,42	49,06	39,26	27,06	13,94	5,81
разность		2,07	2,71	4,86	3,38	1,15	-0,07	0,35	0,75	-0,28	1,63	1,34	0,57

Таблица 3.34 – Средненные значения абсолютного минимума температур поверхности почвы за принятые периоды и разница между ними, °С

Годы	Пункт	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек
1952-1982	Брест	-21,52	-20,68	-13,13	-4,55	-0,55	4,29	7,13	5,74	0,32	-3,67	-8,37	-16,77
1982-2013		-18,84	-15,77	-13,19	-5,55	-0,74	4,90	7,94	6,32	0,19	-4,71	-9,32	-16,45
разность		2,68	4,90	-0,06	-1,00	-0,19	0,61	0,81	0,58	-0,13	-1,04	-0,96	0,32
1952-1982	Пинск	-22,97	-22,55	-14,97	-4,61	-0,58	4,84	7,03	5,23	-0,29	-4,42	-9,45	-17,35
1982-2013		-20,97	-19,55	-14,26	-5,39	-0,26	5,39	8,00	6,19	0,90	-4,13	-10,74	-17,68
разность		2,00	3,00	0,71	-0,77	0,32	0,55	0,97	0,97	1,19	0,29	-1,29	-0,32
1952-1982	Полесская	-27,13	-25,94	-18,52	-6,84	-3,85	1,05	3,45	1,20	-2,95	-5,35	-11,94	-20,58
1982-2013		-22,97	-21,32	-16,61	-6,84	-3,81	0,29	3,61	1,45	-3,29	-7,45	-12,16	-20,03
разность		4,16	4,61	1,90	0,00	0,04	-0,76	0,16	0,25	-0,34	-2,10	-0,23	0,55
1952-1982	Василевичи	-27,74	-26,74	-18,97	-6,13	-0,16	4,81	7,74	5,52	-0,65	-5,39	-12,32	-21,90
1982-2013		-25,26	-24,13	-17,77	-5,16	-0,29	5,00	8,48	5,77	0,06	-5,68	-12,68	-22,19
разность		2,48	2,61	1,19	0,97	-0,13	0,19	0,74	0,26	0,71	-0,29	-0,35	-0,29
1952-1982	Гомель	-25,52	-24,74	-19,13	-5,42	-0,32	5,00	7,87	6,06	-0,13	-4,71	-12,48	-20,68
1982-2013		-23,61	-21,71	-16,19	-4,81	0,32	5,61	8,74	6,16	-0,26	-6,00	-12,13	-19,71
разность		1,90	3,03	2,94	0,61	0,65	0,61	0,87	0,10	-0,13	-1,29	0,35	0,97
1952-1982	Житковичи	-28,45	-24,68	-20,03	-5,84	-1,16	4,55	7,19	5,13	-0,39	-5,10	-12,61	-22,61
1982-2013		-24,48	-22,65	-18,19	-6,03	-0,77	4,29	7,55	5,03	-0,26	-6,97	-12,71	-20,74
разность		3,97	2,03	1,84	-0,19	0,39	-0,26	0,35	-0,10	0,13	-1,87	-0,10	1,87
1952-1982	Лельчицы	-26,90	-25,45	-17,71	-5,52	-0,23	6,00	8,26	6,26	0,48	-4,52	-11,90	-21,16
1982-2013		-24,13	-22,77	-16,55	-5,19	0,52	5,77	8,81	6,87	1,06	-5,29	-11,90	-20,61
разность		2,77	2,68	1,16	0,32	0,74	-0,23	0,55	0,61	0,58	-0,77	0,00	0,55

Разница между максимальными температурами воздуха различных периодов показывает, что на территории Белорусского Полесья наблюдается рост температуры в течение всего года, за исключением сентября. Самые большие отклонения наблюдаются в зимние месяцы и в марте. При анализе минимальных температур воздуха наблюдается также их увеличение, исключение составляет пункт Василевичи, а также по некоторым пунктам Белорусского Полесья – апрель, май, июнь и

октябрь. Осредненные абсолютные значения температур поверхности почвы за разные периоды отражают то, что температура почвы на протяжении всего года по всем исследуемым пунктам только возрастает. Разница минимальных значений температур поверхности почвы более пестрая, повышение температуры наблюдается с декабря по апрель, а также в июле-августе, в то время как большинство отрицательных разностей соответствует осенним месяцам.

Наибольшую значимость представляют дальнейшие исследования, связанные с установлением причин происходящих изменений. Так, многие исследователи увязывают происходящие изменения климатических характеристик с проведенными в Беларуси крупномасштабными мелиорациями. Действительно, на мелиорируемых землях имеет место рост суммарного испарения в начальной, активной фазе вегетации сельхозкультур, что приводит к изменению температурного фона территорий. Например, увеличение температуры почвы в марте связано с большим количеством малоснежных зим в период 1975–2008 гг. и соответственно снижением затрат тепла на таяние снега. Большая часть тепла стала расходоваться на нагревание воздуха и почвы. Безусловно, эта тенденция должна быть учтена при разработке хозяйственных мероприятий. Рост зимних и весенних температур почвы приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода сельхозкультур, вследствие чего большая часть территории Беларуси получает дополнительные термические ресурсы, выгодные для интенсификации сельхозпроизводства.

### 3.6. Режим увлажнения

#### *Атмосферные осадки*

Распределение атмосферных осадков по исследуемой территории представляет собой сложную картину «пятнистости», обусловленную определенным сочетанием физико-географических факторов территории Белорусского Полесья. Причины пятнистости заложены в характере общециркуляционных процессов и неоднородности свойств подстилающей поверхности. Постоянные движения воздуха по вертикали (турбулентность в воздушном потоке) приводят к образованию облаков и неравномерному выпадению осадков. Очевидно, что глобальные и местные факторы постоянно находятся во взаимодействии и влияют на атмосферные осадки всей своей совокупностью. С одной стороны, в процессе циркуляции возникают воздушные потоки, переносящие тепло и влагу (адвекция тепла и влаги) на огромные расстояния по горизонтали, с другой – вертикальные перемещения воздушных масс приводят к повышению влагосодержания во всем слое тропосферы. Адиабатическое охлаждение влажного воздуха также способствует образованию влагоносных воздушных масс и выпадению атмосферных осадков.

На всей территории Полесья циклоническая деятельность неравномерна. Происходит постепенное ее ослабление в направлении с северо-запада на юго-восток. Зимние осадки формируются из теплых воздушных океанических масс, приходящих с циклонами. В начале лета влагоперенос осуществляется вглубь континента, где увлажняется континентальный воздух, а затем, в результате общей циркуляции, влагоносные воздушные массы смещаются во внутренние области, где и происходит выпадение осадков. Основное количество осадков на исследуемой территории дают фронтальные циклоны, где тепловлагоресурсы дополнительно черпаются от континентальных и тропических воздушных масс.

Важным параметром, определяющим величину скорости водообмена между океаном и материком, между отдельными регионами, а также – величину адвективного переноса влаги, выступает интенсивность горизонтального влагопереноса в атмосфере. Интенсивность зависит от влагосодержания воздушных масс, термических условий и соотношения переносимых масс воды и суши. Сезонные колебания интенсивности влагопереноса в значительной мере синхронны годовому ходу температуры воздуха. Но эти процессы происходят на фоне различного среднего уровня увлажненности атмосферы и скоростей переноса воздушных масс, менее зависимых от термических факторов. Пространственная изменчивость интенсивности влагопереноса велика в зимний период. Летом, когда доля испарения с поверхности суши в увлажнении атмосферы соизмерима с адвекцией океанской влаги, интенсивность влагопереноса стабилизируется [40].

По количеству выпадающих осадков территорию Белорусского Полесья можно отнести к зоне достаточного увлажнения. Однако неравномерность поступления и расхода природных водных ресурсов как во времени, так и в пространстве большей частью не обеспечивает оптимальный водно-воздушный режим для большинства сельскохозяйственных культур в естественных условиях.

Для территории Белорусского Полесья характерен следующий режим выпадения осадков: максимум приходится на июль, минимум – на февраль-март. Однако в нехарактерные годы внутригодовой ход атмосферных осадков может быть иным. Число дней в году с осадками в Бресте – 178. Наи-



более часто осадки выпадают в осенне-зимний период: в среднем 17–18 дней с осадками – в декабре-январе и 12–17 дней – в октябре-ноябре. Минимум дней с осадками – 11 – приходится на апрель. В среднем на теплый период (апрель – октябрь) приходится почти каждый второй день с осадками, в которые выпадает более 70 % их годовой суммы. В теплый период года интенсивность осадков большая, чем в холодный. На весенне-летний период приходится около 20 дней с осадками интенсивностью более 5 мм, на осенне-зимний – 12–13 дней [95]. Средняя годовая продолжительность атмосферных осадков на исследуемой территории составляет 1071–1142 часа.

Средние многолетние суммы атмосферных осадков по метеостанциям Белорусского Полесья за период 1981–2010 гг. приведены в таблице 3.35.

Таблица 3.35 – Средние многолетние суммы атмосферных осадков по метеостанциям Белорусского Полесья, мм

Метеостанция	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек	Год
Ганцевичи	40	33	39	38	63	89	91	62	55	43	48	47	648
Ивацевичи	41	35	39	37	64	74	89	59	57	41	46	49	631
Пружаны	35	30	35	33	66	74	86	62	59	38	41	41	600
Высокое	39	36	36	37	59	63	71	65	56	37	43	44	586
Полесская	31	27	32	36	57	82	91	55	50	42	41	40	584
Брест	34	33	33	37	63	68	74	73	56	37	42	41	591
Пинск	36	31	35	35	57	83	87	60	55	44	44	42	609
Жлобин	38	37	39	41	56	68	93	61	56	52	48	45	634
Чечерск	40	38	39	39	59	77	84	60	59	57	51	47	650
Октябрь	35	33	39	40	60	80	90	66	60	51	46	41	641
Гомель	34	33	34	41	56	79	90	61	58	54	48	40	628
Василевичи	36	35	41	42	57	81	96	68	64	49	46	43	658
Житковичи	45	40	45	43	60	88	113	65	62	51	50	51	713
Мозырь	37	36	41	44	58	76	94	67	60	50	47	42	652
Лельчицы	35	32	36	40	58	79	102	66	59	44	44	39	634
Брагин	28	28	31	34	49	65	71	59	56	45	42	35	543

Как видно из таблицы, годовые суммы атмосферных осадков по территории Белорусского Полесья изменяются от 543 мм в Брагине до 713 мм в Житковичах. Они значительно колеблются по годам, достигая амплитуды 600 мм и более. Наибольшая годовая сумма 1115 мм зафиксирована в Василевичах в 1906 г. В Пружанах максимум 927 мм пришелся на 1970 г., в Жлобине – 980 мм на 2009 г., в Чечерске – 965 мм на 1933 г., в Житковичах – 968 мм на 1998 г. Минимальное годовое количество осадков в Ивацевичах составило 298 мм (1953 г.), в Брагине – 299 мм (1963 г.).

Отмечается большая изменчивость во времени месячных сумм атмосферных осадков, коэффициенты вариации которых изменяются в пределах 0,2–0,7 [48]. Максимальные значения характерны для летних месяцев, когда атмосферные осадки могут составлять 250 мм и более. Например, в Пружанах 329 (август 1931 г.), в Мозыре 297 мм (июль 1983 г.), в Василевичах (июль 1935 г.). Минимальные месячные суммы 1–3 мм имели место практически по всем пунктам Белорусского Полесья и характерны в основном для сентября-октября. В апреле 2009 г. атмосферные осадки по метеостанции Брагин вообще не регистрировались.

Суточное количество осадков косвенно характеризует их интенсивность. Непосредственно интенсивность получают по самописцу дождя (плювиографу) за определенный период времени (5, 10, 20, 30 мин). В летний период интенсивность дождя наибольшая. В среднем суточная сумма осадков составляет от 2 до 6 мм. В то же время суточные суммы колеблются в очень широких пределах – от 0,1 мм до нескольких десятков мм и более. Коэффициент вариации суточного количества составляет 1,25–1,40 [94]. Максимальная суточная интенсивность характерна для летних месяцев и составляет от 75 мм в Жлобине (июнь 1949 г.) до 143 мм в Ганцевичах (июль 1972 г.).

Пространственная изменчивость атмосферных осадков нами оценивается по следующей схеме

$$C_{vi} = \left( \sum_j (M_{ij} / \bar{M}_i - 1)^2 \cdot (K - 1) \right)^{0.5}, \quad (j = \overline{1, K}), \quad (3.26)$$

где  $M_{ij} = f(X_j; Y_j; H_j; t_i)$  – значения атмосферных осадков в любом (j)-пункте Белорусского Полесья в

функции от его географических координат ( $X_j; Y_j$ ), высоты местности над уровнем моря ( $H_j$ ) и времени ( $t_j$ );  $\bar{M}_i$  – среднее значение атмосферных осадков (норма) для ( $i$ )-го интервала времени.

Полученные величины ( $C_{vi}$ ) представлены в таблице 3.36.

Таблица 3.36 – Коэффициенты пространственной вариации ( $C_{vi}$ ) атмосферных осадков для исследуемой территории (в целом)

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
$C_{vi}$	0,11	0,10	0,09	0,08	0,06	0,05	0,07	0,07	0,08	0,07	0,10	0,10	0,05

В результате перераспределения тепла и влаги по земной поверхности образуются районы, имеющие какой-либо общий признак. Одним из таких признаков является синхронность колебаний метеорологических элементов. В качестве основного способа оценки синхронности колебаний величин атмосферных осадков на исследуемой территории мы отдали предпочтение вычислению парной корреляции рядов наблюдений за осадками исходя из того, что коэффициент корреляции является не только объективной качественной, но и количественной характеристикой этих колебаний. При этом выделяются группировки рядов, скоррелированные не менее заданного уровня (например,  $r_{кр} = 0,8$ ). Нами получен опыт районирования территории Беларуси по осадкам с использованием данного приема [40]. Наиболее приемлемый уровень скоррелированности атмосферных осадков ( $r_{кр}$ ) представлен помесечно в таблице 3.37.

Таблица 3.37 – Исходный уровень скоррелированности атмосферных осадков, принятый для территории Беларуси

Мес.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
$r_{кр}$	0,85	0,75	0,88	0,78	0,78	0,75	0,76	0,76	0,82	0,85	0,84	0,85	0,80

В районах синхронного выпадения атмосферных осадков установлена их пространственно-временная изменчивость ( $C_v$ ). Каждому месяцу присущ только свой набор пунктов, объединенных в характерном районе. Количество районов синхронного выпадения осадков для каждого месяца представлено в таблице 3.38.

Таблица 3.38 – Количество районов синхронного колебания атмосферных осадков на территории Беларуси

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Районы, шт.	31	31	19	27	39	34	42	46	40	25	31	29	37

На рисунке 3.33 представлено районирование территории Беларуси по характерным периодам, из которого можно установить характер синхронного выпадения атмосферных осадков на территории Белорусского Полесья.

Следует отметить, что для территории Полесья в пределах Беларуси (рис. 3.33) характерна наименьшая пестрота и большая однородность районов синхронного выпадения осадков, что отражает принцип выделения исследуемой территории в обособленный ландшафтно-территориальный комплекс.

Необходимо отметить, что границы выделенных нами районов (рис. 3.33) часто совпадают с границами почвенных районов, водосборов и приурочены к естественным повышениям рельефа. «Пятнистость» выпадения атмосферных осадков можно априори распространить на сколь угодно длительную ретроспективу, чтобы данный фактор наряду с другими использовать как определяющий при исследовании генезиса почв и пестроты почвенного покрова Белорусского Полесья и в целом территории Беларуси.

Обнаруживается достаточно тесная связь очертаний границ районов синхронного выпадения дождей в июне (рис. 3.33в) и почвенного покрова юго-западной части территории Беларуси. На данной территории распространены полугидроморфные почвы (подзолисто-болотные, дерново-болотные, дерново-карбонатно-солончаковые, аллювиальные дерново-болотные). Среднеголетняя норма осадков (июнь), активно участвующих в почвообразовательном процессе, колеблется по территории от 55 до 71 мм.

Атмосферные осадки являются определяющим фактором общего круговорота воды, растворения, переноса химических элементов на большие расстояния и распределения их по исследуемой территории в соответствии с выявленной картиной «пятнистости».



Рисунок 3.33 – Районирование территории Беларуси по синхронности выпадения атмосферных осадков

Кроме того, обнаруживается аналогичное (зональное) распределение по территории Беларуси комплекса радиоактивных частиц, выпавших после Чернобыльской катастрофы. Для мая количество районов синхронного выпадения атмосферных осадков достаточно велико (табл. 3.38), особенно на юго-востоке Могилевской, Гомельской и Брестской областей, а также на северо-востоке Гродненской и юго-западе Минской области. Именно здесь имеет место наибольшая пестрота плотности радиоактивного загрязнения.

Результаты предложенного районирования могут использоваться при проектировании гидромелиоративных мероприятий, совершенствовании гидромелиоративных режимов, учитываться при оценке снеготолщин локальных участков и районировании территории Полесья и Беларуси, в целом, по снеговым нагрузкам на здания и сооружения, включая сооружения водохозяйственных объектов.

Статистическая структура полей атмосферных осадков непостоянна в течение года. Поля изокоррелят атмосферных осадков для отдельных периодов приведены на рисунке 3.34, где пунктирными окружностями даны эмпирические пространственно-корреляционные функции, в целом, без учета ориентации поля, т. е. в предположении изотропности атмосферных осадков.

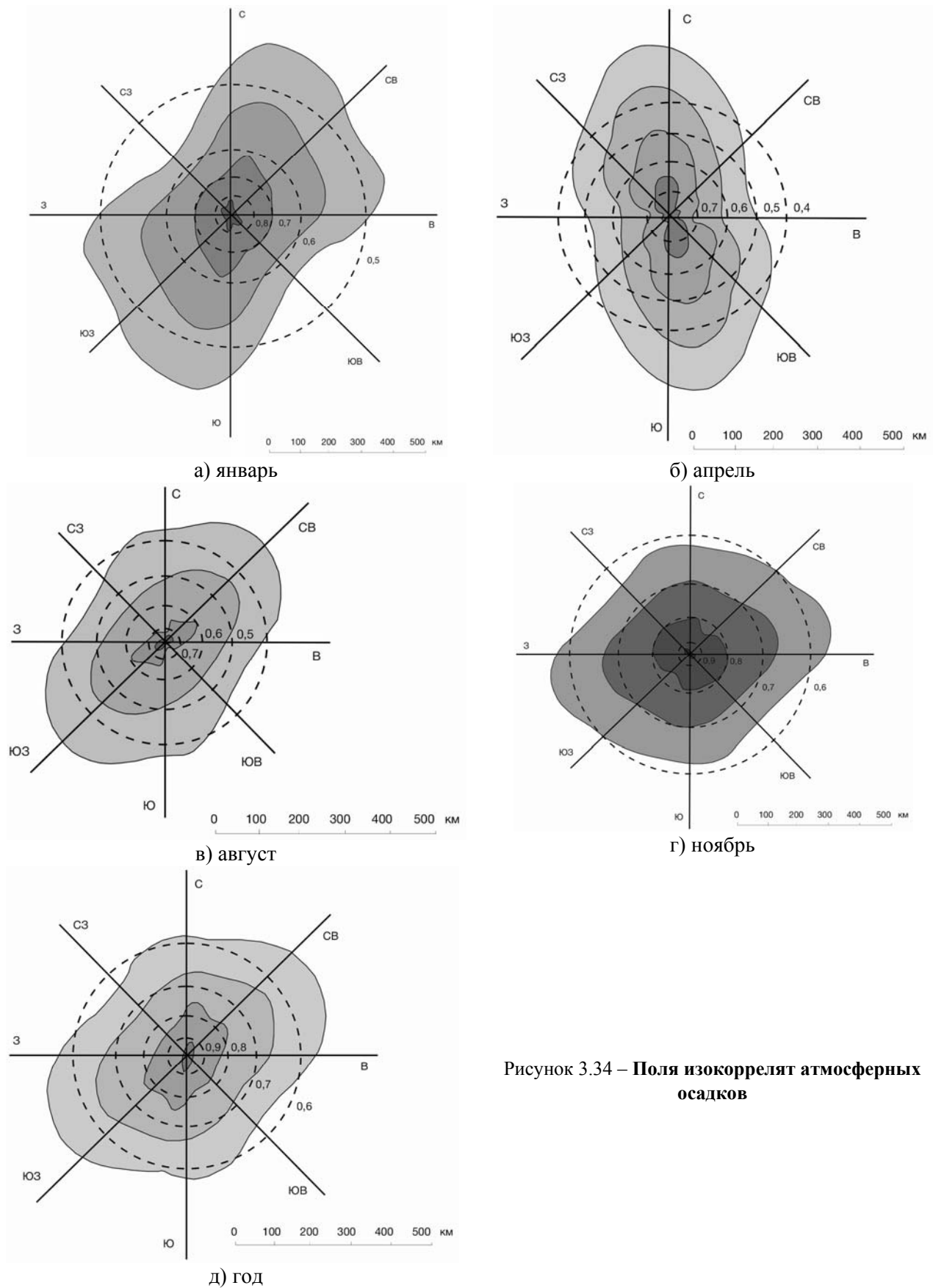
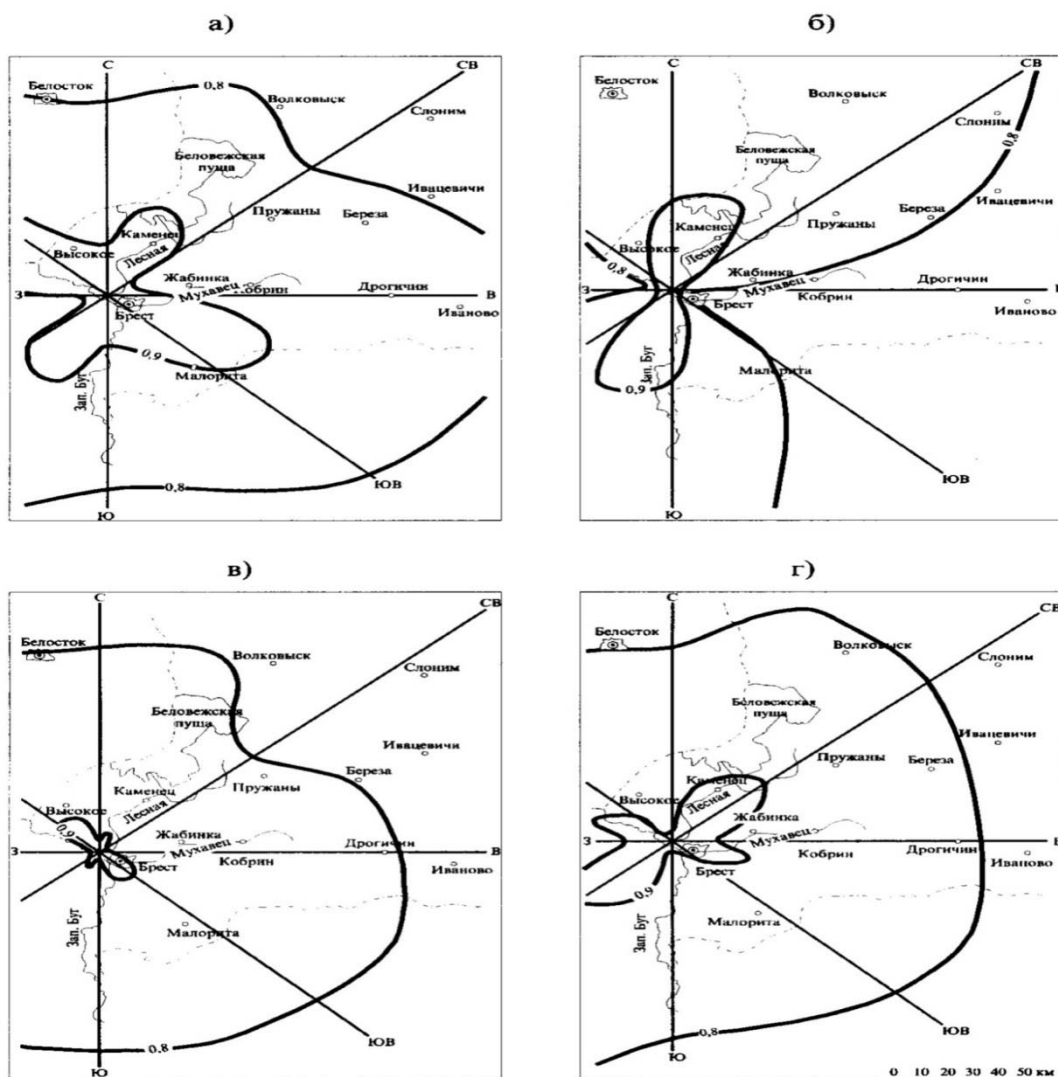


Рисунок 3.34 – Поля изокоррелят атмосферных осадков

Поля изокоррелят, ориентированные по направлениям влияния воздушных масс, представляют собой линии неправильной формы (близкой к эллиптической). Большая ось полей ориентирована в сторону преобладающего переноса воздушных масс. Полученные результаты хорошо согласуются с фактическими данными по переносу влаги в атмосфере. Оценка реальной структуры полей среднемесячных и среднегодовой сумм атмосферных осадков указывает на наибольшую их анизотропность весной (апрель, май), когда преобладает перенос воздушных масс в направлениях: север – юг и северо-восток – юго-запад. Наименьшая анизотропность полей осадков наблюдается в июне, июле, ноябре и в целом за год. Наряду с изменением осредненной по всем направлениям корреляционной функции осадков меняется характер анизотропности пространственной корреляции.

В результате вертикальной неоднородности строения атмосферы, характеристики которой подчинены широтной зональности, при переходе от одного слоя атмосферы к другому промышленные выбросы и вредные испарения постоянно меняют направления и скорость переноса, все это в итоге вызывает «пятнистость» загрязнения территорий промышленными выбросами. Полученные поля изокоррелят атмосферных осадков (рис. 3.34) дают возможность научно обосновать границы природоохранных зон и наиболее вероятную территорию, на которую вообще, и в чрезвычайной ситуации особенно, в процессе непрерывного естественного теплообмена на уровне земной поверхности и горизонтального влагопереноса будут влиять на водосборы рек Белорусского Полесья выбросы в атмосферу промышленных объектов. Наиболее неблагоприятными, с точки зрения влияния на окружающую среду, являются периоды: март, октябрь, ноябрь, декабрь, когда в зоны влияния производственных комплексов попадают значительные территории при критическом уровне скоррелированности осадков ( $r = 0,8-0,9$ ). Данный подход использован нами при обосновании ориентировочных границ природоохранной (водоохранной) территории СЭЗ «Брест» (рис. 3.35).



а) март, б) октябрь, в) ноябрь, г) декабрь

Рисунок 3.35 – Ориентировочные границы природоохранной (водоохранной) территории СЭЗ «Брест»

Плотность и репрезентативность осадкомерной сети такова, что не обеспечивает данными наблюдений все исследуемые (локальные) участки, в частности сельскохозяйственные поля, в границах которых необходимо иметь количественные показатели влагообмена на уровне подстилающей земной поверхности. Поэтому в основу прикладной количественной оценки атмосферных осадков нами положена возможность определения их величин в любой конкретной точке сельскохозяйственного поля. Это может быть реализовано с помощью трехмерной нелинейной модели, аппроксимируемой полиномом степени (n)=2, когда в качестве исходной функции пространственного распределения осадков принимается функция (X(φ, λ, H)), а само уравнение имеет вид

$$X_j = \alpha_{0j} + \alpha_{1j} \cdot \varphi + \alpha_{2j} \cdot \lambda + \alpha_{3j} \cdot H + \alpha_{4j} \cdot \varphi^2 + \alpha_{5j} \cdot \lambda^2 + \alpha_{6j} \cdot H^2 + \alpha_{7j} \cdot \varphi\lambda + \alpha_{8j} \cdot \varphi H + \alpha_{9j} \cdot \lambda H, \quad (3.27)$$

где X<sub>j</sub> – норма атмосферных осадков в расчетном пункте за (j) – интервал времени, мм; φ, λ – условные прямоугольные координаты (широта, долгота) расчетного пункта, принятые в данном исследовании относительно пункта Минск, км; H – абсолютная отметка поверхности земли в расчетном пункте, м; α<sub>0j</sub>,...,α<sub>9j</sub> – коэффициенты частных уравнений регрессии (3.27) для оценки сумм атмосферных осадков за различные интервалы осреднения (табл. 3.39).

Таблица 3.39 – Коэффициенты частных уравнений регрессии вида (3.27) для оценки сумм атмосферных осадков на исследуемой территории

Расчетный период (j), значения коэффициентов (α <sub>ij</sub> ), коэффициент множественной корреляции (R)											
j	α <sub>0</sub>	α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>	α <sub>3</sub>	α <sub>4</sub>	α <sub>5</sub>	α <sub>6</sub>	α <sub>7</sub>	α <sub>8</sub>	α <sub>9</sub>	R*
январь	0	0	0,01704	0	-0,00013	-0,00003	0,00028	0	0	0	0,75
февраль	41,94	0	0	0	-0,00004	0	0,00028	0	0	0	0,53
март	42,67	0	0,03975	0	-0,00010	-0,00003	0,00019	0,00013	0	-0,00016	0,71
апрель	49,84	-0,00929	0,06762	0	-0,00013	-0,00004	0	0	0	-0,00036	0,61
май	50,34	0	0,03343	0,07473	-0,00005	-0,00006	0	0	-0,00005	-0,00017	0,54
июнь	66,75	-0,00363	0	0,07881	-0,00008	0,00002	0	0	0	0	0,55
июль	78,62	-0,01374	0,03701	0,07197	-0,00005	-0,00015	0	0,00015	0	0	0,57
август	66,47	0,02294	-0,04540	0,10630	0,00007	-0,00007	0	-0,00006	0	0,00024	0,68
сентябрь	63,28	0	0,11728	0	-0,00005	-0,00009	0	0,00008	0,00016	-0,00066	0,80
октябрь	50,61	0,01175	0,06301	0,02328	-0,00004	-0,00006	0	0,00007	0	-0,00029	0,73
ноябрь	65,17	0,00853	-0,02416	-0,14789	0	-0,00009	0,00073	-0,00006	0	0,00021	0,73
декабрь	71,56	0	0,06562	-0,16847	-0,00021	-0,00005	0,00058	0,00005	-0,00008	-0,00026	0,68
год	638,74	0	0,47642	0,73567	-0,00092	-0,00067	0	0,00049	0	-0,00205	0,79

Примечание: \* Критическое значение коэффициента множественной корреляции (R<sub>кр</sub>) = 0,3.

Значения коэффициентов (α<sub>ij</sub>), полученные по уравнению (3.27), подтверждают наибольший вклад в величины атмосферных осадков основного регионального фактора – высоты местности (H).

При решении ряда прикладных задач используются среднесуточные величины осадков ( $\bar{P}_{сут}$ ). Оценка их значений, заданных на дискретном множестве точек, и экстраполяция на всю область определения функции непрерывного аргумента возможны с использованием Фурье-анализа. Аппроксимирующая функция разлагается в ряд Фурье, и находится сумма этого ряда по формуле (3.25). Коэффициенты Фурье определяются по зависимостям (табл. 3.40):

$$a_0 = \frac{1}{m} \cdot \sum_{k=1}^m Y_k \quad \dots ; \quad (3.28)$$

$$a_n \approx \frac{2}{m} \cdot \sum_{k=1}^m Y_k \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot k}{m}\right) \cdot n ; \quad (3.29)$$

$$b_n \approx \frac{2}{m} \cdot \sum_{k=1}^m Y_k \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot k}{m}\right) \cdot n , \quad (3.30)$$

где m – число известных пар значений (X<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub>), (X<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>), ..., (X<sub>m</sub>, Y<sub>m</sub>).

Таблица 3.40 – Коэффициенты Фурье, рекомендуемые к использованию при оценке среднесуточных осадков на исследуемой территории (формулы 3.28, 3.29, 3.30)

Значения соответствующих коэффициентов в формулах (3.28), (3.29), (3.30)					
$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
-1,9758	-0,4732	0,0986	-0,0023	0,0734	0,0123
$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	
0,1589	-0,3145	0,1057	0,0222	-0,0544	

График предлагаемой функции аппроксимации среднесуточного количества атмосферных осадков на исследуемой территории представлен на рисунке 3.36, где точками обозначены среднемесячные значения осадков в привязке к суточному их ходу.

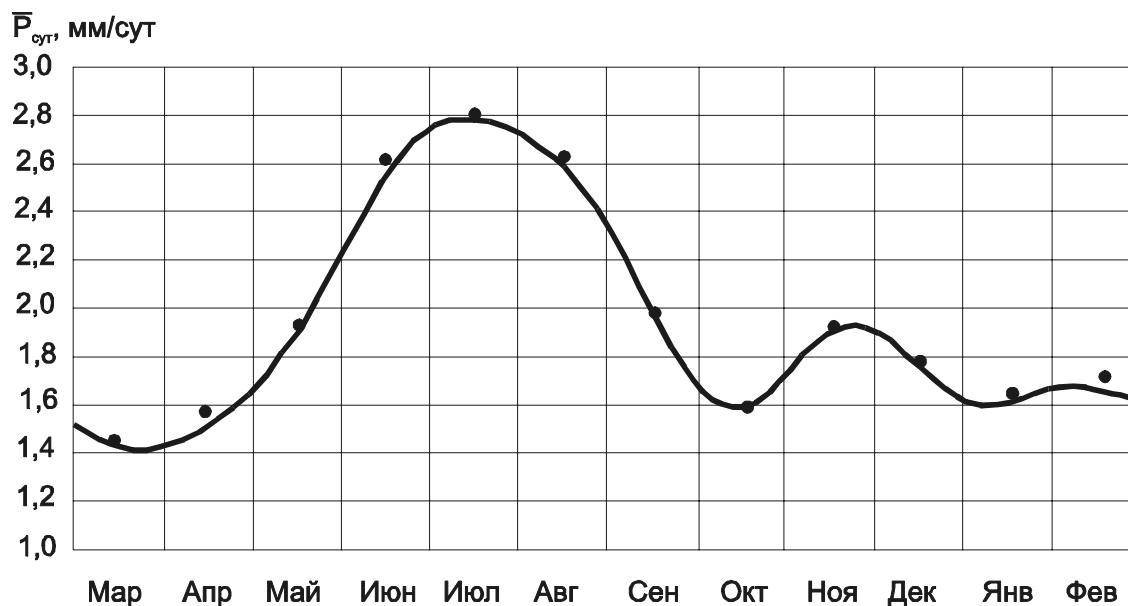


Рисунок 3.36 – Среднесуточное количество осадков  $\bar{P}_{сут}$ , мм/сут на исследуемой территории

Моделирование суточных значений атмосферных осадков нами проводится методом статистических испытаний (Монте-Карло)[40]. Рассмотрим конкретный пример. Пусть имеются суточные значения атмосферных осадков для марта, рассчитанные по формуле (3.25), которые приведены в таблице 3.41.

Таблица 3.41 – Суточные значения атмосферных осадков (март) на территории Беларуси, полученные по формуле (3.25)

Календарные даты / атмосферные осадки, мм/сут.										
1/1,68	2/1,67	3/1,66	4/1,65	5/1,65	6/1,64	7/1,64	8/1,63	9/1,62	10/1,61	11/1,60
12/1,59	13/1,59	14/1,58	15/1,57	16/1,56	17/1,55	18/1,55	19/1,54	20/1,53	21/1,52	22/1,52
23/1,51	24/1,50	25/1,50	26/1,49	27/1,49	28/1,48	29/1,48	30/1,47	31/1,47		

Методом статистических испытаний нами установлено также распределение на исследуемой территории периодов с осадками и без осадков (для марта приведены в таблице 3.42).

Таблица 3.42 – Распределение на исследуемой территории периодов с осадками (выделено) и без осадков в течение марта

Календарные даты										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31		

Суммарное количество атмосферных осадков, выпавших в (j)-период с дождливой погодой, при имитационном моделировании определяется как

$$P_{j\text{-пер}} = \sum_{i=1}^{m_j} P'_{\text{сут}} \quad (3.31)$$

где  $m_j$  – количество суток в (j)-периоде с осадками;  $P'_{\text{сут}} = P_{\text{сут}} + \bar{\zeta}_{j(\text{сут})}$  – исправленное на среднесуточную величину ( $\bar{\zeta}_{j(\text{сут})}$ ) суточное количество атмосферных осадков ( $P_{\text{сут}}$ ), рассчитанных по формуле (3.25), – таблицы 3.41, 3.42.

Суммарная величина поправки за рассматриваемый (j)-период ( $\zeta_j$ ) определяется за время, эквивалентное по продолжительности периоду (j-1) с ясной погодой, смежному и предшествующему рассматриваемому периоду (j). При этом используется зависимость (3.25) и равенство

$$\zeta_j = \sum_{i=1}^{m_{j-1}} P''_{\text{сут}(j-1)} \quad (3.32)$$

Среднесуточная величина поправки ( $\bar{\zeta}_{j(\text{сут})}$ ), вносимой в суточные величины атмосферных осадков дождливого периода (j), определяется как

$$\bar{\zeta}_{j(\text{сут})} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{m_{j-1}} P''_{\text{сут}(j-1)} \quad (3.33)$$

где  $\sum_{i=1}^{m_{j-1}} P''_{\text{сут}(j-1)}$  – сумма суточных величин атмосферных осадков, рассчитанных по функции (3.25), таблицы 3.41, 3.42, за время ( $m_{j-1}$ ), эквивалентное по продолжительности периоду (j-1) с ясной погодой;  $m_j$  – продолжительность рассматриваемого (j)-периода, в который вносится поправка;  $m_{j-1}$  – то же предшествующего периода с ясной погодой (j-1).

Смоделированное дискретно во времени суточное количество атмосферных осадков для марта представлено в таблице 3.43.

Таблица 3.43 – Суточные значения атмосферных осадков на территории Белорусского Полесья (март), полученные имитационным моделированием (формулы 3.31–3.33)

Календарные даты / атмосферные осадки, мм/сут										
1/1,68	2/-	3/-	4/-	5/2,07	6/2,06	7/2,06	8/2,05	9/-	10/1,84	11/1,83
12/1,82	13/1,82	14/1,81	15/1,80	16/1,79	17/-	18/-	19/-	20/-	21/-	22/-
23/2,28	24/2,27	25/-	26/-	27/-	28/-	29/-	30/-	31/-		

Предлагаемая нами модель реализации процесса выпадения атмосферных осадков на территории Белорусского Полесья может экстраполироваться на любой по продолжительности период. Моделирование процесса выпадения атмосферных осадков различной обеспеченности позволяет получить любое количество его реализаций и, следовательно, любое количество реализаций процесса управления водным балансом (режимом) на исследуемом уровне. Управление водным балансом процесса тепловлагомассообмена на уровне деятельной поверхности водосборов исключает потерю информации, позволяет привлекать смоделированные ряды балансовых элементов оптимальной продолжительности.

За весь период инструментальных наблюдений с 1881 по 2018 год режим выпадения атмосферных осадков постоянно трансформировался. Наиболее значимые трансформации приурочены к периодам потепления климата в начале прошлого столетия (1910–1939 гг.) и современного потепления в конце XX века (1964–2000 гг.). Немаловажным в формировании режима выпадения атмосферных осадков является антропогенный фактор, значимость которого становится все очевидней. Климатологи отводят большую роль влиянию крупномасштабных мелиораций, проведенных в 1965–1984 гг., на изменение регионального климата Беларуси, в частности Полесья. В связи с этим нами выполнены исследования с целью оценки роли антропогенного фактора в формировании режима выпадения атмосферных осадков и его трансформации [131].

В качестве исходных данных приняты 60-летние ряды наблюдений за атмосферными осадками с 1945 по 2004 год по 37 метеостанциям Беларуси, в том числе находящимся на территории Полесья. Ряды наблюдений разбиты на две части по тридцать лет: с 1945 по 1974 год – до активного влияния



мелиоративного строительства на окружающую среду Беларуси (пик мелиорации земель пришелся на 1972–1974 гг.) и с 1975 по 2004 год – период стабильного функционирования построенных гидромелиоративных систем.

Исследования рядов атмосферных осадков показали их неоднородность. В конце сороковых – начале пятидесятих годов прошлого века дождемеры с защитой Нифера массово заменены осадкомерами Третьякова, и значительно были снижены ошибки, связанные с недоучетом осадков. С 1966 г. внедрена новая методика наблюдений и исправления экспериментальных величин за счет расширения видов недоучета атмосферных осадков приборами, отсюда возникла проблема их сопоставимости с данными предыдущих замеров. Одной из проблем является также наличие большого количества пропусков в рядах наблюдений за осадками в начале – середине XX столетия. В связи с этим для обеспечения статистической однородности рядов исследуемых характеристик нами введены поправки к суммам осадков для приведения их от показаний дождемера к показаниям осадкомера, а также введена поправка на смачивание осадкомерного ведра к данным до 1966 г. [131].

С целью оценки региональных различий в режимах формирования атмосферных осадков для установленных периодов нами построены карты разностей средних многолетних сумм атмосферных осадков за 1975–2004 гг. и 1945–1974 гг. (рис. 3.37).

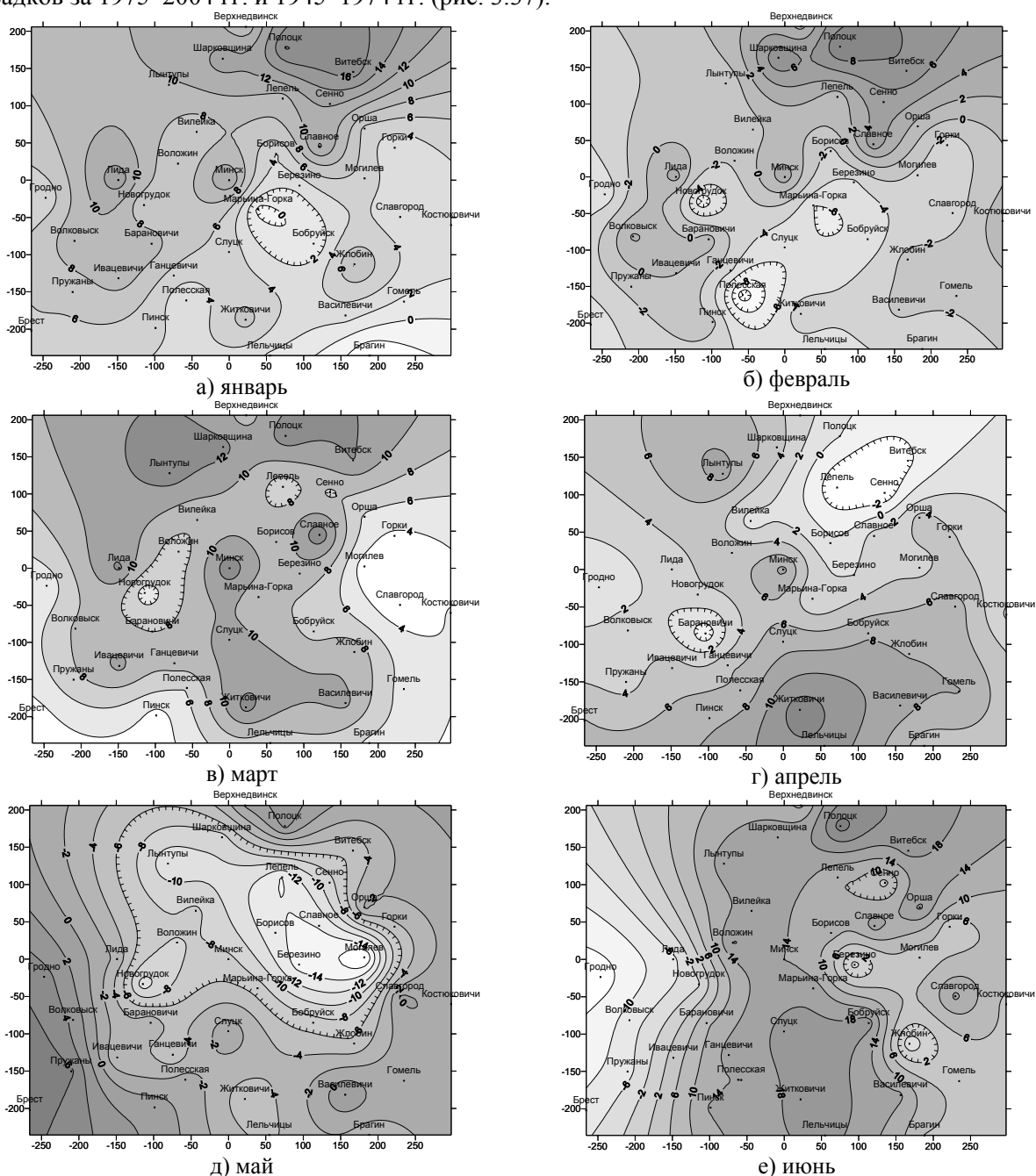
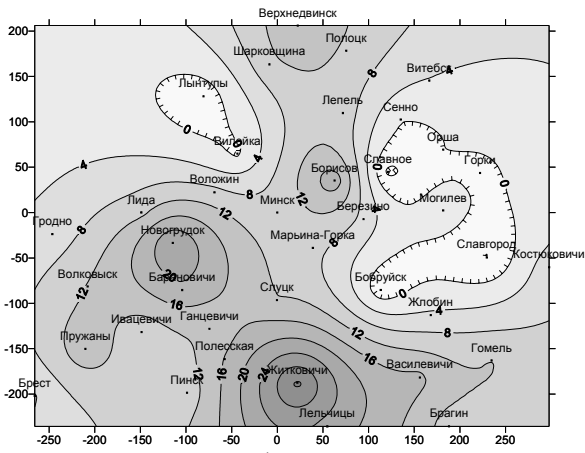
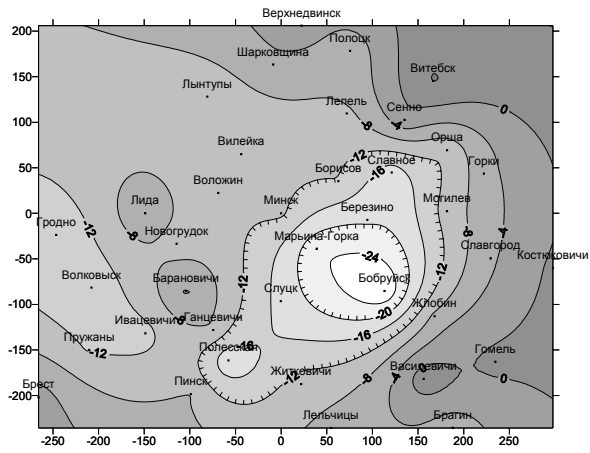


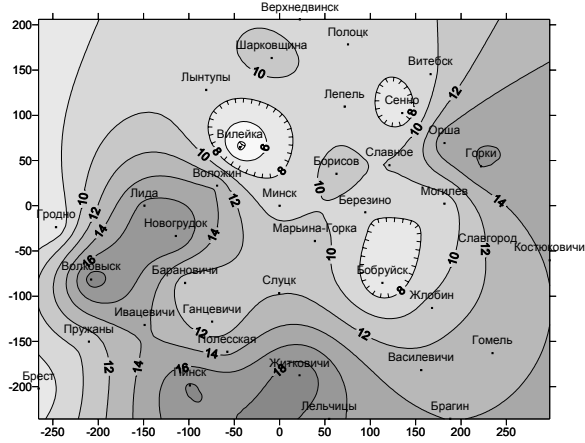
Рисунок 3.37 (начало) – Разность средних многолетних сумм атмосферных осадков между периодами 1975–2004 гг. и 1945–1974 гг. на территории Беларуси, мм



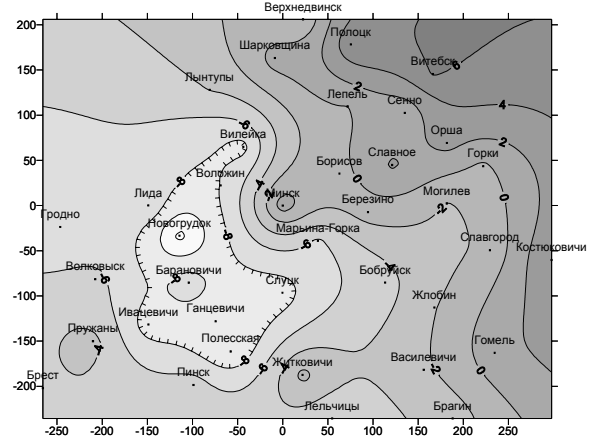
ж) июль



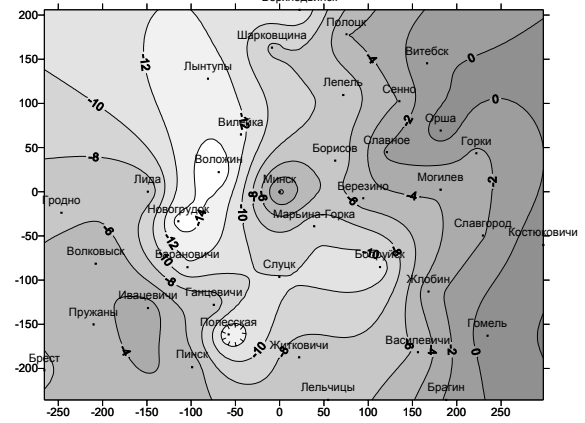
з) август



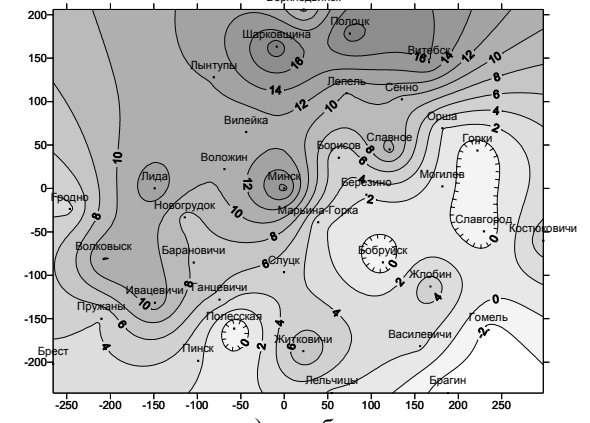
и) сентябрь



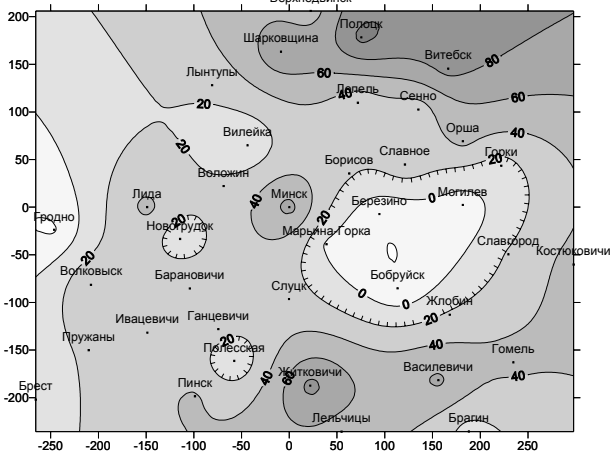
к) октябрь



л) ноябрь



м) декабрь



н) год

Рисунок 3.37 (окончание) – Разность средних многолетних сумм атмосферных осадков между периодами 1975-2004 гг. и 1945-1974 гг. на территории Беларуси, мм

Как видно на рисунке 3.37, за последнее тридцатилетие произошло устойчивое увеличение сумм атмосферных осадков в январе практически на всей территории Беларуси. Наибольшие отклонения наблюдаются в районах Новогрудской, Ошмянской и Минской возвышенностей, а также – в северо-восточной части республики, достигая 20 мм. В феврале также имеет место увеличение сумм осадков на 4–10 мм в большей части Витебской области. В то же время для большей части территории Беларуси характерно незначительное снижение сумм осадков (в среднем до 4 мм). Максимальное уменьшение осадков – свыше 10 мм – наблюдается на метеостанции Полесская. В марте повсеместно суммы осадков увеличиваются, достигая максимальных значений (свыше 10 мм) в Припятском Полесье, Минской возвышенности и северной части Беларуси. Похожая картина наблюдается в апреле.

Наибольшие разности (до 13 мм) характерны для юга Беларуси. В мае, за исключением западной части Брестской и Гродненской областей, имеет место снижение сумм атмосферных осадков, достигающее наибольших разностей (18 мм в районе Могилева). В июне наблюдается увеличение осадков более чем на 20 мм в южной части и на северо-востоке территории Беларуси. В западной части республики характер изменения осадков иной (наблюдается их уменьшение до 15 мм в районе Гродно). Резкое увеличение сумм осадков приходится на центральную часть Припятского Полесья в июле, когда максимальные разности превышают 30 мм в районе Житковичей. На большей части территории Беларуси рост величин атмосферных осадков в это время не имеет статистической значимости. Полученные результаты хорошо согласуются с материалами работ академика В. Ф. Логинова [114, 119 и др.], других ученых и наглядно подтверждают региональный характер изменения количества атмосферных осадков в южной части Беларуси. Учитывая, что во время интенсивного сельскохозяйственного использования мелиорированных земель влажность воздуха увеличивается в первую половину лета и уменьшается во вторую, количество атмосферных осадков неизбежно возрастает в начале и уменьшается в конце лета, что подтверждается построенными картами изолиний (рис. 3.37). Для августа имеет место повсеместное уменьшение сумм осадков, максимальные разности до 30 мм приходятся на район Бобруйска. Для сентября вновь характерны положительные разности сумм осадков, статистическая значимость которых имеет место в Полесье, Волковысской и Новогрудской возвышенностях (более 20 мм). Октябрь характеризуется незначительным уменьшением сумм осадков, что связано с некоторым изменением циркуляционных процессов в атмосфере. С октября в Беларуси формируется тип барического поля, наблюдается рост атмосферного давления, образуются мощные антициклоны, приводящие в итоге к снижению сумм атмосферных осадков и увеличивающейся повторяемости «бабьего лета». В ноябре также продолжается уменьшение сумм осадков, в большей степени свойственное центральной части республики. Трансформация атмосферных осадков в декабре аналогична отмеченным зимним месяцам – январю и февралю, когда имеют место практически везде положительные разности, а наибольшие значения (свыше 10 мм) присущи районам Новогрудской, Ошмянской и Минской возвышенностей, а также северо-восточной территории Беларуси. Годовые суммы атмосферных осадков увеличиваются практически по всей Беларуси, достигая наибольших разностей (свыше 60 мм) в районе Припятского Полесья и на северо-востоке Витебской области. В ядре района Марьина Горка – Березино – Могилев – Бобруйск годовые суммы атмосферных осадков остаются практически без изменений.

Оценить фактор влияния крупномасштабной мелиорации на режим атмосферных осадков можно при углубленном их исследовании в южной, наиболее мелиорированной части территории Беларуси. В таблице 3.44 приведены средние многолетние суммы атмосферных осадков и их разности для рассматриваемых периодов по ряду пунктов Брестской области.

Как видно по данным таблицы 3.44, годовые суммы атмосферных осадков на этой территории повсеместно увеличились от 1,5 % в районе Бреста до 7,2 % в районе Пинска. Для теплого периода увеличение еще более значимо – 2,2 и 9,5 %, соответственно. Исключение наблюдается в районе Ивацевичей, где увеличение сумм осадков за теплый период составило 1,2 %. Данные таблицы 3.44 отражают значимость в формировании режима атмосферных осадков антропогенного фактора – крупномасштабных мелиораций. В основном имеет место увеличение атмосферных осадков с начала вегетационного периода. В июле осадки увеличились везде, от незначительных величин в Бресте (на 0,5 %), до 20,1 % – в районе Барановичей. В августе, после уборки урожая, с уменьшением суммарного испарения осадки должны снижаться, что подтверждают данные таблицы 3.44 – совсем незначительно в Бресте (на 0,2 %) и на 24,1 % в районе Ивацевичей. В окрестностях Бреста фактор мелиорированности не имеет большой значимости. В то же время площадь мелиорированных земель Брестского района составляет 15,8 % всей площади, что значительно ниже среднего показателя по области (22,7 %).

Таблица 3.44 – Средние многолетние суммы атмосферных осадков и их разности на территории Брестской области, мм

Пункт	Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4–10	Год
Брест	1975-2004	36	31	30	41	56	68	80	71	55	40	39	41	411	588
	1945-1974	30	36	27	35	50	76	76	73	48	44	45	38	402	579
	разность	<b>6</b>	<b>-5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-8</b>	<b>4</b>	<b>-2</b>	<b>7</b>	<b>-4</b>	<b>-6</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
Пружаны	1975-2004	35	29	33	38	59	74	85	64	58	40	40	42	418	596
	1945-1974	29	31	25	35	53	81	70	76	48	43	45	38	406	572
	разность	<b>6</b>	<b>-2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>-7</b>	<b>5</b>	<b>-12</b>	<b>10</b>	<b>-3</b>	<b>-5</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
Пинск	1975-2004	35	28	32	39	53	80	81	56	59	44	41	41	412	587
	1945-1974	30	30	29	32	52	65	71	64	40	49	45	39	373	545
	разность	<b>5</b>	<b>-1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>-8</b>	<b>18</b>	<b>-5</b>	<b>-5</b>	<b>2</b>	<b>39</b>	<b>42</b>
Ивацевичи	1975-2004	41	33	38	43	57	71	87	54	60	40	44	50	412	618
	1945-1974	32	33	27	38	61	68	78	67	46	49	47	39	407	584
	разность	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>-4</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>-13</b>	<b>14</b>	<b>-9</b>	<b>-3</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>34</b>
Ганцевичи	1975-2004	42	33	39	43	53	85	87	64	59	45	47	49	436	645
	1945-1974	36	36	31	38	59	70	74	73	49	54	53	43	417	616
	разность	<b>5</b>	<b>-4</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>-6</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>-8</b>	<b>10</b>	<b>-10</b>	<b>-6</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	<b>30</b>
Барановичи	1975-2004	38	30	37	37	54	83	92	62	59	41	40	47	428	620
	1945-1974	29	29	29	39	57	74	73	65	49	48	51	39	405	581
	разность	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>-1</b>	<b>-3</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>-3</b>	<b>11</b>	<b>-7</b>	<b>-12</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>39</b>

В принципе, можно говорить о том, что общепланетарные процессы, связанные с потеплением климата, оказывают существенное влияние на режимы формирования атмосферных осадков в пределах, как Полесья, так и территории Беларуси в целом. Происходящие изменения носят сложный характер и имеют статистическую значимость, что необходимо учитывать в практических расчетах. Установлены общие закономерности трансформации режима выпадения атмосферных осадков в обособленных регионах, что позволяет отметить значимость в них антропогенного фактора – крупномасштабных мелиораций, повлиявших, в совокупности с общепланетарными факторами, на изменение регионального климата. В то же время надо отметить, что число дней в году с осадками  $\geq 0,1$  мм остается практически неизменным. Во внутригодовом ходе лишь для холодного периода имеют место незначительные изменения числа дней с осадками ( $\pm 1-2$  дня).

#### *Снежный покров*

Снежный покров характеризует твердые осадки. Из общего количества дней с осадками на долю осадков в виде снега приходится 9%. Днем со снежным покровом считается день, когда более половины окрестностей покрыто снегом. Снежный покров на территории Белорусского Полесья характеризуется значительной неустойчивостью. Средняя дата образования снежного покрова в Бресте 28.XII, разрушения – 5.III, в Гомеле эти показатели составляют 18.XII и 15.III, соответственно. При этом продолжительность периода со снежным покровом увеличивается в восточном направлении от 79 дней в Бресте до 101 дня в Гомеле. Самое раннее образование снежного покрова пришлось на 03.10.1989 (Пружаны). Наиболее поздняя дата разрушения снежного покрова – 06.05.1980 (Гомель, Василевичи, Брагин).

В Белорусском Полесье более половины оттепелей имеют положительную среднюю суточную температуру, когда в течение нескольких дней снежный покров может разрушиться. На юго-востоке Белорусского Полесья 7 % лет приходится на периоды без образования устойчивого снежного покрова, на юго-западе – до 21 % лет [94].

Географическое распределение снежного покрова, как правило, представляется в виде карт (атласов карт), разработанных на материалах многолетних наблюдений. Однако представленные на картах различными авторами одноименные многолетние характеристики слабо согласуются между собой в количественном отношении. Несогласованность картированных величин частично объясняется различиями в точности предварительных оценок картируемых данных, нерепрезентативностью пе-

риодов наблюдений, методик осреднений и самих станций наблюдений и др. При этом основной причиной следует считать недостаточный учет влияния местных факторов на пространственно-временное распределение снежного покрова.

О соотношении высот снежного покрова между открытыми и защищенными участками можно судить по данным таблицы 3.44. Средние соотношения получены по значениям максимальной высоты снежного покрова за каждую зиму.

Таблица 3.44 – **Обобщенные данные о соотношениях высот снежного покрова на открытом ( $h_1$ ) и защищенном ( $h_2$ ) участке**

Соотношение	Область	
	Брестская	Гомельская
$h_2 / h_1$	1,71	1,63

Как видно из таблицы 3.44, высота снежного покрова на защищенных от ветра участках больше, чем на открытых. По мере продвижения с северо-востока на юго-запад территории Белорусского Полесья различия между открытыми и защищенными участками несколько возрастают. Так как соблюдение единого критерия при выборе экспериментальных участков невозможно из-за объективного разнообразия местных условий, наблюдается большое непостоянство анализируемых соотношений. Для отдельных станций различия в распределении снежного покрова могут быть еще большими. При учете фонового распределения снежного покрова по территории Белорусского Полесья – производной макроклиматических условий – можно заключить, что различия между открытыми и защищенными участками тем больше, чем меньше абсолютная высота покрова, характерная для исследуемого района.

В таблице 3.45 приведены отношения предельной высоты снежного покрова к средней максимальной за период 1944–1945 – 2012–2013 гг. по характерным пунктам Белорусского Полесья на открытом участке.

Таблица 3.45 – **Отношение предельной высоты снежного покрова к средней максимальной за период 1944-1945 – 2013-2014 гг. по характерным пунктам Белорусского Полесья на открытом участке**

Метеостанция	Брест	Пинск	Василевичи	Гомель	Житковичи
Отношение	3,00	2,52	2,34	2,47	2,40

*Примечание:* Предельная высота снежного покрова – наибольшая наблюденная в исследуемом периоде.

Материалы таблицы 3.45 наиболее удачно характеризуют условия формирования экстремальных высот снежного покрова по исследуемой территории.

Сравнение средних многолетних характеристик снежного покрова, полученных по материалам снегомерных съемок и постоянных рек (табл. 3.46), указывает на значительные расхождения, которые неоднозначны.

На большей части территории Белорусского Полесья показания снегомерных съемок превышают показания постоянных рек. Кроме того, на показаниях снегомерных съемок и постоянных рек сказываются различия условий формирования снежного покрова (метелевый перенос, особенности рельефа, древесная растительность, качество выбора участков для производства снегомерных наблюдений).

Таблица 3.46 – **Соотношение высот снежного покрова по материалам снегомерных съемок и постоянных рек по характерным пунктам Белорусского Полесья на открытом участке**

Метеостанция	Пинск	Брест	Гомель	Василевичи
Соотношение	1,13	1,07	1,05	1,11

Определенный интерес представляют связи между осадками (показания осадкомеров), выпавшими за холодный период, и соответствующими максимальными снегозапасами по снегомерным съемкам.

Между показаниями осадкомеров и снегомерных съемок установлены расхождения, часто знакопеременного характера. При больших колебаниях соотношений между осадками и снегозапасами можно говорить о несовершенстве методов измерения как осадков, так и снежного покрова. Соотношение между снегозапасами и осадками холодного периода зависит не столько от количества выпадающих осадков, сколько от комплексного влияния местных факторов. Например, количество снегозапасов в лесу существенно зависит от размеров лесных массивов, видового состава древесных по-

род, густоты, ярусности и т. д. Снегозапасы, как и осадки, в лесу под кронами деревьев несколько выше, чем на лесной поляне. Прямое использование в исследованиях данных снегомерных и осадкомерных наблюдений приводит к искажению действительной картины пространственно-временного распределения снежного покрова и осадков холодного периода.

Высота снежного покрова практически целиком зависит от количества выпавших осадков, адвекции тепла, радиационных факторов климата. Велика роль метелей, переноса снега ветром, его испарения. Высота снега изменяется как в течение холодного периода, так и по годам. Закономерно увеличение высоты снега в течение зимы, при отсутствии оттепелей и наличии твердых осадков. Необходимо учитывать, что в течение холодного периода, помимо жидких и твердых осадков в чистом виде, выпадают смешанные осадки, составляющие в среднем 10–15 % в год, что является значимой величиной.

В процентном отношении доля твердых осадков в месячных и годовых суммах атмосферных осадков по областным центрам Белорусского Полесья представлена в таблице 3.47.

Таблица 3.47 – Доля твердых осадков от их месячных и годовых сумм, проценты

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Брест	42	46	39	5	-	-	-	-	-	-	7	18	9
Гомель	57	44	45	10	-	-	-	-	-	-	13	45	11

Высота снега изменяется как в течение холодного периода, так и по годам. Закономерно увеличение высоты снега в течение зимы, при отсутствии оттепелей и наличии твердых осадков.

В юго-западной части Белорусского Полесья высота снежного покрова изменяется от 2–3 см в начале до 6–7 см в конце зимы. В отдельные годы здесь высота снега может достигать 30 и более см.

На рисунке 3.38 представлено среднее многолетнее распределение высоты снежного покрова за год в Бресте за период инструментальных наблюдений. Рисунок отражает плавное увеличение снежного накопления до середины февраля, а затем его резкое уменьшение.

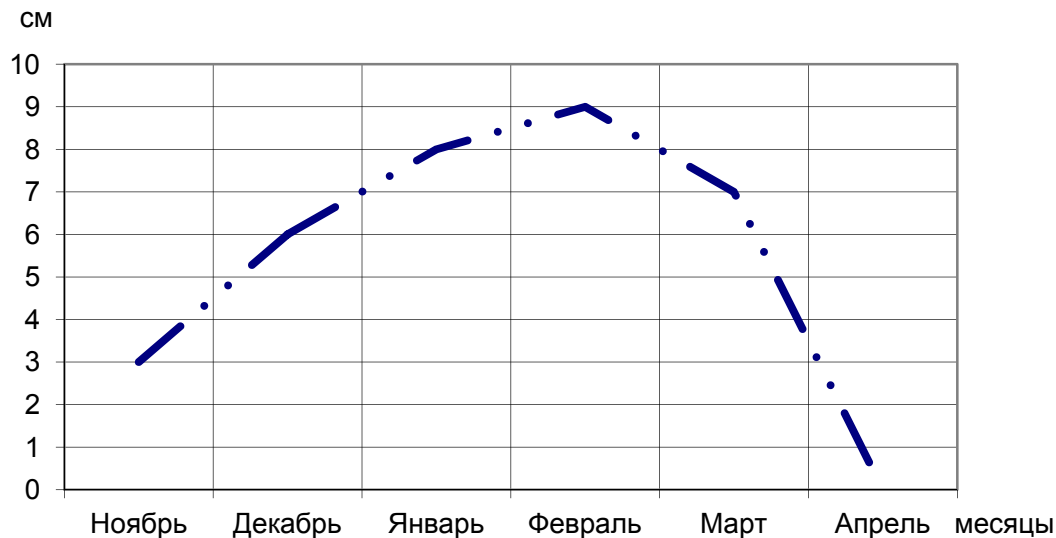


Рисунок 3.38 – Среднее многолетнее распределение высоты снежного покрова за год в Бресте за период инструментальных наблюдений, см

В соответствии с данными Белгидромета за период 1944–1945 – 2013–2014 гг. средняя из максимальных высот снежного покрова находится в пределах 15–23 см, с минимумом в Бресте, максимумом – по ряду метеостанций Белорусского Полесья. Максимально зарегистрированные значения варьируются в пределах 40–57 см.

Наращение снежного покрова отмечается в первые 20–30 дней холодного периода. В 50 % случаев суточная высота снежного покрова увеличивается на 1 см. В 10–20 % случаев суточный прирост превышает 5 см. Вероятность значительных снегонакоплений представляют значительный практический интерес. Средний из максимальных приростов за зиму колеблется по исследуемой территории около 7–9 см. Зафиксированный максимум составляет 30 см в Гомеле [94].

Важной характеристикой снежного покрова является его плотность. Плотность снежного покрова постепенно увеличивается к концу зимы от 0,12–0,17 до 0,29–0,36 г/см<sup>3</sup>. В среднем за зиму

плотность снега составляет  $0,23 \text{ г/см}^3$ . По высоте снежного покрова и плотности снега можно судить о запасе воды в снеге, который необходимо учитывать при прогнозировании половодий, воднобалансовых расчетах и др.

Для расчета снеговых нагрузок необходимо оценивать максимальные запасы воды в снеге, которые изменяются за расчетный период по исследуемой территории от 107 мм (Брест) до 160 мм (Житковичи). Максимальные запасы воды в снеге существенно изменяются по годам, о чем свидетельствуют большие значения коэффициента вариации ( $C_v$ ). Максимумы приходятся на южную и юго-западную часть Белорусского Полесья (0,62-0,69).

#### *Влажность воздуха*

Достаточно большое количество выпадающих осадков, заболоченность водосборов Белорусского Полесья, сравнительно невысокие температуры теплого периода определяют повышенную влажность воздуха исследуемого региона. Влажность воздуха характеризуется следующими величинами: парциальным давлением водяного пара, относительной влажностью, дефицитом насыщения.

На рисунке 3.39 представлен внутригодовой ход парциального давления водяного пара и дефицита насыщения в Бресте.

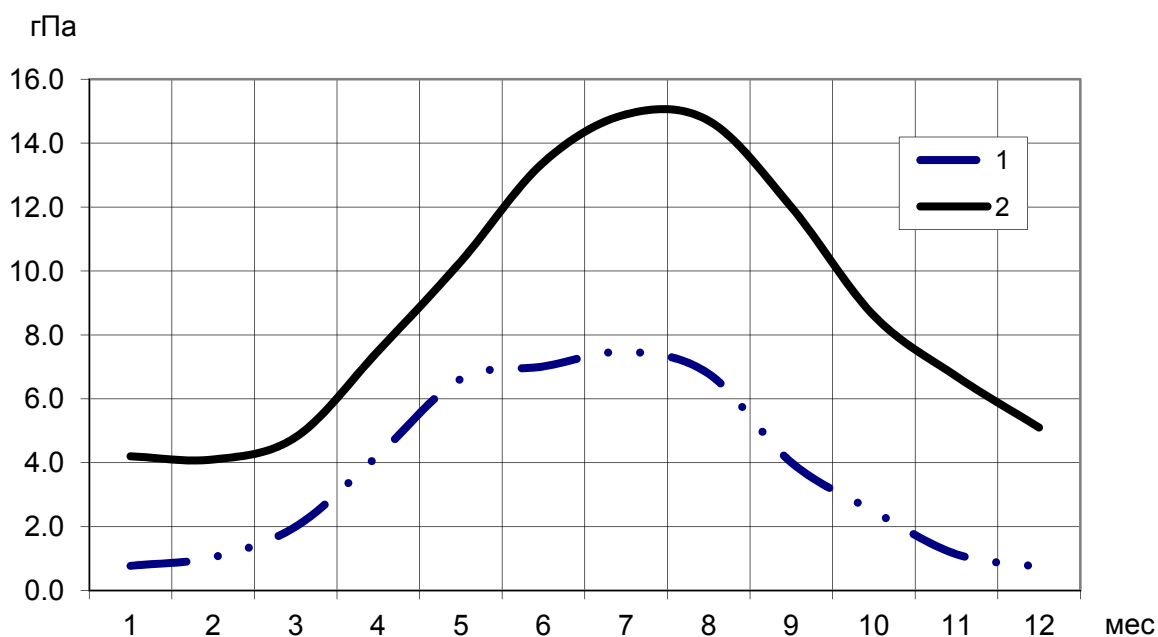


Рисунок 3.39 – Внутригодовой ход характеристик влажности воздуха в Бресте за период 1936–2004 гг.:  
1 – дефицит насыщения; 2 – парциальное давление водяного пара

Как видно по рисунку 3.39, представленные характеристики внутри года следуют практически синхронно и хорошо коррелируют с температурами воздуха. Пространственная изменчивость парциального давления водяного пара на территории Белорусского Полесья незначительная. Дефицит насыщения изменяется в более широких пределах. Например, в Пружанах его значения ниже, чем в Бресте, на 0,12–0,15 гПа в январе – декабре и на 0,89–0,91 гПа – в мае – июле. Ярко выражен суточный ход дефицита насыщения летом. Максимум достигает пределов 18–25 гПа и приходится на 13–15 часов.

В отдельные дни дефицит насыщения может составлять 35–40 гПа. Значительный недостаток влаги в воздухе отрицательно сказывается на вегетации растений. Дефицит насыщения более 20 гПа приводит к снижению тургора у растений, а более 30 гПа – к суховейным явлениям средней интенсивности [94]. Влажность воздуха оказывает влияние не только на состояние растений, но и на самочувствие человека.

Значительный интерес представляет относительная влажность, характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром. В таблице 3.48 приведены средние многолетние месячные и годовые величины относительной влажности воздуха за период 1936–2000 гг.

Среднее квадратическое отклонение месячных значений относительной влажности находится в пределах 12–15 %. Годовые значения устойчивы, среднее квадратическое отклонение составляет 1–2 %.

Таблица 3.48 – Средние многолетние месячные и годовые величины относительной влажности воздуха за период 1936–2000 гг. по отдельным метеостанциям Белорусского Полесья, %

Метеостанция	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек	Год
Ивацевичи	86	84	79	72	68	70	73	75	80	83	88	89	79
Пружаны	87	86	80	74	71	73	74	76	81	84	89	89	80
Полесская	85	83	78	72	71	74	76	78	81	84	88	89	80
Брест	85	83	77	70	68	70	71	73	79	82	87	88	78
Пинск	85	83	79	72	69	71	74	75	79	83	88	88	79
Октябрь	85	82	78	71	67	71	74	75	79	82	88	88	78
Гомель	85	83	79	70	65	68	71	73	77	81	87	87	77
Василевичи	85	82	78	70	66	70	73	75	78	82	87	88	78
Житковичи	85	82	77	70	66	70	73	75	80	82	87	88	78
Мозырь	84	82	78	69	65	69	71	73	77	81	87	88	77
Лельчицы	84	81	77	69	65	70	72	74	78	81	86	87	77

Внутригодовой ход относительной влажности воздуха обратно пропорционален ходу температур воздуха, так как с повышением температуры воздуха давление насыщенного водяного пара растет быстрее фактического, относительная влажность при этом уменьшается. Наименьшие значения влажности приходится на май, а не на самый теплый месяц года, так как нарастание температуры над сушей происходит относительно быстрее, чем рост влагосодержания в воздушных массах, приходящих с медленнее прогреваемой поверхности океана [48].

### 3.7. Опасные метеорологические явления

В климатическом отношении Полесье отличается от других областей республики. Здесь климат более тёплый, чем в северных областях, и является благоприятным для развития смешанных лесов, произрастания луговой растительности и возделывания многих сельскохозяйственных культур, плодовых деревьев, кустарников и ягодников.

Как и климат всей Беларуси, климат Полесья определяется положением территории в умеренных широтах, влиянием морских воздушных масс Атлантики и внутриматериковыми воздушными потоками. Проникновение атлантических воздушных масс почти всегда связано с циклонической деятельностью, сопровождающейся облачной погодой с осадками и пониженным давлением в центре циклона. Зимой они приносят потепление, создают пасмурную погоду, частые и длительные оттепели, снегопады и метели, а летом пасмурную и дождливую погоду и понижают температуру воздуха. Особенно это проявляется в западных областях республики и Полесья, в силу чего зима здесь более влажная и мягкая.

В то же время на территории Полесья отмечаются опасные метеорологические (атмосферные) явления, при наступлении которых необходимо принимать специальные меры для предотвращения серьезного ущерба в тех или иных отраслях народного хозяйства.

Для Полесья, как и для Беларуси в целом, характерны дожди ливневые, которые часто сопровождаются шквалистым усилением ветра, а нередко градом и грозой, отмечаются метели, кроме того, на поверхности почвы и в воздухе бывают и заморозки.

#### *Грозы*

*Гроза* – комплексное атмосферное явление, необходимой частью которого являются многократные электрические заряды между облаками или между облаком и землей (молнии), сопровождающиеся звуковым явлением – громом [27]. Формирование гроз связано с развитием мощных кучево-дождевых облаков, с сильной неустойчивостью стратификации воздуха при высоком влагосодержании, поэтому грозы характеризуются еще сильными шквалистыми ветрами и ливневыми осадками, нередко с градом.

С декабря по февраль грозы – достаточно редкое явление, их повторяемость в январе-феврале не превышает 1–2 случаев за пятилетие, а в декабре грозы наблюдаются крайне редко – 1 случай за десять лет. Следует отметить, что повторяемость зимних гроз начиная со середины 80-х годов XX столетия до начала XXI столетия существенно возросла; ранее наблюдался лишь один случай с грозой (январь 1975 г.). Эпоха активной грозовой деятельности зимой совпала с потеплением климата в эту эпоху. В марте-апреле повторяемость гроз возрастает в среднем до 3–5 случаев за пятилетний период, исключение составляют 1996–2000 гг., когда наблюдалось более 10 гроз (1998 г. – 8 гроз). С мая по август число гроз существенно увеличивается и в отдельные годы достигает 19 случаев (Лельчицы,



Житковичи, июль 2001 г.). В мае, июне и августе отмечается слабый отрицательный тренд в количестве гроз, а в июле – положительный. Однако обнаруженные тренды статистически не значимы. В сентябре-октябре количество гроз уменьшается и составляет в среднем 8 случаев за пятилетний период. Тренды количества гроз, как и в другие месяцы года, выражены слабо. В ноябре отмечается в среднем 1–2 случая с грозой, генеральные особенности изменения гроз в этом месяце напоминают особенности изменения гроз в январе и феврале.

Анализ временной изменчивости за 1975–2015 гг. показал 3 волны: конец 70-х – начало 80-х годов XX в., конец 90-х XX в. – начало 2000-х, 2010 г. (рис. 3.40), с 2000-х годов XXI в. количество дней с грозой увеличилось по сравнению с 1988 г. с последнего современного потепления климата.

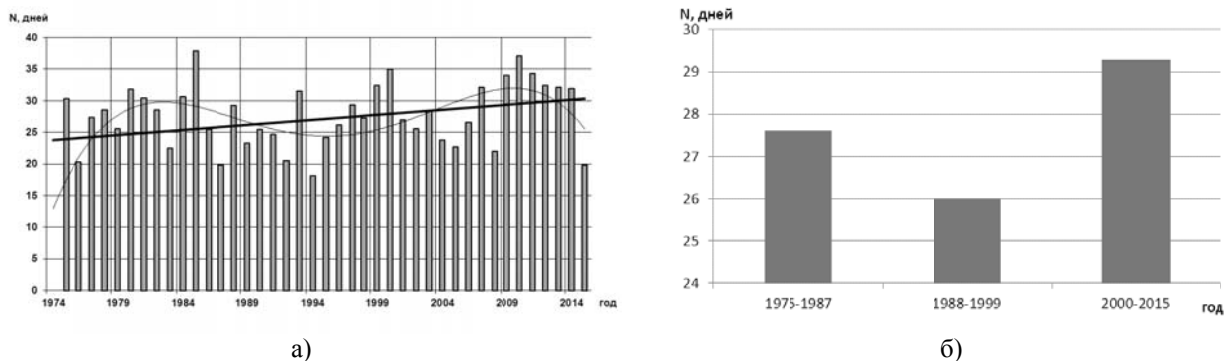


Рисунок 3.40 – Хронологический ход среднего годового числа дней с грозами: а) за 1975-2015 гг., б) по трем периодам

Пространственное распределение гроз на территории Полесья в разные периоды представлено на рисунках 3.41, 3.42. Как видно на рисунке 3.41, наибольшее количество дней с грозой в период с 1947 по 1968 год отмечается на западе (Брестское Полесье) и юге (Мозырское и Гомельское Полесье).

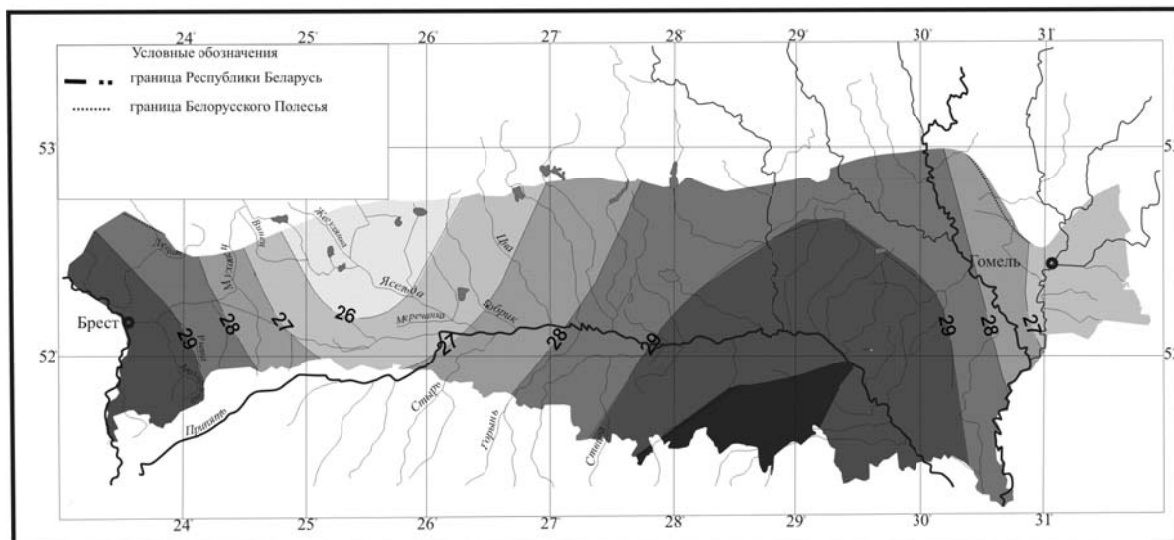


Рисунок 3.41 – Среднегодовое значение числа дней с грозами за период 1947–1968 гг.

Во второй исследуемый период (1975–2015 гг.) наибольшее количество дней с грозой отмечается на юге в пределах Гомельского и Мозырского Полесья (рис. 3.42).

Уменьшение числа гроз с юга на север связано с уменьшением влажности облаков, которая убывает в связи с понижением температуры.

### Град

Град – осадки, выпадающие в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков в виде частичек плотного льда различных, иногда очень крупных размеров; всегда наблюдается при грозе, обычно вместе с дождем ливневым. Град может стать опасным явлением тогда, когда диаметр градин достигает 20 мм и более. Иногда наблюдается интенсивное выпадение града, в результате которого земля покрывается градом толщиной до 20–30 см. Пространственные особенности распределения града представлены на рисунках 3.43 и 3.44. Как видно из рисунка 3.43, в 1946–1956 гг. град отмечался чаще в тех же районах, что и грозы в тот же период.

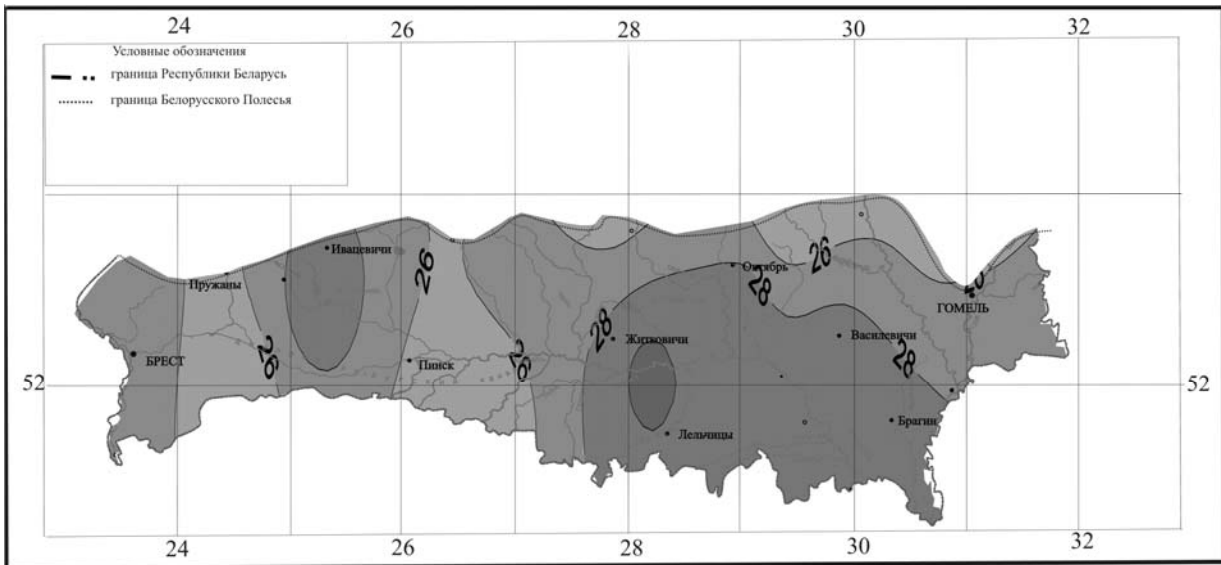


Рисунок 3.42 – Среднегодовое значение числа дней с градами за период 1975–2015 гг.

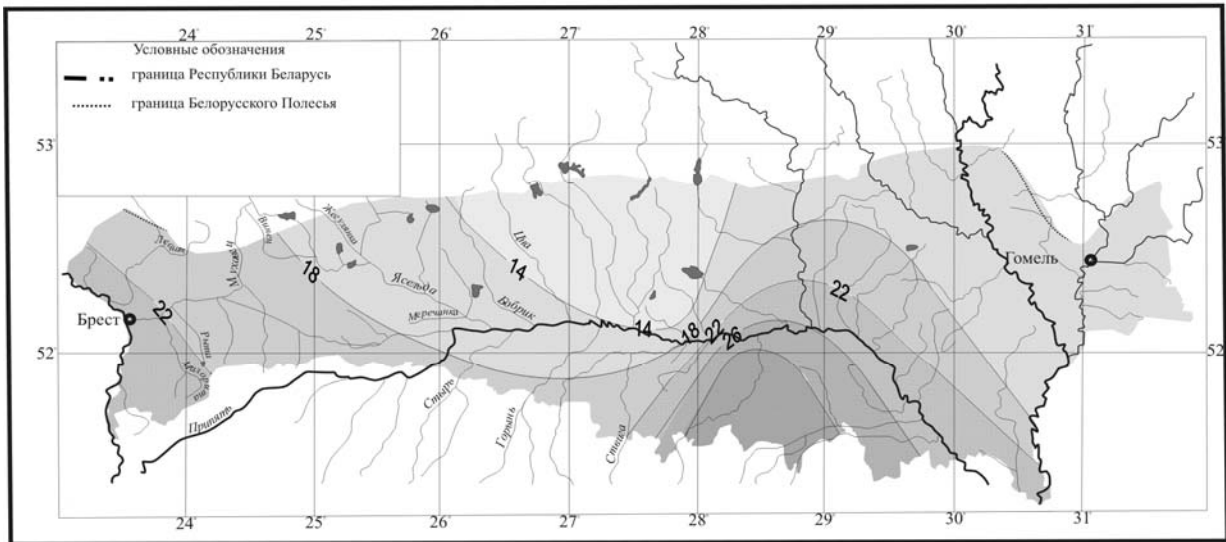


Рисунок 3.43 – Среднегодовое значение числа дней с градом за период 1946–1956 гг.

Во второй исследуемый период (1975–2015 гг.) чаще всего град отмечается на западе в районе Брестского Полесья и на юге в районе Мозырского Полесья.

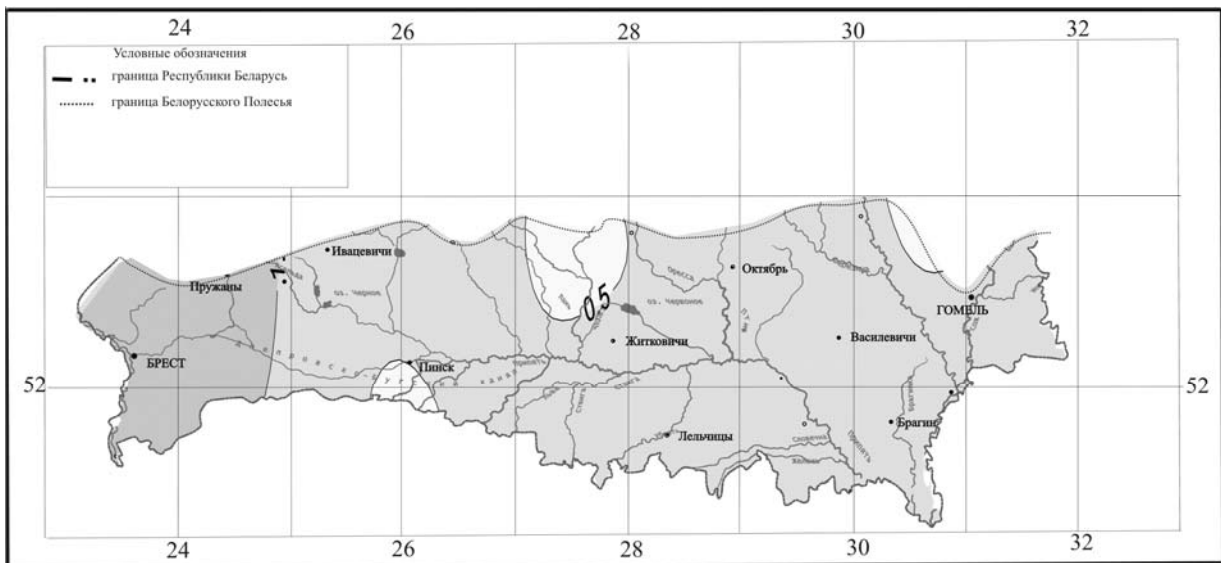


Рисунок 3.44 – Среднегодовое значение числа дней с градом за период 1975–2015 гг.

Временная изменчивость среднего годового числа дней с градом по метеостанциям Полесья представлена на рисунке 3.45. Выделяется три волны увеличения количества дней с градом: конец 70-х годов, первая половина 80-х, конец 90-х годов XX столетия – начало XIX столетия. Сопоставление среднегодового количества дней с градом по территории Полесья в указанные периоды показало снижение количества дней с градом в период современного потепления климата, с 2000-х годов XXI в. число дней с градом увеличилось, как и количество дней с грозой.

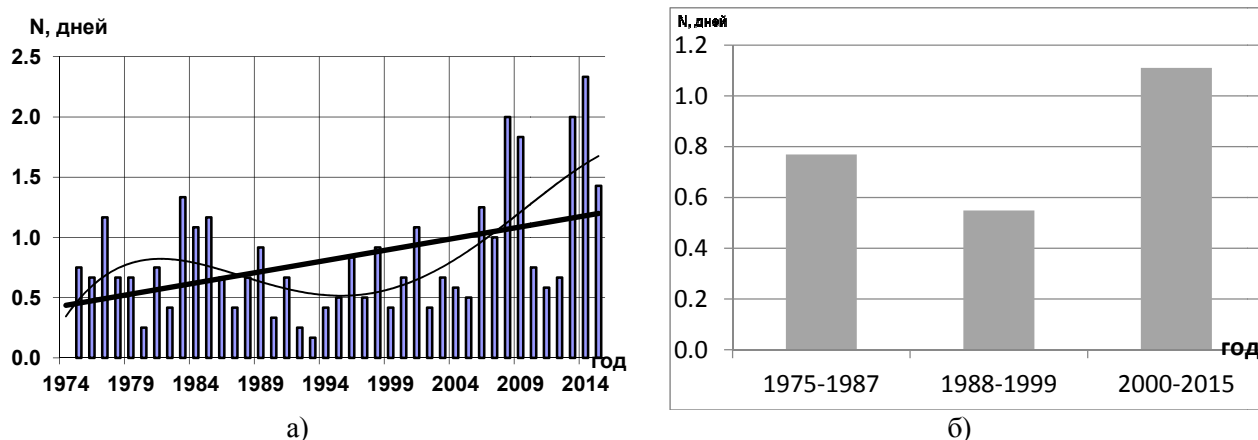


Рисунок 3.45 – Годовой ход среднего количества дней с градом по метеостанциям на территории Полесья: а) за 1975-2015 гг., б) по периодам

С ноября по февраль град – явление крайне редкое (1–3 дня за более чем 30-летний период наблюдений). Наибольшее количество случаев с градом регистрируется в теплый период с апреля по август. Это связано с тем, что для образования градин необходима большая водность облаков, поэтому град выпадает, как правило, в теплое время года при высоких температурах у земной поверхности и большой влажности атмосферного воздуха. Годовой ход количества дней с градом как опасным метеорологическим явлением представлен в таблице 3.49, из которой видно, что чаще всего опасная ситуация складывается в июне – в среднем 34,7 % от общего числа дней с явлением по области, реже – в апреле и сентябре – 1,2 и 3,5 % соответственно. В апреле град как опасное явление отмечается только в Минской и Гомельской областях. За теплый период наблюдается тенденция в сторону уменьшения количества дней с градом с севера на юг. В мае меньше всего случаев града в Витебской области (22 %), в июне – в Гродненской области (11 %), в июле – в Минской области (5 %), в Гомельской области – в августе (отсутствует) и в сентябре (2 %) [212].

Таблица 3.49 – Годовой ход града как опасного метеорологического явления (повторяемость, %, от общего числа дней с явлением по пункту)

Области	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брестская	-	-	-	-	24	48	21	7		-	-	-
Гомельская	-	-	-	2	26	41	29		2	-	-	-

### Ливневые дожди

Ливневые дожди – это: 1) сильный дождь, интенсивность которого (т. е. количество осадков, выпавших за 1 мин) не ниже определенного предела; этот предел тем ниже, чем больше продолжительность дождя; 2) осадки, выпадающие из кучево-дождевых облаков.

Ливневые осадки часто сопровождаются грозами, а также выпадением крупы и града. Иногда они становятся опасными, например, сильные дожди прошли 5–7 июля 2007 г. во многих районах Брестской области и на востоке Гродненской, они сопровождались усилением ветра с порывами до 15–21 м/с. За двое суток в Ганцевичах, Пинске, Полесской, Столине выпало 120–199 мм осадков (июльская норма 80–90 мм). В Брестской области было подтоплено 6 жилых домов, 248 частных подворий, 1 объект соцкультбыта, 2 производственных здания, 2 сельскохозяйственных здания, 3 трансформаторных подстанции, 3 канализационно-насосных станции; было обесточено: 161 населенный пункт, 30 школ, 13 дошкольных учреждений, 4 производственных помещения, 101 сельскохозяйственное здание, 504 трансформаторных подстанции. Ветром повреждены 2 жилых дома, 5 сельскохозяйственных зданий, 2 ЛЭП. Произошло полегание зерновых и зернобобовых культур на 53 % посевных площадей, подтопление – на 22 %. Пострадали 166 населенных пунктов в 9 районах Брестской

области. В Пинске произошло падение проводов линии электропередачи, в результате чего из-за поражения электрическим током погиб человек [178].

Ливневые дожди чаще всего проходят на западе (Брестское Полесье) и востоке (Гомельское Полесье), а также в центральной части (Припятское Полесье) (рис. 3.46).

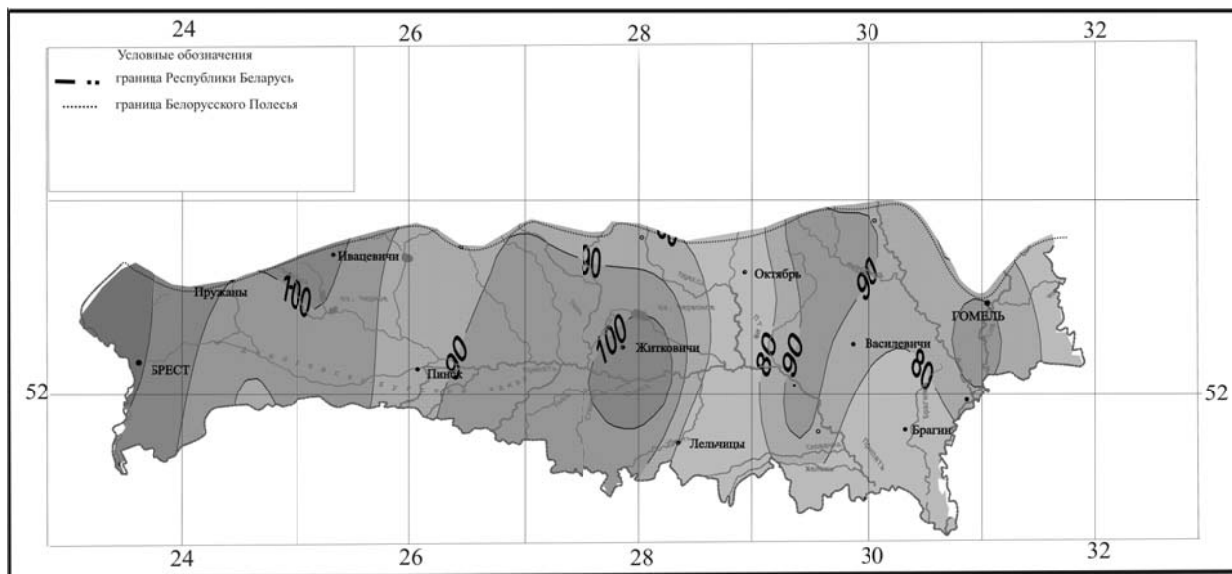


Рисунок 3.46 – Пространственное распределение среднего годового числа дней с дождями ливневыми на территории Полесья

В холодное время года ливневые дожди – явление редкое, их повторяемость не превышает 1–2 случая: в ноябре – январе – около 3 случаев, в феврале – 1–2. В середине 80-х годов XX века повторяемость зимних ливневых дождей возросла. В теплое время года количество дней с дождями ливневыми возрастает: в марте-апреле отмечается около 7 дней, с мая по август их количество увеличивается до 11–15 дней, в сентябре-октябре – около 7 дней с ливневыми дождями. Временные особенности изменения количества таких дней представлены на рисунке 3.47. Как видно по рисунку, за исследуемый период отмечалось 3 периода: конец 70-х – начало 80-х годов, конец 80-х – начало 90-х годов XX века и конец 2000-х годов. Как показывают исследования, в 2000-е годы количество дней с ливневыми дождями возросло: в 1975–1987 гг. было около 80 таких дней, 1988–1999 гг. – 87, в 2000–2015 гг. – более 90 дней с ливневыми дождями.

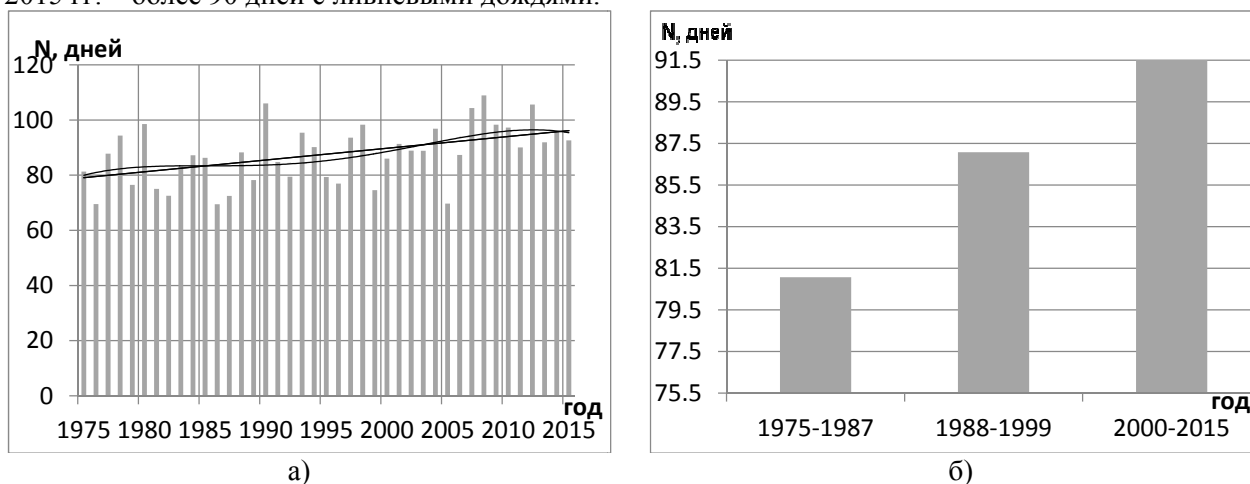


Рисунок 3.47 – Годовой ход среднего количества дней с ливневыми дождями по метеостанциям на территории Полесья: а) за 1975–2015 гг., б) по периодам

### Шквалы

*Шквалом* называется резкое усиление ветра в течение короткого времени, сопровождающееся изменениями его направления; скорость ветра при шквале нередко превышает 20–30 м/с.

Нередко шквалы становятся причиной чрезвычайных ситуаций как на территории Беларуси, так и Полесья в целом. Так 19.01.2007 во многих районах республики отмечалось усиление ветра до 17–24 м/с. Пострадали 2088 населенных пунктов, произошло разрушение сельскохозяйственных

строений, падение двух водонапорных башен, частичное повреждение кровель 120 жилых домов, 16 объектов соцкультбыта, 9 производственных зданий, 322 сельскохозяйственных зданий, из них 140 ферм, около 107 км линий электропередачи. Были обесточены 1890 населенных пунктов, 3 больницы, 18 дошкольных учреждений, 32 школы, 14 производственных зданий, 338 сельскохозяйственных зданий, из них 302 фермы, 3440 трансформаторных подстанций. На территории Полесья особенно сильно пострадали Дрогичинский, Каменецкий, Малоритский районы. В Бресте 1 человек был травмирован [203].

Шквалы наблюдаются преимущественно в теплое время года, в период с апреля по август, на юге территории республики отдельные шквалы отмечаются в марте и сентябре.

Нередко шквалы сопровождаются ливневыми дождями, грозой, в ряде случаев и градом, а если почва сухая и нет осадков – пыльной бурей.

В целом за теплый период времени наблюдается около 4 дней с разрушительными шквалами, которые захватывают отдельные хозяйства 5–10 административных районов.

На территории Полесья выделяются несколько районов интенсивной шквальной деятельности (рис. 3.48). Из них выделяется север центральной части Полесья, это связано с тем, что отмечается активная шквальная деятельность в Предполесском регионе по линии Волковыск – Слуцк – Бобруйск. Именно в этом регионе ранее отмечался либо рост скорости ветра, либо незначительное его падение. Другой район – юг, Гомельское Полесье.

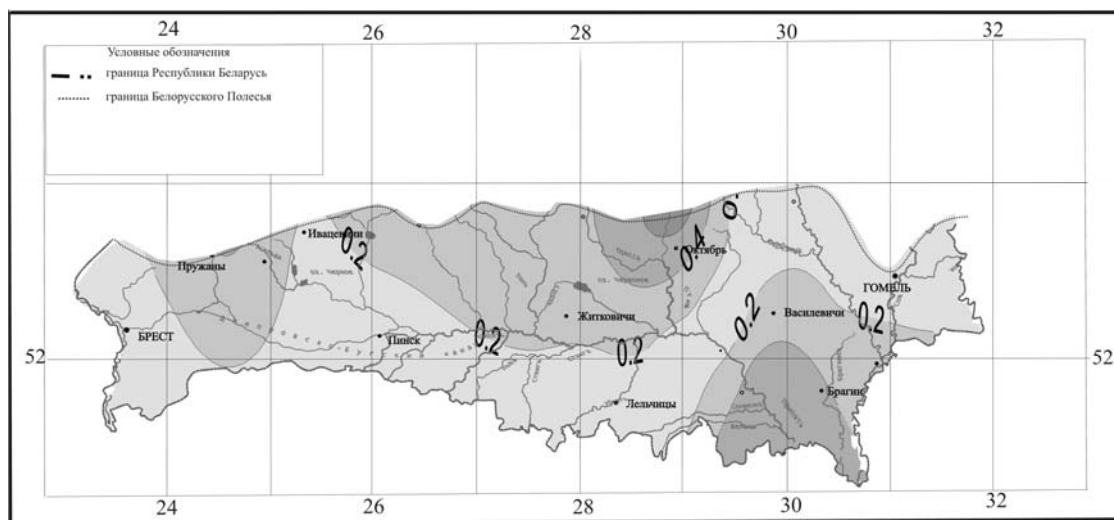


Рисунок 3.48 – Пространственное распределение среднего годового числа дней со шквалами на территории Белорусского Полесья

Анализ временной изменчивости среднегодового суммарного числа дней со шквалами по метеостанциям Белорусского Полесья показал их значительную изменчивость за последние 40 лет (рис. 3.49). Минимальные значения числа дней со шквалами отмечались во второй половине 70-х, начале 80-х и 90-х годов XX столетия. Они совпали с уменьшением облачности, меньшим количеством осадков, а также низкой температурой в это время. Наибольшая скорость роста числа шквалов пришлась на период второй половины 80-х годов XX века и 2000-х XXI в.

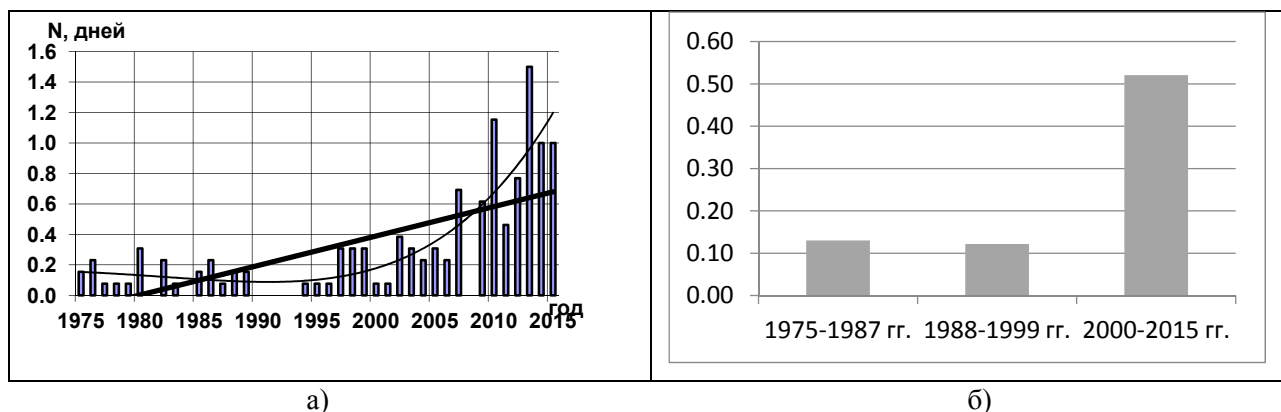


Рисунок 3.49 – Среднегодовое количество дней со шквалами по метеостанциям на территории Полесья: а) за 1975–2015 гг., б) по трем периодам

С октября по февраль шквалы – явление очень редкое, 1–2 дня в год в 15–20 лет. С марта по сентябрь повторяемость шквалов возрастает в среднем до 4–6 дней в год. В отдельные годы в июне-июле количество дней со шквалами доходит до 10. Можно отметить низкую шквалистую деятельность зимой, весной и осенью в последние 10–12 лет.

### **Сильная жара**

*Сильная жара* – повышение максимальной температуры воздуха до 35 °С и выше (учтены значения начиная с 34,5 °С).

Современное интенсивное потепление началось с 1988 г. и продолжается в настоящее время. 1989 г. оказался самым теплым за столетний период, превысив норму почти на 2 °С. Средняя температура в зимние месяцы 1988–1989 гг. превысила норму на 7–7,5 °С, весенняя – на 3–5 °С. В 2000 и 2007 гг. средняя годовая температура превысила норму на 1,8 °С. На последние 20 лет приходится 6 из 7 самых крупных положительных аномалий температуры. В 1999, 2000 и 2002 гг. среднегодовая температура воздуха превысила норму в среднем на 2 °С, что приближается по величине к аномалиям холодного периода года. В последние десятилетия (1998–2007 гг.) во все сезоны года аномалии температуры были положительные. Самым теплым годом за всю историю наблюдений в Беларуси, а значит, и на Полесье, был 2015 г. В среднем за период с 1988 по 2015 год температура была выше нормы на 1,1 °С. Средняя годовая температура воздуха в 2007 г. по республике составила 6,4–9,2 °С и превысила климатическую норму на 2–2,5 °С. Такая и более высокая среднегодовая температура воздуха в Беларуси отмечена в третий раз за весь период метеорологических наблюдений. Средняя температура воздуха в 2015 г. составила +8... +11 °С, что на 2–3 °С выше климатической нормы. Потепление более выражено на севере республики. По югу Гомельской области днем 21 и 22 августа 2000 г. максимальная температура воздуха достигала +35–36 °С, на остальной территории республики она была от +20 °С на севере до +33 °С на юге. Значительному прогреванию воздуха способствовало то, что территория Беларуси находилась под влиянием северной периферии высотного гребня азорского антициклона и малоградиентном поле повышенного атмосферного давления у земли. Лето 2015 г. также было теплым. Средняя по стране температура воздуха за летний сезон составила +18,5 °С, что на 1,7 °С выше климатической нормы. Таким и более теплым лето в Беларуси бывает примерно один раз в 10 лет. В августе 2015 г. г. Брест побил шесть температурных рекордов. Август 2015 г. был самым жарким и самым сухим августом за весь послевоенный период метеонаблюдений [96]. В г. Бресте 7–9, 12, 28, 31 августа были установлены новые рекорды абсолютных максимумов температуры для этих дат. 9 августа воздух прогрелся до +36,7 °С. Это новый рекорд абсолютных максимумов температур августа и лета за весь период метеонаблюдений. Новые рекорды для других дат составили: 7 августа – +35,1 °С (предыдущий рекорд +34,7 °С был установлен в 1952 г.), 8 августа – +35,5 °С (+34,9 °С в 1963 г.), 12 августа – +34 °С (+30,7 °С в 1957 г.), 28 августа – +32,6 °С (+31,7 °С в 1963 г.), 31 августа – +34,9 °С (+33,9 °С в 1992 г.) [36].

Пространственные особенности распространения сильной жары представлены на рисунке 3.50, по которому видно, что чаще всего сильная жара наблюдается на юго-востоке республики в пределах Белорусского Полесья.

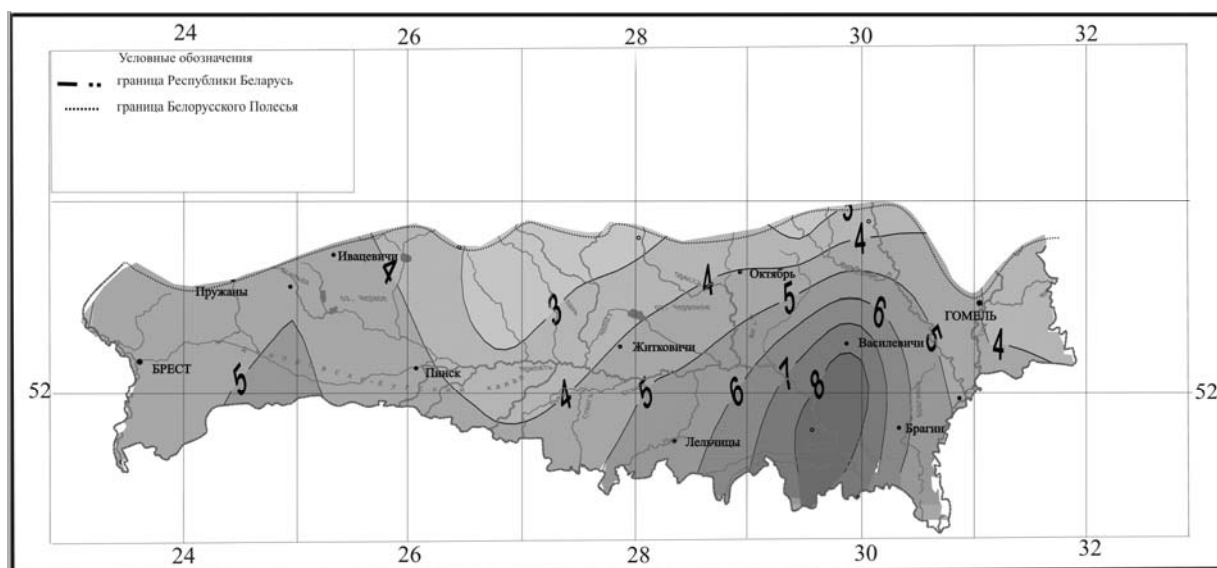


Рисунок 3.50 – Пространственное распределение сильной жары, % лет

Сильная жара, когда температура воздуха превышает 34,5 °С, достаточно редко наблюдается на территории Беларуси (примерно в 7 годах из 53 лет обобщения, что составляет около 12 %). Чаще всего данное явление отмечается на территории Гомельской области (1 раз в 3 года), реже – в Брестской области (1 раз в 8 лет).

С июня по август отмечаются случаи, когда ртутный столбик поднимается выше отметки 35 °С, однако это бывает крайне редко. В июне данное явление отмечалось только в Гомельской области (7 % от общего числа дней с явлением). В июле в Брестской области наблюдается жара в 39 %, в Гомельской области – в 37 % от общего числа дней. В августе сильная жара отмечается в Брестской (61 %), в Гомельской области (56 % от общего числа дней). Так, 6 августа 2010 г. в Беларуси был перекрыт рекорд температуры воздуха за весь период инструментальных метеонаблюдений. До этого самая высокая температура воздуха в Беларуси (+38 °С) была зафиксирована 20 августа 1946 г. в Василевичах Гомельской области. Рекорды отмечены в Гомеле 08.08.2010, где столбик термометра поднялся до +38,9 °С [37]. Такие высокие температуры в Беларуси, а значит, и на территории Полесья, связаны с тем, что с начала лета над европейской территорией России установился блокирующий антициклон, который препятствовал продвижению прохладного влажного воздуха с Атлантики, а в Беларусь поступали в основном горячие воздушные массы с юга средиземноморского происхождения, которые поддерживали аномально жаркую погоду.

### *Засухи*

*Засуха* – комплекс метеорологических факторов в виде продолжительного отсутствия осадков в сочетании с высокой температурой и понижением влажности воздуха, приводящий к нарушению водного баланса растений и вызывающий их угнетение или гибель. Засушливыми явлениями считают отсутствие в течение 30 и более дней осадков, превышающих 5 мм в сутки, при высокой температуре воздуха (в дневные часы выше 25 °С) не менее чем в половине дней периода. В республике засушливым принято считать период, когда в течение более 5 дней подряд температура воздуха удерживается выше 25 °С, а относительная влажность днем – 30 % и ниже. Такие условия отмечаются на территории Беларуси в целом и Белорусского Полесья в частности ежегодно.

Засуха может возникать в любое время с апреля по август. Засушливые месяцы чаще всего отмечаются при месячной сумме осадков не больше 30 мм. Их вероятность увеличивается с уменьшением суммы осадков. Засуха и засушливые явления характеризуются сухой и жаркой погодой. На территории Беларуси отмечалось шесть наиболее крупных засух (в 1979, 1992, 1994, 1999, 2002 и 2010 гг.), выделяющихся площадью распространения, продолжительностью и более высокой температурой воздуха.

Ярким примером может служить засуха 2015 г. Такой сухой погоды в Беларуси не наблюдалось более 20 лет. Лето 2015 г. выдалось очень сухим. За сезон в среднем по республике выпало 111 мм осадков, что составляет 45 % климатической нормы. Сухими были все три летних месяца, но особенно июнь и август – так мало осадков в эти месяцы в Беларуси не отмечалось ни разу за послевоенный период [96]. В Гомельской области дождей не было более месяца. Повреждены зерновые культуры в юго-восточной части Беларуси, в отдельных районах Брестской и Гомельской областей произошло увядание кукурузы, ботвы картофеля и сахарной свеклы. По сравнению с 2014 г. количество пожаров увеличилось в 2,5 раза, а площади лесных пожаров – в 35 раз. В Гомельской области с марта по 1 июля 2015 г. было зафиксировано 185 лесных пожаров на площади в 1652 га. Самые крупные пожары были в Хойникском районе. За неделю сотрудники МЧС и лесники спасли от пламени около 90 га леса, таких масштабов гомельские лесники не видели с 1992 г. За август 2015 г. выпало 1–22 мм осадков, или 1–29 % месячной нормы. В Бресте повторен рекорд 1951 г. минимального количества осадков за август – 6 мм [81].

Пространственные особенности распространения засушливых явлений по территории Полесья представлены на рисунке 3.51, по которому видно, что наиболее часто засушливые явления отмечаются на востоке, второй район – окраина западной части Полесья. Чаще всего крупномасштабные засухи на территории Беларуси в целом и Полесья в частности наблюдаются при увеличении повторяемости восточной формы циркуляции по Г. Я. Вангенгейму, а иногда и при увеличении повторяемости меридиональной и западной формы циркуляции.

С 1990 г. на территории Беларуси, а значит, и Полесья значительно увеличивается повторяемость засух в теплый период, растет также площадь распространения, интенсивность и продолжительность данных явлений.

По территории с наибольшей повторяемостью данного явления засушливым может быть любой из месяцев теплого периода (в среднем один раз в 2–3 года), а один раз в 8–10 лет засушливыми бывают два месяца подряд. В Брестской области в среднем 1 раз в четыре года отмечаются засушливые явления (из 35 лет обобщения в 9 годах), в Гомельской области – в среднем 1 раз в 6 лет.

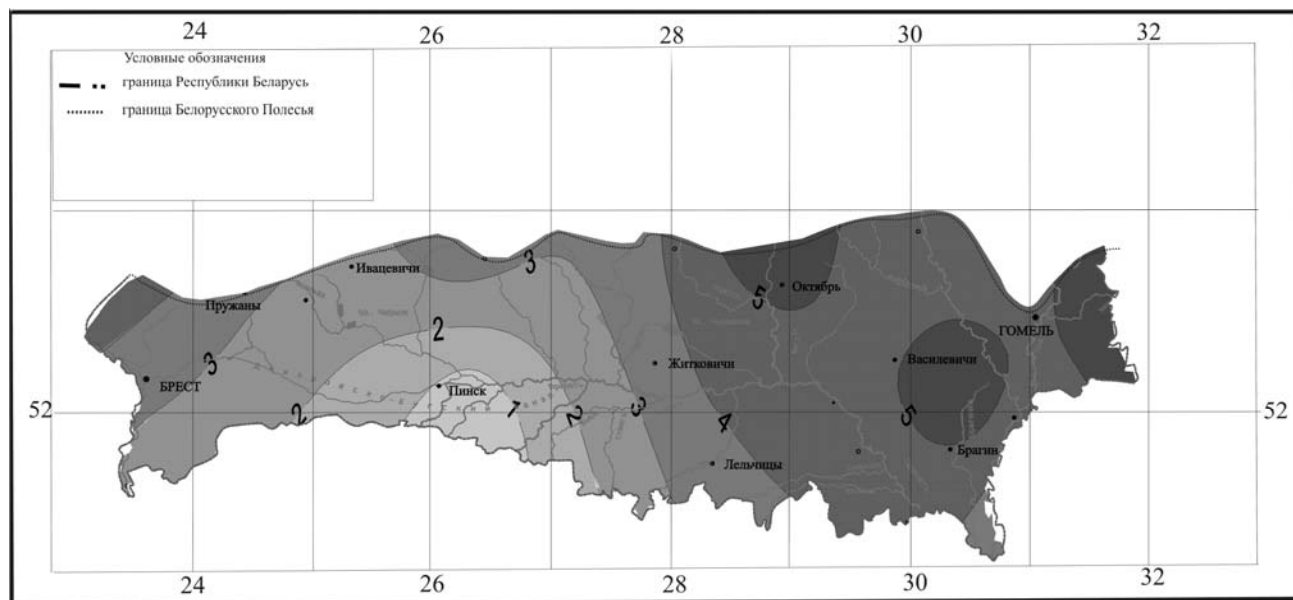


Рисунок 3.51 – Пространственное распределение засушливых явлений по территории Полесья, % лет

Ежегодно в Беларуси бывает 3–4 периода, когда отсутствуют осадки на протяжении 10 суток, один раз в два года – 20–25, один раз в 10 лет – 30–35 суток. Засушливые явления считаются опасными метеорологическими явлениями и на территории Полесья отмечаются с мая по сентябрь. Территориальные и временные особенности их повторяемости состоят в следующем: в период с мая по июнь чаще всего засуха отмечается в центральной и южной части республики, в июле – на юге и севере страны, в августе – в центральной и северной части Беларуси, в сентябре – в центральной и южной части республики.

В апреле засушливые явления возникают редко, так как после зимы в почве еще имеется достаточно влаги. В мае в результате быстрого прогревания почвы происходит интенсивное испарение влаги. На этот месяц приходится максимум сухих дней и наименьшая в году относительная влажность. Все эти условия способствуют формированию засух в это время. В мае засушливые явления чаще наблюдаются в Гомельской области (12 % дней), в Брестской области за последние 35 лет данное явление не наблюдалось. В июне в Гомельской области засушливые явления отмечаются в 30 % от общего числа дней с явлением, реже – в Брестской области – в 9 % от общего числа дней с явлением соответственно. В июле засушливые явления чаще отмечаются в Брестской области (63 %), в августе повторяемость засух остается высокой в последние 20 лет.

Продолжительность засушливого периода колеблется от 7 до 60 и более дней. В Брестской области  $\Sigma$ 30–40 дней в году с засушливыми явлениями отмечается в 7,1 % лет, в Гомельской области – в 4,6 % лет. Более 40 дней в году с засушливыми явлениями отмечается довольно редко (3 % лет и менее – в Брестской области). Только в Гомельской области в 1 % лет отмечается более 50 засушливых дней.

### **Заморозки**

*Заморозками* называется понижение температуры воздуха до отрицательных значений вечером и ночью при положительной температуре днем. Особенно опасны заморозки после установления устойчивой среднесуточной температуры воздуха в 10 °С. Заморозки бывают весной и осенью, когда среднесуточная температура уже или еще положительная.

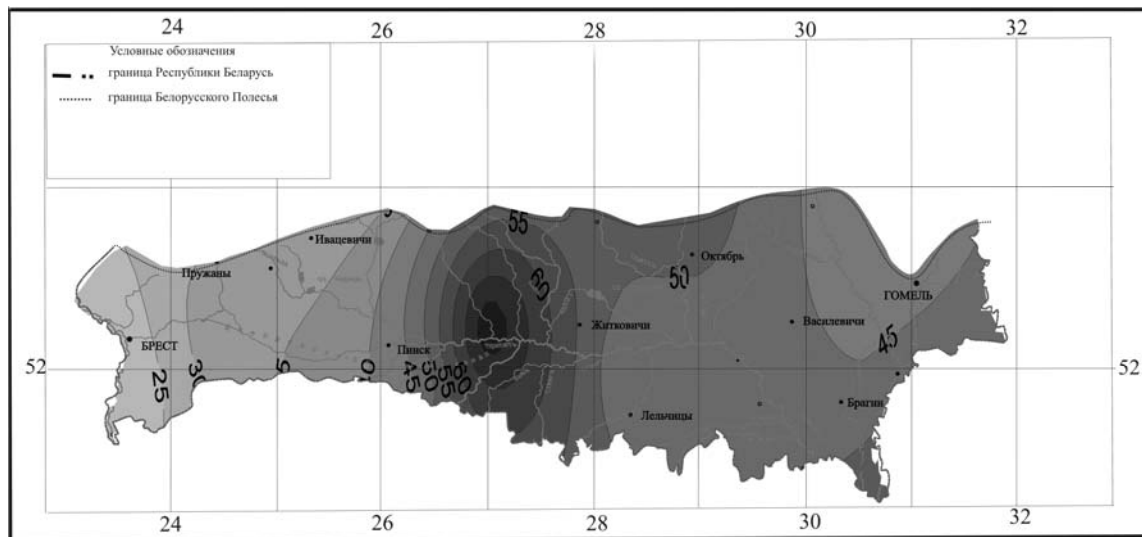
Различают заморозки радиационные и адвективные, которые возникают как в результате адвекции массы холодного воздуха в данной местности, так и последующем ночном излучении, охлаждающем почву, а от нее и воздух до отрицательных температур. В осенний период заморозки возможны без холодных вторжений в результате радиационного выхолаживания, постепенно понижающего температуру воздуха. Для формирования заморозков благоприятными условиями являются большое эффективное излучение, слабый ветер, которые создаются в антициклонах и гребне повышенного давления. Повторяемость заморозков возрастает в пониженных местах, где задерживается охлажденный воздух.

Продолжительность заморозков оказывает отрицательное влияние на растения. Наиболее опасными для сельскохозяйственных культур считаются поздние весенние, летние и ранние осенние заморозки, которые образуются при радиационном выхолаживании приземных слоев воздуха в ясные и

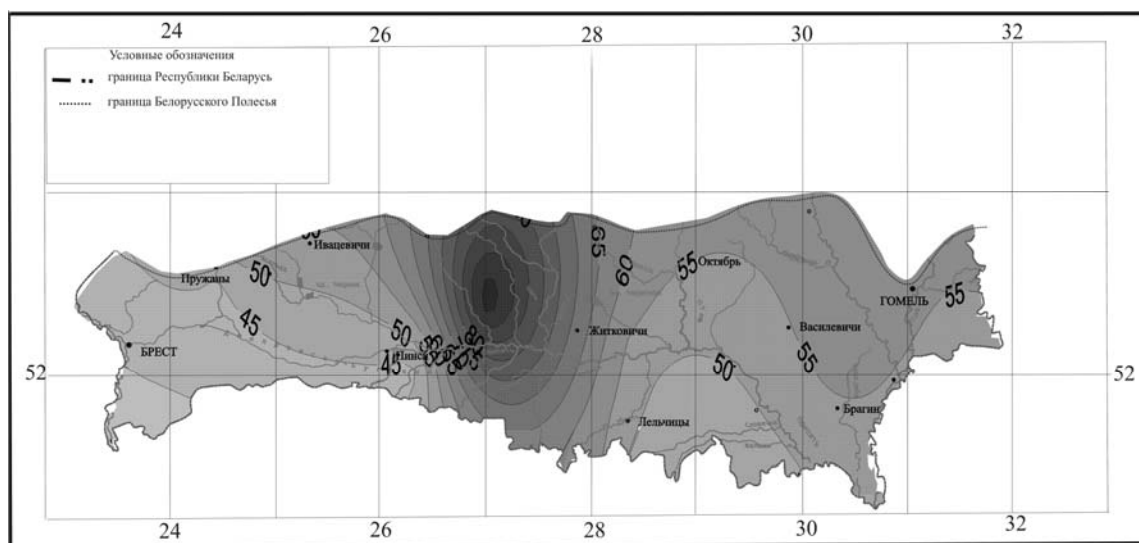


тихие ночи. Например, периоды холодной погоды наблюдались 2–3 июня 2007 г. и в большинстве дней третьей декады месяца, а также почти всю первую половину июля и изредка в его последней декаде. В августе похолодания случались реже – лишь в начале месяца и в последней пятидневке. При затоках с севера арктического воздуха среднесуточная температура не превышала 9–16 °С тепла (на 1–5 °С ниже нормы). Днем было +15–22 °С, иногда, преимущественно на северо-западе, не выше 1–14 °С. В наиболее холодные ночи температура понижалась до 5–11 °С тепла. В конце августа в ряде районов страны воздух остывал до +2–5 °С (метеостанция Полесская 0 °С), а на торфяниках Полесья местами отмечались заморозки до 0–3 °С мороза.

Заморозки на высоте 2 м и на почве после 30.09 чаще отмечаются по территории Припятского Полесья, реже – на западе (рис. 3.52).



а)

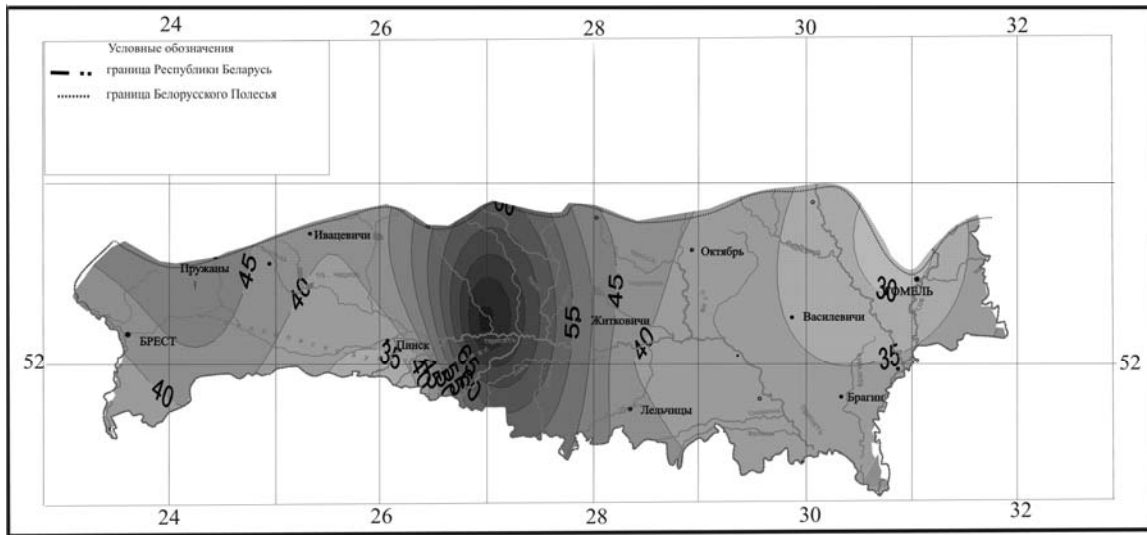


б)

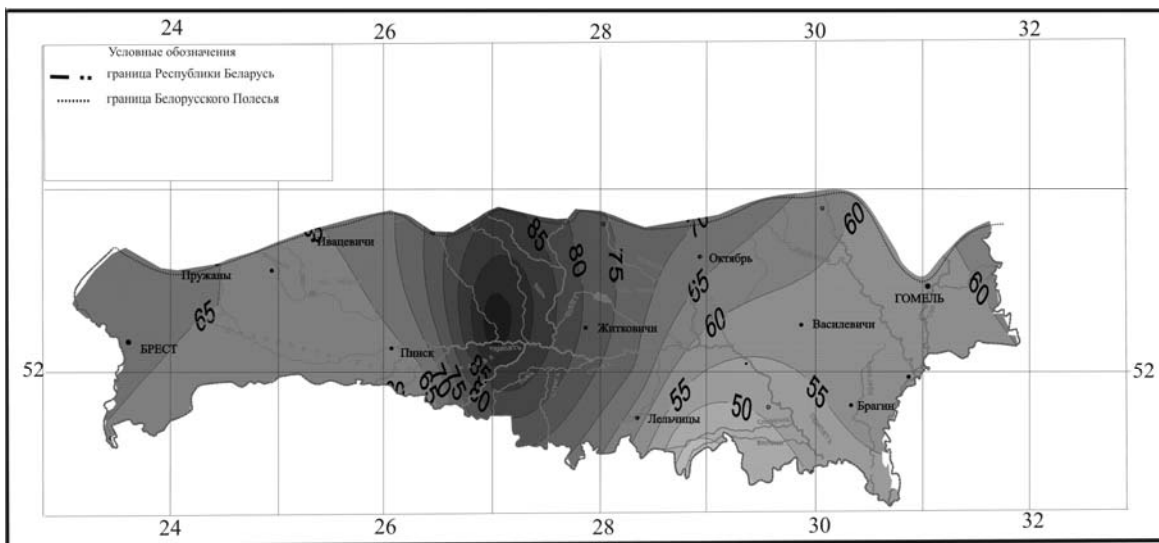
Рисунок 3.52 – Пространственное распределение осенних заморозков до 30.09 (% лет):  
а) на высоте 2 м, б) на поверхности почвы

Заморозки как на высоте 2 м, так и на почве после 30.04 чаще всего регистрируются в центральной части Полесья по восточной части Брестской области Столинского, Лунинецкого районов, а реже – по западу и востоку (рис. 3.53).

На территории Припятского Полесья чаще всего во все периоды наблюдений заморозки наблюдаются на осушенном болоте. Согласно данным многих исследователей на территории осушенных болот суточные температуры оказываются несколько ниже, нежели на суходолах, к тому же эта часть Припятского Полесья приурочена к пониженному рельефу. На территориях, расположенных в низинах, в долинах рек или вблизи заболоченных мест с большими залежами торфа, возникают заморозки не только на почве, но даже в воздухе.



а)



б)

Рисунок 3.53 – Пространственное распределение весенних заморозков после 30.04 (% лет):  
а) на высоте 2 м, б) на поверхности почвы

### Туманы

Туманы представляют собой скопление взвешенных в приземном слое воздуха капель воды или кристаллов льда, ухудшающих горизонтальную видимость до 1000 м и ниже. Возникновение туманов в первую очередь связано с процессами, ведущими к охлаждению воздуха и в меньшей мере – к увеличению его абсолютной влажности.

Туманы оказывают различное влияние на экономику региона. Так, в сельском хозяйстве туманы могут играть позитивную роль, ослабляя интенсивность весенних или осенних заморозков, а в городе туманы в сочетании с повышенным уровнем загрязнения воздуха способны оказывать отрицательное воздействие на самочувствие горожан, поскольку вредное влияние дымовых и газовых примесей при туманах проявляется более остро, чем при иных погодных условиях, негативное влияние туманы оказывают и на организацию движения транспорта, особенно автомобильного, ухудшая видимость на дорогах, и т. д. В связи с этим исследования туманов носят разносторонний характер. Они могут касаться условий их образования и рассеяния, физики и прогноза, методов искусственного рассеяния, климатических особенностей распределения туманов по территории. Основными характеристиками туманов являются среднее, наибольшее число дней и средняя продолжительность в часах по месяцам и за год. Они позволяют получить наглядное представление об особенностях распределения туманов на исследуемой территории.

Туманам свойственна большая изменчивость в пространстве и во времени. Она обусловлена не только общими циркуляционными и радиационными факторами, но и местными условиями конкрет-

ного района (высота места, форма рельефа, экспозиция склонов по отношению к влагонесущим потокам, наличие крупных водоемов, озер, рек и т. д.), влияние которых часто бывает доминирующим при образовании туманов.

Для территории Полесья туманы – явление нередкое. За год в среднем отмечается 36 случаев с данным явлением. Годовой ход туманов представлен на рисунке 3.54.

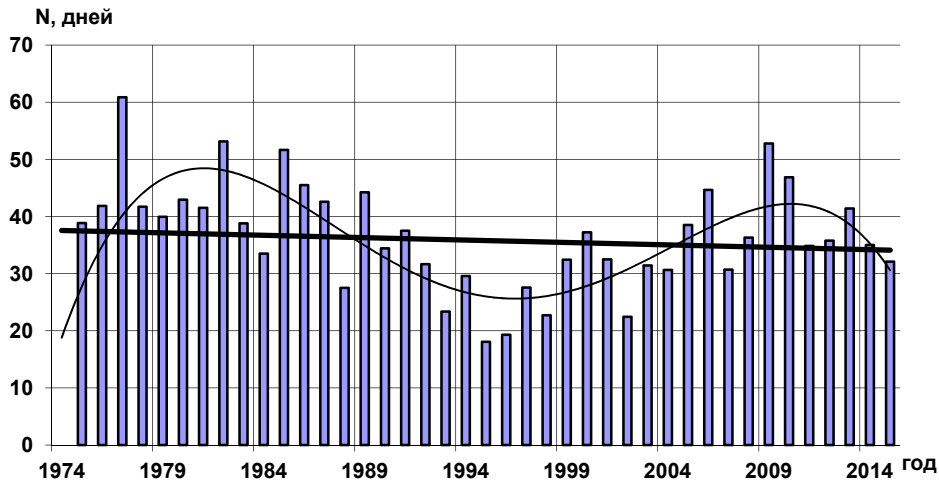


Рисунок 3.54 – Годовой ход туманов по территории Полесья

В то же время сильный туман как неблагоприятное метеорологическое явление с видимостью менее 50 м и продолжительностью более 6 часов не так часто отмечается на территории Полесья. Чаще всего такие туманы фиксировались в Ивацевичском районе – 10 случаев за 24 года обобщения наблюдений.

Туман на территории Полесья наблюдается с октября по март, 2/3 всех случаев приходится на октябрь-ноябрь. В среднем по пункту в 91 % лет сильный туман не наблюдался, в 5,2 % лет в любом из пунктов наблюдается один день с сильным туманом, в 1,5–3 % лет может наблюдаться 2–4 дня с этим явлением.

Пространственное распределение туманов представлено на рисунке 3.55, их распределение по территории имеет меридиональный характер. Пространственное размещение туманов по территории Полесья, как и по всей территории Беларуси, находится в зависимости от рельефа, растительности и наличия водоемов. Таким образом, отмечается увеличение количества туманов по территории в сторону возвышенностей. Так, в Полесской низменности число дней с туманом в году минимальное – 36–38, а на Мозырской гряде – 45.

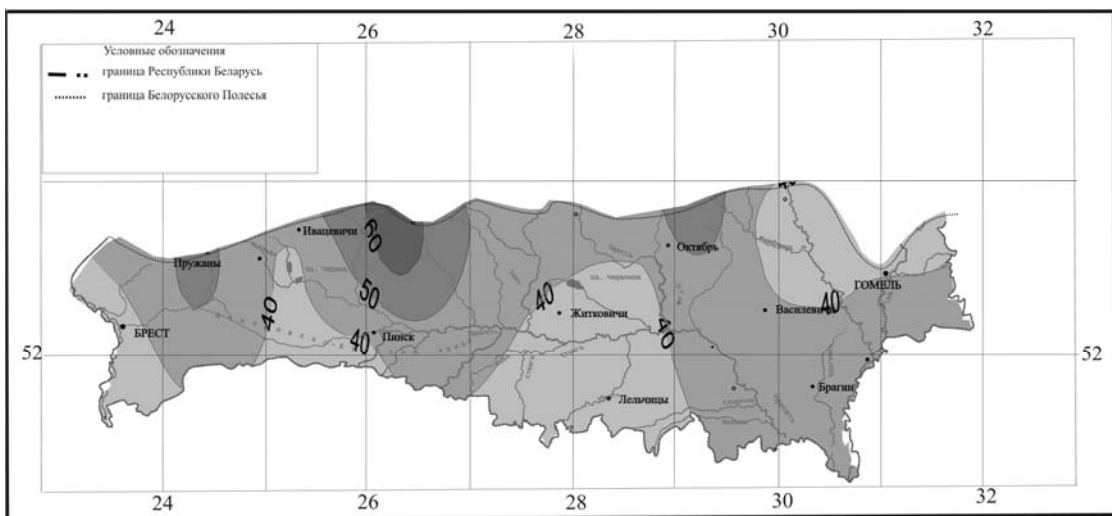


Рисунок 3.55 – Пространственное распределение туманов по территории Полесья

В зимнее время при подъеме на каждые 100 м число дней с туманом примерно удваивается; летом влияние высоты сказывается менее заметно. По-видимому, это связано с тем, что зимой преобладают адвективные туманы, а летом – радиационные и смешанные.

На холодную пору года приходится 60–80 % всех туманов в году; максимум бывает в осенние месяцы – октябре-ноябре и в начале зимы – в декабре (5–9 дней в месяц на низменностях и 11–20 дней на возвышенностях). Минимум дней с туманами бывает летом, особенно в июне (0,5–1 день).

**Иней**

*Иней* – тонкий неравномерный слой кристаллического льда, образующийся путем сублимации водяного пара из воздуха на поверхности почвы, травы, снежного покрова и на верхних поверхностях предметов в результате их радиационного охлаждения до отрицательных температур, более низких, чем температура воздуха. Иней может возникать и на поверхности снежного покрова.

Пространственное распределение числа дней с инеем представлено на рисунке 3.56.

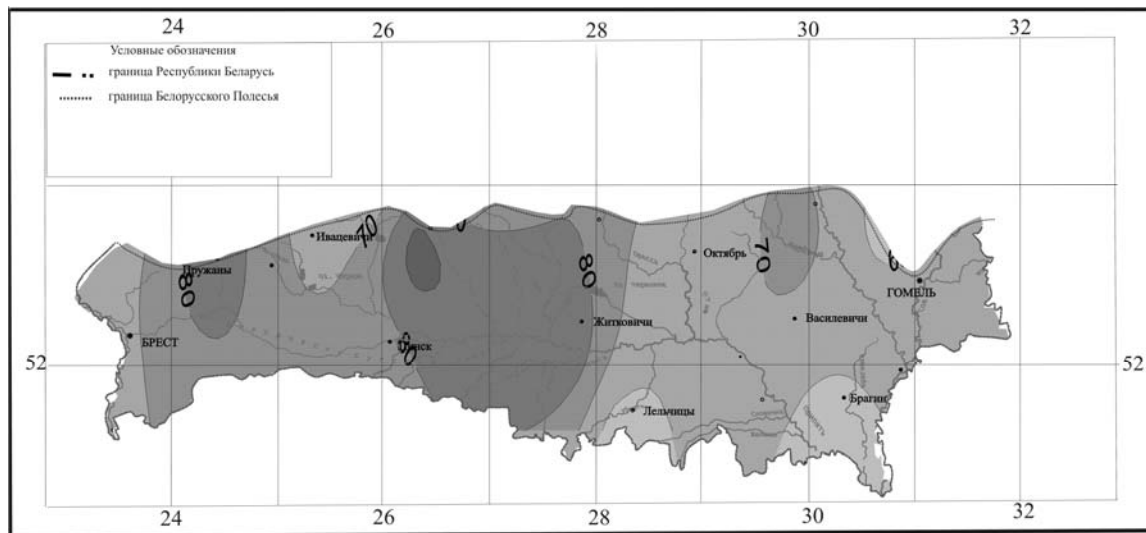


Рисунок 3.56 – Средние годовые значения числа дней с инеем на территории Полесья

На рисунке 3.56 видно, что количество дней с инеем несколько больше в центральной части. Особенность изменения числа дней с инеем может быть связана с тем, что скорость роста температуры в восточной, более континентальной части страны оказывается выше, чем в западной.

Анализ среднегодового суммарного числа дней с инеем по метеостанциям Полесья показал изменчивость за 40-летний период наблюдений. За год в среднем бывает около 70 дней с инеем. За период с 1975 по 1987 год отмечалось около 70 дней с инеем, с 1988 по 1999 год – 74 дня, в 2000–2015 гг. – 65 дней. На рисунке 3.57 представлен временной ход числа дней с инеем, и по нему видно, что каких-либо заметных изменений среднегодового количества дней с инеем не просматривается.

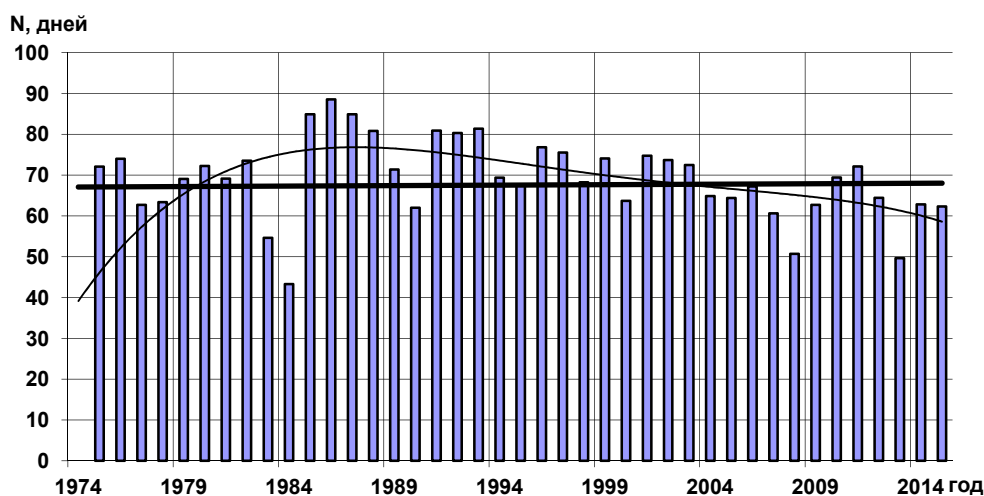


Рисунок 3.57 – Среднегодовое количество дней с инеем по метеостанциям на территории Полесья

Иней отмечается, как правило, в осенне-зимний период. С декабря по март регистрируется около 9–11 дней с инеем, в апреле – 7,0, мае – 2,3 дня с инеем. В летние месяцы инеем наблюдается крайне редко, он составляет менее 0,2 дня, осенью – в среднем от 1,9 до 7,6 дня. Небольшие отрицатель-

ные тренды количества дней с инеем отмечаются в январе, феврале и апреле, т. е. в месяцы, когда потепление климата более выражено. Однако март является исключением из этого правила. В другие месяцы года число дней с инеем изменяется незначительно.

### Метели

*Метелью* называется перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы. Метель становится опасным метеорологическим явлением тогда, когда скорость ветра усиливается до 15 м/с и более и имеет продолжительность не менее 12 часов.

Метели в последнее время отмечаются редко. Однако район, ограниченный Барановичами – Пинском – Иваново – Дрогичиним – Березой, чаще всего подвержен метелям.

Пространственное распространение среднего годового числа дней с метелями представлено на рисунке 3.58. На рисунке видно, что на севере и северо-востоке метели отмечаются значительно чаще, чем на другой территории Полесья.

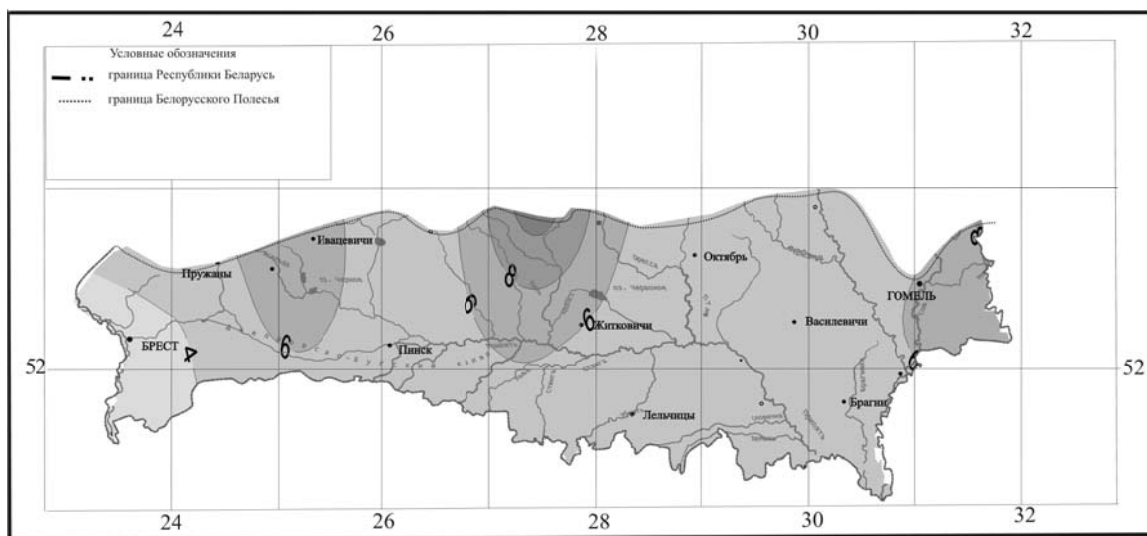


Рисунок 3.58 – Пространственное распределение среднегодового количества дней с метелями

На рисунке 3.59 представлен многолетний ход метелей. На вторую половину 70-х – начало 80-х годов XX в. приходится максимальное количество дней с метелями, а на начало 90-х годов – минимальное количество таких дней. Это связано с тем, что с 1988 г. началось современное потепление, особенно выраженное в холодное время года. Начало XXI в. ознаменовалось очередным ростом количества дней с метелями.

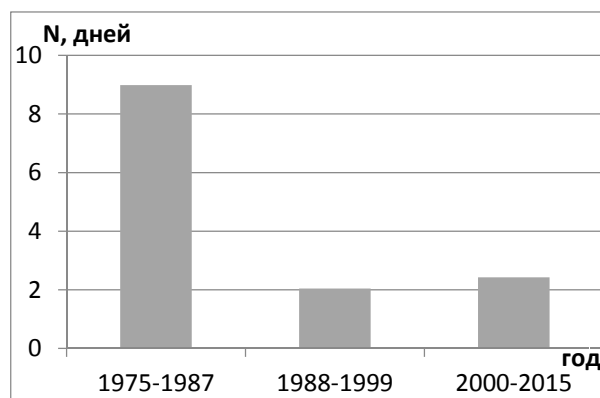
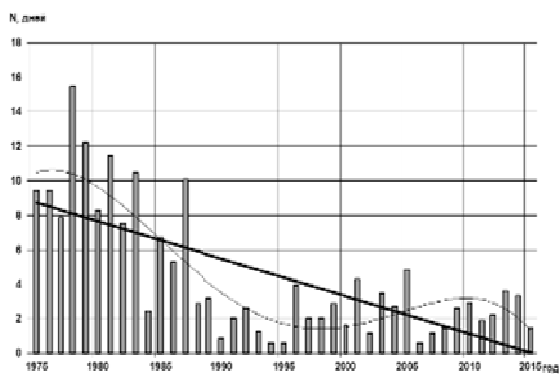


Рисунок 3.59 – Годовой ход среднего количества дней с метелями

Среднее количество дней с метелями на территории Полесья составляет около 4. В период с 1975 по 1987 год отмечалось около 10 дней с метелями. Это статистически значимо различается по сравнению со вторым периодом (1988–2015 гг.) и составляет 2 дня. Практически по всем метеостанциям отмечается значительное уменьшение количества дней с метелями.

### Сильный снегопад

*Сильный снегопад* – выпадение твердых и смешанных осадков в количестве 20 мм и более за 12 часов или меньший интервал времени.

Иногда сильный снегопад становится опасным метеорологическим явлением. В результате прохождения «южного» циклона ночью 29.12.2009 по Беларуси отмечались метели. По Гомельскому району было обесточено 10 населенных пунктов, 2 фермы, 65 АТС.

Пространственное распределение числа дней с сильным снегопадом представлено на рисунке 3.60, где видно, что чаще всего сильные снегопады проходят по западной возвышенной части территории Полесья.

Сильный снегопад как опасное метеорологическое явление отмечается в среднем 1 раз в 10 лет по всей территории республики, в Гомельской области – в среднем 1 раз в 12 лет, в Брестской области сильные снегопады – явление достаточно редкое, происходящее в среднем 1 раз в 17–18 лет.

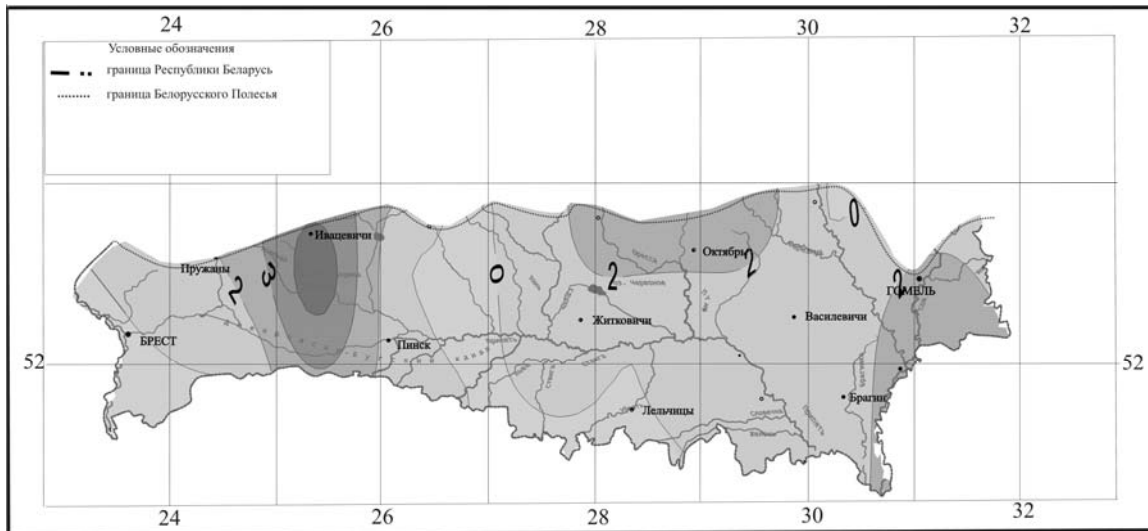


Рисунок 3.60 – **Пространственное распределение сильного снегопада (повторяемость, % от общего числа лет)**

Сильные снегопады отмечаются с ноября по март, в отдельные годы наблюдаются и в апреле. В ноябре месяце сильный снегопад как опасное метеорологическое явление отмечается в Гомельской области в 33 % от общего числа дней с явлением соответственно, в декабре (34 %). В январе сильный снегопад наблюдается в Брестской области (50 %), в феврале сильные снегопады по территории не наблюдались. В Гомельской области отмечаются сильные снегопады в марте (33 % от общего числа дней с явлением), в апреле сильные снегопады наблюдаются в Брестской области (50 %).

**Гололедно-изморозевые отложения**

Гололедно-изморозевые отложения считаются опасным явлением тогда, когда диаметр гололеда на проводе гололедного станка 20 мм и более, смешанного отложения (т. е. отложения гололеда и изморози или мокрого станка) составляет 35 мм и более.

Степень опасности наземного обледенения характеризуется общей толщиной льда, образующегося за время его нарастания. Для оценки интенсивности обледенения используется специальная шкала (табл. 3.50) [192]. Чем дольше продолжается выпадение переохлажденного дождя, мороси или прохождение адвективного тумана, тем больше будут гололедные отложения.

Таблица 3.50 – **Характеристика степени опасности наземных обледенений**

Явление	Характеристика	Величина отложения, мм
Гололед	Слабый	<5
	Умеренный	5–20
	Сильный	20–50
	Очень сильный	>50
Зернистая изморозь, обладающая несколько меньшей, чем гололед, плотностью	Слабый	<15
	Умеренный	15–20
	Сильный	50–100
	Очень сильный	>100
Смеси, являющиеся промежуточным по плотности образованием	Слабый	<10
	Умеренный	10–35
	Сильный	35–75
	Очень сильный	>75

Пространственная структура распространения числа дней с гололедно-изморозевыми отложениями представлена на рисунке 3.61. Чаще всего данное явление отмечается в ряде районов южной части Полесья (Лельчицы, Житковичи, Брагин, юго-запад Гомельского района).

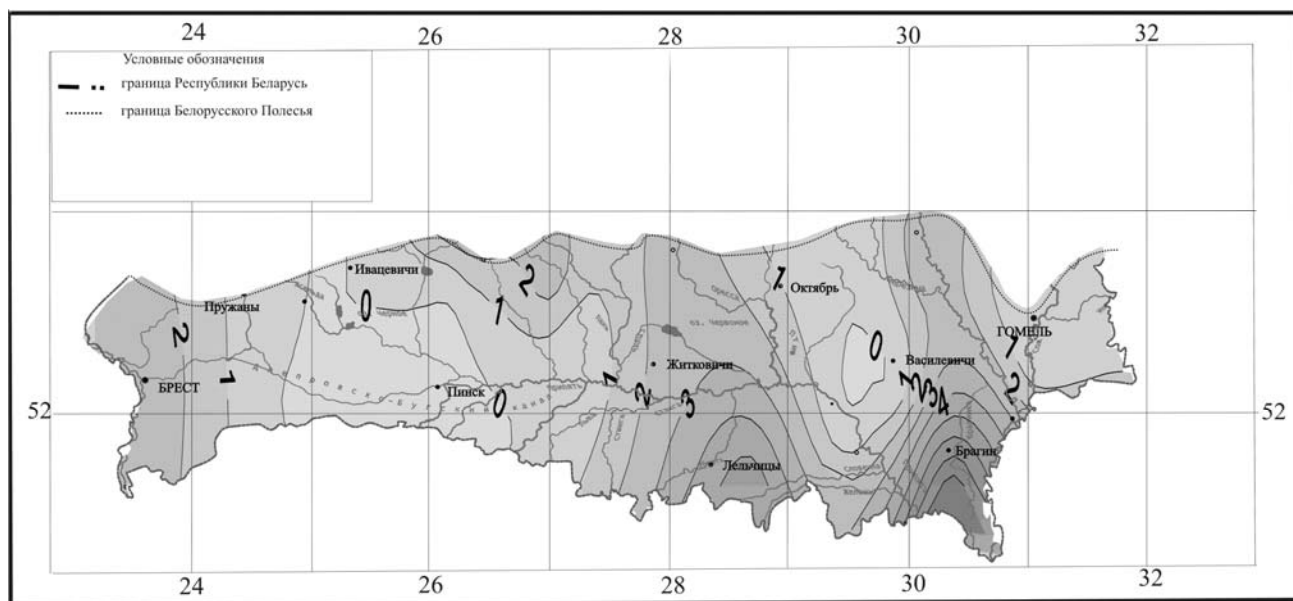


Рисунок 3.61 – Пространственное распределение повторяемости (% от общего числа лет) с гололедно-изморозевыми отложениями по территории Полесья

Повторяемость гололедно-изморозевых отложений хотя бы в одном из пунктов области наблюдалась в 15 % лет. Как опасное метеорологическое явление сильные гололедно-изморозевые отложения отмечаются в Брестской области 1 раз в 11 лет, в Гомельской области – 1 раз в 5 лет.

Гололедно-изморозевые отложения как опасное явление отсутствуют более чем в 90 % дней в году (табл. 3.51). От 1 до 5 дней в году с опасными отложениями отмечается в 1 % лет, до 5 дней – в 0,5 %. В Брестской и Гомельской области в большей части года гололедно-изморозевые отложения как опасное метеорологическое явление отсутствуют.

Таблица 3.51 – Повторяемость лет, %, с различным числом дней в году с гололедно-изморозевыми отложениями в среднем по пункту

Область	Число дней в году												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брестская	99	0,4	0,4			0,4							
Гомельская	98	0,3	1,6		0,3								

Годовой ход гололедно-изморозевых отложений представлен в таблице 3.52, по данным которой видно, что это явление чаще всего отмечается с ноября по апрель. Особенно часто оно наблюдается в ноябре и феврале, в декабре гололедно-изморозевые явления как опасное метеорологическое явления не наблюдаются. Очень редко отложения, носящие характер опасного метеорологического явления отмечаются в апреле и только в Гомельской области (13 % от общего числа дней).

Таблица 3.52 – Годовой ход гололедно-изморозевых отложений (повторяемость, %, от общего числа дней с явлением)

Область	Месяцы					
	I	II	III	IV	XI	XII
Брестская область	25	62			13	
Гомельская область		20	13	13	54	

Рассмотрим пространственно-временные изменения распределения гололеда и изморози в отдельности.

**Гололед** – слой плотного льда (матового или прозрачного), нарастающего на поверхности земли и на предметах преимущественно с наветренной стороны, от намерзания капель переохлажденного дождя или мороси, обычно наблюдается при температуре от 0 до –3 °С, реже при более низких, до –16 °С, корка намерзшего льда может достичь толщины нескольких сантиметров и вызвать обламывание.

вание сучьев, обрыв проводов и т. д. Гололед образуется в результате адвекции теплого и влажного воздуха.

Пространственное распределение гололеда представлено на рисунке 3.62. Чаще всего гололед проходит по Брестскому Полесью.

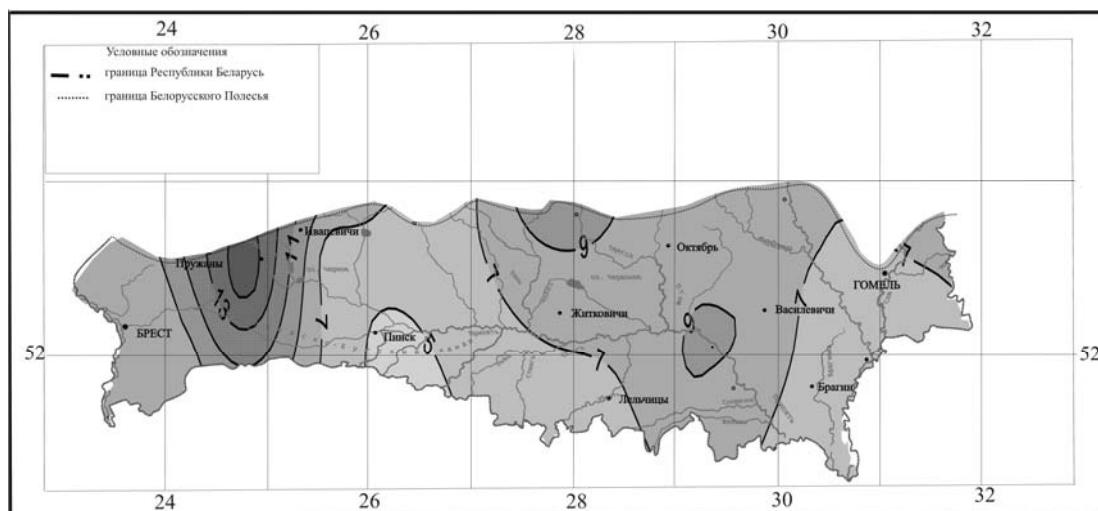


Рисунок 3.62 – Средние годовые значения числа дней с гололедом на территории Полесья

Как показал анализ, среднее количество дней с гололедом, приходящихся на 1 метеостанцию в году за 30-летний период, составляет около 8. В 1975–1987 гг. отмечалось в среднем около 7 дней, в 1988–1999 гг. – около 8 дней, с 2000 по 2015 год – около 10 дней с гололедом (рис. 3.63).

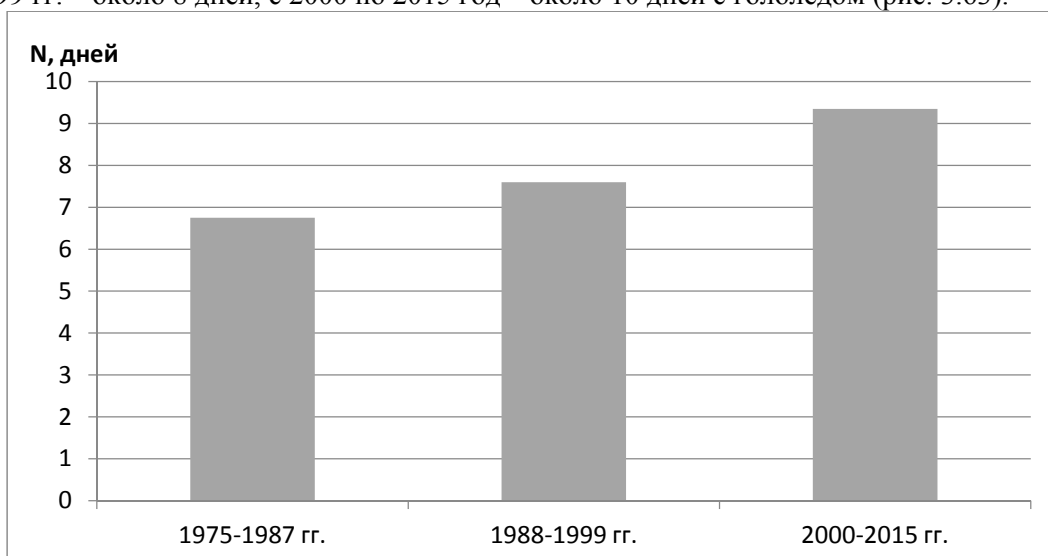


Рисунок 3.63 – Многолетние изменения среднегодового количества дней с гололедом по периодам на территории Полесья

Временная изменчивость гололедных образований показана на рисунке 3.64, на котором показано незначительное увеличение количества дней с гололедом. Минимум гололедных явлений приходился на 1980-е годы, максимум – на вторую половину 1970-х годов и последние годы современного потепления (1997–2015 гг.).

Ежегодно с ноября по февраль отмечается гололед на территории республики. В ноябре в среднем наблюдается около 1,2 дня с гололедом, в декабре – 3,1 дня, январе – 2,2 дня, феврале – 1,4 дня. Реже отмечается данное явление в марте (0,4 дня), апреле (0,2 дня), сентябре (0,1), октябре (0,1 дня). В отдельные годы гололед отмечается в мае, в среднем 0,1 дня.

**Изморозь** – отложения льда на ветвях деревьев, проводах и других поверхностях при тумане в результате сублимации водяного пара – кристаллическая изморозь, а намерзания капель переохлажденного тумана – зернистая изморозь.

В отличие от гололедных отложений, образование изморози происходит главным образом в антициклонических областях. Различают кристаллическую и зернистую изморозь.



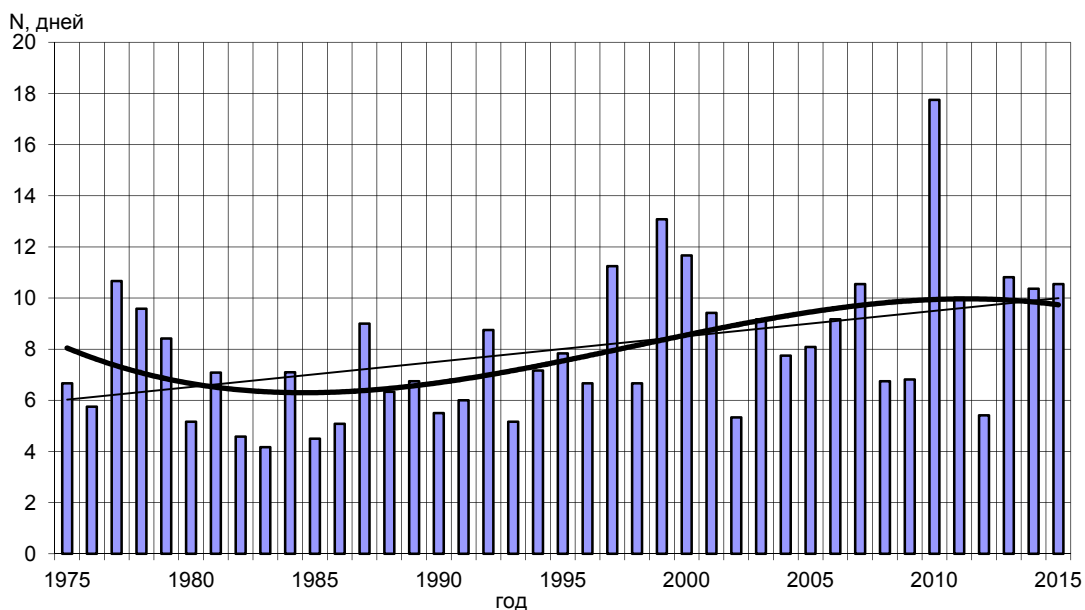


Рисунок 3.64 – Многолетние изменения среднего годового количества дней с гололедом на территории Полесья

Пространственное распределение среднего годового количества дней с изморозью представлено на рисунке 3.65. Распространение изморози имеет широтное простираение. На западе республики (Брестское Полесье) изморозь отмечается чаще, реже – на юго-востоке (Мозырское и Гомельское Полесье).

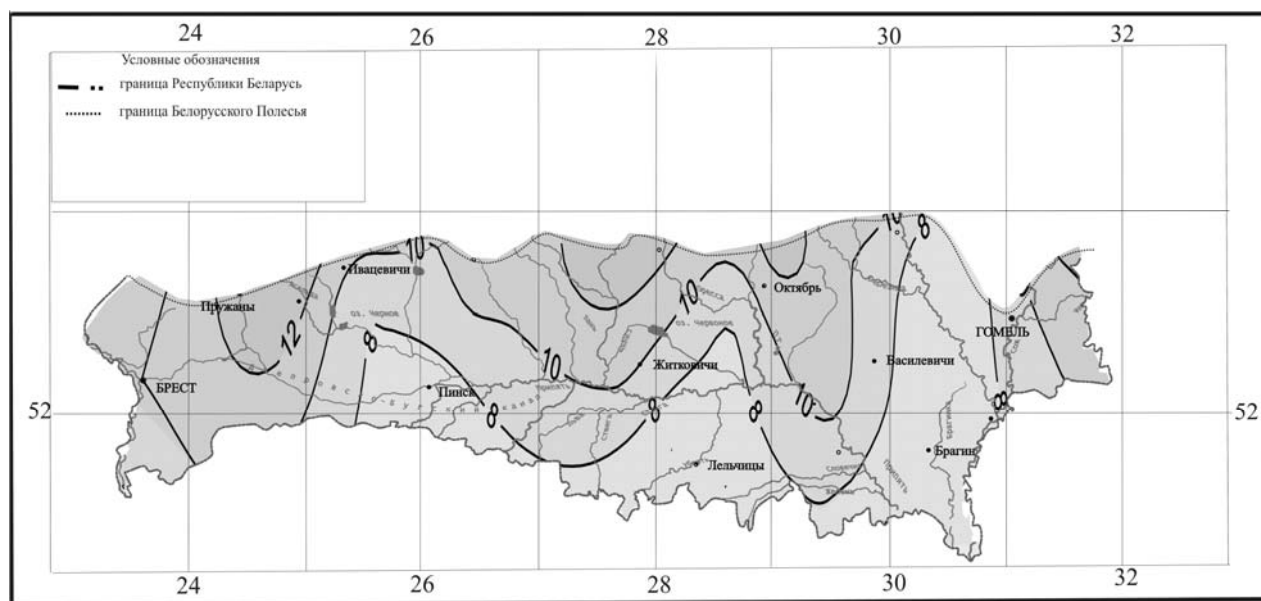


Рисунок 3.65 – Пространственное распределение среднего годового количества дней с изморозью на территории Полесья

Анализ изменчивости числа дней с изморозью за 40-летний период наблюдений показал уменьшение количества дней с изморозью по всей территории республики и Полесья, в частности. В больших городах среднее количество дней с изморозью в подавляющем числе рассмотренных лет выше, чем в малых городах и других населенных пунктах. Такая тенденция отмечалась раньше для числа дней с туманами, что говорит об общей причине изменений.

Если до 1987 г. отмечалось около 11 дней с изморозью, то в период современного потепления климата оно уменьшилось до 8. В отдельные годы число дней с изморозью отклоняется от средней величины. Так, в 1980 г. по метеостанции Житковичи было 32 дня с таким явлением, Жлобин – 23, с 1988 г. в среднем отмечалось около 8 дней (2000 г.: Житковичи – 9, Жлобин – 1). Уменьшение числа дней с изморозью согласуется с ростом температуры в холодное время года в последние два десятилетия (рис. 3.66).

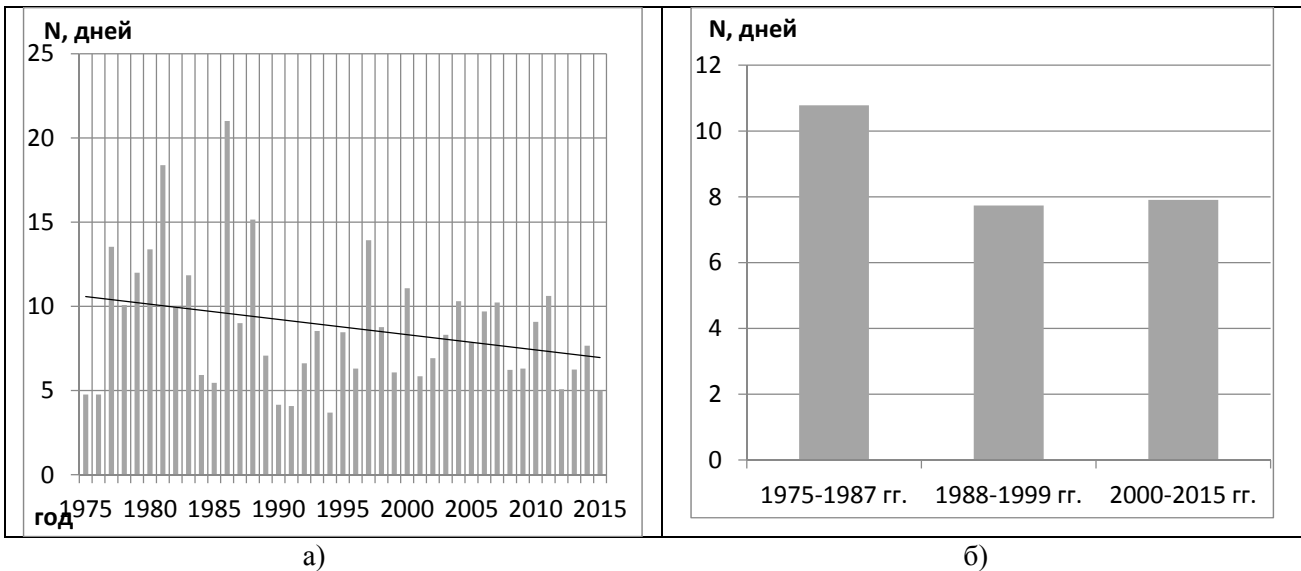


Рисунок 3.66 – Многолетние изменения среднего количества дней с изморозью по метеостанциям Белорусского Полесья (а – 1975-2015 гг., б – по периодам)

**Сильный мороз**

*Сильный мороз* – понижение минимальной температуры воздуха до  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже (учтено с  $-34,5^{\circ}\text{C}$ ) – как опасное метеорологическое явление для территории Беларуси в целом и Полесья в частности – явление достаточно редкое.

Пространственное распределение сильного мороза представлено на рисунке 3.67.

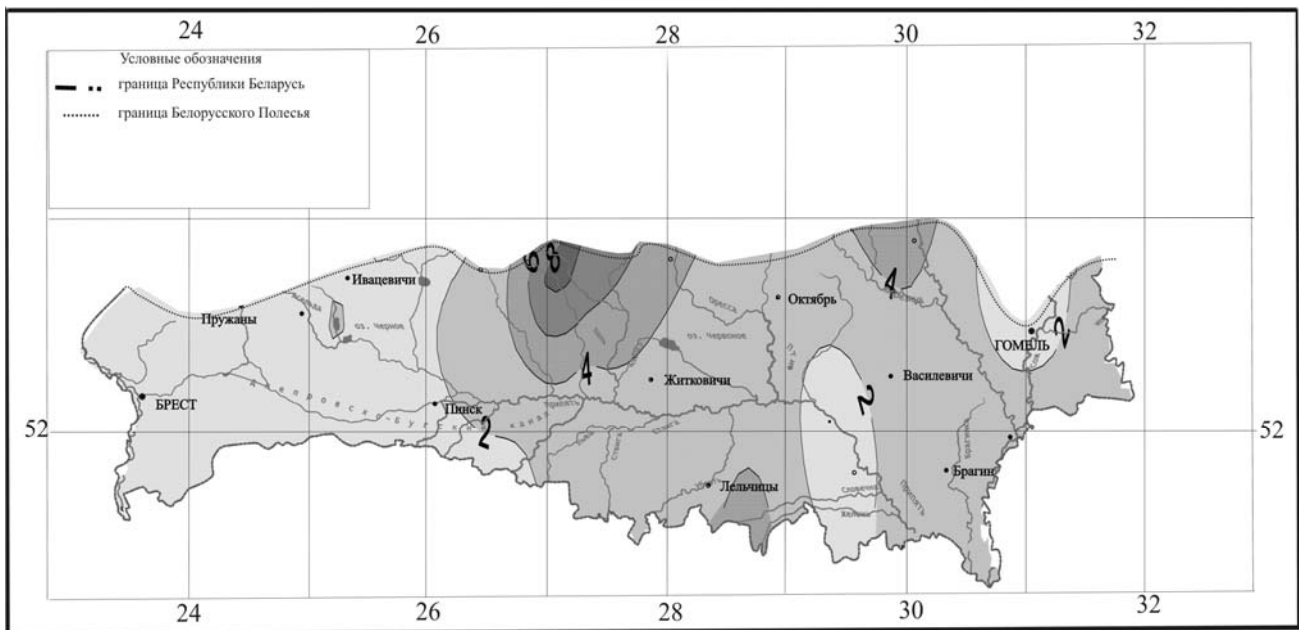


Рисунок 3.67 – Пространственное распределение повторяемости (% лет) с сильным морозом по территории Полесья

Как видно на рисунке 3.67, на северо-востоке и в центральной части данное явление отмечается чаще всего. Меридиональное расположение изотерм зимой отвечает меридиональному распределению числа дней с сильным морозом.

Повторяемость дней с сильным морозом в холодный период (I–III месяцы) представлена на рисунке 3.68. Самый холодный месяц – январь, в Гомельской области сильный мороз наблюдается в 63 % от общего числа дней, реже это явление наблюдается в Брестской области (39 %). В феврале чаще всего сильные морозы отмечаются в Брестской области – 61 % от общего числа дней с явлением, а реже – в Гомельской области (16 % от общего числа дней с явлением). Март не является исключением: в этом месяце сильный мороз отмечается в Гомельской области (21 % от общего числа дней с явлением).

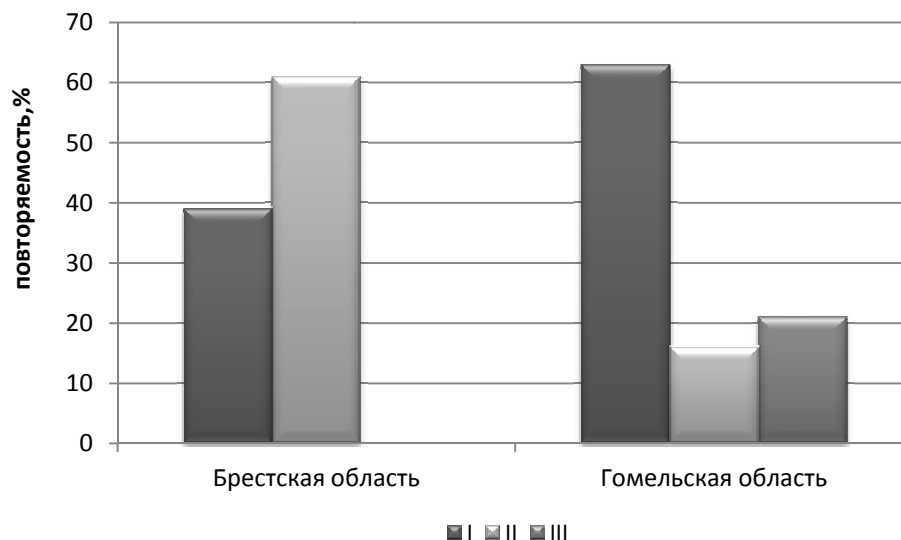


Рисунок 3.68 – Повторяемость дней с сильным морозом в различные месяцы холодного периода (I-III месяцы) (в % от общего числа дней с явлением)

В республике за период более чем 50-летних наблюдений лишь в 6 годах отмечался сильный мороз как опасное метеорологическое явление, т. е. 1 случай за 9 лет. В Брестской области сильный мороз отмечается 1 раз в 11 лет, в Гомельской – 1 раз в 13,5. Это связано с тем, что в зимнее время преобладают ветры южного направления, приносящие теплый воздух в западные районы.

### 3.8. Агроклиматические ресурсы

Агроклиматические ресурсы исследуемой территории представляют собой комплекс параметров, состав которых определяется ТКП 17.10-36-2011 [214]. Справочник по агроклиматическим ресурсам состоит из двух частей: агроклиматические ресурсы; агроклиматические характеристики условий произрастания основных сельскохозяйственных культур.

Агроклиматические ресурсы включают в себя:

- даты устойчивого перехода суточной температурой воздуха выше 0, 5, 10, 15 °С за конкретный период лет;
- продолжительность периодов со средней суточной температурой воздуха выше 0, 5, 10, 15 °С за конкретный период лет;
- средние декадные значения температуры воздуха за конкретный период лет;
- максимальные значения температуры воздуха по декадам;
- суммы положительных температур воздуха за период со средней суточной температурой выше 0, 5, 10, 15 °С нарастающим итогом по декадам за конкретный период лет;
- суммы эффективных температур воздуха за период со средней суточной температурой выше 0, 5, 10, 15 °С нарастающим итогом по декадам за конкретный период лет;
- даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С весной и осенью различной обеспеченности за конкретный период лет;
- продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 0, 5, 10, 15 °С различной обеспеченности за конкретный период лет;
- сумма положительных температур воздуха (°С) за период со средней суточной температурой выше 0, 5, 10, 15 °С различной обеспеченности за конкретный период лет.

Агроклиматические характеристики условий произрастания основных сельскохозяйственных культур дают дифференцированную оценку по культурам (фенологические данные) оптимальных сроков сева, условий перезимовки, возобновления вегетации, запасов влаги, соответствующих определенным фазам развития, условий уборки урожая и др.

Как видно из имеющихся показателей, агроклиматические ресурсы и характеристики представляют собой интегральную оценку естественной теплообеспеченности территорий применительно к их сельскохозяйственному использованию. Наиболее адекватным в этом случае будет агроклиматическое районирование территорий в контексте соотношения ресурсов тепла и влаги.

История развития исследований естественного увлажнения и теплообеспеченности подстилающей земной поверхности включает в себя три важных этапа.

*I этап* охватывает наиболее продолжительный период, начиная около 4000 лет до нашей эры и вплоть до начала XX столетия современного летоисчисления. Первоначально это были инструментальные наблюдения за основными характеристиками тепловлагообеспеченности. Отправной точкой интенсивного развития науки послужило применение балансового подхода ко всем природным процессам, что дало возможность количественно оценить прямые и обратные связи между Солнцем, атмосферой, водой, почвой и растительностью. Физические основы теории балансового метода были заложены в XVIII веке М. В. Ломоносовым при открытии закона сохранения материи. В середине XIX века К. С. Веселовский сделал попытку обобщить имеющиеся немногочисленные данные о соотношении между суммой атмосферных осадков и величиной «испаряемости с водной поверхности». В 1884 г. А. И. Воейков впервые предложил математическую запись уравнения водного баланса Каспийского моря для среднееголетнего периода:

$$Z = X + Y, \quad (3.34)$$

где  $Z$  – испарение с водной поверхности;  $X$  – атмосферные осадки, выпавшие на водную поверхность;  $Y$  – пополнение морских вод за счет речного притока.

Для речного бассейна уравнение водного баланса впервые было составлено в 1896 г. австрийским исследователем А. Пенком и для аналогичного уравнению (3.34) периода имеет вид:

$$Z = X - Y, \quad (3.35)$$

где  $Z$  – суммарное испарение с речного бассейна;  $X$  – атмосферные осадки, выпавшие на поверхность речного бассейна;  $Y$  – сток с речного бассейна.

К концу первого исторического этапа тепловоднобалансовых исследований сложились четкие представления о круговороте воды в природе, и уравнение водного баланса обрело логичное математическое выражение.

*II этап* приходится на первую половину XX века и характеризуется продолжением исследований в теории водного и теплового балансов. Е. В. Оппоков предложил форму записи уравнения водного баланса применительно к любому интервалу времени, введя в уравнение (3.35) параметр ( $u$ ), учитывающий накопление или расходование влаги в речном бассейне:

$$Z = X - Y \pm u. \quad (3.36)$$

Е. А. Гейнц и Г. Н. Высоцкий впервые произвели дифференциацию составляющих водного баланса, разделив сток на поверхностный и подземный, а испарение – на общее и продуктивное. Совместное решение теплового и водного балансов нашло свое отражение в работах Э. М. Ольдекопа, который предложил зависимость для средних многолетних условий и годового интервала времени:

$$Z = Z_m \text{th}(X/Z_m), \quad (3.37)$$

где  $Z_m$  – величина максимально возможного испарения;  $\text{th}$  – гиперболический тангенс.

Э. М. Ольдекоп предложил заменить термин «испаряемость с водной поверхности» термином «максимально возможное испарение».

В начале XX века сложилось окончательное мнение о том, что практически все теплоэнергетические характеристики климата являются производными от суммарной коротковолновой радиации. Ее исследованиями занимался ряд авторов: Н. Kimball, М. Milankovitsch и др. Для расчета суммарной коротковолновой радиации Н. Kimball предложил формулу

$$Q = Q' [0,29 + 0,71(1 - O)], \quad (3.38)$$

где  $Q'$  – суммарная радиация при отсутствии облачности;  $O$  – параметр облачности в долях единицы.

На втором этапе исследований естественной тепловлагообеспеченности земной поверхности выделяются две группы методов.

К первой группе относятся методы оценки условий тепловлагообеспеченности, основанные на материалах непосредственных многолетних наблюдений за отдельными элементами водного, радиационного и теплового балансов, включающие специальные таблицы и картографические схемы распределения этих элементов в пространстве и во времени. Сюда относятся выполненные А. И. Воейковым (1884 г.), С. И. Небольсиным (1916 г.), А. А. Красовским (1938 г.), О. А. Дроздовым (1948 г.) и другими учеными обобщения данных об атмосферных осадках как для территории бывшего СССР, так и в целом для Земного шара. К первой группе методов относятся предложенные Д. И. Кочериным (1927–1929 гг.), М. А. Великановым и Д. Л. Соколовским (1928 г.), П. С. Кузиным (1934–1950 гг.), Б. Д. Зайковым (1937–1946 гг.), В. А. Троицким (1948 г.) схемы распределения стока и суммарного испарения. Различными исследователями выполнялись обобщения данных о пространственно-временном распределении температур воздуха и почвы, относительной влажности и дефицитов влажности воздуха.

Вторую группу составляют методы относительных показателей, синтезирующие ресурсы тепла и ресурсы влаги. И. А. Prescott (1931 г.), П. С. Кузин (1934 г.) и другие исследователи сделали предположение, сводящееся к выражению величины климатического коэффициента увлажнения через отношение суммы атмосферных осадков ( $X$ ) к функции дефицита влажности воздуха, количественно представляющей испаряющую способность воздуха

$$K = X/f(d), \quad (3.39)$$

где  $d$  – дефицит влажности воздуха.

Подобным формуле (3.39) является коэффициент увлажнения, предложенный Г.Т. Селяниновым (1930 г.), где функция дефицита влажности воздуха  $f(d)$  заменена десятой частью от суммы среднесуточных температур воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$  за рассматриваемый интервал времени

$$K_c = \frac{X}{0,1 \sum t_{>10^{\circ}\text{C}}}. \quad (3.40)$$

Коэффициент ( $K_c$ ) назван «условным балансом влаги», или «гидротермическим коэффициентом». Зависимость (3.40) является первым приближением в оценке соотношения количества влаги фактического и потребного, соизмеримого с теплоресурсами конкретной природно-климатической зоны.

Другой формой критерия влагообеспеченности стал «коэффициент увлажнения» А. Н. Костякова (1938 г.):

$$K_k = \alpha X / Z_{\text{опт}}, \quad (3.41)$$

где  $\alpha$  – коэффициент испарения;  $Z_{\text{опт}}$  – оптимально потребное количество влаги, определяемое по заданному урожаю и коэффициенту транспирации.

В качестве показателя естественного увлажнения и теплообеспеченности М. И. Будыко (1946 г.) предложил использовать отношение годового радиационного баланса подстилающей земной поверхности к количеству тепла, способного испарить годовую сумму атмосферных осадков («индекс сухости»):

$$K_b = R/LX, \quad (3.42)$$

где  $R$  – радиационный баланс за годовой отрезок времени;  $L$  – скрытая теплота испарения.

На втором этапе развития исследований стало возможным практически использовать воднобалансовый метод, чему способствовала оценка условий влагообеспеченности по материалам непосредственных многолетних наблюдений за элементами водного баланса (см. выше – первая группа методов). Однако одних количественных данных недостаточно для выявления закономерностей увлажнения и теплообеспеченности подстилающей поверхности. Решить эту задачу позволяют методы относительных показателей (см. выше – вторая группа методов). Но их использование ограничено средним годовым периодом, так как в расчетных формулах не учитывается внутригодовое перераспределение входящих в эти зависимости характеристик.

*III этап* начался с середины XX века, когда науки о Земле достигли такого уровня, при котором появилась возможность сделать не только качественные выводы о том, как протекают различные природные процессы, но и количественно описать их, т.е. синтезировать накопленные знания – фактически замыкающиеся на водный баланс территории как на связующее звено между различными компонентами природы. На третьем этапе продолжились исследования по отмеченным выше направлениям, отличающиеся глубиной проработки и вовлечением в разработки большого количества накопленных экспериментальных данных. Например, М. И. Львович предложил систему уравнений водного баланса и ввел термин «валовое увлажнение территории» ( $W_{\text{вал}}$ ):

$$X = Y_n + Y_{\text{гр}} + Z; \quad (3.43)$$

$$W_{\text{вал}} = X - Y_n; \quad (3.44)$$

$$K_{\text{гр}} = Y_{\text{гр}}/W_{\text{вал}}; \quad (3.45)$$

$$K_z = Z/W_{\text{вал}}; \quad (3.46)$$

где  $Y_n$  – поверхностный сток;  $Y_{\text{гр}}$  – подземный сток;  $K_{\text{гр}}$  – коэффициент питания рек подземными водами;  $K_z$  – коэффициент испарения.

Валовое увлажнение территории характеризует ту часть атмосферных осадков, которая задерживается на поверхности растительного покрова.

Наиболее четкое и полное трактование теплового баланса подстилающей поверхности земли дано М. И. Будыко. Уравнение, выражающее частный случай закона сохранения и превращения энергии, по М. И. Будыко, имеет вид:

$$R = LZ + P + \Phi, \quad (3.47)$$

где  $P$  – сумма конвективных (турбулентных) потоков тепла между земной поверхностью и атмосферой;  $\Phi$  – сумма потоков тепла между земной поверхностью и нижележащими слоями почвы.

С. И. Харченко для расчета суммарного испарения с сельскохозяйственных полей предложил к использованию тепловоднобалансовый метод

$$Z = \frac{2W_{hh} + X}{1 + \frac{2\gamma}{\beta Z_0}}, \quad (3.48)$$

где  $W_{hh}$  – влагозапасы в активном слое влагообмена в начале расчетного периода;  $\gamma$  – свободная пористость;  $\beta$  – угловой коэффициент наклона линии связи, зависящий от фазы развития растений и состояния деятельной поверхности;  $Z_0$  – испаряемость.

Кроме того, автор предложил оригинальные методики по определению коэффициента ( $\beta$ ), а также испаряемости ( $Z_0$ ).

В. С. Мезенцевым показано, что уравнение связи элементов водного и теплового балансов имеет сложный вид. Наиболее емкой и приемлемой формой аналитической зависимости выступает уравнение:

$$Z = Z_m \left[ 1 + \left( \frac{X + W_i - W_{i+1}}{Z_m} \right)^{-n} \right]^{\frac{1}{n}}, \quad (3.49)$$

где  $W_i$ ;  $W_{i+1}$  – влагозапасы в деятельном слое почвы соответственно на начало и конец расчетного периода;  $n$  – параметр стока.

Все элементы, входящие в уравнение (3.49), имеют ясный физический смысл, за исключением параметра ( $n$ ). В. С. Мезенцев и И. В. Карнацевич дали четкое логическое обоснование этого параметра, который всецело определяется соотношением фактического и максимально возможного испарения при оптимальном увлажнении деятельного слоя почвогрунта:

$$n = -0,301/\lg(Z_k/Z_m), \quad (3.50)$$

где  $Z_k$  – оптимальное суммарное испарение.

Метод гидролого-климатических расчетов В. С. Мезенцева позволил решить целый круг вопросов, исходя из реальных условий теплового обеспечения территории, как-то: нахождение средних многолетних величин суммарного испарения, суммарного стока; расчет динамики почвенных влагозапасов и др. В дальнейшем с использованием данного метода была исследована естественная теплового обеспечения большей части Зауралья, в том числе территории Сибири (В. Е. Валуев и др.). Широкое применение метод В. С. Мезенцева нашел и в Беларуси (М. Г. Голченко, А. А. Волчек и др.).

Для третьего исторического этапа тепловоднобалансовых исследований характерна их практическая направленность, например установление средних многолетних значений исследуемых характеристик. Этому способствовал достаточный период наблюдений, по отдельным станциям и характеристикам достигший 70 и более лет. Появились такие понятия, как «репрезентативность ряда наблюдений» и «норма гидрометеозлемента». Наиболее полные обобщения исследований средних многолетних значений (норм) различных тепловоднобалансовых характеристик для территории Беларуси приводятся А. Х. Шкляром. Безусловно, впервые установленные значения норм не раз уточнялись и будут уточняться с учетом различных факторов.

Для территории Беларуси схема расчета водного баланса двух зон – поверхностной и подземной была разработана А. Г. Булавко:

$$W_i + X - Y - Z = W_{i+1}. \quad (3.51)$$

*Современный этап* тепловоднобалансовых исследований характеризуется тенденцией к непосредственному измерению основных балансовых показателей. Однако экономические факторы накладывают ограничения на сгущение опорной сети пунктов наблюдений. В связи с этим исследователями разрабатываются методики аналитических расчетов при отсутствии данных наблюдений за некоторыми балансовыми элементами, основанные, как правило, на поиске корреляционных зависимостей между ними и массово наблюдаемыми характеристиками.

В. Г. Андреев внес существенный вклад в разработку метода расчета водного баланса речных бассейнов при отсутствии данных наблюдений. Были использованы идеи М. И. Будыко относительно испаряемости; С. И. Харченко, С. W. Thorntwaite и I. P. Mather – о необходимости учета в формуле испарения текущих осадков, а также аккумуляции – коэффициентом отставания стока; С. W. Thorntwaite и I. P. Mather – о необходимости оценки просачивания и избытков влаги в бассейне.

Расширение целей использования балансового метода, помимо изучения естественного увлажнения и теплообеспеченности подстилающей поверхности земли, вызвало необходимость расчета теп-

ловоднобалансовых характеристик за короткие интервалы времени. Особенно это актуализировалось с развитием крупномасштабных гидромелиораций в конце 70-х – начале 80-х годов прошлого столетия, когда проектировать мелиоративные мероприятия стали с использованием материалов расчетов водных балансов деятельного почвенного слоя за сезонные, месячные и декадные интервалы времени. Так, В. И. Бабкиным и другими учеными предложены методики расчетов водного баланса за короткие интервалы времени.

Следует отметить вклад белорусских ученых в развитие методов тепловоднобалансовых исследований, особенно В. Ф. Шебеко. По результатам обобщения многолетних экспериментальных данных ими были выполнены теоретические исследования влияния мелиорации земель на естественный водный режим территорий и в целом на окружающую среду.

А. П. Лихацевичем проанализированы широко используемые исследователями и трактуемые с различными акцентами термины «суммарное испарение» и «испаряемость». В частности, автором рассмотрены пять определений испаряемости, дан их критический анализ. Незакрепленность в официальных стандартах и технических кодексах подобных терминов и определений приводит к их расширенному толкованию. В связи с этим И. В. Карнацевич и другие авторы указали на известную неопределенность понятия «испаряемость», а А. П. Лихацевич рекомендовал авторам, использующим термины типа «испарение», «испаряемость» и иные, особо указывать их смысловое содержание.

Ныне востребованы и успешно реализуются математическое моделирование гидрологических явлений и процессов в речных бассейнах, оперативное прогнозирование тепловоднобалансовых характеристик, их картографирование для целей управления природным комплексом. Актуальной становится оптимизация параметров окружающей среды, определяющих продуктивность мелиорируемых земель посредством прямого регулирования водных, тепловых, воздушных и других свойств почвенного покрова.

Накопленные знания позволили перейти к самому важному, завершающему этапу в агроклиматологии – агроклиматическому районированию территорий. Необходимо отметить, что процесс районирования осуществлялся непрерывно на всех предыдущих этапах. Для территории Беларуси наиболее важными достижениями являются работы А. И. Кайгородова (1932 г.), Н. А. Малишевской (1970 г.), А. Х. Шкляра (1973 г.), В. И. Мельника (2004 г.) и др. С научной точки зрения, выделяются работы А. Х. Шкляра, которые основываются прежде всего на физико-географическом районировании. На территории Беларуси им были выделены три агроклиматические области (1973 г.): I – Северная, II – Центральная, III – Южная (Полесская провинция). Данное районирование базируется на суммах температур выше 10 °С.

Происходящие климатические колебания, современный этап которых характеризуется потеплением, определили появление на территории Беларуси Новой агроклиматической области (В. И. Мельник, 2004 г.). Однако уже сейчас можно говорить о расширении ее границ в северном направлении в связи с аномально жаркими вегетационными периодами 2010-х годов. На рисунке 3.69 представлены агроклиматические области Беларуси за различные периоды [18].

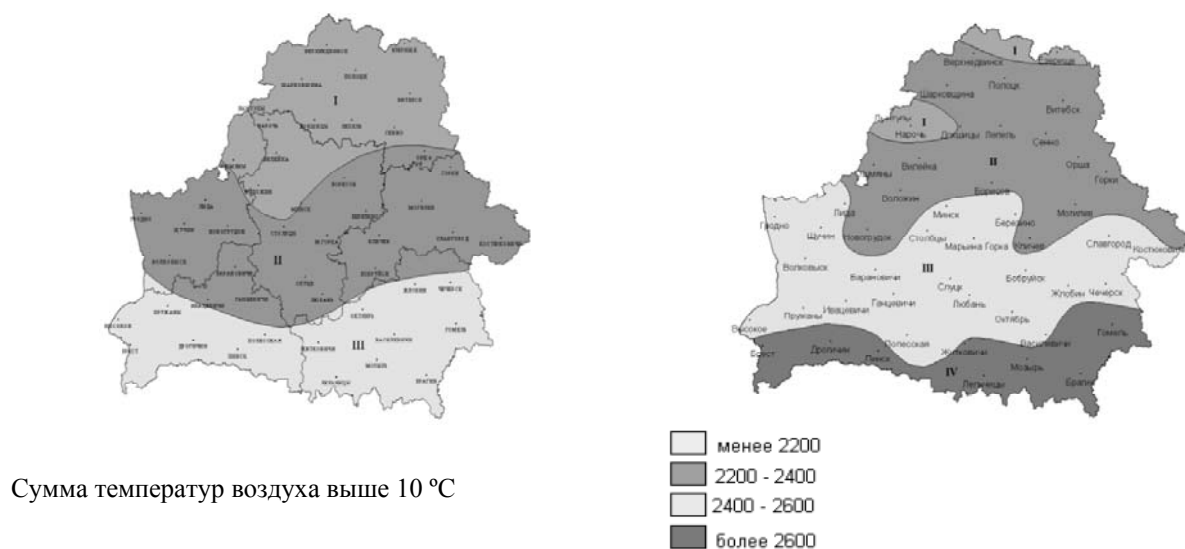


Рисунок 3.69 – Изменение границ агроклиматических областей Беларуси [18]:  
 а) границы агроклиматических областей по А. Х. Шкляру (1973 г.);  
 б) границы агроклиматических областей за период потепления 1989–2015 гг.  
 I – Северная, II – Центральная, III – Южная, IV – Новая

Территория Белорусского Полесья расположена в пределах двух агроклиматических областей – Южной и Новой – и характеризуется агроклиматическими ресурсами [18], представленными в таблице 3.53.

Таблица 3.53 – Характеристика агроклиматических ресурсов агроклиматических областей за современный период потепления (1989-2015 гг.)

Основные характеристики			Агроклиматические области	
			Южная	Новая
Средняя температура воздуха за месяц (°С)	Самый тёплый (июль)	крайние значения	18,6–19,6	19,6–20,4
		средние значения	19,0	19,8
	Самый холодный (январь)	крайние значения	–5,0...–2,5	–3,9...–2,1
		средние значения	–3,6	–3,3
Продолжительность периода (дни) со среднесуточной температурой воздуха выше	0 °С	крайние значения	246–274	257–280
		средние значения	259	263
	5 °С	крайние значения	199–216	209–222
		средние значения	207	213
	10 °С	крайние значения	152–162	161–168
		средние значения	156	163
	15 °С	крайние значения	93–107	106–114
		средние значения	99	109
Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе (дни)	крайние значения	134–168	148–178	
	средние значения	157	164	
Сумма температур за период выше и равной	5 °С	крайние значения	2752–2973	2973–3142
		средние значения	2856	3034
	10 °С	крайние значения	2401–2599	2607–2746
		средние значения	2478	2667
Количество осадков (мм)	За год	крайние значения	548–692	563–733
		средние значения	630	638
	За тёплый период (апрель – октябрь)	крайние значения	379–468	388–497
		средние значения	432	439
Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0 °С (дни)	крайние значения	91–119	85–108	
	средние значения	107	102	
Число дней со снежным покровом	крайние значения	64–106	72–90	
	средние значения	87	80	

В таблице 3.54 приведены данные государственного климатического кадастра дифференцированно по метеостанциям Белорусского Полесья, характеризующие агроклиматические ресурсы. Период обобщения данных – 1981–2010 гг., что является климатической нормой.

Таблица 3.54 – Даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10 и 15 °С и продолжительность периодов между этими датами

Метеостанция	Период с температурой ≥ 0 °С			Период с температурой ≥ 5 °С			Период с температурой ≥ 10 °С			Период с температурой ≥ 15 °С		
	начало	окончание	продолжительность	начало	окончание	продолжительность	начало	окончание	продолжительность	начало	окончание	продолжительность
Ганцевичи	13.03	23.11	256	5.04	28.10	207	27.04	28.09	155	28.05	1.09	97
Ивацевичи	11.03	25.11	260	4.04	29.10	209	25.04	1.10	160	24.05	3.09	103
Пружаны	11.03	26.11	261	4.04	30.10	210	26.04	1.10	159	29.05	2.09	97
Высокое	9.03	29.11	266	3.04	31.10	212	26.04	2.10	160	26.05	3.09	101
Полесская	13.03	23.11	256	5.04	27.10	206	27.04	27.09	154	30.05	31.08	94
Брест	5.03	2.12	273	31.03	3.11	218	22.04	6.10	168	19.05	7.09	112
Пинск	10.03	26.11	262	2.04	30.10	212	23.04	3.10	164	20.05	5.09	109
Чечерск	17.03	16.11	245	6.04	24.10	202	26.04	28.09	156	22.05	3.09	105
Октябрь	15.03	20.11	251	5.04	26.10	205	26.04	28.09	156	23.05	2.09	103
Гомель	15.03	18.11	249	4.04	26.10	206	23.04	1.10	162	17.05	6.09	113
Василевичи	14.03	20.11	252	4.04	26.10	206	25.04	30.09	159	22.05	3.09	105
Житковичи	12.03	23.11	257	4.04	28.10	208	24.04	30.09	160	22.05	3.09	105
Мозырь	15.03	20.11	251	4.04	27.10	207	24.04	1.10	161	21.05	4.09	107
Лельчицы	12.03	24.11	258	3.04	28.10	209	24.04	1.10	161	19.05	5.09	110
Брагин	15.03	20.11	251	4.04	26.10	206	24.04	29.09	159	22.05	3.09	105



### 3.9. Климатические воздействия на конструкции зданий и сооружений

#### 3.9.1. Снеговые нагрузки

Воздействия на здания и сооружения, вызванные климатическими факторами, в настоящее время учитываются европейскими стандартами при определении расчетных параметров, если существует возможность превышения предельных состояний по несущей способности и эксплуатационной пригодности, вследствие перемещений и/или напряжений конструктивных элементов. Снеговые нагрузки на конструкции (в первую очередь, на кровлю) должны устанавливаться в соответствии с нормами для каждой расчетной ситуации и схемы приложения нагрузки. Характеристическое (нормативное) значение снеговой нагрузки на покрытие (кровлю) определяется из характеристического значения снеговой нагрузки на грунт путем умножения на соответствующие коэффициенты с учетом различного распределения снега на покрытии. Причиной разных конфигураций снеговых нагрузок на покрытии могут являться геометрические и физические свойства покрытия, условия окружающей местности и климатические (температурные, ветровые) условия.

Методики нормирования климатических воздействий на конструкции, представленные в государственных и европейских стандартах, основаны на экспериментальных данных (результатах наблюдений) за продолжительный период. Происходящие климатические изменения, среди которых наиболее значимы изменения температур воздуха и количества осадков, подлежат обязательному учету в ходе нормирования воздействий.

Объектом технического нормирования выступают максимальные годовые значения веса снегового покрова на поверхности земли. На современном этапе развития прикладных исследований и инженерной практики оценка снеговых нагрузок на конструкции зданий и сооружений базируется на характеристических значениях нагрузки, которые имеют годовую вероятность превышения 0,02. Пятидесятилетняя расчетная повторяемость увязывается с нормативным сроком эксплуатации зданий и сооружений.

Методики назначения нормативной снеговой нагрузки на покрытиях зданий базируются, как известно, на прогнозируемом значении веса снегового покрова на единицу площади (на поверхности земли, на защищенном от ветра участке). Уровень качества нормирования при этом в решающей степени зависит от степени статистической достоверности указанного прогноза. Основой для определения прогнозных значений нагрузок являются результаты снегомерных съемок, проводимых на метеостанциях, а в качестве исходных значений рассматриваются годовые максимумы веса снегового покрова земли. Традиционно используют два основных способа расчета прогнозного значения веса снегового покрова.

*Первый способ* основан на построении статистического ряда годовых максимумов снеговых нагрузок. Полученный ряд выравнивают по одному из распространенных теоретических законов (обычно рассматривают первое предельное распределение Гумбеля, логнормальное и нормальное распределения), при этом используют один из известных параметрических критериев согласия (например, Пирсона или Колмогорова). Затем, согласно найденному теоретическому распределению, рассчитывают вес снегового покрова, соответствующий заданным значениям обеспеченности прогноза и периода повторяемости.

Существенным недостатком указанного способа расчета является ограниченность выборки исходного климатологического материала (первичных данных), обусловленная фактической длительностью периода наблюдений (40–60 лет, а иногда и менее). Применяемые обычно критерии проверки статистических гипотез в этих условиях дают весьма приблизительный ответ на вопрос о согласованности эмпирического и выбранного теоретического распределений. Кроме того, существуют принципиальные проблемы данной методологии расчета, не связанные с объемом выборки.

Согласно *второму способу* различные статистические гипотезы вообще не выдвигаются, а priori же используют первое предельное распределение Гумбеля, поскольку считается, что именно такому закону подчиняется статистика экстремальных значений (в данном случае – годовых максимумов снеговой нагрузки). Способ методически разработан достаточно подробно (в частности, так называемый коэффициентный метод позволяет, исходя из выборочного среднего и выборочной дисперсии, непосредственно вычислить параметры распределения Гумбеля с учетом поправок, учитывающих конкретный объем выборки) и широко применяется в практике проектирования.

Однако экстремальные значения распределены по закону Гумбеля лишь у так называемых простых объектов, наблюдаемые случайные величины которых распределены экспоненциально либо по нормальному (гауссовскому) закону. Напротив, многие сложные системы описываются степенными законами распределения вероятностей.

Различие между нормальным и степенным распределениями носит принципиальный характер. Так, если статистика системы описывается нормальным законом, то, согласно правилу «трех сигм», свыше 99,7 % событий отклоняется от среднего значения не более чем на три стандартных (средне-квадратичных) отклонения, а за 5 стандартных отклонений выбивается и вовсе менее одного события на миллион. Это дает возможность обоснованно пренебречь очень крупными отклонениями (редкими событиями), т.е. просто «отрезать хвост» распределения. Статистика же величин, описываемых степенными законами распределения, отличается тем, что крупные события, приходящиеся на хвост распределения, случаются не так уж и редко, чтобы ими пренебрегать. По этой причине степенные законы распределения вероятностей называют также «распределениями с тяжелыми хвостами» (*heavy tails* или *fat tails*).

В терминах оценки безопасности и риска хвост распределения соответствует так называемым гипотетическим авариям. Степенные законы распределения вероятностей в корне меняют традиционные представления о надежности и риске (базирующиеся на предположении о малой вероятности стечения большого числа независимых неблагоприятных обстоятельств, что вытекает из центральной предельной теоремы). Природа же степенных законов распределения, а в конечном итоге и самих катастроф связана с сильной взаимозависимостью происходящих событий, т.е. лавинообразным нарастанием некоторого случайного возмущения с вовлечением все большего количества факторов. Таким образом, самая простая (и потому привлекательная) – линейная парадигма, согласно которой моделью некоего наблюдаемого случайного процесса является «броуновское движение» (последовательные изменения параметра суть независимые случайные величины), в случае сложных систем оказывается недостаточно адекватной.

Метеорологическая система, очевидно, должна рассматриваться как сложная, поскольку ее различные элементы и наблюдаемые факторы (температура, количество жидких и твердых осадков, направление и сила ветра и т. п.) в значительной степени взаимосвязаны, что не дает достаточных оснований считать эффект их суммарного влияния нормально распределенным. Современные требования к обеспечению надежности проектируемых сооружений обуславливают, таким образом, необходимость принимать во внимание, помимо распределения Гумбеля, иных (в том числе степенных) законов распределения экстремальных метеорологических величин.

Ранее нами в основу разработки Национального приложения к ТКП EN 1991-1-3 [149] были положены экспериментальные данные наблюдений за высотой, объемной плотностью и весом снегового покрова (запасом воды) на единицу площади, выполненных за период с 1947 по 2007 год на метеостанциях Республики Беларусь. Расчетные (прогнозные) значения характеристических нагрузок находились как 0,98-квантили статистических распределений, полученных путем обработки соответствующих временных рядов с использованием аппарата порядковых статистик (точнее, статистик экстремальных значений). Анализ годовых максимумов снеговых нагрузок по разработанной методике, основанной на ранговых статистиках хвостовой части эмпирических распределений, по сравнению с применяемыми ранее методами позволил получить более обоснованные характеристические прогнозные значения. В то же время в ходе реализации методики были выявлены ее несовершенства.

Во-первых, оценки квантилей являются *точечными*. При этом уровень квантили  $p$  оценивается снизу, а сама квантиль  $S_{(R)}$  – соответственно сверху, вследствие чего прогнозируемые характеристические значения снеговой нагрузки могут оказаться несколько завышенными. Квантиль любого уровня, определяемая по ограниченной выборке, также является случайной величиной, имеющей некоторое вероятностное распределение (точное положение квантили может быть найдено лишь по гипотетической генеральной выборке). В связи с этим эффективным представляется интервальное оценивание положения квантили с привлечением аппарата порядковых статистик.

Во-вторых, применение известного метода наименьших квадратов для вычисления параметров асимптотического экстремального распределения (коэффициентов регрессии) вполне корректно лишь в случае линейной регрессии и регулярном (эквидистантном) расположении отсчетов на оси абсцисс (шкале фактора). В нашем случае значения фактора регрессионной модели вычисляются путем логарифмирования эмпирической оценки вероятности, поэтому его отсчеты не являются равноотстоящими – с увеличением значения расстояние между соседними отсчетами фактора прогрессивно возрастает. В результате большинство отсчетов группируется в области меньших вероятностей, а в области высокой (близкой к единице) вероятностной обеспеченности (наиболее важной с точки зрения прогнозирования экстремальных значений!) расположены лишь несколько отсчетов. Однако классический инструмент регрессионного анализа предусматривает вычисление (и минимизацию) сумм квадратов отклонений от регрессионной зависимости по всем эмпирическим точкам, без учета регулярности их расположения. Полагаем, что это обстоятельство может влиять на результаты аппроксимации.

Нами предложены и реализованы новые методы при разработке Национального приложения к ТКП EN 1991-1-3 [149], позволяющие устранить указанные выше несовершенства:

– непараметрический метод прогнозирования характеристических значений снеговой нагрузки с оценением положения *медианы* квантили задаваемого уровня, основанный на порядковых статистиках (интервальной оценке квантили эмпирического распределения);

– метод интегральной (на интервалах) минимизации квадратической ошибки регрессионных моделей, позволяющий повысить качество аппроксимации эмпирических распределений за счет нечувствительности к регулярности расположения отсчетов на шкале фактора.

Исходные данные по 46 метеостанциям были представлены временными рядами наблюдений запаса воды (в миллиметрах) в снеговом покрове на поверхности земли, длина которых составляла не менее 50 лет (в основном 63–69 лет). Ряды наблюдений продлены до 2013–2014 гг.

Искомое характеристическое значение определялось как положение медианы квантили уровня 0,98 в правой хвостовой части эмпирического распределения годовых максимумов снеговой нагрузки, что соответствует в среднем одному превышению характеристического значения нагрузки в течение периода повторяемости, равного 50 годам.

В таблице 3.55 приведены полученные разработанным методом результаты прогнозирования характеристических значений снеговой нагрузки для периода повторяемости 50 лет по метеостанциям, расположенным на территории Белорусского Полесья. Для сравнения в таблице 3.55 приведены также результаты прогнозирования, полученные методом точечной оценки квантилей, в том числе с исключением рекордных значений, если они имеют большой период повторяемости.

Подавляющее большинство результатов, полученных новым методом, заметно (от 0,01 до 0,1 *кПа*) ниже, чем точечные оценки сверху, полученные предыдущим методом. Для временных рядов, в которых при точечном оценивании условия позволяли удалить из рассмотрения рекордные значения (что фактически ведет к получению оценки снизу), полученные новым методом результаты находятся внутри диапазона двух точечных оценок. Это свидетельствует о корректности предложенной методики прогнозирования. Лишь на метеостанции Пружаны оценка, полученная новым методом, несколько (на величину до 0,07 *кПа*) превысила точечную оценку, что может быть связано с принципиальной приближенностью любых методов прогнозирования, а также особенностями конкретного временного ряда в правой его части.

Таблица 3.55 – **Характеристические значения снеговой нагрузки с периодом повторяемости 50 лет (0,98-квантиль вероятностного распределения годовых максимумов нагрузки) для метеостанций на территории Белорусского Полесья**

Регион, метеостанция	Точечная оценка квантили, <i>кПа</i>		Оценка медианы квантили методом доверительных интервалов с пятиточечным выравниванием, <i>кПа</i>
	без удаления рекордных значений – оценка сверху	с удалением рекордных значений с периодом повторяемости ( <i>лет</i> ) – оценка снизу	
<i>Брестская область</i>			
Ганцевичи	1,22	–	1,19
Ивацевичи	1,13	–	1,10
Пружаны	1,05	0,92 (800)	1,12
Высокое	1,61	–	1,51
Полесская	1,22	1,01 (>1000)	1,18
Пинск	1,31	1,15 (330)	1,26
Брест	1,05	–	1,00
<i>Гомельская область</i>			
Жлобин	1,28	1,20 (590)	1,25
Чечерск	1,60	–	1,56
Октябрь	1,33	–	1,27
Василевичи	1,36	–	1,31
Житковичи	1,29	–	1,34
Мозырь	1,46	–	1,38
Лельчицы	1,16	–	1,12
Брагин	1,48	–	1,43
Гомель	1,39	1,29 (360)	1,35

Важным этапом при нормировании снеговых нагрузок на конструкции зданий и сооружений является районирование характеристических значений по исследуемой территории. Поскольку при установлении границ районов определяющим является задание верхнего предела нагрузки, на практике могут иметь место следующие случаи: а) соответствие районного значения расчетному; б) пре-

вышение районного значения над расчетным; в) превышение расчетного значения над районным. Стремление ограничить число снеговых районов и одновременно исключить случаи вида (в) закономерно сопровождается появлением случаев вида (б), поэтому районные значения снеговой нагрузки для многих пунктов наблюдений оказываются несколько завышенными, что экономически не совсем оправдано.

Для оптимизации количества снеговых районов нами предполагается обеспечение ряда условий: с одной стороны, установление фонового районного значения снеговой нагрузки, с другой стороны, его корректировка в зависимости от физико-географических характеристик, например высоты (альтитуды) местности.

Установленные регрессионные зависимости снеговой нагрузки от высоты местности (альтитуды) в отдельных группах (кластерах) территориально соседствующих станций после представления к более удобному для практического использования виду сведены в таблицу 3.56. При этом некоторые группы, близкие по угловому коэффициенту регрессии и/или по фоновому (среднему) значению нагрузки, предлагается рассматривать как подрайоны более крупных объединенных районов. В таблице курсивом выделены метеостанции, принадлежность которых к районам (подрайонам) является вариативной. На основании дополнительных (климатологических, географических) соображений такие станции отнесены к конкретным районам, что выделено в таблице 3.56 подчеркиванием.

Таблица 3.56 – Зависимости характеристических значений снеговой нагрузки  $S_k$ ,  $кПа$  от альтитуды  $A$ ,  $м$  для метеостанций Республики Беларусь

Номер района	Номер подрайона	Метеостанции	Регрессионная зависимость «альтитуда-нагрузка»
1	1а	Гродно, Ошмяны, Вилейка, <i>Лиды</i> , <i>Волковыск</i> , <i>Слуцк</i> , <i>Барановичи</i>	$S_k = 1,35$ (константа)
1	1б	Брест, Высокое, <i>Лиды</i> , <i>Волковыск</i> ,	$S_k = 1,35 + 0,022(A - 155)$
1	1в	Гомель, Житковичи, Василевичи, Октябрь, Пинск, Жлобин, Кличев, Полесская, Лельчицы, Мозырь, Бобруйск, Славгород, Столбцы, Марына Горка, Воложин, Горки, Могилев, <i>Слуцк</i>	$S_k = 1,35 + 0,0038(A - 140)$
2	2а	Верхнедвинск, Новополоцк, Орша, Езерище, Витебск	$S_k = 1,45 + 0,006(A - 125)$
2	2б	Березино, Борисов, Сенно, Лепель, Докшицы, Щарковщина, Лынтупы	$S_k = 1,45 + 0,006(A - 150)$
2	2в	Пружаны, Ивацевичи, Ганцевичи, Минск, Воложин, Новогрудок, <i>Барановичи</i>	$S_k = 1,45 + 0,006(A - 210)$
3	–	Костюковичи, Брагин, Чечерск	$S_k = 1,55$ (константа)

Для территории Республики Беларусь, таким образом, устанавливаются 3 снеговых района с фоновыми значениями снеговой нагрузки 1,35  $кПа$ , 1,45 и 1,55  $кПа$ . Характеристическое значение снеговой нагрузки для конкретного объекта строительства определяется в большинстве случаев с учетом высотного положения площадки (местности). В районах 1 и 2 выделяются по три подрайона. Границы районов и подрайонов увязаны с физико-географическими особенностями исследуемой территории, например для территории Белорусского Полесья, как показано на рисунке 3.70.

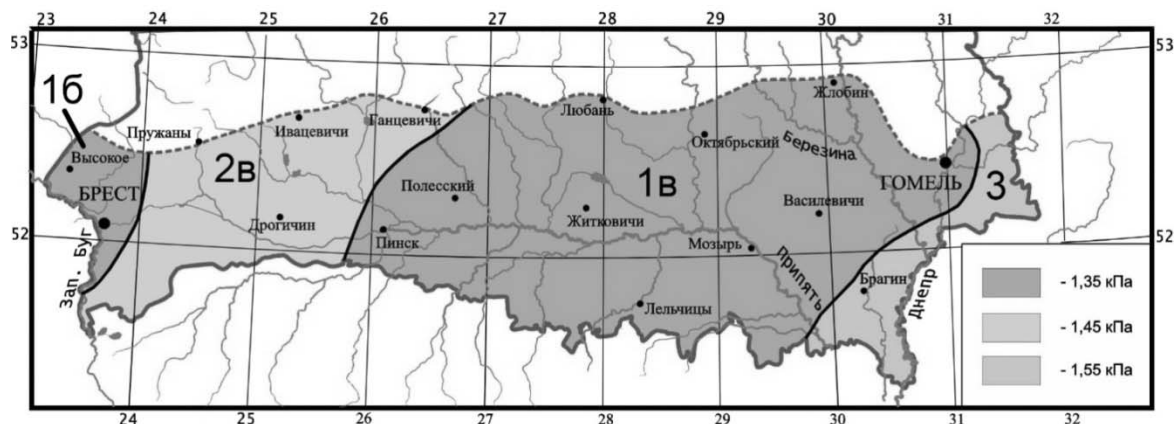


Рисунок 3.70 – Районирование территории Белорусского Полесья по характеристическим значениям снеговой нагрузки (используется совместно с закономерностями «альтитуда-нагрузка» из таблицы 3.56)

Географически районы имеют вытянутую в меридиональном направлении форму. Это достаточно хорошо согласуется с фронтальным переносом в зимний период воздушных масс с Атлантики, имеющих более высокое влагосодержание, чем воздушные массы, поступающие на исследуемую территорию с других направлений.

Район 1 (1,35 *кПа*) расположен в западной и центральной частях Республики Беларусь и занимает около 40% территории. Подрайон 1а находится в пределах Неманской низменности и Нарочано-Вилейской равнины, включает Ошмянскую возвышенность и, за исключением северо-западной его части, окружен возвышенностями: Гродненской, Волковысской и Новогрудской (практически границы подрайона увязаны с подножиями склонов названных возвышенностей). Подрайон 1б находится на территории Полесья – Прибугской равнине, имеет большую лесистость, северная его граница увязана с границей Беловежской пуши. Подрайон 1в находится в орографической «тени», восточнее района 2, и занимает большую часть Белорусского Полесья, в частности Припятское Полесье.

Район 2 (1,45 *кПа*) имеет три подрайона. Подрайон 2а расположен в пределах Полоцкой низменности, его границы увязаны с поймой р. Зап. Двина, вдоль которой перемещаются приземные массы воздуха. Юго-западной границей подрайона являются Витебская и Оршанская возвышенности, где формируются достаточно большие снеговые нагрузки. Западная и южная граница подрайона 2б огибает Минскую возвышенность и примыкает к Свенцянской гряде. Подрайону 2в соответствуют самые крупные на территории Республики Беларусь возвышенности: Минская и Новогрудская. Возвышенности и гряды являются орографическими барьерами, препятствующими проникновению снегоносных воздушных масс вглубь территории. Здесь выпадает наибольшее количество снега и соответственно формируются наибольшие снеговые нагрузки. Южная часть подрайона 2в соответствует территории Полесья, она достаточно равнинная и находится на более высоких отметках, чем подрайон 1в.

Район 3 (1,55 *кПа*) находится на юго-востоке Республики Беларусь и характеризуется высокими значениями снеговых нагрузок. Это связано с более выраженным континентальным характером климата восточной части исследуемой территории, продолжительным залеганием снегового покрова, меньшим числом фазовых переходов, приводящим к таянию снега и др. Большая часть границы района 3 проведена по р. Сож, так как левобережье ее водосбора является залесенным, что способствует снегонаколению. Следует также отметить хорошую корреляцию снеговых районов и районов синхронного выпадения атмосферных осадков в зимний период (рис. 3.33а и др.). Таким образом, границы снеговых районов в целом увязаны с крупными ландшафтными комплексами, на территории которых формируется снеговой покров.

### 3.9.2. Ветровые нагрузки

Ветром называют движение воздуха относительно земной поверхности, причем, как правило, имеется в виду горизонтальная составляющая этого движения, однако иногда говорят также о восходящем или о нисходящем ветре, учитывая и вертикальную составляющую.

Ветровая нагрузка, действующая на здания или сооружения, может быть представлена упрощенной схемой распределения давления или усилий, эффект от которых эквивалентен экстремальным воздействиям турбулентного ветра. Ветровое воздействие представляет собой давление на внешние поверхности наружного ограждения, а вследствие их проницаемости также на внутренние поверхности. В общем случае давление ветра действует по нормали к поверхности, однако в случае обтекания ветром крупных объектов следует также учитывать силы трения, действующие параллельно расчетным поверхностям.

Ветровые воздействия, рассматриваемые в ТКП EN 1991-1-4, определяются базовым значением скорости ветра  $v_b$  или соответствующим скоростным напором, т.е. характеристическим значением с годовой вероятностью превышения 0,02, что соответствует среднему периоду повторяемости 50 лет. Методики нормирования ветровых воздействий на строительные конструкции, представленные в республиканских и европейских стандартах, основаны на статистическом оценивании зафиксированных на метеорологических станциях и постах данных, включающих период аномальных колебаний метеорологических характеристик, и должны отражать их современные тренды. Происходящие климатические изменения, среди которых изменения ветрового режима, имеют существенное значение и подлежат обязательному учету в ходе нормирования климатических воздействий.

Базовое значение скорости ветра  $v_b$  является случайной величиной, обладающей значительной изменчивостью, вместе с этим данная величина сильно автокоррелирована. Однако переход на восьмисрочные наблюдения, проводимые на метеорологических станциях и постах через каждые три часа, позволяет относить рассматриваемые процессы к статистически независимым для большинства практическим задачам.

Вместе с тем базовое значение скорости ветра является функцией основного значения базовой скорости ветра  $v_{b,0}$ , численно равного средней скорости ветра на уровне 10 м над поверхностью земли для открытого типа местности с низкой растительностью (например, такой, как трава) и изолированными отдельно стоящими преградами, расстояние между которыми составляет, как минимум, 20 их высот, соответствующее 10-минутному интервалу осреднения независимо от времени года и направления ветра [148].

Так как на метеостанциях часто не в полной мере выполняются условия, позволяющие точно зафиксировать основные значения базовой скорости ветра  $v_{b,0}$ , для получения достоверной информации о ветровых климатических условиях Республики Беларусь, в том числе Белорусского Полесья, а также выполнения корректного сравнительного анализа полученных результатов на всех метеостанциях используемые в расчетах параметры необходимо приводить к однородному *микрометеорологическому* ряду. Ряд данных о скоростях ветра принято называть *микрометеорологически однородным*, если все относящиеся к нему результаты наблюдений можно рассматривать как полученные в одинаковых или эквивалентных микрометеорологических условиях. Эти условия определяются следующими факторами [215, 216]:

- высотой установки ветроприемника над поверхностью земли;
- фактической шероховатостью поверхности окружающей местности;
- временем осреднения скорости ветра;
- сроками и количеством наблюдений в сутки;
- изменением конструкции ветроизмерительных приборов.

С учетом перечисленных основных параметров однородного микрометеорологического ряда и анализа проведения наблюдений за основными характеристиками ветра на метеостанциях исследуемой территории можно сделать вывод о том, что к основным факторам, требующим корректировки, следует отнести высоту установки ветроприемника, шероховатость подстилающей местности и тип используемых ветроизмерительных приборов.

Для вероятностного описания ветрового воздействия необходимо установить закон распределения и статистические параметры базисных переменных, входящих в модель.

Методы расчета конструкций, подверженных воздействию ветровой нагрузки, базируются на стохастическом описании отдельных параметров, используемых в расчетной модели ветрового воздействия. Основной неопределенностью нередко обладают скорость и коэффициент ветрового давления или силы. Базируясь на данном утверждении, в настоящем разделе мы рассмотрели статистические параметры базовых значений скорости  $v_b$  и основного значения базовой скорости ветра  $v_{b,0}$ .

Для ветровой нагрузки достаточно точной и наиболее распространенной является вероятностная модель последовательности месячных (для определения сопутствующего воздействия в сочетаниях) и годовых (для определения доминирующего воздействия в сочетаниях) максимумов ветровой нагрузки. Данная предпосылка позволяет перейти от вероятностного (статистического) описания случайного процесса к описанию случайной величины. Для сглаживания статистического распределения месячных и годовых максимумов ветровой нагрузки наиболее часто применяют двойное экспоненциальное распределение Гумбеля.

В качестве исходных данных для определения основных значений базовой скорости ветра для климатических условий Республики Беларусь были использованы результаты систематических измерений базовых характеристик ветра на 45 метеорологических станциях за период 1966–2013 гг.

Обращает на себя внимание то, что ранжированный ряд данных имеет так называемые связи, то есть одинаковые по величине значения. Образование таких связей объясняется принятой на метеорологических станциях методикой регистрирования основных характеристик ветра с округлением к ближайшим целочисленным значениям. Однако использование их в качестве исходных данных для статистического оценивания скоростей ветра приводит к получению невысоких значений коэффициента детерминации регрессий R-квадрат, что затрудняет использование конечных результатов в инженерных целях. Таким образом, возникает необходимость решить обратную задачу восстановления наиболее вероятных значений скорости ветра до их округления. Для этого возможно использование известного в цифровой обработке сигналов метода псевдошумового квантования. Наиболее подходящим к данной задаче является вариант метода, предусматривающий добавление малой случайной составляющей (псевдошума) к округленным значениям исходных данных. Предположим, что фактические изменения скорости ветра соответствуют некоторому распределению случайных величин. Любой переход через пороговый уровень, соответствующий в нашем случае округленным целочисленным значениям скорости ветра, регистрируемым на метеостанциях, вызывает скачок от одного уровня квантования к соседнему. Но, когда к регистрируемым данным добавляется псевдошумовая

составляющая с равномерным распределением, перепады становятся минимальными. Добавление псевдошумовой составляющей ведет к определенному сближению конечного результата с той величиной, которая существовала бы при отсутствии округления фактических скоростей ветра. Таким образом, резкие скачки уровня преобразовываются в уменьшенные перепады, сопровождающиеся переходом от элемента к элементу.

Получаемые с использованием метода псевдошумового квантования значения коэффициента детерминации значительно выше, что говорит о целесообразности избранной методики оценивания максимумов средней скорости ветра.

Расчеты основных значений базовой скорости ветра по 45 метеостанциям Республики Беларусь показали незначительное снижение скоростей ветра в сравнении с периодом 1966–2008 гг. по 34 метеостанциям в диапазоне 0,1–0,4 м/с. Максимальное снижение скоростей ветра имеет место на метеостанциях Мозырь, Воложин – 0,6 м/с и Минск – 0,9 м/с. Калибровка частных коэффициентов для расчетных значений ветровой нагрузки за репрезентативный период 1966–2013 гг. дала возможность выделить на территории Республики Беларусь ветровой район с базовой скоростью ветра 21 м/с. К этому району относятся 26 метеостанций, что составляет около 60% всей территории Республики Беларусь, или около 90 % территории Белорусского Полесья (рис. 3.71). Другой выделенный ветровой район соответствует базовой скорости ветра 23 м/с. Ранее, в Национальном приложении к ТКП EN 1991-1-4-2009 [148] выделялись 2 ветровых района с базовыми скоростями ветра 22 и 24 м/с соответственно. Причем ветровой район со скоростью ветра 22 м/с занимал незначительные площади в южной (Полесье), восточной и северной частях территории Республики Беларусь. Отмечаемая ранее климатологами и подтвержденная нами тенденция к снижению скоростей ветра на территории Республики Беларусь нашла свое отражение в современной карте ветровых районов, на рисунке 3.71 приведена карта ветровых районов на территории Белорусского Полесья. Выделенные районы полностью соответствуют физико-географическим особенностям исследуемой территории (учтены орографические особенности, преобладающее направление ветра, шероховатость подстилающей поверхности, выраженная лесистостью, и другие факторы). Район с более высокой базовой скоростью ветра 23 м/с в центральной и южной частях Белорусского Полесья коррелирует с установленными специалистами Республиканского гидрометеорологического центра районами, перспективными для развития ветроэнергетики.

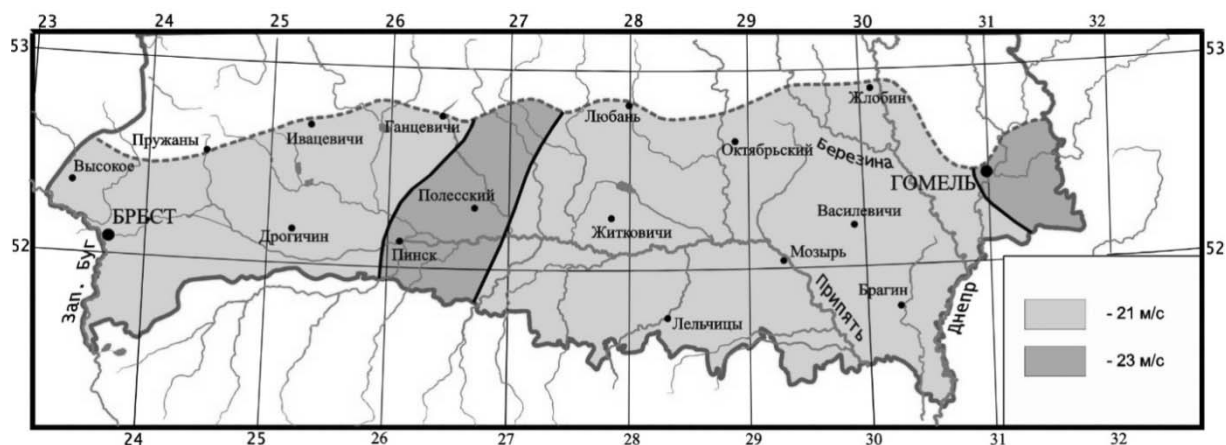


Рисунок 3.71 – Карта ветровых районов на территории Белорусского Полесья и соответствующие им основные значения базовой скорости ветра  $v_{b,0}$  (м/с)

В таблице 3.57 показаны результаты калибровки частных коэффициентов для расчетных значений ветрового воздействия при  $v_{b,0} = 21$  м/с и 23 м/с за репрезентативный период наблюдений 1966–2013 гг. для территории Белорусского Полесья.

Для апробации полученного основного значения базовой скорости ветра для территории Республики Беларусь было выполнено сравнение с аналогичным нормируемым параметром, установленным в национальных ТНПА стран, граничащих с Республикой Беларусь (рис. 3.72).

Результаты сравнения показали, что основное значение базовой скорости ветра  $v_{b,0}$ , установленное для приграничных районов Литовской и Латвийской республик и Республики Польша, а также средняя скорость ветра, заложенная в нормативном значении ветрового давления  $w_0$  приграничных районов Российской Федерации, хорошо коррелируют с полученным значением  $v_{b,0}$  для территории Республики Беларусь. Скорость ветра для характеристических значений ветрового давления  $W_0$  в приграничных районах Украины на 25–30 % превышает значения, полученные для Республики Беларусь.

Такое расхождение результатов, по всей вероятности, можно объяснить тем, что при построении карты ветрового районирования территории Украины была использована выборка базовых характеристик ветра, зарегистрированных за относительно более короткий оценочный период с 1970 по 1990 год.

Таблица 3.57 – Нормирование основных значений базовой скорости ветра и калибровка частных коэффициентов для расчетных значений ветровой нагрузки за период наблюдений с 1966 по 2013 год

Метеостанция	$v_{b,0i}$ , м/с	Вероятность превышения для $v_{b,0i}$	$q_{bi}$ , Па	Вероятность превышения для $q_{bi}$	Период повторяемости для расчетного значения нагрузки, года	$P_{Si}$	$\gamma_{fi}$
Брагин	24,8	0,967	378,0	0,975	307	0,9967	1,486
Брест	16,7	0,989	182,0	0,987	5313	0,9998	1,013
Василевичи	21,1	0,986	263,2	0,985	820	0,9988	1,270
Высокое	24,8	0,983	347,5	0,979	242	0,9959	1,507
Ганцевичи	20,1	0,972	249,9	0,973	1148	0,9991	1,213
Гомель	28,8	0,969	438,7	0,960	171	0,9942	1,543
Житковичи	22,6	0,981	238,9	0,963	4828	0,9998	1,214
Жлобин	21,8	0,961	274,4	0,970	392	0,9975	1,324
Ивацевичи	22,5	0,985	301,7	0,987	609	0,9984	1,345
Лельчицы	22,6	0,966	309,3	0,965	563	0,9982	1,370
Мозырь	24,8	0,983	333,2	0,977	1156	0,9991	1,385
Октябрь	22,5	0,986	297,3	0,989	3827	0,9997	1,228
Пинск	26,6	0,960	390,3	0,963	70	0,9858	1,628
Полесская	27,1	0,972	403,3	0,967	38	0,9738	1,707
Пружаны	23,4	0,984	324,8	0,979	470	0,9979	1,423



- Условные обозначения:
- — — — — межгосударственная граница;
  - - - - - граница ветровых районов;
  - ⊙22 — основное значение базовой скорости ветра, м/с
  - ⊙23\* — значение средней скорости ветра, полученное по результатам пересчета из нормативного ветрового давления, м/с

Рисунок 3.72 – Карта ветрового районирования приграничных территорий Республики Беларусь

### 3.9.3. Температурные воздействия

Температурные воздействия на здания и сооружения, вызванные климатическими и эксплуатационными изменениями температуры, в настоящее время учитываются европейскими стандартами при определении расчетных параметров, если эффекты этих воздействий могут приводить к превышению условий предельных состояний несущей способности и эксплуатационной пригодности вследствие температурных перемещений и/или напряжений конструктивных элементов. Температурные воздействия на конструкции в этом случае должны быть установлены в соответствии с нормами для каждой расчетной ситуации. Суточные и сезонные изменения температуры наружного воздуха, солнечное излучение, обратное отражение приводят к изменению распределения температуры в составных элементах конструкций. Деформации и любые напряжения являются результатом изменений распределения температур в зависимости от геометрии, условий опирания, физических свойств материала конструктивных элементов.

Методики нормирования температурных воздействий на конструкции, представленные в национальных и европейских стандартах [150, 217], основаны на экспериментальных данных, вклю-



чающих период аномальных колебаний метеорологических характеристик, и должны отражать их современные тренды. Происходящие климатические изменения, среди которых вариации температур воздуха наиболее значимы, подлежат обязательному учету в ходе нормирования климатических воздействий.

В последнее десятилетие идет активная научная дискуссия, связанная с потеплением климата и его влиянием на экономику государств. Изменения температур воздуха настолько значительны, что требуется их адекватный анализ в контексте воздействия на строительные конструкции. Объектом технического нормирования выступают максимальные и минимальные температуры воздуха, а также их составляющие. На современном этапе развития прикладных исследований и инженерной практики оценка температурных воздействий на конструкции зданий и сооружений базируется на характеристических значениях температур воздуха  $T_{max}$  и  $T_{min}$  с годовой вероятностью превышения  $p = 0,02$ . Пятидесятилетний расчетный период повторяемости увязан с нормативным сроком эксплуатации зданий и сооружений.

С целью получения характеристических значений максимальных и минимальных температур воздуха  $T_{max}$  и  $T_{min}$  с годовой вероятностью превышения  $p = 0,02$  выполнен анализ временных рядов с использованием различных методических подходов и расчетных случаев.

В первом случае выполнена попытка аппроксимации (выравнивания) эмпирических кривых распределения и сопоставления их с теоретическими, при этом с использованием классических параметрических критериев согласия Пирсона и Колмогорова отвергались неверные гипотезы и принимались наиболее вероятные из числа распределений: нормального, логнормального, Гумбеля, Крицкого – Менкеля.

Во втором случае выполнялось прогнозирование характеристических температур воздуха на основе анализа хвостовой части распределений эмпирических данных. При этом принимался один из типов аппроксимации: 1) прямой линией  $s = ax + b$ , что соответствует принадлежности исследуемой функции распределению типа I (Гумбеля); 2) зависимостью вида  $s = b \exp(ax)$ , свидетельствующей о распределении типа II (Фреше); 3) зависимостью вида  $s = a \ln x + b$ , свидетельствующей о распределении типа III (Вейбулла). Определяющим при выборе типа фактором была максимизация достоверности аппроксимации (параметр  $R^2$ ), достигаемой по методу наименьших квадратов, при варьировании длины хвоста  $M$  в допустимых пределах. Длина хвоста принималась в пределах 11–20 значений.

В третьем случае осуществлялась проверка выборок на экстремальные значения, которые исключались при статистическом прогнозировании, когда имел место значительный период их повторяемости (свыше 150–200 лет).

В таблице 3.58 приведены значения прогнозных температур воздуха  $T_{max}$  и  $T_{min}$  с годовой вероятностью превышения  $p = 0,02$  (период повторяемости 50 лет) для ряда метеостанций территории Белорусского Полесья.

Таблица 3.58 – Прогнозные температуры воздуха, полученные различными способами, °С

Метеостанция	1 расч. случай		2 расч. случай		3 расч. случай	
	$T_{min}$	$T_{max}$	$T_{min}$	$T_{max}$	$T_{min}$	$T_{max}$
Брест	-30,5	36,4	-32,5	36,4	-29,8	36,4
Пинск	-31,9	35,8	-33,9	35,7	-33,9	35,7
Василевичи	-34,8	37,3	-35,6	37,3	-35,6	37,3
Гомель	-33,7	37,1	-34,6	38,1	-34,6	36,7
Мозырь	-34,7	36,6	-35,8	36,4	-35,8	36,4

Учитывая, что полученные различными способами значения прогнозных температур воздуха в отдельных случаях отличаются на величину, превышающую точность инструментальных измерений (0,5 °С), а подтвердить достоверность принятого способа аппроксимации затруднительно, для территории Беларуси выполнено картирование полученных результатов (рис. 3.73).

Косвенным обоснованием выбора способа оценки прогнозных максимальных и минимальных температур воздуха при прочих равных условиях (длина выборки, однородность рядов и др.) может служить форма изолиний. Учитывая, что между соседними метеостанциями, как правило, имеет место скоррелированность метеорологических характеристик, форма изолиний должна быть плавной, количество замкнутых контуров минимальным и определяться в этом случае физико-географическими особенностями конкретной метеостанции. Предполагается наличие автокорреляции на расстоянии, превышающем среднее расстояние между опорными точками. Перечисленным условиям в большей степени отвечают рисунки 3.73б и 3.73в. Причем изотермы максимальных температур (рис. 3.73б)

имеют широтную ориентацию, что полностью отвечает физико-географическим особенностям территории Республики Беларусь в целом и Белорусского Полесья в частности.

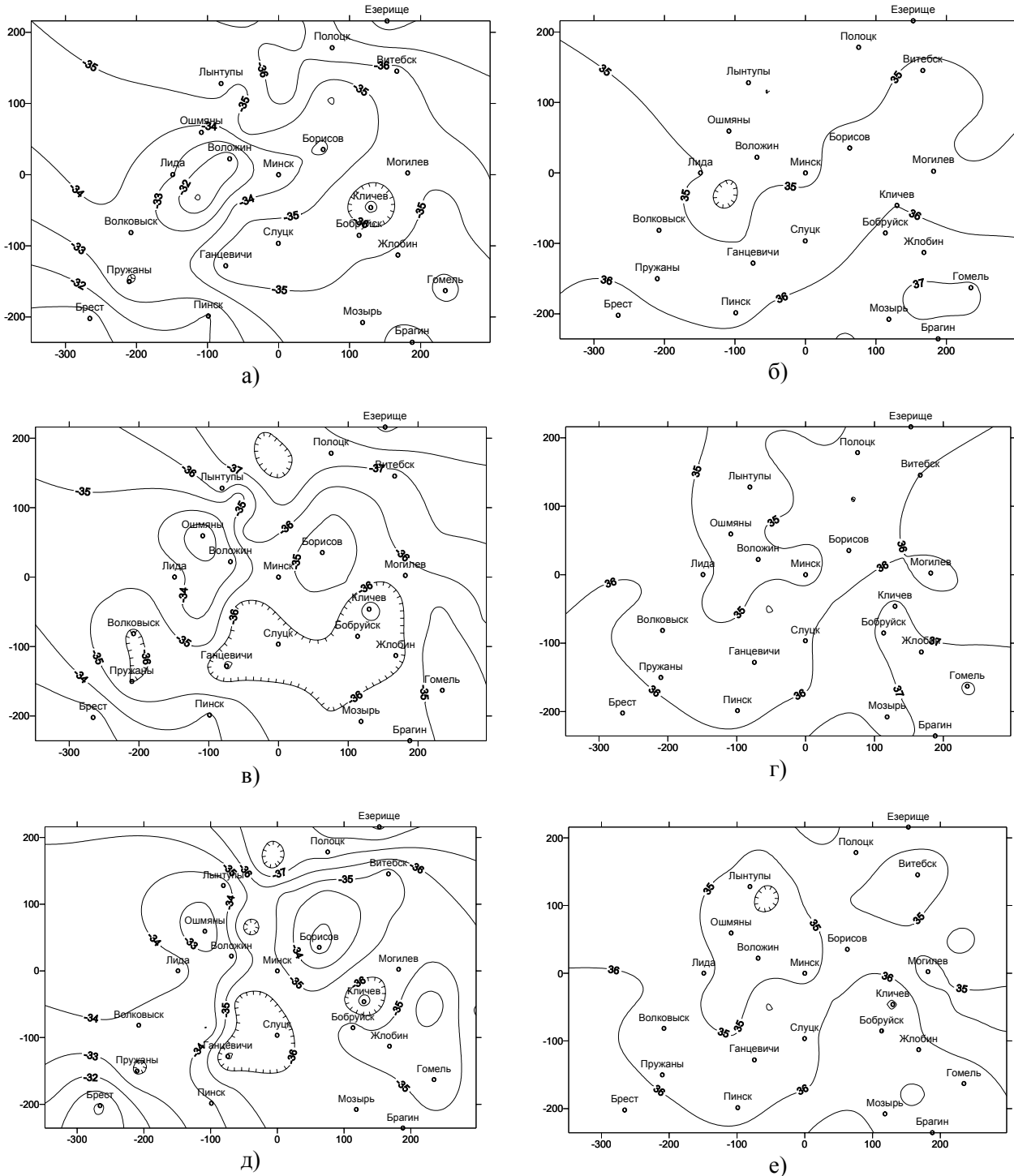


Рисунок 3.73 – Результаты картирования экстремальных температур воздуха (°C), полученных различными способами: а-б – 1 расчетный случай, в-г – 2 расчетный случай, д-е – 3 расчетный случай

На рисунках 3.74, 3.75 представлены карты характеристических значений температур воздуха на территории Белорусского Полесья, которые являются составной частью Национального приложения к ТКП EN 1991-1-5-2009 [150].

Значения температурных воздействий для переходных расчетных ситуаций ТКП EN 1991-1-5 предлагает устанавливать с использованием следующей методики [217]. Если максимальное (или минимальное) значение температуры наружного воздуха ( $T_{max,p}$ ) или ( $T_{min,p}$ ) базируется на годовой вероятности превышения ( $p$ ), отличной от 0,02, то отношение  $T_{max,p} / T_{max}$  и  $T_{min,p} / T_{min}$  может быть определено из рисунка 3.76.

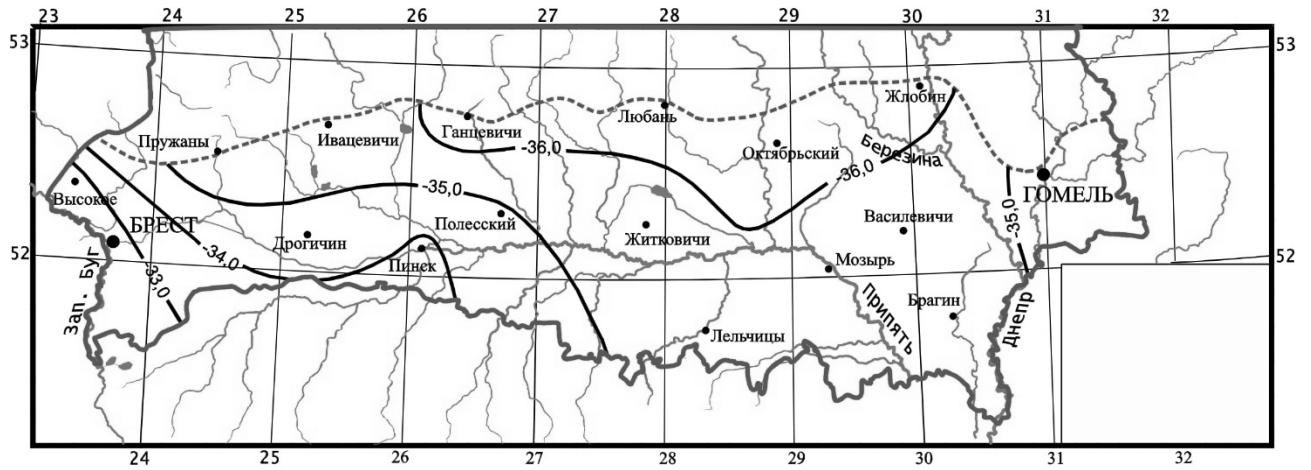


Рисунок 3.74 – Минимальная температура наружного воздуха на территории Белорусского Полесья, °С, с годовой вероятностью превышения 0,02

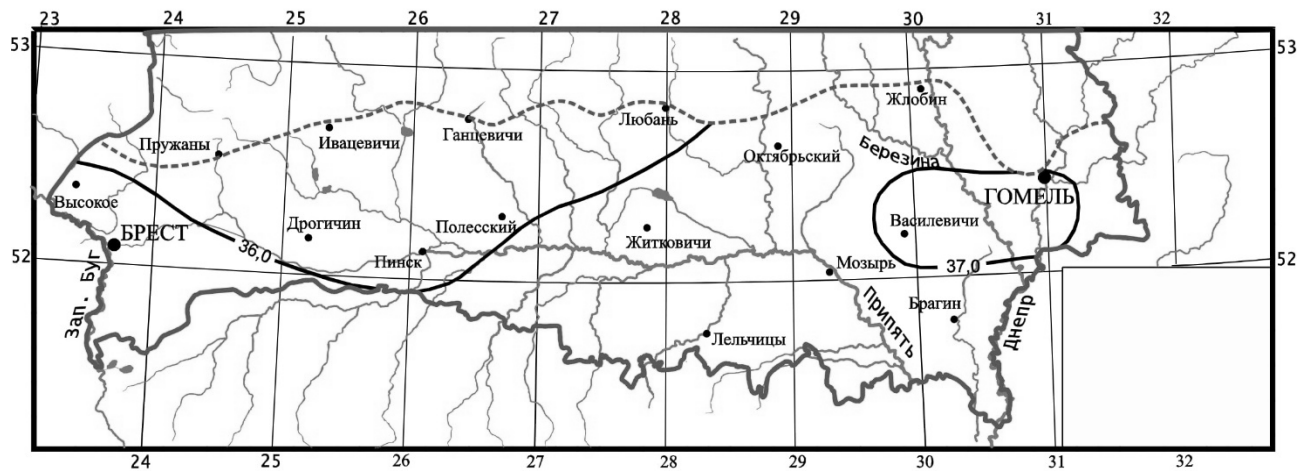


Рисунок 3.75 – Максимальная температура наружного воздуха на территории Белорусского Полесья, °С, с годовой вероятностью превышения 0,02

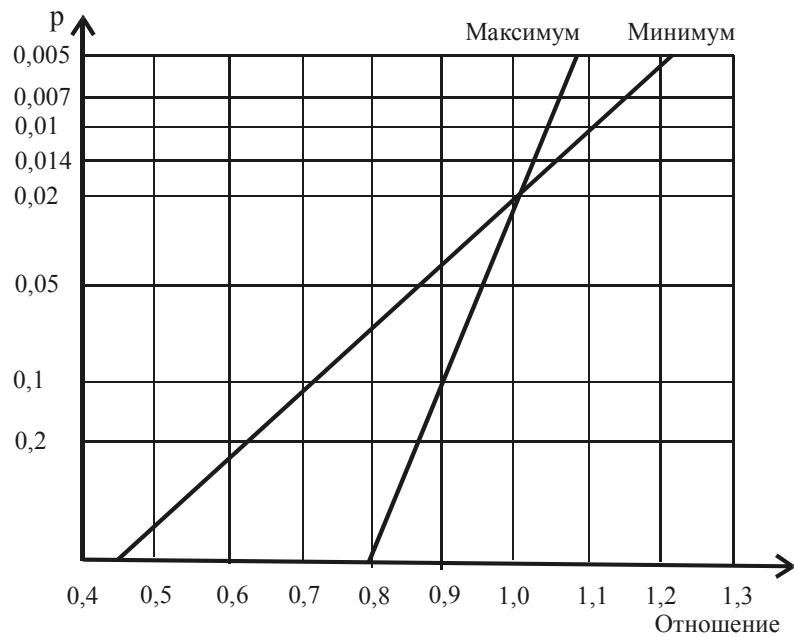


Рисунок 3.76 – Отношения  $T_{max,p} / T_{max}$  и  $T_{min,p} / T_{min}$

В общем случае ( $T_{max,p}$ ) или ( $T_{min,p}$ ) может быть получено из формул, основанных на распределении экстремальных значений температур:

$$\text{для } T_{max,p} = T_{max} \{k_1 - k_2 \ln [-\ln (1-p)]\}, \quad (3.52)$$

$$\text{для } T_{min,p} = T_{min} \{k_3 + k_4 \ln [-\ln (1-p)]\}, \quad (3.53)$$

где  $T_{max}(T_{min})$  – значение максимальной (минимальной) температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02;

$$k_1 = (u, c) / \{(u, c) + 3,902\}; \quad (3.54)$$

$$k_2 = 1/\{(u, c) + 3,902\}; \quad (3.55)$$

$$k_3 = (u,c) / \{(u,c) - 3,902\}; \quad (3.56)$$

$$k_4 = 1/\{(u,c) - 3,902\}, \quad (3.57)$$

где  $u, c$  – параметры вида и функции распределения годовых максимумов температуры наружного воздуха, зависящие от среднего значения ( $m$ ) и стандартного отклонения ( $\sigma$ ) выборки экстремальных значений:

$$\text{для максимума: } (u = m - 0,57722 / c \text{ и } c = 1,2825 / \sigma), \quad (3.58)$$

$$\text{для минимума: } (u = m + 0,57722 / c \text{ и } c = 1,2825 / \sigma). \quad (3.59)$$

При отсутствии информации о параметрах ( $u$ ) и ( $c$ ) ТКП EN 1991-1-5 [217] рекомендует применять следующие значения:  $k_1 = 0,781$ ;  $k_2 = 0,056$ ;  $k_3 = 0,393$ ;  $k_4 = -0,156$ .

Выполненные нами исследования для территории Беларуси позволили получить для годовых максимумов следующие значения соответствующих параметров:

$$m = 31,1; \quad \sigma = 2,07; \quad u = 30,1683; \quad c = 0,6196; \quad k_1 = 0,827; \quad k_2 = 0,044.$$

Подобно годовым максимумам исследованы параметры годовых минимумов температур воздуха и получены следующие значения соответствующих параметров:

$$m = -25,3; \quad \sigma = 4,90; \quad u = -23,0946; \quad c = 0,2617; \quad k_3 = 0,608; \quad k_4 = -0,101.$$

Пространственная изменчивость коэффициентов ( $k_3$ ) и ( $k_4$ ) в пределах исследуемой территории несколько больше коэффициентов ( $k_1$ ) и ( $k_2$ ), однако конечные результаты определения ( $T_{min,p}$ ) по коэффициентам ( $k_3$ ) и ( $k_4$ ) для конкретных пунктов не дают существенных расхождений между температурами ( $T_{min,p}$ ), полученными по осредненным для исследуемой территории значениям ( $k_3$ ) и ( $k_4$ ).

### 3.10. Методика прогнозирования климата

Для прогнозов изменения климата должны использоваться как глобальные, так и региональные климатические модели, которые основаны на описании процессов в динамике и базируются на численном решении систем уравнений в частных производных математической физики. Кроме того, необходимость использования климатических моделей для прогноза метеорологических показателей вместо статистических методов обработки метеорологических данных обусловлена многообразием и природных, и антропогенных факторов – как в целом на планете, так и в регионе, которые оказывают и потенциально могут оказывать влияние на изменение климата [191].

Именно поэтому путь прогнозирования, основанный на использовании глобальных и региональных климатических моделей, является более корректным, чем просто использование статистических методов для определения регрессионных зависимостей, например, «температура – осадки» за предыдущий период с учетом репрезентативности этого периода и экстраполяции полученных статистических зависимостей для определения искомых величин на будущий период. Вместе с тем для выполнения первичного анализа и обобщения исходной информации, определения тенденций изменения климата за предыдущий период необходимо использовать (и чаще всего используются) статистические методы.

Глобальные климатические модели охватывают весь Земной шар, имеют большой размер сетки. Для общей оценки изменения климата вначале должна быть использована именно глобальная модель с учетом мировых сценариев развития человечества и соответственно выброса парниковых газов, с учетом метеорологических данных, имеющихся во Всемирной метеорологической организации (ВМО), включая исследуемый регион прогнозирования.

Результаты моделирования с помощью глобальной модели служат граничными и начальными условиями для региональной климатической модели, которая уточняет глобальный прогноз с использованием более мелкой сетки (до 20 x 20 км), детальных климатических данных по расположенным метеорологическим станциям в исследуемом регионе.

#### 3.10.1. Глобальные климатические модели

LEAP (Longrange Energy Alternatives Planning System) – широко используемый программный инструмент для анализа энергетической политики и оценки смягчения последствий изменения климата, разработанный в Стокгольмском институте окружающей среды. LEAP был принят сотнями ор-

ганизаций более чем в 150 странах мира. В число пользователей входят представители государственных учреждений, научных кругов, неправительственных организаций, консалтинговых и энергетических компаний. LEAP представляет собой интегрированный инструмент моделирования, который может быть использован для отслеживания потребления энергии, добычи ресурсов и производства во всех секторах экономики, а также для учета источников выбросов парниковых газов [10].

CSIRO Mk3 является глобальной климатической моделью, содержащей параметры четырех основных компонентов климатической системы (атмосферы, поверхности суши, океана и морского льда). Используется для исследования динамических и физических процессов управления климатической системой, прогнозирования основных климатических показателей, а также для исследования процессов изменения климата. Модель разработана в полном сочетании систем океан – атмосфера, без необходимости внесения каких-либо корректировок в интерактивные потоки и компоненты поля (например, температура поверхности). Совместная модель состоит из двух основных независимых модулей – AGCM (модель общей циркуляции атмосферы), содержащего атмосферный компонент, компоненты поверхности суши и морского льда и OGCM (модель океанической циркуляции) [10].

CGCM1 – глобальная климатическая модель, разработанная в Канадском центре по моделированию климата и анализа (CCCma). Это спектральная модель с треугольным усечением на волне № 32 (дающим разрешение сетки примерно  $3,7^\circ \times 3,7^\circ$ ) и 10 уровнями по вертикали. Модель использует данные о потоках тепла и влаги, полученные из несвязанных океанических и атмосферных моделей (продолжительностью до 10 лет и 4000 лет соответственно) [10].

Самыми известными и широко используемыми в настоящее время являются глобальная климатическая модель ECHAM5 и региональная климатическая модель CCLM [9].

ECHAM представляет собой глобальную климатическую модель, разработанную в Институте метеорологии Макса Планка. Она была создана в процессе модификации глобальных моделей прогноза климата в Европейском Центре среднесрочных прогнозов (ECMWF) и поэтому ее название представляет собой комбинацию сокращенных аббревиатур мест ее происхождения (EC) и развития (Гамбург, HAM).

ECHAM5 в настоящее время является самой последней версией модели ECHAM. Основными компонентами модели являются динамическое ядро, система адвективного переноса, физические параметры (коротко- и длинноволновая радиация, слоистая облачность, конвективная облачность, горизонтальная и вертикальная диффузия, поверхностные потоки, орографические эффекты), параметры земной поверхности.

В отличие от прошлых версий произошло удвоение спектральных интервалов коротковолнового излучения, что привело к значительным изменениям в процессе моделирования климата. С технической точки зрения, ECHAM5 является более гибкой по сравнению с предшественниками. Она была протестирована на различных платформах и позволила расширить возможности моделирования средних слоев атмосферы. Для таких параметров, как содержание водяного пара, облачность, применяется адвекционная схема сохранения массы и формы. Был разработан и принят новый код длинноволнового излучения (RRTM) в версии, используемой в ECMWF. Модель имеет высокое спектральное разрешение (16 полос вместо 6). Код солнечного излучения остался в основном без изменений, за исключением того, что количество спектральных полос увеличено с 2 до 4. Параметры орбиты Земли могут быть выбраны дополнительно, с использованием полученных данных от точного определения орбиты для современного климата или из решения уравнения Кеплера. Была разработана новая схема для слоистых облаков. Она содержит прогностические уравнения для жидкой и твердой форм воды, содержащейся в облаках. Микрофизика облака включает в себя процессы образования дождя, агрегации кристаллов льда, их гравитационное оседание, сублимацию, испарение, а также замораживание и таяние.

Было разработано прогностическое уравнение для расчета количества снега, которое изменяется в результате снегопада, сублимации, таяния и разгрузки за счет ветра. Модель смешанного слоя используется для расчета температуры озер, при этом толщина льда берется из термодинамической модели. Поверхностные потоки радиации, тепла, влаги и импульса рассчитываются отдельно для открытой воды и льда. Используется новая схема для представления орографических эффектов. Новый набор данных земной поверхности (растительность, индекс площади листьев, лесистость, альbedo) был получен из глобальной базы данных с разрешением 1 км. В стандартной конфигурации модель имеет 19 из 31 вертикального слоя, верхний уровень на отметке 10 гПа. Версия средней атмосферы в настоящее время доступна с 39 или 90 слоями (верхний уровень в 0,01 гПа).

Разрешение модели составляет примерно 200 x 200 км.

Для выполнения прогнозов изменения климата наиболее приемлемой является глобальная климатическая модель ECHAM5 с учетом опыта ее использования в соседних государствах и в междуна-

родных проектах ЕЭК ООН и ENVSEC по управлению водными ресурсами трансграничных рек с учетом адаптации к изменению климата.

### **3.10.2. Региональные климатические модели**

В начале 1990-х Немецкая служба погоды (DWD) пришла к выводу о том, что прогнозирование погоды в будущем потребует применения различных методов моделирования. Поэтому необходимо было создать модель с размером ячеек значительно меньше, чем десять километров, а имевшаяся в то время операционная модель DM (Deutschland modell) не позволяла это сделать. Такая модель была разработана в 1999 г. и получила название Lokal modell (LM). В то время большинство региональных моделей климата (RCMs) имели в своей основе модели прогноза погоды. Ученые Потсдамского института изучения изменений климата, взяв за основу LM-модель, разработали принципиально новую региональную модель климата, которая в 2002 г. была протестирована и получила название CLM [10].

К 2008 г. было сформировано открытое научное сообщество, которое занималось улучшением, развитием данной модели. Важной вехой в развитии CLM было ее использование как базовой модели в Немецком центре исследования климата (DKRZ) с 2005 г. Данное моделирование состоит из двух климатических сценариев (A1B и B1) с двумя реализациями каждого из них для периода 1960–2100 гг. Результаты моделирования служат основой целого ряда исследований об изменениях климата на региональном уровне. Впоследствии CLM была преобразована в COSMO-CLM (CCLM).

В настоящее время CCLM применяется для разработки сценариев изменения климата и экстремальных погодных явлений. Модель оперирует порядка 100 параметрами, состоит из нескольких относительно независимых модулей и покрывает территорию Европы, Африки и Индии.

Для выполнения прогнозов изменения климата региональная климатическая модель CCLM является наиболее приемлемой, учитывая опыт ее использования в соседних государствах и в международных проектах ЕЭК ООН и ENVSEC по управлению водными ресурсами трансграничных рек с учетом адаптации к изменению климата (с использованием выходных данных глобальной климатической модели ECHAM5 в качестве граничных и начальных условий).

### **3.10.3. Анализ национального и мирового опыта по расчетам возможных сценариев изменения климата и его воздействия на водные ресурсы**

Данный раздел посвящен анализу ранее проводившихся исследований используемых моделей, полученных результатов оценок и прогнозов (сценариев) изменений климатических условий в сопредельных странах и общей оценке их применимости к территории исследуемых бассейнов.

Следует отметить, что в настоящее время в части мирового опыта развития сценариев и выполнения на их основе прогнозов изменения климата и стока достигнут значительный прогресс, который отражен в Пятом докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [84] и в приложении к этому докладу – атласе глобальных и региональных климатических прогнозов [21].

Согласно последним результатам МГЭИК для общего прогноза изменения климата и стока рекомендуется использовать мультимодельный ансамбль из четырех сценариев изменения климата – RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5, RCP2.6. Данные рекомендации были использованы в Беларуси при прогнозировании поверхностного стока по бассейнам рек Днепр и Припять в 2016 г. и при уточнении результатов прогноза стока по другим бассейнам рек Беларуси, которые получены ранее с использованием сценариев изменения климата A1B и B1 [83].

#### *Беларусь*

Исследования по оценке и прогнозу изменения климата для территории Беларуси выполняются с учетом обязательств Республики Беларусь по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

В Первом Национальном сообщении в соответствии с этими обязательствами используются глобальные климатические модели (ГКМ), разработанные в Центре климатических исследований в Хэдли (Великобритания) – версии HadCM2 и HadCM3. Первые прогнозные оценки агроклиматических условий Беларуси основаны на реализации модели GFDL (США) и CCC (Канада) [167].

Расчет ожидаемых агроклиматических показателей по сценарию HadCM3 для территории Беларуси с использованием имитационной системы «климат – почва – урожай» был выполнен во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной метеорологии (г. Обнинск) О. Д. Сиротенко, Е. В. Абашиной, В. Н. Павловой. С помощью этой системы аналогичные расчеты были выполнены для составления национальных сообщений Российской Федерации по проблемам изменения климата.

Согласно Четвертому Национальному сообщению в соответствии с обязательствами Республики Беларусь по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (2006 г.) отмечается снижение

водности в бассейнах рек в период с 1988 г. с уменьшением стока от 4 до 13 % [55]. Характерным для рассматриваемого периода является изменение распределения среднемесячного стока внутри года, в первую очередь это касается зимних и весенних месяцев, когда заметно увеличиваются месячные расходы в реках на всей территории страны – на 30–90 % в январе – марте. Увеличение зимнего стока связано с увеличением частоты оттепелей и прохождением зимних паводков. В апреле и мае сток резко уменьшается. В Сообщении приведено общее заключение о снижении максимального стока рек Беларуси, причем наиболее существенные уменьшения максимального стока отмечаются на реках Неман и Березина.

В Пятом Национальном сообщении Республики Беларусь в соответствии с обязательствами по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (2009 г.) используется модель LEAP [180].

Для прогноза выбросов на период до 2020 г. использовалась методика «сверху-вниз». Данная методология охватывает все парниковые газы и все отрасли экономики, которые представлены в кадастре. Для прогноза выбросов в отрасли «Энергетика» использовали модель LEAP, для остальных отраслей – экспертную оценку.

В Сообщении дано заключение: «изменение климата приведет к увеличению изменчивости стока, увеличению повторяемости экстремальных явлений (засух, интенсивных паводков)».

В Беларуси исследования по изучению климата проводят и в рамках проекта трансграничного сотрудничества TACIS SKPI «Оказание поддержки в реализации Киотского протокола в странах СНГ» [46]. В рамках этого проекта используются модели – ECHAM5, модель Института Макса Планка атмосферной циркуляции и модель CSIRO Mk3 биопродуктивности.

Выполненные исследования позволили сделать ряд обобщений (выводов):

- ожидается увеличение количества дней с положительными температурами в конце зимы;
- разница между климатом 1990 г. и нынешним климатом составила +1,2 °С;
- на более ранние периоды сместится дата устойчивого перехода температуры через 0 °С;
- продолжится рост осадков в зимние месяцы и сокращение осадков в ранневесенние месяцы, особенно на юге страны.

На рисунках 3.77, 3.78 показано прогнозируемое изменение температуры и осадков в Республике Беларусь по результатам проекта TACIS SKPI, которые иллюстрируют приведенные выводы [46].

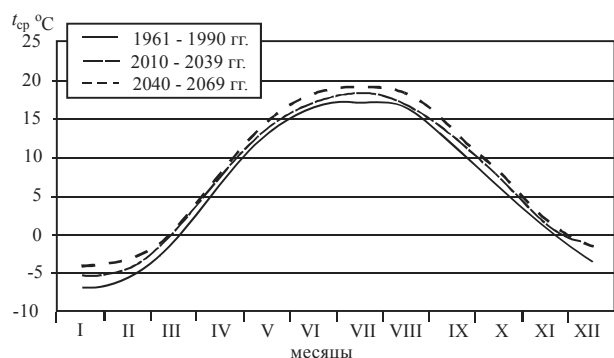


Рисунок 3.77 – Прогноз изменения среднемесячной температуры [158]

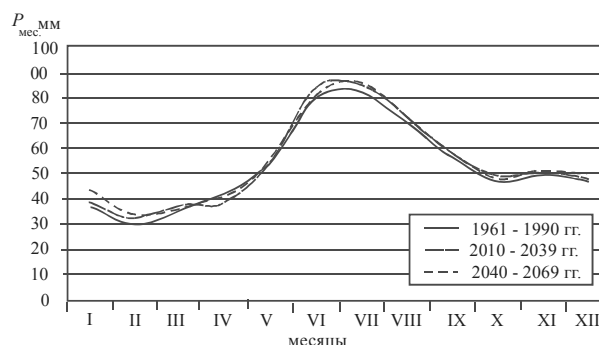


Рисунок 3.78 – Прогноз изменения месячного количества осадков для среднемесячных температур [158]

Согласно этому сценарию в XXI веке средняя температура приземного воздуха в целом по территории Беларуси продолжит повышаться, в первую очередь, за счет повышения минимальных температур. Перечисленные тенденции, как и многие другие особенности изменяющегося климата, окажут серьезное воздействие на условия жизни граждан и экономическую деятельность. Последствия быстрой изменчивости климатических условий будут проявляться в росте повторяемости опасных гидрометеорологических явлений и неблагоприятных резких изменений погоды, которые приводят к социально-экономическому ущербу, непосредственно влияют на эффективность деятельности таких жизненно важных отраслей экономики, как сельскохозяйственное производство, лесное хозяйство, энергетика, транспорт, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, а также на здоровье людей.

На основании анализа данных Республиканского гидрометеорологического центра (РГМЦ) его сотрудниками были получены следующие результаты. В Беларуси на конец XX и начало XXI вв. пришелся самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за температурой воздуха на протяжении последних почти 130 лет. Особенность этого потепления не только в небывалой его продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха, которая в среднем за 20 лет (1989–2009 гг.) превысила климатическую норму на 1,1 °С. Из 20 самых теплых лет начиная с послевоенного периода (1945 г.) 16 лет приходится на 1989–2010 гг.

Повышение температурного режима произошло практически в каждом месяце. Рост температуры воздуха наиболее значителен в зимние и первые весенние месяцы. Намечается тенденция увеличения продолжительности беззаморозкового периода. Майские заморозки разной интенсивности наблюдаются ежегодно, и они наиболее опасны, особенно для теплолюбивых культур. Опасность осенних заморозков не столь значительна, ибо увеличение температуры воздуха в весенние и летние месяцы определяет ускоренное созревание сельскохозяйственных культур.

Повышенные температуры первых весенних месяцев приводят к более раннему сходу снежного покрова и переходу температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения. В среднем за изучаемый период переход происходил на 10–15 дней раньше средних многолетних значений. Продолжительность периода со снежным покровом в Республике Беларусь сократилась на 10–15 дней, а глубина промерзания уменьшилась на 6–10 см. На декаду раньше начинается вегетационный период.

В научно-методическом контексте всестороннее изучение изменения климата и его последствий для экономики Беларуси провел доктор географических наук, академик В. Ф. Логинов [116]. В его работах дается сравнительный анализ различных моделей циркуляции атмосферы и океана (МОЦА). По его результатам, наилучшим образом моделирует данные базового периода модель HadCM2 (Великобритания) и учитывает совместное увеличение парниковых газов и сульфатных аэрозолей. Несколько худшие результаты сравнения показывают модели CSIRO Mk2 (Австралия) и CGCM1 (Канада).

Прогнозные данные с использованием модели HadCM2 на период 2010–2039 гг. показывают увеличение среднегодовой температуры воздуха на 1 °С, при этом среднегодовая дневная температура повышается на 0,92 °С, а ночная – на 1,15 °С. Приращения сумм температур выше 0, 5 и 10 °С ожидаются примерно одинаковыми и составляют приблизительно 200–220 °, приращение сумм для 15 °С значительно выше.

Существующие оценки изменений климата для территории Беларуси не противоречат концепции глобального потепления климата. В последние десятилетия намечается четко выраженная тенденция потепления, особенно в зимние и весенние месяцы (I–IV). На конец XX – начало XXI в. приходится самый продолжительный период потепления за весь более чем 120-летний период систематических инструментальных наблюдений в Беларуси.

Следует отметить, что приведенные результаты исследований и оценок, выполненных в Беларуси, носят наиболее общий и приближенный характер. Ранее в разрезе речных бассейнов оценка воздействия глобального изменения климата на водные ресурсы в Беларуси не проводилась.

Исключение составляют работы, проведенные в 2012 г. в Беларуси и Литве в рамках международного проекта «Управление водными ресурсами бассейна реки Неман с учетом адаптации к изменению климата» в рамках группы пилотных проектов Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) и инициативы «Окружающая среда и безопасность» по управлению водными ресурсами трансграничных водотоков с учетом адаптации к изменению климата.

#### *Россия*

Для базового исследования воздействия климата на водные ресурсы анализировалась информация, приведенная в докладе «О стратегических оценках последствий изменений климата в ближайшие 10–20 лет для природной среды и экономики Союзного государства» [158], подготовленном научными коллективами Российской Федерации и Республики Беларусь. Согласно данному докладу зимой на территории Союзного государства повсеместно ожидается рост осадков. Летом осадки будут увеличиваться только в средней полосе и на севере России. В Республике Беларусь летом можно ожидать незначительного увеличения осадков в отдельные месяцы. В южных регионах Союзного государства, прежде всего российских, следует ожидать развития засушливых условий. При этом в ряде регионов, в том числе засушливых, летом ожидается рост интенсивности ливневых осадков. В тех регионах, где уже существует достаточное или избыточное увлажнение, будет происходить увеличение водных ресурсов.

#### *Литва*

Для прогнозирования изменений климата в докладе Агентства по защите окружающей среды Литвы [46] представлены самые приемлемые и разработанные в Европе модели (HadCM3 и ECHAM5), наиболее комплексно отражающие происходящие процессы и обратные связи.

При этом рассматривались следующие сценарии социально-экономического развития:

A1 – предусматривается очень быстрое развитие экономики, рост численности населения до середины XXI в., а затем снижение, быстрое внедрение современных технологий. Часто в этой группе



выделяются три подгруппы: A1F1 – среди энергетических ресурсов будет преобладать фосфорное (органическое) топливо; A1T – будет преобладать нефосфорное (неорганическое) топливо; A1B – планируется сбалансированное использование топлива;

A2 – прогнозируется все еще весьма гетерогенный мир с постоянно растущим числом жителей. Рост экономики медленный, новые технологии внедряются только в некоторых наиболее развитых регионах;

B1 – весьма вероятно внезапная глобализация, число жителей изменяется подобно тому, как планируется в сценарии A1, но происходит весьма быстрое превращение экономической системы в информационную, а также общество становится менее потребительским, интенсивно внедряются новые чистые технологии;

B2 – мир будущего ориентирован на местное решение экономических, социальных и природо-защитных проблем. Постоянно растущая численность населения (медленнее, чем в сценарии A2) и в среднем интенсивное экономическое развитие.

В исследовании использованы выходные данные моделирования по трем сценариям выбросов парниковых газов (A1B, A2 и B1).

Наибольшая концентрация парниковых газов в воздухе прогнозируется в том случае, если человечество будет развиваться по сценарию эмиссии A2. Исполнение сценария B1 обусловило бы наименьшие изменения в климатосфере. A1B является промежуточным вариантом (хотя в первой половине века он весьма близок к сценарию A2). Большая часть выданных прогностических величин рассчитана на основании сценария изменений A1B.

В работе даны прогнозы изменений показателей климата до 2020 г., тенденции чередования засух, прогноз стока рек, оценка воздействия изменения климата на озера.

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы.

По прогнозам изменения элементов климата за первые два десятилетия XXI в. во все времена года температура воздуха будет расти. Наибольшие изменения температуры воздуха прогнозируются зимой (до 2 °С), в другое время года изменения не будут превышать 1 °С. Среднегодовая температура тоже будет расти: от 0,4 до 0,7 – 0,8 °С. Осенью и зимой количество осадков будет увеличиваться, летом почти не изменится, а весной немного уменьшится. Годовое количество осадков увеличится от 2–3 мм до 25–35 мм. Весной и осенью длительность освещенности солнцем увеличится, а зимой уменьшится.

В соответствии с моделью общей циркуляции HadCM3 сценария A1B количество осадков на всей территории Литвы в течение ближайших 30 лет увеличится в среднем на 6 мм. Наибольшие изменения (8–9 мм) прогнозируются на юго-востоке и на Жямайтской возвышенности, здесь количество зимних осадков достигнет 140–180 мм. Весной количество осадков должно вырасти лишь на 3 мм, а в юго-восточной части страны прогнозируется незначительное уменьшение количества осадков. Летом и осенью количество осадков на всей территории Литвы уменьшится по 6–7 мм за сезон.

Засухи продолжительностью несколько недель на исследуемой территории возможны с апреля до октября. Вследствие этого быстро иссякают запасы влаги в почве, уменьшается горизонтальная ширина грунтовых вод, высыхают реки. Засухи в Литве становятся все более частыми: если в седьмом-девятом десятилетии XX века они случались в среднем один раз в десять лет (1964, 1971, 1983 гг.), то за последние 16 лет их число возросло даже до пяти (1992, 1994, 1999, 2002, 2006 г.). Кроме того, уже в предыдущих исследованиях была замечена тенденция, что засушливые периоды в последних десятилетиях были значительно более длительными, чем в конце XIX – начале XX в.

Изменение стока вследствие воздействия изменения климата в Литве обусловлено местными физико-географическими факторами. Это особенно характерно для бассейнов гидрологической области юго-восточной Литвы. Выделяется сдвиг весеннего половодья к более ранним срокам. Весенние половодья в большей части подбассейнов, расположенных в Западной Литве, в 2020 г. будут меньшими, чем в настоящее время, а в юго-восточной части останутся похожими или даже превысят сегодняшние. В гидрологической области Центральной Литвы четких, характерных тенденций развития весенних половодий до 2020 г. установить не удалось. Летне-осенний сток на всей территории бассейна по сравнению с наблюдаемым в настоящее время станет значительно более равномерным (в большинстве рек будет ощущаться меньшее влияние дождей паводков). В низовьях Немана (возле гг. Лампеджяй и Смалининкай) зимние паводки 2020 г. статистически могут считаться началом весеннего половодья: в большинстве случаев подъем уровня воды, начавшийся зимой, будет продолжаться до конца весеннего половодья.

Доля подземного стока в общем стоке рек Литвы до 2020 г. останется аналогичной значению, имеющемуся в настоящее время. Весьма незначительно изменится и годовое изменение подземного

стока. Испарение несколько увеличится на всей территории Литвы. Наиболее заметное изменение суммарного испарения – сдвиг пика его интенсивности в сторону весны в регионах Центральной и Западной Литвы. В гидрологической области Центральной Литвы и на Жямайтийской возвышенности максимальное суммарное испарение в 2020 г. прогнозируется в мае (в настоящее время максимальные значения наблюдаются в июне-июле).

Возможное воздействие изменения климата на озера бассейна Немана следующее.

Сильных изменений в водном балансе озер до 2020 г. не предвидится. В наибольшей степени должен измениться годовой режим уровня воды, обусловленный сезонным изменением стока: ожидается, что во время таяния снега запасы озерной воды пополнятся раньше, но их уровень будет более низким, а во время летне-осенней межени будет немного выше. Ожидается меньшая годовая амплитуда уровня воды, чем в конце XX в. Общее изменение запасов воды в озерах будет довольно незначительным.

Большие изменения ожидаются в температурном и ледовом режиме озер. Ледовый покров в озерах будет образовываться позднее и будет держаться в течение более короткого времени. Чаще прогнозируются годы с непостоянным ледовым покровом. Более высокая температура теплого сезона должна обуславливать и более высокую температуру озерной воды, особенно в мелководных и нестратифицированных озерах.

Изменения термического и ледового режимов озер могут оказать влияние на интенсивность происходящих в них процессов эвтрофикации и на качество воды. Могут начаться изменения в составе экосистем озер. Вследствие удлинения периода вегетации и повышения температуры воды вероятны рост первичной продукции, более интенсивная денитрификация, изменение соотношения фосфора и азота. Изменения водного баланса, вызванные изменением климата, большого влияния на эвтрофикацию озер и качество воды не окажут.

#### *Польша*

Проведено моделирование изменения стока рек Варта, Нарва, Висла, которые расположены в разных климатических регионах Польши. Использовались 4 модели для разработки сценариев изменения климата до 2050 г.: CCCV (Канада), GFTR (США), UKNI и UKTR (Великобритания) [6].

Возможное повышение температуры воздуха и изменение режима осадков, которое прогнозируется этими моделями, приведет к увеличению температуры воды рек и озер летом, а также к изменению режима ледовых явлений. Повышение температуры воды водных объектов, кроме изменения водного баланса и гидрологического режима, может привести к некоторым изменениям качества поверхностных вод: эвтрофикации, изменению кислотности, засолению и проч.

#### *Латвия*

В исследованиях, касающихся прогноза изменения стока рек Латвии, использовались два направления моделирования [2]:

1. Комплекс региональных климатических моделей (RCM), которые позволяют моделировать изменение стока на основе прогноза климатических характеристик. Для калибровки модели использовали период с 1961 по 1990 год. Для расчетов изменения стока применяли сценарий изменения климата A2 на период с 2071 по 2100 год.

2. Комплекс гидрологических моделей для расчета климатических временных рядов стока в бассейнах в Латвии. Прогнозы стока основывались на моделях MIKE BASIN и MIKE SHE (DHI group, Дания) и FIBASIN (модель Латвийского университета).

В результате проведенных расчетов для Латвии, на территории которой были выделены 4 гидрологических региона, прогнозируется снижение дифференциации между этими регионами. В результате изменения климата стоковые характеристики рек западного и северного гидрологических районов, а также центрального и восточного регионов будут похожи. Как следствие, в условиях изменения климата в Латвии останется лишь два гидрологически различных региона (морской и континентальный) вместо существующих в настоящее время четырех.

Предварительные выводы исследований по оценке и прогнозу изменения климата, проведенных в Беларуси и сопредельных странах, в принципе сравнимы.

Учитывая опыт составления климатических прогнозов, а также результаты проекта по оценке и адаптации к изменению климата, выполненного в разных странах, наиболее приемлемой моделью циркуляции атмосферы и океана как основы для составления прогнозов климатических изменений можно предварительно считать HadCM3 и ECHAM5.

Целесообразным также является использование региональных моделей, например SCLM. В этих моделях более точно отражаются местные условия. При этом важно использовать соответствующие

сценарии (A2, A1В или B2). Разница в результатах при использовании разных моделей изменения климата меньше, чем разница, обусловленная использованием разных сценариев.

### 3.11. Оценка изменения климата

Тенденции изменения климата за прошедший репрезентативный период времени с учетом мирового опыта проведения таких оценок определены с использованием статистических методов.

При этом в качестве репрезентативных периодов принимаются периоды с 1986 по 2011 год (настоящее время) по отношению к периоду с 1961 по 1985 год с учетом мирового опыта определения тенденций изменения текущего состояния климатических характеристик (current status)\*.

Для анализа тенденций изменения климатических данных использовались детальные данные измерений с 1961 по 2011 год в суточном разрезе: среднесуточные значения температуры воздуха и суммы осадков по метеорологическим станциям Белорусского Полесья.

Оценка изменения климата (температура воздуха и количество осадков) выполнена для метеостанций в месячном, годовом и сезонных разрезах для периода с 1986 по 2015 год по отношению к периоду с 1961 по 1986 год. Итоговые обобщенные результаты по оценке изменения климата в бассейнах рек Днепр и Припять по всем метеорологическим станциям представлены в таблицах 3.59 и 3.60.

Таблица 3.59 – Итоговая обобщенная таблица изменения температуры воздуха (°С) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

Месяцы												Год	Сезоны				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень	
<i>Минск</i>																	
2,9	2,5	2,2	1,6	0,6	0,7	1,9	1,3	0,5	0,3	0,4	0,8	<b>1,31</b>	2,07	1,47	1,30	0,40	
<i>Березино</i>																	
2,9	2,4	2,0	1,4	0,3	0,9	1,4	1,1	0,3	0,2	0,2	0,9	<b>1,17</b>	2,07	1,23	1,13	0,23	
<i>Марьино Горка</i>																	
3,0	2,6	2,2	1,5	0,5	1,0	1,5	1,3	0,6	0,4	0,3	0,8	<b>1,31</b>	2,13	1,40	1,27	0,43	
<i>Могилев</i>																	
3,0	2,0	1,7	1,3	0,1	0,1	1,2	0,8	0,2	0,0	-0,1	0,4	<b>0,89</b>	1,80	1,03	0,70	0,03	
<i>Бобруйск</i>																	
2,8	2,2	1,7	1,0	0,1	0,4	1,5	1,0	0,1	0,0	0,1	0,4	<b>0,94</b>	1,80	0,93	0,97	0,07	
<i>Жлобин</i>																	
3,2	2,6	2,3	1,5	0,5	1,2	1,7	1,4	0,6	0,5	0,3	0,8	<b>1,38</b>	2,20	1,43	1,43	0,47	
<i>Гомель</i>																	
3,3	2,5	2,2	1,5	0,8	1,1	2,1	1,5	0,7	0,5	0,3	0,6	<b>1,43</b>	2,13	1,50	1,57	0,50	
<i>Василевичи</i>																	
2,9	2,0	1,5	0,9	0,2	0,5	1,4	0,9	0,2	0,1	0,1	0,6	<b>0,94</b>	1,83	0,87	0,93	0,13	
<i>Брагин</i>																	
2,8	2,3	1,7	1,0	0,2	0,8	1,3	0,9	0,2	0,1	0,2	0,4	<b>0,99</b>	1,83	0,97	1,00	0,17	
<i>Славгород</i>																	
3,1	2,4	2,2	1,4	0,4	0,9	1,4	1,2	0,5	0,4	0,2	0,8	<b>1,24</b>	2,10	1,33	1,17	0,37	
<i>Докшицы</i>																	
2,7	2,3	2,1	1,5	0,2	0,5	1,2	0,8	0,4	0,2	0,2	1,0	<b>1,09</b>	2,0	1,27	0,83	0,27	
<i>Мозырь</i>																	
2,9	2,2	1,7	1,4	0,5	0,6	1,8	1,2	0,3	0,1	0,1	0,3	<b>1,09</b>	1,80	1,20	1,20	0,17	
<i>Житковичи</i>																	
3,0	2,3	1,7	1,1	0,5	0,7	1,8	1,3	0,3	0,2	0,2	0,5	<b>1,13</b>	1,93	1,10	1,27	0,23	
<i>Пинск</i>																	
2,9	2,6	2,1	1,4	0,9	0,9	2,1	1,6	0,5	0,6	0,4	0,7	<b>1,39</b>	2,07	1,47	1,53	0,50	
<i>Слуцк</i>																	
2,8	2,3	1,8	1,2	0,3	0,5	1,6	1,1	0,2	0,2	0,2	0,6	<b>1,07</b>	1,90	1,10	1,07	0,20	
<i>Полесская</i>																	
2,6	2,4	1,0	0,6	0,1	0,7	0,9	0,7	-0,2	0,0	-1,1	-0,3	<b>0,62</b>	1,57	0,57	0,77	-0,43	
<i>Ганцевичи</i>																	
3,1	2,9	1,5	0,9	0,2	0,6	0,9	0,5	-0,3	-0,1	-0,8	-0,1	<b>0,78</b>	1,97	0,87	0,67	-0,40	

\* репрезентативные периоды взяты с учетом рекомендаций ЕЭК ООН, международного опыта (исследований, проводившихся в Литве в рамках разработки Плана управления водными ресурсами бассейна р. Неман) и международного проекта «Управление водными ресурсами бассейна реки Неман с учетом адаптации к изменению климата».

Климатические ресурсы Белорусского Полесья

Месяцы												Год	Сезоны			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень
<i>Октябрьский</i>																
3,2	3,0	1,4	0,9	0,0	0,7	0,9	0,4	-0,4	-0,2	-1,0	-0,3	<b>0,72</b>	1,97	0,77	0,67	-0,53
<i>Среднее по бассейнам рек Днепра и Припяти</i>																
2,97	2,39	1,86	1,25	0,32	0,70	1,45	1,04	0,28	0,18	0,04	0,53	<b>1,09</b>	1,96	1,14	1,07	0,17
<i>Среднее по бассейну реки Днепр</i>																
2,99	2,33	1,98	1,33	0,31	0,72	1,46	1,08	0,38	0,21	0,18	0,68	<b>1,14</b>	2,00	1,20	1,08	0,26
<i>Среднее по бассейну реки Припять</i>																
2,93	2,53	1,60	1,07	0,36	0,67	1,43	0,97	0,06	0,11	-0,29	0,20	<b>0,97</b>	1,89	1,01	1,03	-0,04

Таблица 3.60 – Итоговая обобщенная таблица изменения количества осадков (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

Месяцы												Год	Сезоны			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень
<i>Минск</i>																
20,4	13,4	1,4	2,6	-8,8	3,5	6,5	2,4	0,9	-1,0	-5,4	-10,2	<b>1,5</b>	5,9	-2,8	4,2	-1,8
<i>Березино</i>																
5,7	5,1	7,9	-8,6	6,7	-15,0	-3,7	2,2	4,2	-7,8	-6,9	-16,0	<b>-3,3</b>	-3,1	2,3	-6,3	-3,6
<i>Марьина Горка</i>																
20,8	11,8	14,5	-3,2	-5,6	-2,7	10,4	-10,4	0,9	-4,5	-6,0	-2,9	<b>0,4</b>	9,0	-0,1	-0,7	-3,3
<i>Могилев</i>																
16,3	27,8	15,6	3,2	-7,9	-2,4	-6,2	7,2	-4,5	10,2	-5,4	-6,3	<b>1,5</b>	10,2	1,3	-1,2	-0,3
<i>Бобруйск</i>																
14,8	21,7	15,8	-2,7	27,4	3,9	-6,8	-15,1	-7,9	-0,8	-12,4	-7,7	<b>-0,1</b>	7,2	13,8	-5,8	-7,1
<i>Жлобин</i>																
3,2	17,6	15,1	-6,7	16,6	-11,0	5,8	-14,4	6,2	4,7	-2,9	5,3	<b>1,7</b>	7,9	8,4	-5,8	2,8
<i>Гомель</i>																
0,6	5,3	9,2	4,3	19,0	-2,7	11,9	9,4	23,3	14,5	1,5	-10,3	<b>7,1</b>	-2,6	11,7	5,9	13,1
<i>Василевичи</i>																
-5,6	3,2	28,5	-13,7	1,9	2,8	7,5	12,3	32,1	15,9	-3,4	-0,4	<b>6,2</b>	-1,1	2,9	7,2	14,2
<i>Брагин</i>																
9,0	12,0	18,7	-13,3	8,8	7,3	-9,6	20,9	29,6	13,6	-5,8	1,4	<b>6,5</b>	6,9	3,6	4,3	12,4
<i>Славгород</i>																
4,2	15,8	2,8	-1,9	46,7	6,3	-2,7	6,9	-3,0	9,7	-6,5	-6,5	<b>5,0</b>	3,0	16,9	3,0	-0,1
<i>Докшицы</i>																
27,6	40,6	5,9	-7,9	-2,4	15,8	6,5	4,2	-5,5	3,9	-10,1	-0,2	<b>4,9</b>	19,3	-1,8	8,9	-4,0
<i>Мозырь</i>																
11,4	16,7	42,6	-6,2	9,6	-9,0	9,1	3,5	22,3	17,0	0,6	7,6	<b>8,0</b>	11,6	11,9	1,3	13,1
<i>Житковичи</i>																
8,8	8,7	33,4	-4,2	1,4	-1,0	38,8	8,7	15,2	-3,2	-3,8	-6,3	<b>8,3</b>	2,8	7,3	15,7	2,8
<i>Пинск</i>																
9,9	-0,7	19,1	-12,9	-2,3	2,1	10,7	4,5	10,0	-20,3	0,9	-0,2	<b>1,7</b>	2,8	-0,6	5,9	-3,2
<i>Слуцк</i>																
12,3	5,3	10,1	-11,4	11,5	16,8	12,4	-15,2	-4,1	-17,7	-8,9	-7,8	<b>0,4</b>	2,3	4,0	4,7	-10,3
<i>Полесская</i>																
-29,7	-17,1	-5,8	-16,0	-12,2	-5,2	16,9	5,0	6,7	-16,2	-18,6	-27,9	<b>-8,2</b>	-41,5	-29,5	-19,1	-30,6
<i>Ганцевичи</i>																
-7,6	3,2	11,0	-11,4	0,0	11,6	20,8	-7,1	18,4	-17,0	-7,3	-13,2	<b>1,0</b>	-26,6	-20,6	-16,5	-25,1
<i>Октябрьский</i>																
4,1	19,9	35,0	-13,1	-9,5	10,6	7,2	-3,9	13,5	8,3	-7,1	-3,9	<b>3,6</b>	-17,0	-20,6	-19,8	-19,3
<i>Среднее по бассейнам рек Днепра и Припяти</i>																
8,6	15,1	14,1	-6,2	6,7	2,2	6,0	3,0	7,3	3,5	-5,7	-6,1	<b>3,0</b>	1,8	1,5	0,3	-1,5
<i>Среднее по бассейну реки Днепр</i>																
11,9	19,4	11,2	-4,2	9,7	1,6	1,4	4,7	5,4	8,0	-5,5	-5,5	<b>3,4</b>	6,6	5,2	2,1	2,4
<i>Среднее по бассейну реки Припять</i>																
1,3	5,1	20,8	-10,7	-0,2	3,7	16,6	-0,6	11,7	-7,0	-6,3	-7,4	<b>2,1</b>	-9,4	-6,9	-4,0	-10,4

Картограмма изменения климатических характеристик в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год представлены на рисунках А.1–А.10 приложения А.

Результаты определения изменения климатических характеристик в графическом виде представлены на рисунках 3.79–3.84.

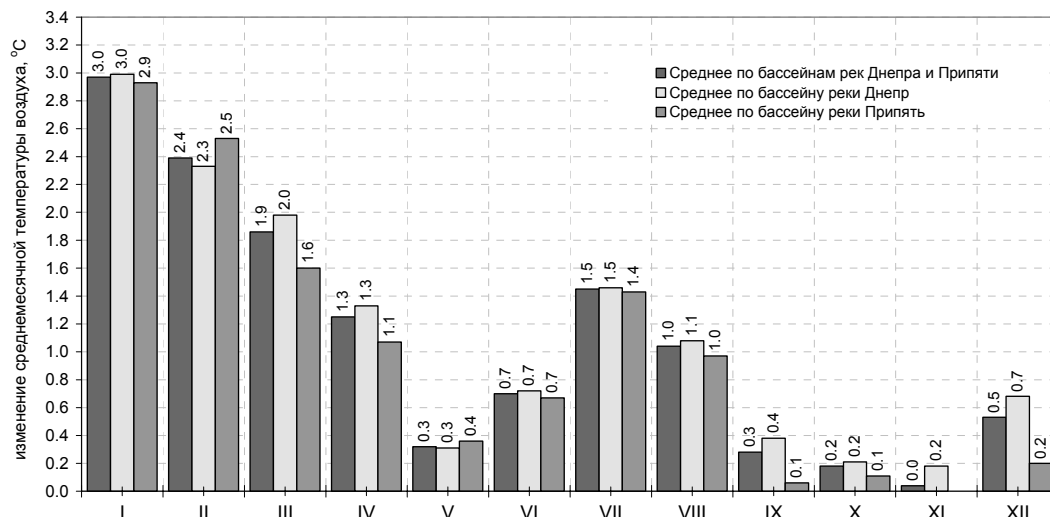


Рисунок 3.79 – Внутригодовое (с помесечной градацией) распределение изменения температуры воздуха (°C) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

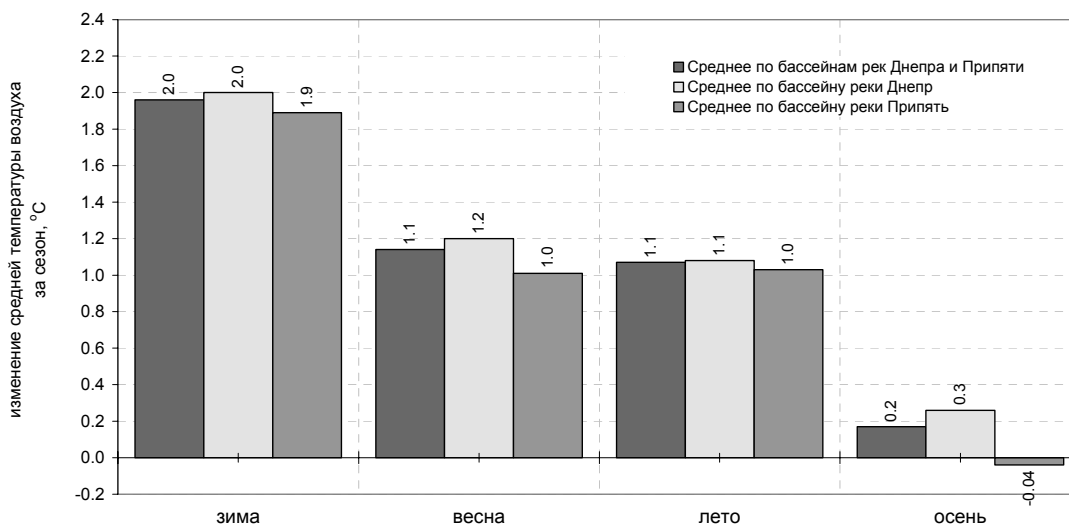


Рисунок 3.80 – Внутригодовое (с градацией по сезонам) распределение изменения температуры воздуха (°C) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

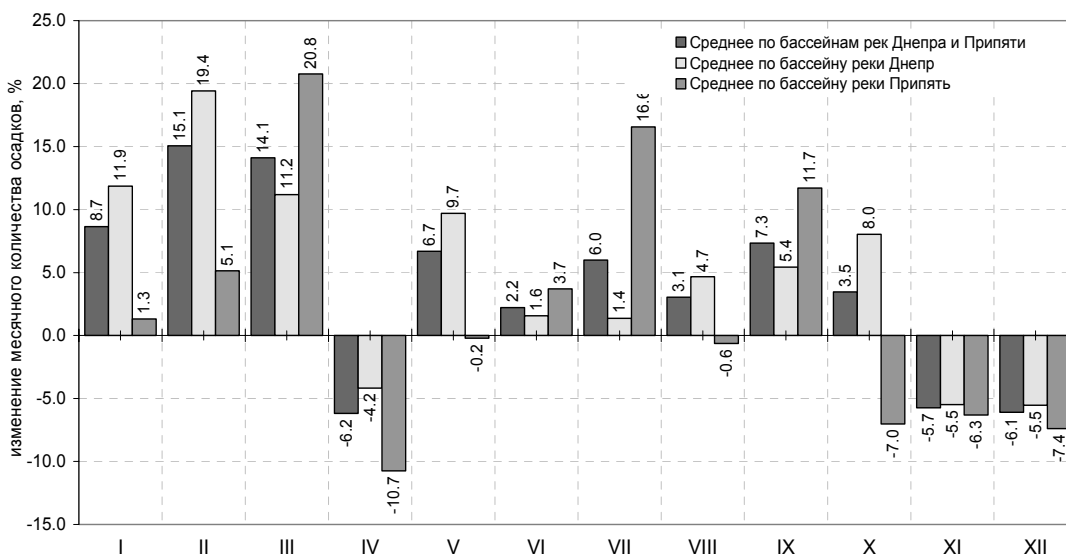


Рисунок 3.81 – Внутригодовое (с помесечной градацией) распределение изменения месячного количества осадков (%) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

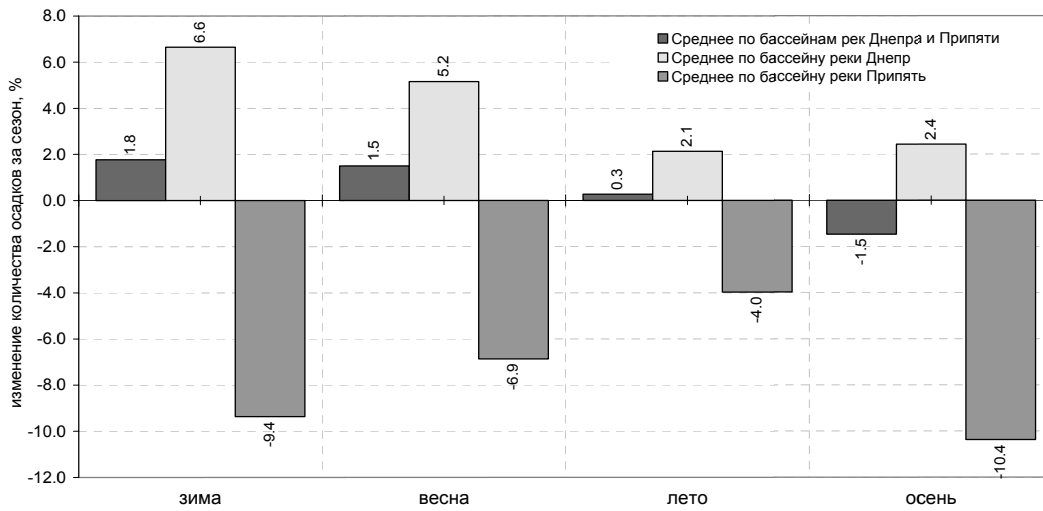


Рисунок 3.82 – Внутригодовое (с градацией по сезонам) распределение изменения количества осадков (%) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

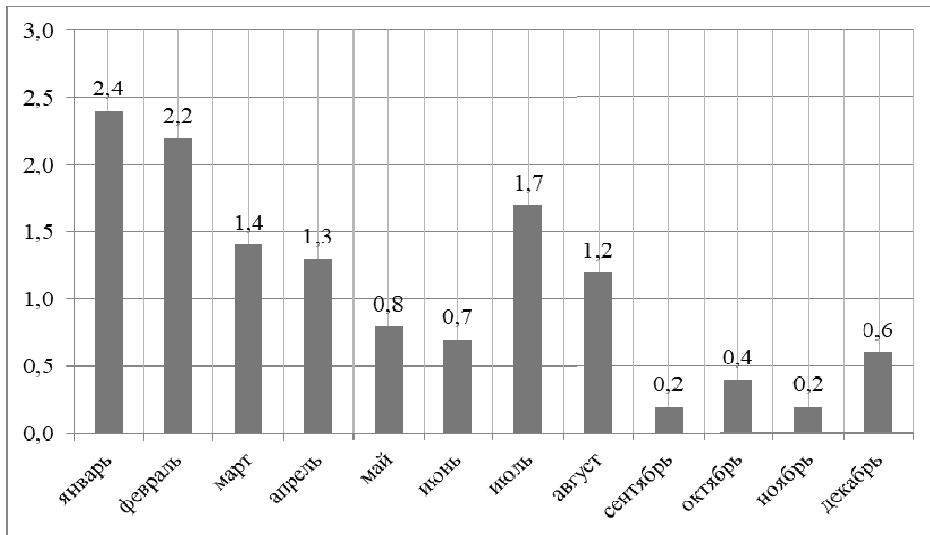


Рисунок 3.83 – Общая оценка изменения среднемесячной температуры воздуха (°C) в бассейне р. Западный Буг (1986–2010) – (1961–1985)

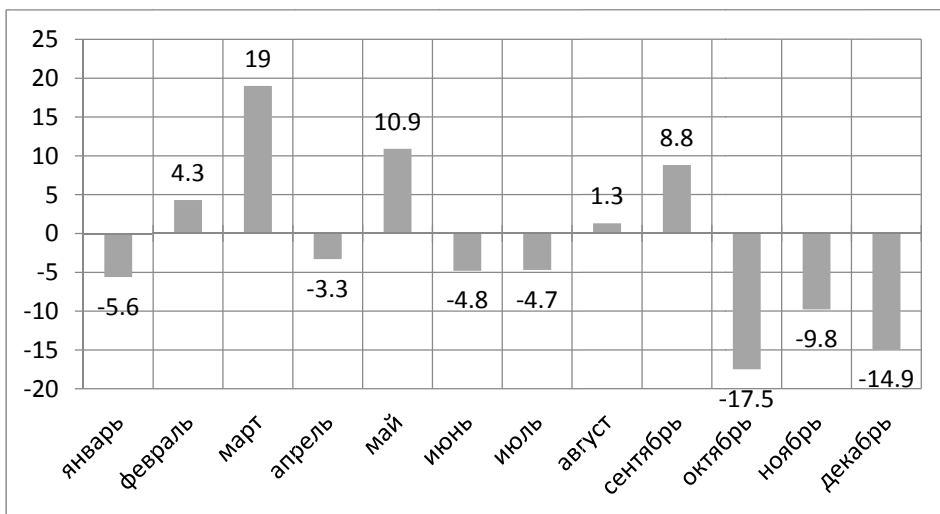


Рисунок 3.84 – Общая оценка изменения месячного количества осадков (%) в бассейне р. Западный Буг (1986–2010) – (1961–1985)

По результатам оценок изменения климата за период с 1961 по 2015 год можно сделать следующие обобщенные выводы:

– произошло повышение температуры воздуха в среднем по бассейнам рек Днепра и Припяти на 1,1 °С, причем наибольшее повышение температуры произошло в зимний период – на 2,0 °С, наименьшее – в осенний период с максимальным повышением на 0,3 °С;

– количество осадков в среднем по бассейнам рек Днепра и Припяти не очень существенно изменилось с небольшим их увеличением в бассейне Днепра (2–7 %) и с уменьшением в бассейне Припяти (максимально – на 10 %).

Из результатов оценок тенденций изменения климатических характеристик следует, что за последние 50 лет в среднем на 1,1 °С произошло повышение температуры воздуха в бассейне реки Западный Буг. При этом отмечается существенная неравномерность внутригодового распределения повышения температуры воздуха с максимальным повышением в зимний период до 2,4 °С.

В годовом разрезе существенного изменения суммарного годового количества осадков не произошло – в среднем уменьшилось их количество в бассейне р. Западный Буг на 1,8 %. При этом отмечается существенная неравномерность внутригодового распределения изменения количества осадков. Максимальное увеличение на 10–20 % в марте и в мае, снижение в основном в остальные месяцы.

### 3.12. Прогноз изменения климата

Сценарии изменения климата для бассейнов рек Белорусского Полесья на период до 2035 г. получены с использованием материалов, представленных в Атласе глобальных и региональных климатических прогнозов, являющегося приложением к Пятому докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [21]. Для общего прогноза изменения климата и стока до 2035 г. используются содержащийся в Пятом докладе МГЭИК для Европы мультимодельный ансамбль из четырех сценариев – RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5, RCP2.6 и картосхемы, разработанные МГЭИК с использованием глобальных климатических моделей и представленные в данном атласе (рис. 3.85 – температура воздуха для зимнего и летнего периодов, рис. 3.86 – количество осадков за периоды с октября по март и с апреля по сентябрь).

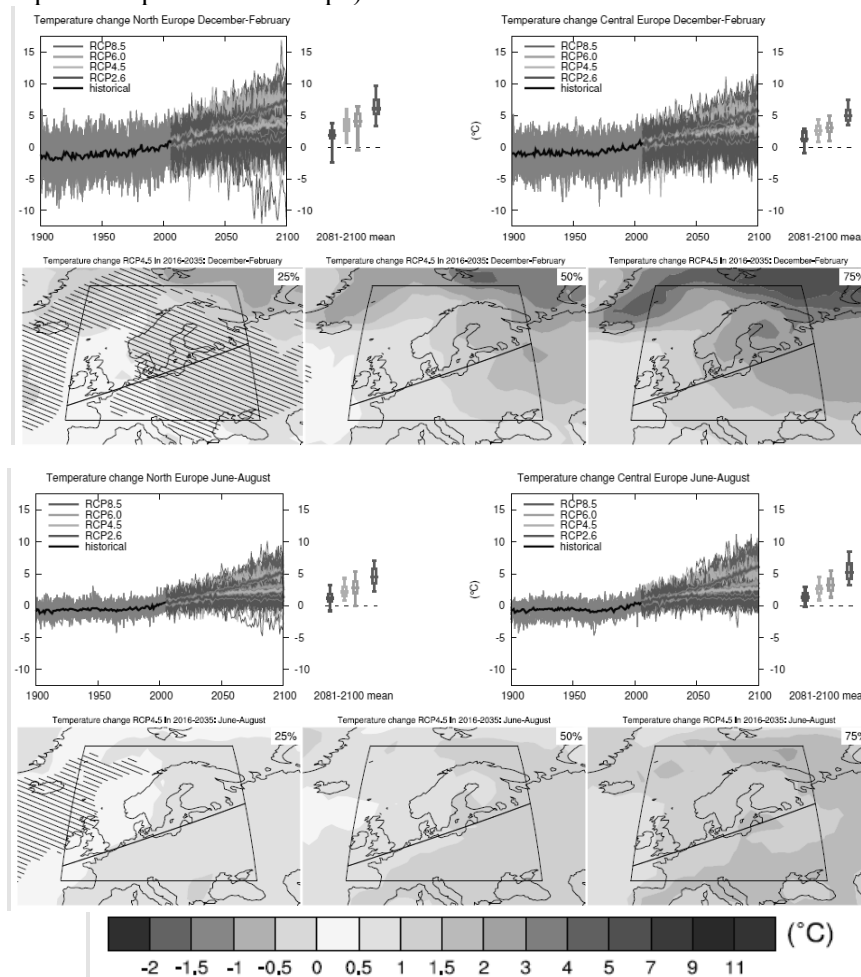


Рисунок 3.85 – Общий прогноз изменения температура воздуха для Европы до 2035 года для зимнего периода (верхний рисунок) и летнего периода (нижний рисунок)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Рисунок из Атласа глобальных и региональных климатических прогнозов Пятого доклада МГЭИК [21].

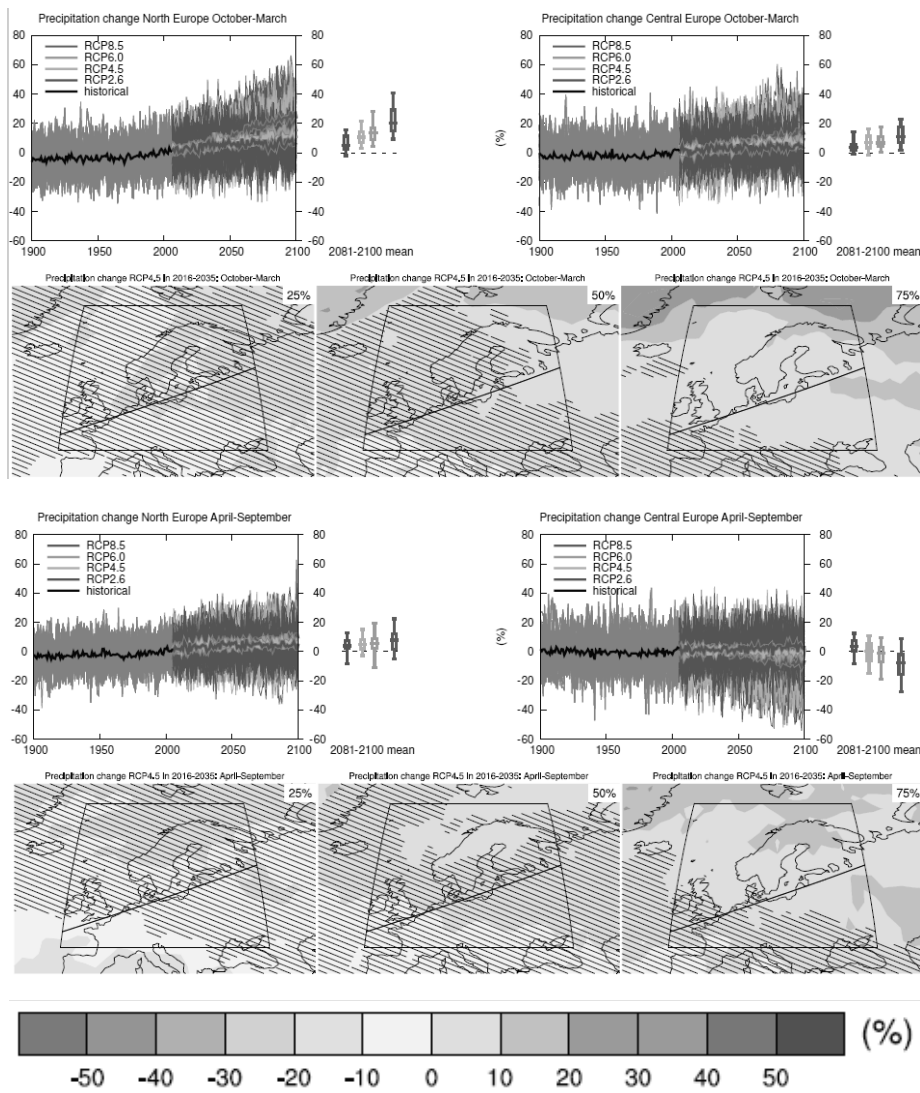


Рисунок 3.86 – Общий прогноз изменения количества осадков для Европы до 2035 года за период с октября по март (верхний рисунок) и с апреля по сентябрь (нижний рисунок)<sup>2</sup>

Для рек бассейна Западного Буга расчеты проведены с участием специалистов Вильнюсского университета имени Гедиминаса, имеющих соответствующее программное обеспечение и доступ к серверам программного обеспечения и баз данных указанных климатических моделей (Институт метеорологии Макса Планка – глобальная модель ECHAM5, Потсдамский институт изучения климата – региональная модель SCLM), а также опыт проведения подобных расчетов.

Следует отметить, что указанные сценарии и подобные обобщенные картосхемы с учетом комбинации этих четырех сценариев (наиболее приближенных к сценарию RCP4.5), разработанные МГЭИК для всего Земного шара и официально ими опубликованные, являются в настоящее время рекомендуемой основой или своего рода стандартом, установившейся мировой практикой. Они рекомендованы МГЭИК для последующего всеобщего использования с возможным их уточнением для требуемых территорий (например, бассейнов рек, государств и т. д.) с учетом региональной изменчивости климата, для чего могут использоваться региональные климатические модели и (или) статистические оценки неравномерности изменчивости климата на требуемой территории с использованием предыдущих наблюдений, что и реализовано в данной работе.

Сценарии изменения климата получены для двух вариантов (сценариев) выбросов парниковых газов (принятых в мировой практике и наиболее часто используемых для оценок изменения климата сценариев социально-экономического развития человечества) [21]:

I вариант: A1B (relatively high-emission scenario) – более «жесткий» сценарий, относительно высокие выбросы парниковых газов за счет быстрого развития экономики и роста численности населения до середины XXI в., а затем замедление роста населения, быстрое внедрение современных технологий и сбалансированное использование энергетических ресурсов;

<sup>2</sup> Рисунок из Атласа глобальных и региональных климатических прогнозов Пятого доклада МГЭИК [21].



II вариант: B1 (low-emissions scenario) – более «мягкий» сценарий, невысокие выбросы парниковых газов, весьма вероятно внезапная глобализация, число жителей изменяется подобно тому, как планируется в сценарии A1, но происходит весьма быстрое превращение экономической системы в информационную, общество становится менее потребительским, идет интенсивное внедрение новых чистых технологий.

Для бассейнов рек Белорусского Полесья более подробный прогноз климата с учетом региональной его изменчивости, выявленной по метеорологическим станциям за период с 1961 по 2015 год, разработан с использованием наиболее неблагоприятных (консервативных) сценариев наибольшего повышения температуры и снижения осадков, а также с учетом линейной интерполяции (табл. 3.61–3.62, рис. приложения Б).

С учетом использования наиболее консервативных сценариев изменения климата повышение температуры в бассейнах рек Днепр и Припять в среднем за год может составить до 1,9 °С при максимальном повышении зимой на 2,3 °С, летом – на 1,9 °С, весной и осенью – примерно на 1,7 °С. При этом годовое количество осадков изменится незначительно (суммарно за год уменьшится на 2 %) с увеличением их зимой (в среднем на 7 %), максимальным уменьшением летом (в среднем на 10 %), в меньшей степени – уменьшением весной (на 4 %) и незначительным уменьшением осенью (в среднем на 1,6 %).

В наиболее общем виде по сценариям изменения климата на период 2021–2050 гг. (для среднего значения 2035 г.) для бассейнов рек Западный Буг можно сформулировать следующие выводы.

В среднем за год в бассейне р. Западный Буг могут произойти следующие изменения климата:

- повышение температуры воздуха на 1,7 °С по сценарию A1B с максимальным повышением температуры в зимние и весенние месяцы (на 3,1 °С);
- повышение температуры воздуха на 1,3 °С по сценарию B1 с максимальным повышением температуры в зимние и весенние месяцы (на 2,6 °С);
- увеличение осадков на 3,1 % по сценарию A1B с уменьшением количества осадков в летние месяцы (на 10 %) и увеличением количества осадков в другие месяцы;
- увеличение осадков на 1,1 % по сценарию B1 с уменьшением количества осадков в летние месяцы (на 14 %) и увеличением – в другие месяцы.

На рисунках 3.87–3.92 представлены прогнозные оценки климатических характеристик для бассейнов рек Белорусского Полесья на период до 2035 года.

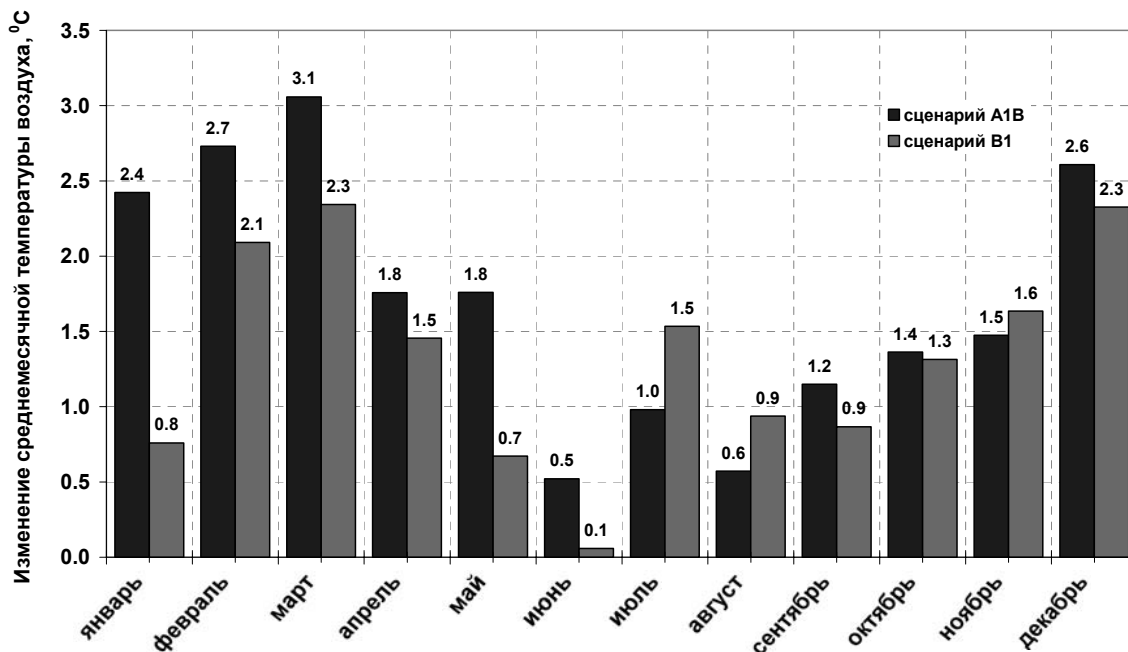


Рисунок 3.87 – Прогноз изменения среднемесячной температуры воздуха (°C) для бассейна р. Западный Буг до 2035 г. (средняя величина за период 2021–2050 гг.)

Обобщенные прогнозные изменения климатических характеристик в бассейнах рек Белорусского Полесья на период до 2035 г. представлены в таблицах 3.61 и 3.62.

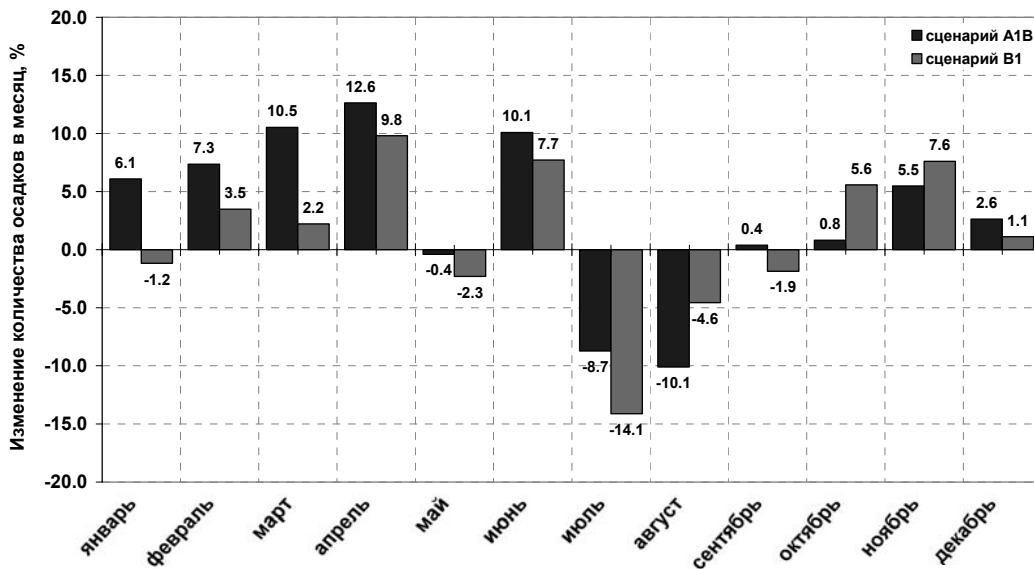


Рисунок 3.88 – Прогноз изменения месячного количества осадков (%) для бассейна р. Западный Буг до 2035 г. (средняя величина за период 2021–2050 гг.)

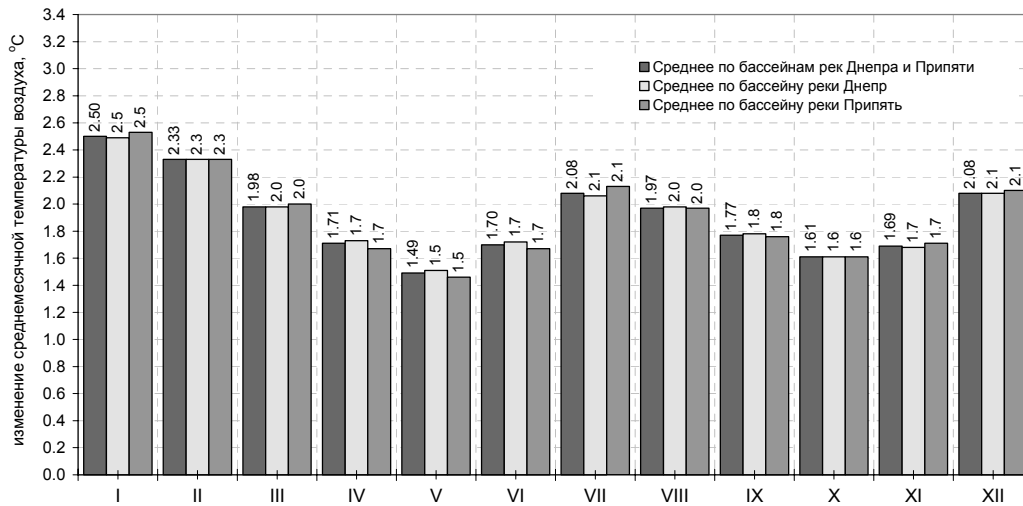


Рисунок 3.89 – Внутригодовое (с помесечной градацией) прогнозируемое распределение изменения температуры воздуха (°C) на период до 2035 г. в бассейнах рек Днепр и Припять

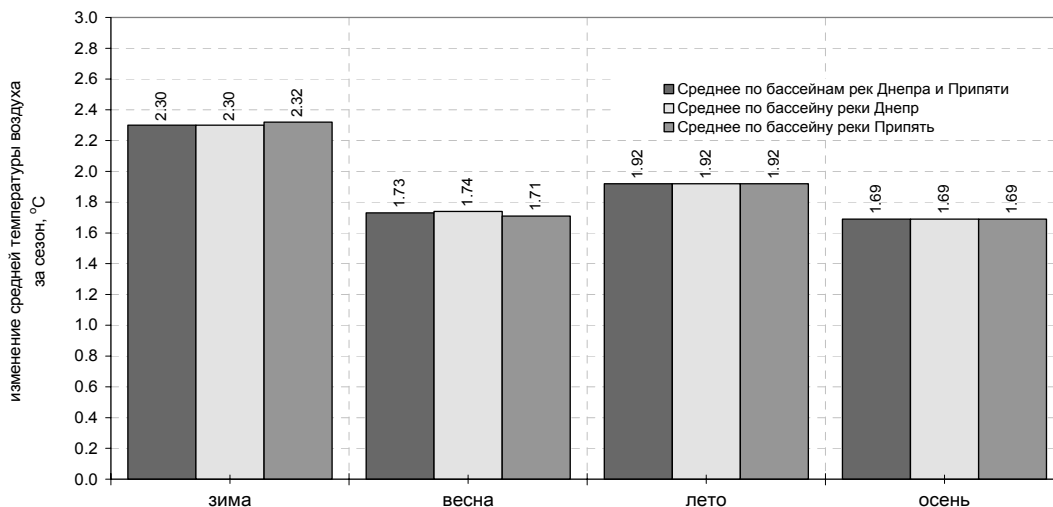


Рисунок 3.90 – Внутригодовое (с градацией по сезонам) распределение прогнозируемого изменения температуры воздуха (°C) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

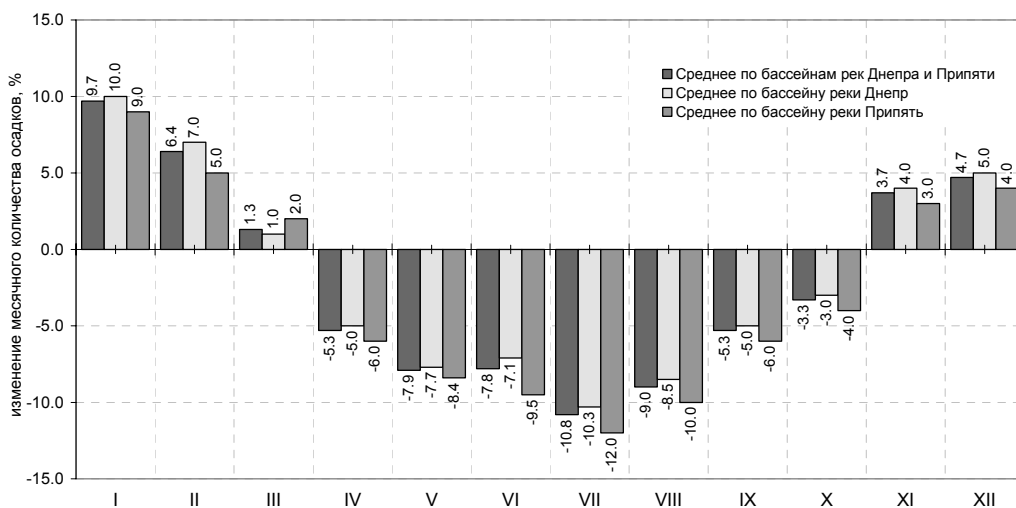


Рисунок 3.91 – Внутригодовое (с помесечной градацией) распределение прогнозного изменения месячного количества осадков (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

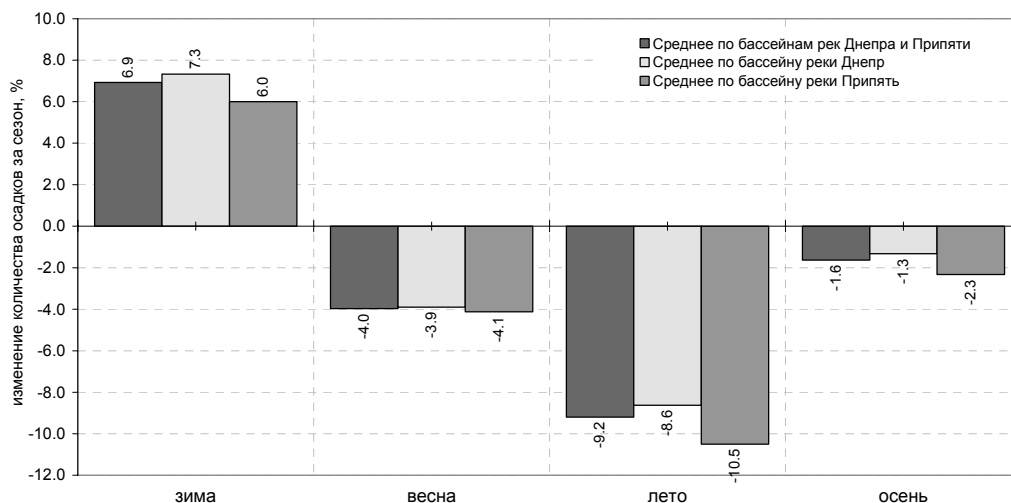


Рисунок 3.92 – Внутригодовое (с градацией по сезонам) прогножное распределение изменения количества осадков (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

Таблица 3.61 – Итоговая обобщенная таблица прогнозного изменения температуры воздуха (°C) в бассейнах рек Белорусского Полесья на период до 2035 г.

Месяцы												Год	Сезоны				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень	
<i>Минск</i>																	
2,4	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7	2,5	2,2	1,9	1,7	1,9	2,2	<b>2,1</b>	2,4	2,0	2,1	1,8	
<i>Березино</i>																	
2,4	2,4	2,0	1,8	1,5	1,9	2,0	2,0	1,7	1,6	1,7	2,3	<b>1,9</b>	2,4	1,7	2,0	1,7	
<i>Марына Горка</i>																	
2,5	2,6	2,2	1,9	1,7	2,0	2,1	2,2	2,0	1,8	1,8	2,2	<b>2,1</b>	2,4	1,9	2,1	1,9	
<i>Могилев</i>																	
2,5	2,0	1,7	1,7	1,3	1,1	1,8	1,7	1,6	1,4	1,4	1,8	<b>1,7</b>	2,1	1,5	1,5	1,5	
<i>Бобруйск</i>																	
2,3	2,2	1,7	1,4	1,3	1,4	2,1	1,9	1,5	1,4	1,6	1,8	<b>1,7</b>	2,1	1,4	1,8	1,5	
<i>Жлобин</i>																	
2,7	2,6	2,3	1,9	1,7	2,2	2,3	2,3	2,0	1,9	1,8	2,2	<b>2,1</b>	2,5	1,9	2,3	1,9	
<i>Гомель</i>																	
2,8	2,5	2,2	1,9	2,0	2,1	2,7	2,4	2,1	1,9	1,8	2,0	<b>2,2</b>	2,4	2,0	2,4	1,9	
<i>Василевичи</i>																	
2,4	2,0	1,5	1,3	1,4	1,5	2,0	1,8	1,6	1,5	1,6	2,0	<b>1,7</b>	2,1	1,4	1,8	1,6	

## Климатические ресурсы Белорусского Полесья

Месяцы												Год	Сезоны			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень
<i>Брагин</i>																
2,3	2,3	1,7	1,4	1,4	1,8	1,9	1,8	1,6	1,5	1,7	1,8	<b>1,8</b>	2,1	1,5	1,8	1,6
<i>Славгород</i>																
2,6	2,4	2,2	1,8	1,6	1,9	2,0	2,1	1,9	1,8	1,7	2,2	<b>2,0</b>	2,4	1,8	2,0	1,8
<i>Докшицы</i>																
2,2	2,3	2,1	1,9	1,4	1,5	1,8	1,7	1,8	1,6	1,7	2,4	<b>1,9</b>	2,3	1,8	1,7	1,7
<i>Мозырь</i>																
2,5	2,0	2,1	2,0	1,6	1,6	2,5	2,2	2,0	1,6	2,1	2,2	<b>1,9</b>	2,1	1,8	2,0	1,9
<i>Житковичи</i>																
2,6	2,1	2,1	1,7	1,6	1,7	2,5	2,3	2,0	1,7	2,2	2,4	<b>2,0</b>	2,2	1,7	2,0	2,0
<i>Пинск</i>																
2,5	2,4	2,5	2,0	2,0	1,9	2,8	2,6	2,2	2,1	2,4	2,6	<b>2,2</b>	2,4	2,1	2,3	2,2
<i>Слуцк</i>																
2,4	2,1	2,2	1,8	1,4	1,5	2,3	2,1	1,9	1,7	2,2	2,5	<b>1,9</b>	2,2	1,7	1,8	1,9
<i>Полесская</i>																
2,2	2,2	1,4	1,2	1,2	1,7	1,6	1,7	1,5	1,5	0,9	1,6	<b>1,5</b>	1,9	1,2	1,5	1,3
<i>Ганцевичи</i>																
2,7	2,7	1,9	1,5	1,3	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,2	1,8	<b>1,6</b>	2,3	1,5	1,4	1,3
<i>Октябрьский</i>																
2,8	2,8	1,8	1,5	1,1	1,7	1,6	1,4	1,3	1,3	1,0	1,6	<b>1,6</b>	2,3	1,4	1,4	1,2
<i>Среднее по бассейнам рек Днепра и Припяти</i>																
2,5	2,3	2,0	1,7	1,5	1,7	2,1	2,0	1,8	1,6	1,7	2,1	<b>1,9</b>	2,3	1,7	1,9	1,7
<i>Среднее по бассейну реки Днепр</i>																
2,5	2,3	2,0	1,7	1,5	1,7	2,1	2,0	1,8	1,6	1,7	2,1	<b>1,9</b>	2,3	1,7	1,9	1,7
<i>Среднее по бассейну реки Припять</i>																
2,5	2,3	2,0	1,7	1,5	1,7	2,1	2,0	1,8	1,6	1,7	2,1	<b>1,8</b>	2,2	1,6	1,8	1,7

Таблица 3.62 – Итоговая обобщенная таблица прогнозного изменения количества осадков (%) в бассейнах рек Белорусского Полесья на период до 2035 г.

Месяцы												Год	Сезоны			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень
<i>Минск</i>																
18,5	1,0	-6,8	1,8	-23,5	-4,1	-4,9	-9,3	-9,5	-12,0	4,1	0,3	<b>-2,9</b>	6,6	-10,3	-5,6	-5,5
<i>Березино</i>																
3,8	-7,3	-0,3	-9,4	-8,0	-22,6	-15,1	-9,5	-6,2	-18,8	2,6	-5,5	<b>-7,7</b>	-2,4	-5,2	-16,1	-7,3
<i>Марьина Горка</i>																
18,9	-0,6	6,3	-4,0	-20,3	-10,3	-1,0	-22,1	-9,5	-15,5	3,5	7,6	<b>-4,0</b>	9,7	-7,6	-10,5	-7,0
<i>Могилев</i>																
14,4	15,4	7,4	2,4	-22,6	-10,0	-17,6	-4,5	-14,9	-0,8	4,1	4,2	<b>-2,9</b>	10,9	-6,2	-11,0	-4,0
<i>Бобруйск</i>																
12,9	9,3	7,6	-3,5	12,7	-3,7	-18,2	-26,8	-18,3	-11,8	-2,9	2,8	<b>-4,5</b>	7,9	6,3	-15,6	-10,8
<i>Жлобин</i>																
1,3	5,2	6,9	-7,5	1,9	-18,6	-5,6	-26,1	-4,2	-6,3	6,6	15,8	<b>-2,7</b>	8,6	0,9	-15,6	-0,9
<i>Гомель</i>																
-1,3	-7,1	1,0	3,5	-4,3	-10,3	-3,5	-2,3	12,9	3,5	11,0	0,2	<b>2,7</b>	-1,9	4,2	-3,9	9,4
<i>Василевичи</i>																
-7,5	-9,2	-12,0	-14,5	-12,8	-4,8	-3,9	-6,2	21,7	4,9	6,1	10,1	<b>1,8</b>	-0,4	-4,6	-2,6	10,5
<i>Брагин</i>																
7,1	-0,4	10,5	-14,1	-5,9	-0,3	-21,0	-7,2	19,2	2,6	3,7	11,9	<b>2,1</b>	7,6	-3,9	-5,5	8,7
<i>Славгород</i>																
2,3	3,4	-5,4	-2,7	-3,2	-1,3	-14,1	-4,8	-13,4	-1,3	3,0	4,0	<b>0,6</b>	3,7	9,4	-6,8	-3,8
<i>Докшицы</i>																
25,7	28,2	-2,3	-8,7	-17,1	-8,2	-4,9	-7,5	-15,9	-7,1	-0,6	10,3	<b>0,5</b>	20,0	-9,3	-0,9	-7,7
<i>Мозырь</i>																
19,1	16,6	23,8	-1,5	2,8	-20,7	-19,5	-5,9	4,6	20,0	9,9	19,0	<b>3,4</b>	27,0	15,1	-4,7	21,2

Природно-ресурсный потенциал

Месяцы												Год	Сезоны			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень
<i>Житковичи</i>																
16,5	8,6	14,6	0,5	-5,4	-12,7	10,2	-0,7	-2,5	-0,2	5,5	5,1	<b>3,7</b>	18,2	10,5	9,7	10,9
<i>Пинск</i>																
17,6	-0,8	0,3	-8,2	-9,1	-9,6	-17,9	-4,9	-7,7	-17,3	10,2	11,2	<b>-2,9</b>	18,2	2,6	-0,1	4,9
<i>Слуцк</i>																
20,0	5,2	-8,7	-6,7	-4,7	-5,1	-16,2	-24,6	-21,8	-14,7	0,4	3,6	<b>-4,2</b>	17,7	7,2	-1,3	-2,2
<i>Полесская</i>																
-22,0	-17,2	-24,6	-11,3	-19,0	-16,9	-11,7	-4,4	-11,0	-13,2	-9,3	-16,5	<b>-12,8</b>	-26,1	-26,3	-25,1	-22,5
<i>Ганцевичи</i>																
0,1	3,1	-7,8	-6,7	-6,8	-0,1	-7,8	-16,5	0,7	-14,0	2,0	-1,8	<b>-3,6</b>	-11,2	-17,4	-22,5	-17,0
<i>Октябрьский</i>																
11,8	19,8	16,2	-8,4	-16,3	-1,1	-21,4	-13,3	-4,2	11,3	2,2	7,5	<b>-1,0</b>	-1,6	-17,4	-25,8	-11,2
<i>Среднее по бассейнам рек Днепра и Припяти</i>																
9,7	6,4	1,3	-5,3	-7,9	-7,8	-10,8	-9,0	-5,3	-3,3	3,7	4,7	<b>-1,97</b>	6,93	-3,97	-9,20	-1,63
<i>Среднее по бассейну реки Днепр</i>																
10,0	7,0	1,0	-5,0	-7,7	-7,1	-10,3	-8,5	-5,0	-3,0	4,0	5,0	<b>-1,63</b>	7,33	-3,90	-8,63	-1,33
<i>Среднее по бассейну реки Припять</i>																
9,0	5,0	2,0	-6,0	-8,4	-9,5	-12,0	-10,0	-6,0	-4,0	3,0	4,0	<b>-2,74</b>	6,00	-4,13	-10,50	-2,33

## Глава 4. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

### 4.1. Гидрография

Современная гидрологическая сеть Белорусского Полесья принадлежит к бассейнам Балтийского и Черного морей, водораздел которых проходит по северу Припятского Полесья к западу Загородской равнины. Гидрографическая сеть на территории Белорусского Полесья представлена крупными реками бассейна Днепра, включая его основные притоки – Припять, Сож, Березину, а также правыми притоками р. Западный Буг и некоторыми левыми притоками р. Неман. Речная сеть Полесья хорошо развита в основном за счет большого количества малых рек с постоянным течением. Главная река Полесья, его экологическая ось – Припять.

Полесская низменность является уникальной физико-географической областью, занимает южную часть Беларуси на площади 88 тыс. км<sup>2</sup>, что примерно составляет около 42 % территории республики. Болота и заболоченные земли занимают примерно 4 млн га. Заболоченность вызвана плоским равнинным рельефом, близким залеганием грунтовых вод, а также частыми и продолжительными половодьями и паводками.

Река Припять является главной водной артерией Полесской низменности, протекает по Украине и Беларуси. Длина р. Припять 761 км, из которых 500 км приходится на территорию Беларуси, при этом площади водосбора соответственно равны 121 и 52,7 тыс. км<sup>2</sup>. Общее падение реки 69,5 м, средний уклон водной поверхности 0,09 ‰, коэффициент извилистости – 1,25. Общее направление течения реки широтное: с запада на восток. Река берет начало в районе г. Владимир-Вольнский. Исток ее расположен возле с. Гуполы к юго-западу от г. Шацк на высоте 165 м над уровнем моря. Примерно 200 км река протекает по территории Украины, затем почти 500 км – по территории Беларуси. Устьевой участок реки длиной 70 км – от с. Красно до впадения в Киевское водохранилище (р. Днепр) находится в пределах Украины. От истока до г. Пинск (Беларусь) река течет преимущественно с юго-запада на северо-восток. У г. Пинск Припять поворачивает на восток и течет почти по широтному направлению до г. Мозырь, где меняет свое направление на юго-восток, которое сохраняется до самого устья.

Форма бассейна р. Припять приближается к квадратной с некоторой изрезанностью водораздельной линии. Граничит бассейн на северо-востоке с бассейнами Березины и Днепра, на юге – с бассейнами рек – притоков Южного Буга и Днестра, на юго-западе, западе и северо-западе – с бассейнами Западного Буга и Немана. Бассейн р. Припять расположен на юго-западе Восточно-Европейской равнины в пределах зон смешанных лесов и лесостепи.

Речная сеть развита слабо (густота речной сети 0,20 км/км<sup>2</sup>). Поймы сильно заболоченные и заросшие древесной растительностью, а их ширина колеблется от сотен метров до 30 км. Долины рек плоские, сливающиеся с окружающей болотной местностью. Долина Припяти четко не выражена, двухсторонняя, низкая. Русло р. Припяти в истоке канализированное, на остальном протяжении извилистое, слабо меандрирующее, разветвленное, изобилует заливами и примыкающими староречьями. Ширина русла в истоке от 5–10 м, в среднем течении выше устья р. Горынь – до 80 м, ниже – от 130 до 170 м, а у г. Мозырь достигает 250 м. Глубина воды на перекатах 1,0–1,5 м и меньше, а на плесах обычно более 1,5–2,0, достигая 3–5 м и больше. Скорости течения в меженный период колеблются в значительных пределах в зависимости от глубины участков реки от 0,1–0,2 до 0,3–0,5 м/с и более. В среднем и нижнем течении русло Припяти во многих местах разбивается на сложную сеть проток, рукавов и староречий. Часто встречаются острова, различные по размерам и форме. Все они песчаные, низкие, затопляемые, поросшие осокой, камышом или ольхово-ивовым кустарником. Берега рек здесь чаще всего низкие, заболоченные. Речная сеть состоит из 10,5 тыс. рек и ручьев, включая водотоки длиной менее 10 км. Общая длина речной сети свыше 47 тыс. км. Ручьи составляют 93 % от общего числа водотоков, и их суммарная длина равна почти 55 % длины всей речной сети [75].

Наиболее крупными левобережными притоками Припяти являются рр. Ясельда, Лань, Случь, Птичь, Пина, Бобрик, Цна, Иппа, а правобережными – рр. Стоход, Горынь, Ствига, Убороть, Словечна (рис. 4.1).

Большинство рек Полесья в связи с равнинным характером рельефа имеют незначительные уклоны. Преобладающие уклоны малых рек значительно меньше, чем в других регионах республики. На малых реках 1–1,5 ‰, средних – 0,2–0,3 ‰, а р. Припяти – 0,07–0,08 ‰. Такие реки, как Птичь, Лань, Морочь, Ствига, Горынь, в верховьях имеют уклоны от 2 до 5 ‰. Наименьшими уклонами (около 0,15 ‰) характеризуются рр. Ясельда и Пина. Преобладающие уклоны малых рек 1–1,5 ‰, средних – 0,2–0,3 ‰, а Припяти и Пины – 0,07–0,08 ‰ (рис. 4.2). В пределах заболоченной низменности скорость водотоков в межень обычно не превышает 0,10–0,015 м/с, реже составляет 0,3–0,5 м/с.

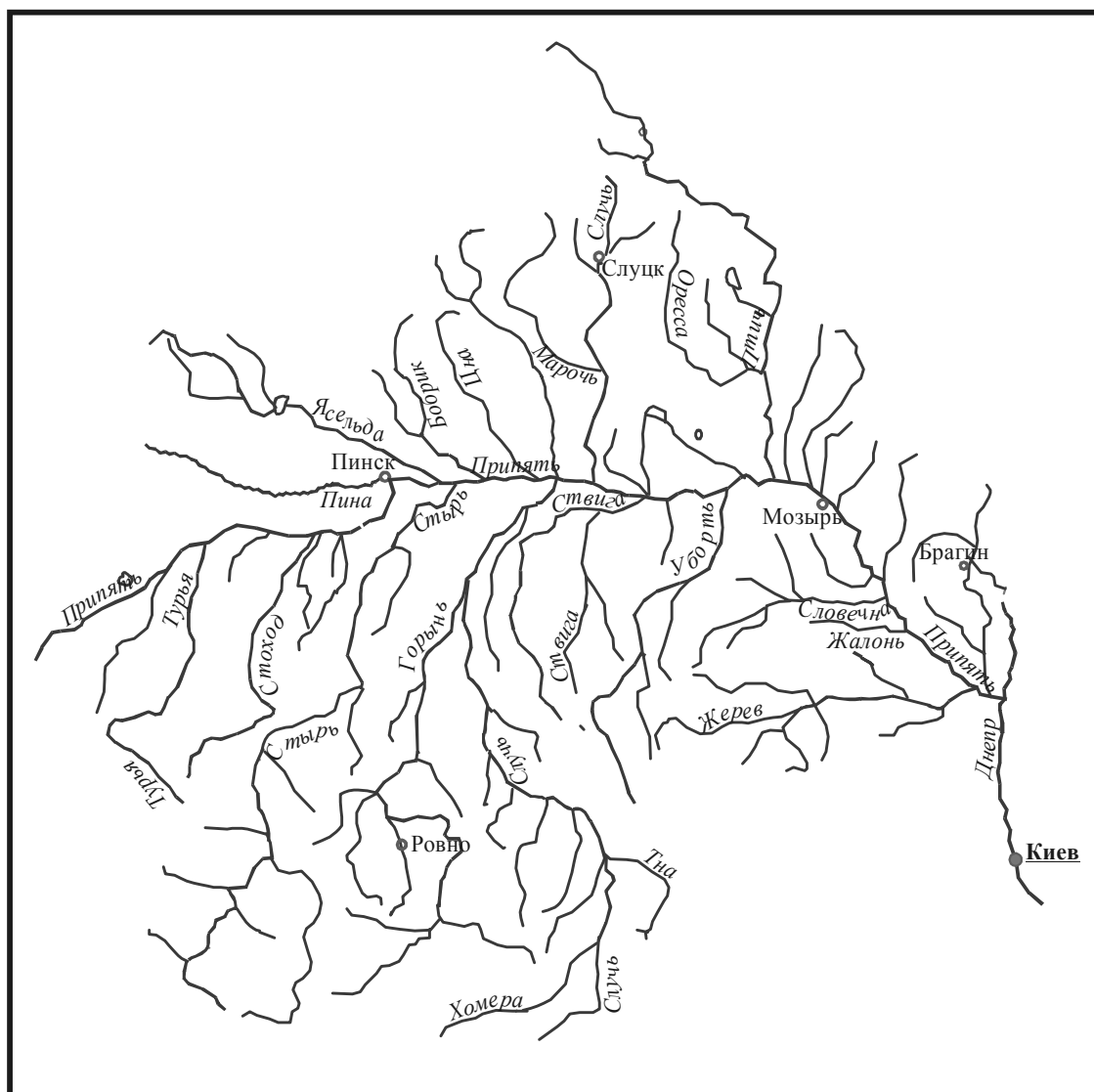


Рисунок 4.1 – Гидрографическая сеть бассейна р. Припять

В Полесье реки имеют широкие, слабо врезанные, неясно выраженные долины, склоны их пологие, незаметно переходящие в водораздельные пространства. Поймы низкие, широкие, часто заболоченные. Руслу большинства рек извилистые, разветвленные, для многих рек типично широкое распространение участков свободного меандрирования. Лабиринт староречий, проток, канав местами так запутан, что не всегда удастся в нем найти главное русло. Ширина рек здесь изменяется в пределах 5–10 м в верховьях и 20–40 м в нижних течениях, местами увеличиваясь до 60–80 м.

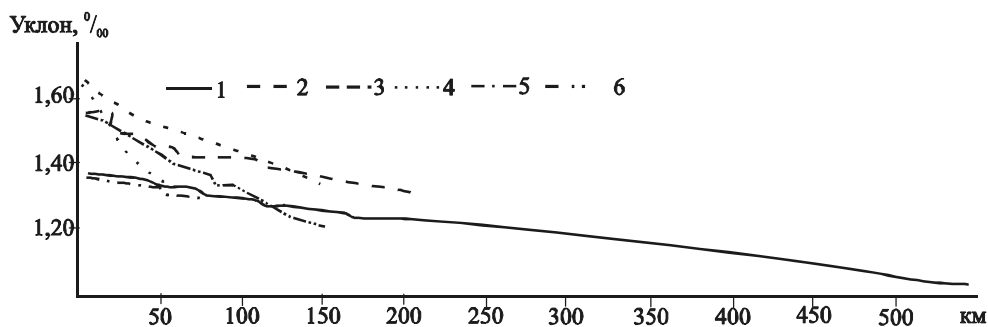


Рисунок 4.2 – Продольные профили рек: 1 – Припять, 2 – Щара, 3 – Ясельда, 4 – Зельвянка, 5 – Горынь, 6 – Западный Буг

В связи с интенсивным развитием осушительных мелиораций гидрологическая сеть Белорусского Полесья представлена густой сетью осушительных каналов, многие реки полностью или частично канализованы – рр. Бобрин, Лань, Малорита, Мухавец, Пина, Рыга, Стырь, Цна, Ясельда и

др. При канализировании рек их русла углублялись, проводилось выпрямление меандров, как результат – произошло изменение уклона русла и соответственно увеличение скорости течения рек.

Средняя естественная густота речной сети составляет 0,26–0,32 км/км<sup>2</sup>, и около половины водотоков короче 10 км образует сеть осушительных каналов. В настоящее время густота речной сети по бассейну составляет 0,42 км/км<sup>2</sup>, что несколько меньше, чем в среднем по Беларуси (0,44 км/км<sup>2</sup>). В бассейне Западного Буга густота речной сети уменьшается до 0,35 км/км<sup>2</sup>, в бассейне р. Щары – увеличивается до 0,45 км/км<sup>2</sup>. Для бассейна Припяти характерны колебания густоты речной сети от 0,23 до 0,45 км/км<sup>2</sup> на востоке водосбора области.

Питание рек смешанное, основные источники его – атмосферные осадки, ранней весной питанием для рек служат талые воды, зимой – преимущественно грунтовые, в остальное время – атмосферные осадки и грунтовые воды. Реки Полесья используются в качестве судоходных путей сообщения промысла рыбы, орошения, для рекреационных целей, являются источниками хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения.

Основные гидрографические характеристики рек Полесья представлены в таблице 4.1.

Равнинность водоразделов речных систем Полесья позволила еще в конце XVIII в. связать их судоходными каналами. В Белорусском Полесье построены два водораздельных соединительных канала: Днепровско-Бугский и Огинский. Первый (общей длиной 196 км) является частью Днепровско-Бугского водного пути длиной около 735 км, который включает, кроме собственного канала, также рр. Припять, Пину, Мухавец и соединяет р. Днепр с р. Западным Бугом р. Мухавец (приток Западного Буга) с р. Пина (приток Припяти).

Таблица 4.1– Гидрографические характеристики водосборов рек Полесья

Река – пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Длина реки от истока до пункта наблюдений, км	Средняя высота водосбора, м	Уклон реки, ‰		Средний уклон водосбора, ‰	Озерность водосбора, %	Заболоченность водосбора, %	Лес, %		Густота речной сети, км/км <sup>2</sup>
				средний	средневзвешенный				заболоченный	сухой	
Копаявка – д. Черск	218	27	160	0,37	0,35	2,66	1	22	3	32	0,43
Мухавец – г. Брест	6590	121	154	0,24	0,15	3,81	2	31	5	20	0,36
Рыга – д. Мал. Радваничи	1600	72	160	0,31	0,21	-	5	32	7	30	0,36
Лесная – г. Каменец	1840	12	164	0,41	0,35	10,3	0	18	6	33	0,4
Пульва – г. Высокое	317	26	170	0,98	0,77	10,8	1	14	0	16	0,35
Днепр – г. Речица	58200	997	182	0,13	0,09	7,58	1	7	10	31	0,39
Сож – г. Гомель	38900	543	179	0,21	0,11	9,82	1	8	2	22	0,39
Уза – д. Прибор	760	65	136	0,32	0,26	6,5	1	14	0	4	0,28
Припять – д. Черничи	74000	418	200	0,11	0,08	5,31	1	17	12	15	0,41
Припять – г. Мозырь	101000	590	188	0,10	0,08	5,31	1	14	16	19	0,41
Неслуха – д. Рудск	340	25	149	0,57	0,48	4,95	1	18	2	15	0,54
Ясельда – г. Береза	916	72	164	0,31	0,27	4,7	1	35	7	30	0,39
Ясельда – д. Сенин	5110	189	156	0,18	0,16	4,17	1	32	12	22	0,42
Меречанка – д. Красеево	131	21	153	0,94	0,86	9,74	0	24	0	19	0,51
Цна – д. Дятловичи	969	95	155	0,58	0,37	3,6	1	17	46	20	0,4
Горынь – д. М.Викоровичи	27000	589	233	0,36	0,2	-	1	7	5	16	0,45
Случь – д. Ленин	4480	154	162	0,22	0,22	8,34	1	17	17	15	0,47
Уборть – д. Краснобережье	5260	248	177	0,35	0,29	7,06	1	11	37	28	0,38
Птичь – д. Лучицы	8770	360	165	0,47	0,23	7,45	1	7	15	34	0,49
Оресса – д. Андреевка	3580	119	147	0,23	0,15	4,62	1	7	18	36	0,54
Словечна – д. Кузьмичи	914	82	171	2,20	0,74	10,6	0	12	20	49	0,38

Канал используется также как водоприемник мелиоративных систем в его бассейне, главным образом с Ореховского, Головного, Ляховичского каналов и рек Мухавец, Рита, Жабинка, Неслуха и др.

По интенсивности использования в советский период канал занимал первое место в Беларуси. На запад по каналу в Польшу и другие страны Восточной Европы шли железная руда, строительные



и другие материалы. Пропускная способность пути после Второй мировой войны составляла около 1 млн т грузов за навигацию. Брест занимал первое место по грузообороту в Беларуси.

Днепровско-Неманский водный путь проходит по рр. Припять, Ясельда, Щара, Неман и Огинскому каналу. После 1941 г. система утратила свое значение.

Огинский (Днепровско-Неманский) канал соединяет р. Ясельду (приток Припяти) с р. Щара (приток Немана). Он был построен в 1767–1783 гг. для перевозки грузов, главным образом леса, с из бассейна Припяти в бассейн Немана по инициативе и на средства слонимского магната М. Агинского. Его общая длина вместе с Выгоновским озером составляет 54 км. Принимает сток с из мелиоративных каналов. Во время Второй мировой войны гидротехнические сооружения на Огинском канале были разрушены, он обмелел и утратил судоходное значение.

В 1974–1978 гг. в бассейне Припяти был построен судоходный Микашевичский канал длиной 7 км от р. Припять к речному порту Микашевичи для вывоза продукции производственного объединения «Гранит» по Беларуси и за ее пределы. В 1979–1980 гг. он был углублен, причал перестроен.

*Озера Полесья* отличаются по размерам, внешнему виду, морфометрическим особенностям котловин. Основа их питания – атмосферные осадки и подземные воды. Многие озера дают начало рекам, а также сконцентрированы в долинах рек (старичные озера). Озера-старицы встречаются в долине Припяти и ее притоков. Они имеют небольшие размеры, продолговатую или серповидную форму, малую глубину, широкое распространение водной растительности.

Встречаются одиночные озерные группы. Озера относятся к категории небольших и неглубоких. В целом озерность территории невысокая (1–2 %). Наибольшее озеро Полесья – Червоное (Князь-озеро) расположено на севере Житковичского района.

Большие по площади и неглубокие озера, образовавшиеся при подъеме грунтовых вод и расположенные в плоских понижениях, называют озерами-разливами. Эти озера типичные для Полесья (Выгоновское, Споровское, Олтушское). Озера-разливы значительные по площади, мелководные, с низкими заболоченными берегами. Некоторые озера образовались в результате карстовых процессов. Они занимают небольшую площадь, но их котловины имеют значительную глубину (Вульковское  $h = 23,8$  м, Соминское  $h = 33,5$  м в Ивацевичском районе, Белое  $h = 21,5$  м в Брестском районе).

Гидрологический режим озер определяется климатическими особенностями и строением подводной части их котловин.

Большинство озер Полесья слабопроточные. Уровень воды в озерах поднимается во второй половине марта, после таяния снега. Но при небольших запасах влаги в снежном покрове и низменных заболоченных берегах озер, высота подъема воды незначительна.

Тепловой режим озер характеризуется прямой летней и обратной зимней стратификацией. Летом поверхностный слой воды прогревается до 18–20 °С, с глубиной температура воды понижается примерно на 3–5 °С на каждый метр. Мелководные озера летом прогреваются до самого дна. Зимой у поверхности температура воды около 0 °С, с глубиной она повышается до 4 °С. В суровые зимы мелководные озера могут промерзнуть до самого дна.

В газовом режиме наибольшее значение для развития организмов имеет содержание в воде кислорода и углекислого газа. Летом кислород насыщает поверхностные слои воды в озерах, с глубиной его количество уменьшается. При прогревании воды неглубоких озер летом наблюдается так называемое цветение воды вследствие массового размножения водорослей. В это время вода насыщается кислородом за счет усиления фотосинтеза. В зимнее время содержание кислорода в мелких озерах снижается до критических величин, что ведет к заморам рыбы. Усиленные процессы гниения остатков органики на дне озер полесского типа определяют низкое содержание кислорода даже летом.

Озера Полесья имеют в основном слабую гидрокарбонатно-кальциевую минерализацию. Поскольку в питании озер значительную роль играют болотные воды, то вода в них приобретает желтовато-коричневый цвет. Основной гидрохимический показатель – активная реакция воды (рН), близкая к нейтральной, летом в мелководных озерах, где значительная доля в питании приходится на болотные воды, реакция воды – слабощелочная.

Гидрологические и гидрохимические особенности озер Полесья обуславливают развитие живых организмов в их водах.

Основу биомассы в озерах образуют растения. Высшие растения расселяются концентрическими полосами в прибрежной части озер: надводные или полупогруженные растения (тростник, камыш), плавающие на поверхности растения (белые и желтые горлачки, рдесты), до глубины 3–4 м растут преимущественно погруженные в воду рдесты, а глубже 4 м – роголистник, элодея. В составе планктона преобладают микроскопические диатомовые, зеленые, сине-зеленые водоросли, а также веслоногие и ветвистоусые рачки, коловратки. Бентосная группа животных состоит из малощетинко-

вых червей, моллюсков, ракообразных. Представители планктона и бентоса являются пищевой базой для озерных рыб. В озерах области встречаются окунь, щука, ряпушка, карась, лещ, плотва.

Хозяйственное использование озер Полесья включает рыболовство и рыбоводство, использование в хозяйственно-бытовых и сельскохозяйственных целях, для рекреации, мелиорации, добычи сапропелей.

На Полесье построено более 40 *водохранилищ*, которые делятся на речные и наливные. Речные водохранилища образуются водоподпорными сооружениями в долинах рек (Великоборское, Княжеборьевское, Береза-1 и др.). Наливные водохранилища строятся на мелиорируемых землях, и вода в них подается с помощью насосов (Велута, Светлогорское, Днепровско-Брагинское и др.). Некоторые водохранилища созданы путем увеличения площади озер (Погост, Луковское). По морфометрическим показателям водохранилища относятся к числу небольших и малых.

Водоохранилища принадлежат к полесскому типу, который характеризуется наибольшими в Беларуси площадями затопления и незначительными глубинами. Уровень воды поддерживается искусственным регулированием стока. Подавляющее большинство водохранилищ имеет хорошо выраженное снижение воды зимой, период весеннего наполнения и летне-осеннюю сработку.

На территории Полесья издавна строились небольшие искусственные водоемы – *пруды*, которые создавались путем перегораживания плотинами малых рек, ручьев, временных водотоков, в искусственных выемках, в понижениях рельефа и т. д. Пруды аккумулируют речной сток, используются для орошения, увлажнения сельскохозяйственных земель, хозяйственно-бытовых, противопожарных и рекреационных целях, рыбоводства и разведения водоплавающей птицы.

На Полесье насчитывается свыше 300 прудов. Большинство действующих прудов относятся к малым. Велико значение прудов в формировании микроклимата. Их строительство на территории осушенных торфяников способствует повышению уровня грунтовых вод, а это, в свою очередь, приводит к увеличению влажности почвы, что уменьшает ночное понижение температуры на 8–10 %.

На территории Полесья известно о более чем 30 *родниках* (в пределах Брестской области). Так как в Полесье преобладают плоские заболоченные озерно-аллювиальные и зандровые низины, ложбины стока, то происхождение родников связано с неглубоким залеганием грунтовых вод и расположены они в заболоченных топях. Больше всего известно и описано родников на территории Пинского района (12), который лежит в пределах Логишинской водно-ледниковой равнины с краевыми ледниковыми образованиями, восточной части Загородья и Луинецкой аллювиальной низины. К краевым ледниковым образованиям с гляциодислокациями и заторфованным понижениям водно-ледниковых равнин Загородья приурочены также источники в Ивановском и Дрогичинском районах. В связи с высокой заболоченностью территории и широким проведением мелиоративных работ верхние водоносные горизонты часто вскрываются в мелиоративных каналах, что является причиной образования многих родников в полесской части Брестской области (Дрогичинский, Столинский, Луинецкий районы).

Родники могут быть как самостоятельными водными объектами, так и составляющими более крупных водных систем. Нередко они дают начало ручьям и речкам, например, с родников начинаются реки Кривуля, Старишовка (Каменецкий район), Лесная Левая и Ясельда (Пружанский). Реки Вислица (Пинский), Лесная (Брестский), канал Жегулянский (Березовский), озеро Страдечское (Брестский) и многие другие подпитываются родниковой водой.

По приуроченности к типам подземных вод (условиям питания) родники относятся к питающимся грунтовыми водами. Они обычно действуют круглый год, но подвержены сезонным колебаниям дебита, температуры и состава вод. Однако такие сезонные колебания невелики в связи с относительно равномерным увлажнением на протяжении года. В зависимости от характера выхода грунтовых вод на поверхность в Полесье наиболее распространены эрозионные (депрессионные) родники, появляющиеся в результате углубления речной сети и вскрытия водоносных горизонтов. В д. Остромичи Кобринского района, д. Завершье Дрогичинского района, д. Глинка Столинского района родники выходят на склонах или у дна мелиоративных каналов. Родники у д. Лахва Луинецкого района, в д. Шумаки Брестского района выходят на поверхность по берегам рек, а родник у д. Медно Брестского района – у берега озера Страдечского. Субквальные родники встречаются на дне пруда у д. Пелище Каменецкого района.

По морфологии выходов подземных вод на шире всего представлены топи – заболоченные понижения, на дне которых на поверхность выступают грунтовые воды. Например, у д. Вартыцк Ивановского района грунтовые воды выходят на поверхность в замкнутом заболоченном понижении, заросшем ольхой. От источника берет начало ручей, теряющийся среди болотной растительности. В заболоченном понижении на территории Дубойского парка в Пинском районе установившийся уровень воды составляет лишь 20 см, а ниже до глубины 80 см залегает ил. Топями являются родники, расположенные в лесу северо-западнее д. Дубой Пинского района, у хутора Няневичи Брестского района.

Реокрены, или собственно родники, образуются на местности с уклоном поверхности и имеют четко выраженный выход грунтовых вод на поверхность. Такой тип родников встречается на склонах или у подножия холмов, речных долин или мелиоративных каналов, где выклиниваются водоносные горизонты. Например, родник у д. Остромичи Кобринского района расположен на склоне мелиоративного канала. Родник у г. Столин бьет у подножия северного склона золотого холма.

В связи с относительно слабым вертикальным расчленением территории, высокой заболоченностью и густой гидрографической сетью широко представлены лимнокрены. Они представляют собой выходы грунтовых вод в виде ключей на дне водоемов (рек, озер, мелиоративных каналов) – д. Пелище Каменецкого района. Такой тип источников встречается на дне мелиоративных каналов в д. Вежное Пружанского района, д. Запруды Кобринского района, д. Заеленье Дрогичинского района, д. Псыщево Ивановского района.

По особенностям режима преобладают постоянно действующие родники, что обусловлено относительно стабильным режимом увлажнения территории. Такие родники используются для питьевого и лечебного водоснабжения.

По гидродинамическим признакам все родники относятся к нисходящим.

По температурному режиму распространены родники с относительно низкой температурой (холодные), изменяющейся в течение года в сравнительно узких пределах. Как правило, температура воды в большинстве родников колеблется зимой от 0 до 3,5 °С, а летом – от 6 до 12 °С. В результате этого родники с достаточно высокими дебитами не замерзают даже в холодные зимы.

По содержанию растворенных солей и газов в воде большинство родников являются пресными, общая минерализация таких источников составляет менее 500 мг/дм<sup>3</sup>. По химическому составу родниковые воды различаются в зависимости от их местоположения, для многих родников отмечается повышенное содержание железа.

#### 4.2. Общая характеристика водного режима рек

По своеобразию режима стока, характеру его связи с определяющими факторами территория Беларуси разделяется на 6 гидрологических районов, некоторые из них имеют подрайоны (рис. 4.3). Территория Белорусского Полесья в большей своей части относится к VI Припятскому гидрологическому району, и только незначительная часть северных районов расположена в IV Неманском и V Центрально-Березинском районах [182].

В таблице 4.2 представлены основные характеристики гидрологических районов и подрайонов Беларуси, рассчитанные для рек с площадью водосбора 1000 км<sup>2</sup> для среднего по водности года [30].

*VI. Припятский район* представляет собой плоскую древнеаллювиальную низину с чередованием отдельных гряд и обширных понижений. Преобладающие высоты местности 100–130 м. В юго-восточной части на фоне заболоченной низины выделяются Мозырский кряж и Хойнинско-Брагинская гряда. Подстилающей породой является мел. Над меловыми отложениями расположены послетретичные отложения – пески, суглинки и пестрые глины. Четвертичные отложения – преимущественно пески аллювиального происхождения и лишь в незначительной мере суглинки и глины. Мощность четвертичных отложений достигает 30 м.

Почвенный покров представлен в виде комплекса песчаных подзолистых почв сухих и мокрых с низинными травяными, а местами сфагновыми болотами.

В гидрогеологическом отношении район характеризуется широко развитыми водоносными горизонтами, заключенными в четвертичных и коренных отложениях. Отдельные водоносные горизонты часто гидравлически связаны между собой и представляют единый водонасыщенный комплекс пород с мощностью в несколько десятков метров. Здесь характерно высокое стояние зеркала подземных вод (на глубине 0–3 м от поверхности). Обильные запасы грунтовых вод верхних горизонтов являются основными источниками подземного питания рек, однако вследствие неглубокого эрозионного вреза последних и очень малых уклонов подземный сток здесь очень замедленный и невысокий. Район характеризуется наибольшей заболоченностью, в среднем около 28 %, однако восточная часть, так называемое Приднепровское Полесье, заболочено меньше.

Большое распространение имеют сосновые леса – сухие и заболоченные; частично распространены дубово-грабовые. Лесистость 33 %. Большие площади заняты пойменными заливными лугами, чему способствуют преимущественно низкие берега рек, затопляемые во время весеннего половодья на большие пространства.

Густота речной сети района по сравнению с другими гидрологическими районами самая низкая – около 0,30 км/км<sup>2</sup>. Реки характеризуются крайне малыми падениями уклонов, широкими, плоскими, слабо выраженными долинами, низкими заболоченными берегами, извилистостью, разветвленностью и неустойчивостью русел, медленным течением.

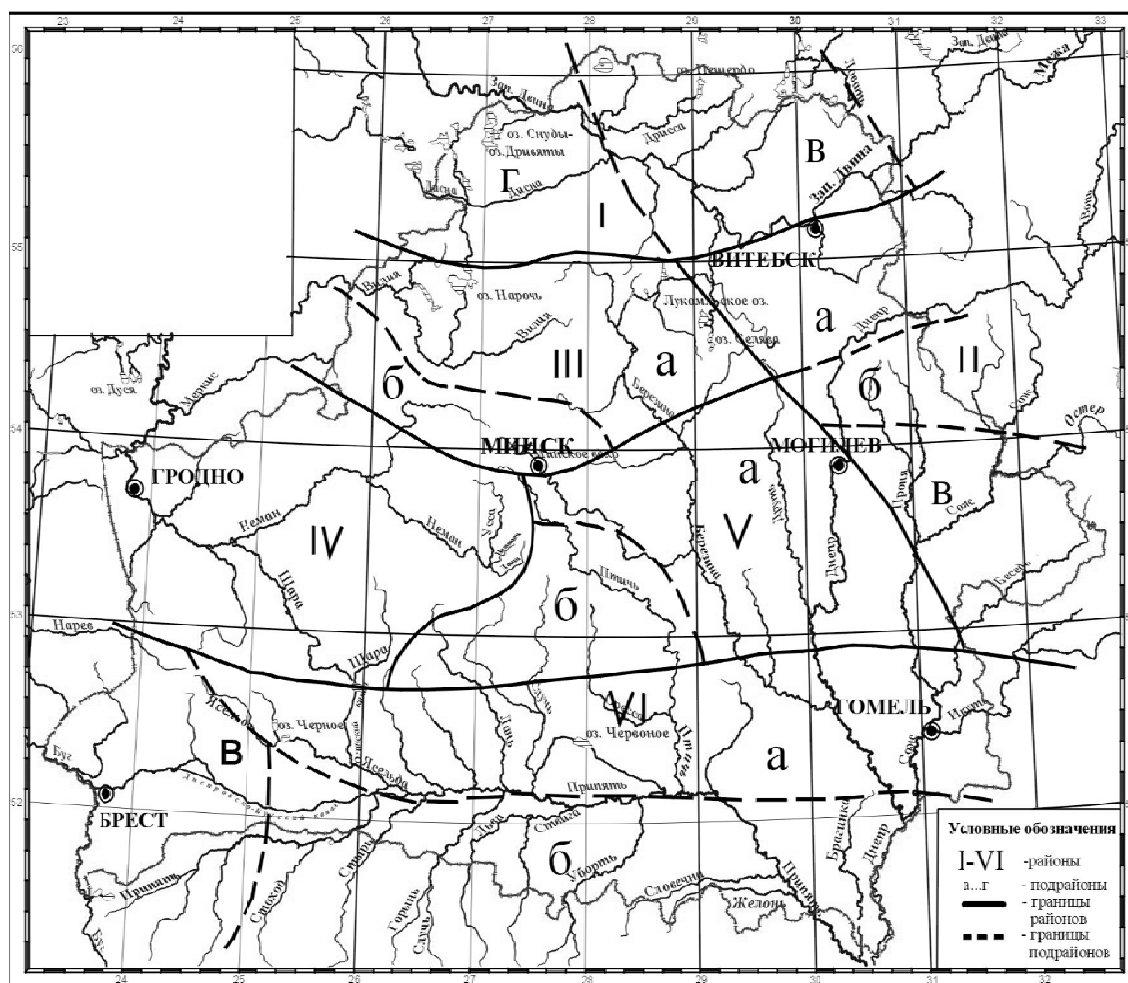


Рисунок 4.3 – Схема гидрологических районов и подрайонов Беларуси

Таблица 4.2 – Основные характеристики гидрологических районов

Районы и подрайоны	Средний многолетний годовой модуль стока л/(с·км <sup>2</sup> )	Сезонный сток в % от годового		
		весна (III – V)	лето – осень (VI – XI)	зима (XII – II)
<i>Неманский</i>	6,0	45	35	20
<i>Центрально-Березинский</i> подрайон а	5,6	52	32	16
подрайон б	4,9	60	25	15
<i>Припятский</i> подрайона	4,1	69	19	12
подрайон б	3,5	59	26	15
подрайон в	3,6	49	28	23

В отдельные годы наблюдается пересыхание рек с площадью водосбора до 1000–1200 км<sup>2</sup> и промерзание с площадью до 54 км<sup>2</sup>.

Средняя многолетняя норма годового стока рек 4,1 л/с км<sup>2</sup> – в северной, 3,5 л/с км<sup>2</sup> – в южной части. Наименьшей естественной зарегулированностью стока отличаются реки северной части района, где за весенний сезон стекает 65 % объема годового стока. Здесь наблюдается наиболее низкий сток во время межени по сравнению с остальной частью территории.

Несколько большей зарегулированностью стока отличаются реки южной части района. Доля весеннего стока в годовом здесь в среднем составляет около 56 %.

Реки рассматриваемой территории принадлежат к типу равнинных с преобладанием снегового питания. Они расположены в условиях равнинной, сильно заболоченной местности, протекают в широких долинах с обширными поймами, отличаются наибольшей сглаженностью хода уровней, невысоким очень растянутым половодьем и неясно выраженными паводками. Режим стока в годовом раз-  
 мере характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней меженью, перио-

дическими летними и осенними паводками. Вследствие отсутствия устойчивого снежного покрова роль дождей в питании этих рек возрастает за счет уменьшения доли снеговых вод. Доля дождевого стока в объеме весеннего половодья колеблется от 15 до 25 %. В отдельные годы дождевой сток составляет более значительную долю. Следует отметить, что в наступлении как высоких (1908, 1917, 1929, 1931, 1947, 1958, 1970 гг.), так и низких половодий (1925, 1930, 1939, 1950, 1952 гг.) в основном существует синхронность по территории, однако высота половодья в отдельных ее частях может быть различной. В осенне-зимний период обычно наблюдается несколько повышенная водность рек в результате значительных атмосферных осадков. Анализ показывает, что водный режим рек области характеризуется большим разнообразием и находится в тесной связи как с метеорологическими условиями в данном районе, так и с особенностями подстилающей поверхности (рельефом, заболоченностью и залесенностью водосбора и т. д.).

Средние сроки начала весеннего половодья приходятся на первую декаду марта. В зависимости от климатических условий половодье может начинаться как в начале февраля, так и в первой декаде апреля. Наиболее продолжительные половодья наблюдаются на реках со значительной заболоченностью и озерностью. Спад половодья в среднем заканчивается в конце апреля – начале мая, а на заболоченных реках – в конце мая. Следует отметить, что на увеличение продолжительности спада и на уменьшение его интенсивности почти ежегодно оказывают влияние атмосферные осадки, выпадающие в этот период в большом количестве.

После окончания половодья на реках устанавливается межень, продолжительность которой в среднем 130–140 дней.

Минимальные уровни наблюдаются обычно в период зарегистрированного пересыхания отдельных водотоков с площадями водосборов более 100 км<sup>2</sup> (р. Цна – д. Мальковичи). На малых водотоках минимальные уровни наблюдаются в июле-августе.

В распределении минимального стока по территории какой-либо закономерности не наблюдается, так как на величину минимального стока, помимо климатических факторов, большое влияние оказывает характер подземного питания, который зависит от дренирующей способности рек и гидрогеологических условий данного района.

Период летней межени характеризуется незначительными колебаниями уровней, которые периодически нарушаются дождевыми паводками в среднем 1–3 раза в сезон. Паводки бывают ежегодно и наблюдаются в различное время на протяжении всего лета.

Средняя продолжительность летних паводков около 15–20 дней и зависит от величины водосбора, его заболоченности и залесенности и характера выпавших атмосферных осадков. Осенние обложные дожди почти ежегодно вызывают паводки, которые в отдельные годы бывают выше летних. По высоте они значительно уступают весенним, однако в отдельные годы на некоторых реках независимо от них максимум наблюдался в летне-осенний период.

Зимняя межень многоводнее летней, что особенно проявляется после дождливой осени. В среднем продолжительность ее около 60 дней, Зимние паводки на реках бывают очень часто, в отдельные годы они по высоте превосходят весенние и сопровождаются, как правило, временными вскрытиями.

Появление ледовых образований (сала, шуги, ледохода) наблюдается в среднем в конце ноября – начале декабря.

Вскрытие же рек в среднем начинается в середине марта. Малые реки вскрываются раньше, чем средние и большие.

Средняя многолетняя норма годового стока рек колеблется от 3,5 л/(с·км<sup>2</sup>) на юге области до 4,5 л/(с·км<sup>2</sup>) на севере Белорусского Полесья, что значительно меньше, чем на севере и северо-западе республики, где модули стока достигают 7,0–7,5 л/(с·км<sup>2</sup>). Среднемноголетний годовой поверхностный сток также достаточно низкий и колеблется от 2,5 л/(с·км<sup>2</sup>) на юго-западе области до 3,4 л/(с·км<sup>2</sup>) на юге, в то время когда на севере республики он составляет 4,5 – 5 л/(с·км<sup>2</sup>) [182].

Наименьшей естественной зарегулированностью стока отличаются реки северной части области, где за весенний сезон стекает 65 % объема годового стока. Здесь наблюдается наиболее низкий сток во время межени по сравнению с остальной частью республики.

Среднемеженный сток составляет 2,0 л/(с·км<sup>2</sup>), на юго-востоке области он уменьшается до 1,5 л/(с·км<sup>2</sup>), а на северо-западе возрастает до 3,5 л/(с·км<sup>2</sup>). Максимальный среднемеженный сток наблюдается на северо-запад республики и достигает до 6 л/(с·км<sup>2</sup>) [182]. Несколько большей зарегулированностью стока отличаются реки южной части территории. Доля весеннего стока в годовом разрезе здесь в среднем составляет около 56 %. В западной части – в бассейне р. Западный Буг сток в течение года наиболее выровнен, весной он в среднем составляет 46 % от годового стока.

### 4.3. Ресурсы поверхностных вод

На территории Белорусского Полесья имеется большое количество рек и озер, которые служат хорошими источниками воды и широко используется для хозяйственно-питьевого, производственно-сельскохозяйственного, рыбохозяйственного и других видов водообеспечения, в санитарно-гигиенических и рекреационных целях. Основной и наиболее ценной частью ресурсов поверхностных вод является постоянно возобновляемый речной сток. Виды и способы его использования во многом зависят от гидрологического режима, гидрографической сети, состоящей из естественных водотоков и искусственных каналов различного назначения. Ее характер, а также особенности формирования речного стока в значительной степени определяются географическим положением области на водоразделе Черного и Балтийского морей, который проходит извилистой линией с юго-запада на северо-восток области.

Основными источниками водных ресурсов Белорусского Полесья являются средние реки, возле которых концентрируются население и промышленность. Однако нельзя недооценивать и ресурсы малых рек. Сеть мелких водотоков представляет собой область формирования местного стока, а территориальная рассредоточенность малых рек делает их водные ресурсы доступными для повсеместного использования.

#### 4.3.1. Годовой сток рек

Одной из важнейших гидрологических характеристик, которая необходима для оценки водных ресурсов, проектирования водохозяйственных мероприятий, судоходства, рыболовства и т. д., является норма годового стока. Она определяет потенциальные водные ресурсы речного бассейна или района.

При анализе многолетних колебаний стока необходимо установление основных характеристик естественного процесса многолетних колебаний годового стока, т. е. возможности прогнозирования путем переноса режимных характеристик, определенных в прошлом, в будущее в их неизменном виде. В ходе исследований был проведен статистический анализ многолетних колебаний годового стока основных рек Белорусского Полесья с целью выявления квазипериодичности и тренда, а также установления статистической однородности рядов годовых расходов воды основных рек Полесья за период 1945–2015 гг. Основные статистические характеристики анализируемых рядов помещены в таблице 4.3. Исследуемые реки являются наиболее представительными для территории Белорусского Полесья, поэтому, исследовав многолетние изменения стока на данных водосборах, можно получить общие представления о стоке Полесья в целом. Кроме того, в таблице 4.4 приведены нормы годового стока рек Белорусского Полесья, на которых ведутся гидрометрические наблюдения, а также данные по створам, закрытым в настоящее время по тем или иным причинам.

Колебания годового стока носят циклический характер, выражающийся в последовательной смене многоводных и маловодных лет. Для более наглядного представления цикличности колебаний стока используют разностные интегральные кривые годового стока. На рисунке 4.4 представлены разностные интегральные кривые годовых расходов воды рек с периодом наблюдений более 100 лет.

Таблица 4.3 – Основные статистические характеристики рядов годового стока

Река – створ	Период наблюдений, годы	Количество лет наблюдений	Площадь водосбора, А, км <sup>2</sup>	Норма стока, $\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	Коэффициент вариации, $C_v$
Мухавец – г. Брест	1967–2015	49	6590	24,6	0,54
Днепр – г. Речица	1945–2015	71	58200	352	0,21
Сож – г. Гомель	1945–2015	71	38900	194	0,26
Припять – г. Мозырь	1945–2015	71	101000	400	0,33

Таблица 4.4 – Основные гидрологические характеристики годовых расходов рек Белорусского Полесья

Река – створ	Норма стока, м <sup>3</sup> /с	Коэффициенты		Значения расходов (м <sup>3</sup> /с), обеспеченностью, %				
		$C_v$	$C_v/C_s$	5	25	50	75	95
Беседь – с. Светиловичи	24,2	0,37	3,0	42,2	29,1	22,5	17,3	12,6
Бобрик – с. Парахонск	6,13	0,37	2,0	13,7	9,57	7,27	4,75	3,38
Ведрич – х. Бабищи	1,39	0,4	3,0	2,51	1,70	1,30	0,98	0,691
Верхняя Брагинка – с. Рудня Журавлева	1,53	0,31	2,0	2,51	1,83	1,47	1,18	0,88
Вить – с. Борисовщина	2,58	0,51	1,5	5,02	3,37	2,4	1,6	0,758

Природно-ресурсный потенциал

Река – створ	Норма стока, м <sup>3</sup> /с	Коэффициенты		Значения расходов (м <sup>3</sup> /с), обеспеченностью, %				
		$C_v$	$C_v/C_s$	5	25	50	75	95
Горынь – пгт. Речица	102	0,34	3	240	120	97,5	80,3	60,0
Горынь – пос. Горынь	75,7	0,29	5,5	104	84,0	73,4	64,9	55,4
Гривда – г. Ивацевичи	2,85	0,27	6	4,03	3,15	2,74	2,40	2,04
Днепр – г. Жлобин	190	0,22	4,0	275	214	183	159	137
Днепр – г. Речица	363	0,21	3,0	509	409	353	305	254
Добысна – с. Малевичская Рудня	1,8	0,16	0,0	2,27	1,99	1,80	1,61	1,33
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,62	0,42	5	1,11	0,732	0,563	0,441	0,325
Жегулянка – с. Нехачево	0,986	0,42	3,5	1,76	1,19	0,905	0,696	0,481
Закованка – с. Гулевичи	0,66	0,42	3,5	1,28	0,794	0,581	0,460	0,386
Иппа – с. Кротов	4,59	0,32	6	7,36	5,37	4,42	3,75	3,04
Каменка – пос. Мухавец	0,308	0,49	3	0,714	0,399	0,258	0,160	0,074
кан. Винец – с. Рыгали	0,67	0,46	3,5	1,29	0,816	0,599	0,441	0,286
Канава Ивня-Бонда – с. Будка	1,13	0,39	1,5	2,02	1,41	1,08	0,811	0,527
Канал Бычок – с. Озераны	1,07	0,31	2	1,74	1,29	1,04	0,834	0,597
Копанювка – с. Черск	1,26	0,59	2,5	2,64	1,61	1,11	0,748	0,400
Лесная – с. Замосты	8,5	0,29	5,5	11,8	9,46	8,22	7,24	6,15
Лесная – с. Тюхиничи	11,4	0,28	6	15,8	12,6	11,1	9,79	8,39
Малорита – г. Малорита	1,89	0,5	2,5	3,48	2,34	1,74	1,27	0,79
Меречанка – с. Красеево	0,544	0,33	3	0,897	0,647	0,514	0,409	0,293
Меречанка – с. Ставок	0,498	0,29	3	0,850	0,600	0,470	0,362	0,244
Мухавец – г. Брест	25,3	0,56	6	48,0	29,9	22,3	17,2	12,4
Мухавец – г. Пружаны	0,367	0,34	4	0,653	0,438	0,336	0,261	0,185
Мышанка – с. Березки	3,94	0,35	3	6,21	4,63	3,76	3,06	2,27
Неслуха – с. Рудск	1,38	0,42	5,5	2,42	1,60	1,25	0,998	0,749
Оресса – с. Андреевка	17	0,32	3	27,5	20,1	16,1	12,9	9,64
Покоть – с. Красный Дубок	2,01	0,33	3	3,24	2,37	1,93	1,57	1,18
Припять – г. Мозырь	390	0,32	1,5	616	467	378	300	209
Припять – г. Пинск	64,1	0,31	3,5	100	74,4	61,2	50,4	38,5
Припять – пгт. Туров	268	0,35	3,5	419	311	256	211	161
Припять – с. Коробы	118	0,37	3,5	185	137	113	93,1	70,9
Птичь – с. Лучицы	115	0,30	2	70,0	53,7	44,1	35,7	25,7
Пульва – г. Высокое	1,22	0,28	4,5	1,83	1,39	1,17	0,994	0,801
Ржавка – с. Черная Вирня	1,09	0,29	4,5	1,68	1,25	1,04	0,880	0,713
Рудавка – с. Рудня	0,673	0,38	4,5	1,20	0,797	0,614	0,482	0,348
Ружанка – г. Ружаны	2,47	1,15	4	7,30	3,03	1,64	0,877	0,353
Ручей без названия – с. Проньки	0,079	0,44	4	0,156	0,096	0,069	0,054	0,045
Рыта – М. Радваничи	4,2	0,47	3,5	7,47	5,05	3,86	2,97	2,06
Свиновод – с. Симоничи	0,58	0,55	0,5	1,23	0,873	0,552	0,256	0,032
Сколодина – с. Сколодино	0,78	0,58	4	1,85	1,04	0,721	0,518	0,336
Словечна – с. Кузьмичи	3,9	0,45	2	7,47	4,87	3,55	2,53	1,60
Случь – с. Ленин	18,1	0,37	2,5	31,7	22,0	17,0	13,2	9,67
Сож – г. Гомель	200	0,28	3	304	233	193	159	122
Терюха – с. Грабовка	1,43	0,31	2	2,31	1,71	1,39	1,12	0,829
Тремля – с. Дуброво	1,71	0,23	1,5	2,44	1,98	1,68	1,42	1,08
Уборть – с. Краснобережье	24,2	0,4	1,5	42,7	30,0	22,9	16,9	10,3
Уза – с. Прибор	2,48	0,41	3	4,45	3,00	2,31	1,80	1,29
Цна – с. Дятловичи	4,4	0,43	2,5	7,72	5,38	4,12	3,11	2,03
Чертедь – с. Некрашевка	1,86	0,57	2,5	4,09	2,36	1,62	1,14	0,698
Чечера – с. Дербичи	1,55	0,23	6	2,23	1,74	1,52	1,33	1,13
Щара – с. Доманово	16,7	0,24	3,5	22,8	18,7	16,3	14,3	11,9
Щара – с. Залужье	4,04	0,29	6	5,70	4,47	3,89	3,42	2,91
Ясельда – с. Сенин	19,6	0,38	3	30,5	22,9	18,7	15,3	11,4
Ясельда – г. Береза	4,72	0,33	2,5	7,37	5,57	4,54	3,68	2,68

Основное свойство разностной интегральной кривой заключается в том, что отклонение  $K_i$  за любой интервал времени  $T$  от среднего его значения за весь многолетний период наблюдений характеризуется тангенсом угла наклона линии соединяющей точки начала и конца интервала, к горизонтальной прямой. Если при движении от ранних дат к более поздним участок интегральной кривой

поднимается вверх относительно горизонтальной линии и  $(\bar{K}_M > 1) > 0$ , то период соответствует многоводной фазе цикла колебаний стока. Если участок кривой наклонен вниз и  $(\bar{K}_M - 1) < 0$ , то период соответствует маловодной фазе. Если ординаты начала и конца участка интегральной кривой равны, то  $\bar{K}_M = 1$ , и, следовательно, этот интервал соответствует полному циклу колебаний водности. Выделяя на интегральной кривой значительные циклы и последовательно объединяя их в один более продолжительный период, устанавливают расчетный репрезентативный период, по которому следует определить ту или иную гидрологическую характеристику.

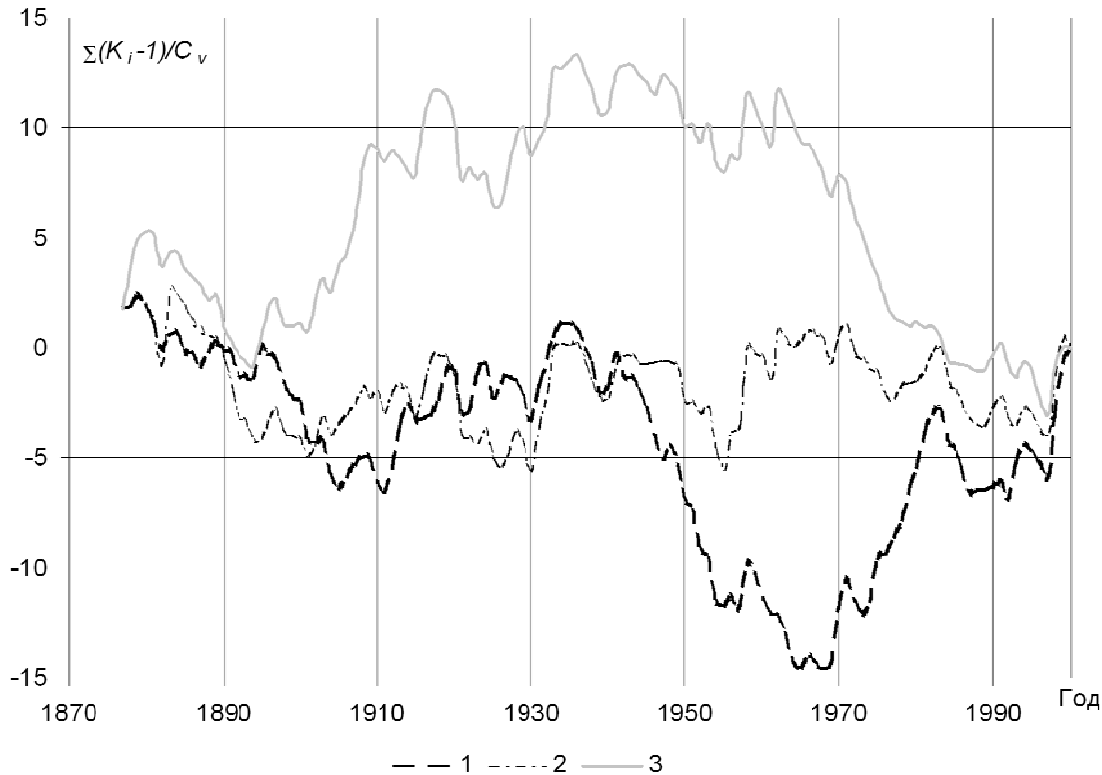


Рисунок 4.4 – Нормированные разностные интегральные кривые годового расхода воды по рекам: 1. Припять – г. Мозырь; 2. Березина – г. Бобруйск; 3. Днепр – г. Речица

Многолетние колебания годового стока и других характеристик можно рассматривать как изменение случайных величин, поэтому для их моделирования можно применять методы математической статистики. Принципиальное обоснование применения статистических методов к расчетам стока заключается в известной центральной теореме теории вероятностей, суть которой состоит в том, что если случайная величина представляет собой сумму (или линейную функцию) большого числа не зависящих одна от другой величин, то независимо от законов распределения суммарной величины при стремлении количества случайных величин к бесконечности она стремится к нормальному закону распределения (или близкому к нему).

Установив вероятностные колебания стока по наблюдениям за сравнительно короткий отрезок времени, экстраполируют пределы колебаний стока за пределы периода наблюдений. С использованием кривых трехпараметрического гамма-распределения в зависимости от коэффициента вариации ( $C_v$ ) и соотношения ( $C_s/C_v$ ) определены по рекам Белорусского Полесья, имеющим гидрометрические наблюдения, годовые расходы воды различной обеспеченности (табл. 4.4). Расчеты выполнены для очень многоводного года (5 %), многоводного (25 %), среднего (50 %), маловодного (75 %) и очень маловодного (95 %) годов.

Одна из последних фундаментальных работ по оценке состояния поверхностных вод Беларуси в целом и Белорусского Полесья в частности опубликована в 1996 г. [172]. В течение последних двадцати лет водные ресурсы страны были подвержены трансформации в силу воздействия естественных и антропогенных факторов на сток. Уточненные поверхностные водные ресурсы Полесья за период с 1956 по 2015 год и данные о трансформации стока на исследуемом 60-летнем интервале по отношению к периоду инструментальных наблюдений до 1996 г. по бассейнам основных рек и административным областям приведены в таблицах 4.5 и 4.6 соответственно.



Таблица 4.5 – Естественные ресурсы речных вод Полесья по бассейнам основных рек в 1956–2015 гг. (числитель) и изменение стока по отношению к периоду до 1996 г. (знаменатель)

Речной бассейн	Речной сток, км <sup>3</sup> /год									
	местный					общий				
	Обеспеченность, %					Обеспеченность, %				
	5	25	50	75	95	5	25	50	75	95
Западный Буг	<u>2,8</u>	<u>1,6</u>	<u>1,3</u>	<u>0,9</u>	<u>0,7</u>	<u>2,8</u>	<u>1,6</u>	<u>1,3</u>	<u>0,9</u>	<u>0,7</u>
	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1
Припять	<u>11,2</u>	<u>7,6</u>	<u>6,6</u>	<u>5,0</u>	<u>3,5</u>	<u>23,9</u>	<u>16,8</u>	<u>14,4</u>	<u>11,0</u>	<u>8,3</u>
	1,3	1,1	1,0	0,6	0,4	1,7	1,5	1,4	0,9	1,3
Днепр	<u>16,3</u>	<u>11,8</u>	<u>11,0</u>	<u>9,5</u>	<u>7,8</u>	<u>28,2</u>	<u>20,3</u>	<u>18,7</u>	<u>15,6</u>	<u>13,1</u>
	-0,1	0,1	-0,3	0,1	0,2	0,0	0,1	-0,2	-0,1	0,3
в т. ч.:										
Березина	<u>6,3</u>	<u>5,0</u>	<u>4,5</u>	<u>4,0</u>	<u>3,4</u>	<u>6,3</u>	<u>5,0</u>	<u>4,5</u>	<u>4,0</u>	<u>3,4</u>
	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Сож	<u>4,9</u>	<u>3,4</u>	<u>3,0</u>	<u>2,4</u>	<u>1,8</u>	<u>10,6</u>	<u>7,6</u>	<u>6,6</u>	<u>5,4</u>	<u>4,4</u>
	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1

Таблица 4.6 – Естественные ресурсы речных вод Полесья по административным областям в 1956–2015 гг. (числитель) и изменение стока по отношению к периоду до 1996 г. (знаменатель)

Административная область	Речной сток, км <sup>3</sup> /год				
	Обеспеченность, %				
	5	25	50	75	95
Брестская	<u>7,5</u>	<u>4,8</u>	<u>4,2</u>	<u>3,3</u>	<u>2,4</u>
	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Гомельская	<u>9,3</u>	<u>6,6</u>	<u>5,9</u>	<u>4,9</u>	<u>3,7</u>
	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2

Суммарные поверхностные ресурсы Белорусского Полесья практически не изменились. В то же время произошло перераспределение естественных водных ресурсов по бассейнам основных рек. Наряду с увеличением стока Припяти отмечено уменьшение поверхностных вод остальных речных систем за последние годы, а также рост ресурсов поверхностных вод Брестской и Гомельской областей.

В таблице 4.7 приведены естественные водные ресурсы Белорусского Полесья с учетом асинхронности стока рек. Величина асинхронности зависит от совпадения либо несовпадения фаз водности на реках. Это определяется генетическими особенностями формирования осадков, выпадающих на водосбор при прохождении циклов из различных зон зарождения и их водности.

Таблица 4.7 – Естественные водные ресурсы Белорусского Полесья с учетом асинхронности

Речной бассейн	Речной сток, км <sup>3</sup> /год							
	местный				общий			
	Обеспеченность, %				Обеспеченность, %			
	5	25	75	95	5	25	75	95
Западный Буг	2,7	1,6	0,9	0,8	2,7	1,6	0,9	0,8
Припять	10,5	7,4	5,2	3,8	22,5	16,5	11,4	9,0
Днепр	15,5	11,6	9,9	8,4	26,8	19,9	16,2	14,1
в т. ч.:								
Березина	6,0	4,9	4,1	3,6	6,0	4,9	4,1	3,6
Сож	4,7	3,3	2,5	1,9	10,1	7,4	5,6	4,8

В связи с этим даже для относительно небольших территорий сток рек Полесья имеет разное генетическое происхождение, что и определяет асинхронность. При этом сток в целом по Полесью отличается от суммы по бассейнам основных рек по причине более существенного влияния эффекта асинхронности стока на всей территории страны, чем в отдельных регионах. Для бассейнов основных рек прослеживается достаточно тесная связь коэффициентов асинхронности от обеспеченности. С увеличением или уменьшением водности года эффект асинхронности увеличивается.

С целью уточнения водных ресурсов Полесья построена карта среднегодового модуля стока рек Полесья, представленная на рисунке 4.5. При построении учитывались данные с 1956 по 2015 год по действующим гидрологическим постам. Количество использованных постов является достаточным

для корректного отображения информации о годовом стоке на территории Полесья. Приведенная на рисунке 4.5 карта представляет собой оптимальное сочетание нескольких способов построения карт, использующих различные методы интерполяции и выполненных в разных компьютерных системах, что позволило получить объективную картину формирования среднегодового стока рек Полесья в современных условиях. Сравнительный анализ карт среднего годового стока, построенных для различных периодов осреднения, подтвердил данные, представленные в таблице 4.5. По Белорусскому Полесью проходит изолиния стока со значением 4, а не 3,5 как это было прежде, что свидетельствует об увеличении водности рек бассейна Припяти. Для Днепра и его основных притоков Березины и Сожа, а также для Западного Буга выявлены как уменьшение, так и увеличение значений изолиний модуля среднегодового стока.

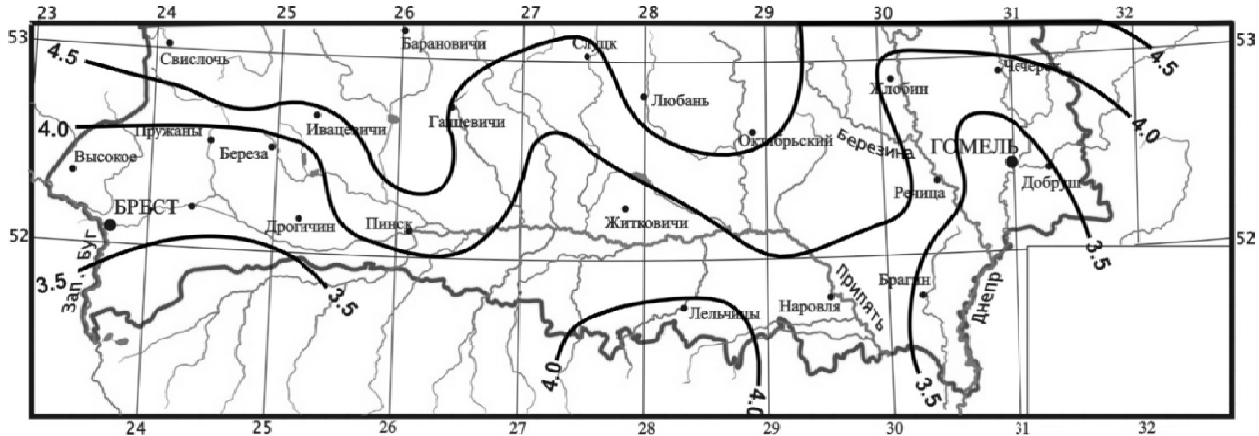


Рисунок 4.5 – Карта среднего годового стока рек Полесья за период 1956–2015 гг., л/(с·км<sup>2</sup>)

В Белорусском Полесье насчитывается большое количество малых рек и искусственных водотоков, к сожалению, на этих водных источниках не ведутся гидрометрические наблюдения. В связи с активным использованием этих рек в сельском хозяйстве, сбросом в них неочищенных сточных вод (особенно рассредоточенных) существует необходимость количественной оценки водных ресурсов этих рек. Построенная уточненная карта модуля стока рек Белорусского Полесья может быть использована при определении характеристик стока в случае отсутствия данных наблюдений. Изменения объемов стока рек и гидрологического режима в современных условиях вызваны усилением интенсивности общей циркуляции атмосферы.

Многолетние колебания годового стока и других характеристик можно рассматривать как изменение случайных величин, поэтому для их моделирования надо применять методы математической статистики. Принципиальное обоснование применения статистических методов к расчетам стока заключается в известной центральной теореме теории вероятностей, суть которой заключается в том, что если случайная величина представляет собой сумму (или линейную функцию) большого числа не зависящих одна от другой величин, то независимо от законов распределения суммарной величины при стремлении количества случайных величин к бесконечности она стремится к нормальному закону распределения (или близкому к нему).

При проведении статистического анализа многолетних колебаний стока рек Полесья были получены оценки квазипериодичности, автокорреляции, тренда и статистической однородности рядов. Для исследования использованы различные параметрические и непараметрические критерии.

При анализе тенденции к группировке лет повышенной и пониженной водности, т. е. квазипериодичности многолетних колебаний речного стока, исследовалась автокорреляция рассматриваемых рядов. В таблице 4.8 приведены оценки коэффициентов автокорреляции  $r(1)$ ,  $r(2)$  и  $r(3)$  между стоком смежных лет и стоком лет, удаленных на один и на два года соответственно. Для проверки статистической достоверности полученных значений автокорреляции использована статистика критерия Андерсона  $t(A)$ . При уровне значимости 5 % превышение абсолютных значений этой статистики над критическим числом 1,96 означает достоверный характер автокорреляции. Значения критерия  $t(A)$  для оценок  $r(1)$  приведены в таблице 4.8, согласно которой статистически достоверная корреляция между стоком смежных лет наблюдается только у Припяти.

При исследовании квазипериодичности многолетних колебаний речного стока имеет смысл анализировать образование серий лет повышенной и пониженной водности, для чего используется критерий серий. Данный критерий основан на подсчете числа многоводных и маловодных серий  $u$ . Статистическая достоверность полученных результатов устанавливалась с помощью критерия серий

$t(u)$ . Значения числа серий  $u$  и соответствующих им критериев  $t(u)$  приведены в таблице 4.8. Достоверная квазипериодичность многолетних колебаний стока имеет место для реки Припять, так как абсолютные значения соответствующего ему критерия  $t(u)$  превышает критическое число 1,96 при уровне значимости критерия 5 %.

Таблица 4.8 – Данные анализа квазипериодичности и тренда

Река – створ	$r(1)$	$r(2)$	$r(3)$	$t(A)$	$u$	$t(u)$	$r_s$	$t(S)$	$r_m$	$f(m)$
Мухавец – г. Брест	0,12	0,10	0,13	0,71	14	-1,93	-0,47	-3,22	0,41	2,29
Днепр – г. Речица	0,01	-0,15	-0,14	0,05	26	-1,41	0,14	1,05	0,16	0,52
Сож – г. Гомель	0,11	-0,18	-0,15	0,82	25	-1,77	0,21	1,66	0,18	0,66
Припять – г. Мозырь	0,36	0,06	0,04	2,79	22	-2,51	0,37	3,03	0,40	3,63

При анализе наличия у исследуемых рядов монотонного тренда был использован непараметрический критерий тренда Спирмена, оценки которого  $r_s$ , а также значения статистики критерия  $t(S)$  приведены в таблице 4.8. При уровне значимости 5 % превышение их абсолютных значений над критическим числом 1,96 означает наличие статистически достоверного возрастающего или убывающего тренда. Данный критерий выделил в качестве имеющих явный убывающий тренд ряды годовых расходов воды р. Мухавец. Ряд многолетних колебаний годового стока Припяти имеет явный положительный тренд. Достоверный положительный тренд р. Припять обусловлен не только мелиоративной составляющей, но и характером природных колебаний.

Еще одним способом выявления значимых трендов у исследуемых рядов послужил параметрический критерий тренда, основанный на статистике Фишера. Для рядов многолетних колебаний годового стока рек Полесья такие оценки рассматривались в виде многочленов третьей степени. В таблице 4.8 приведены оценки коэффициента корреляции между значениями ряда и соответствующими значениями тренда  $r_t$ , а также значения статистики критерия Фишера  $f(m)$ . Критическое значение для  $f(m)$ , соответствующее уровню значимости 5 %, равно 2,8 (для р. Мухавец – 2,9). Данные из таблицы 4.8 свидетельствуют о наличии явного тренда у р. Припять, что подтверждается критерием Спирмена.

#### 4.3.2. Внутригодовое распределение стока рек

Помимо годовых величин стока, большой практический интерес представляет его внутригодовое распределение. Внутригодовое распределение стока рек (ВРС) является важной гидрологической и водохозяйственной характеристикой реки, используется при проектировании водохозяйственных объектов, управлении работой водохранилищ, разработке схем использования водных ресурсов и т. д.

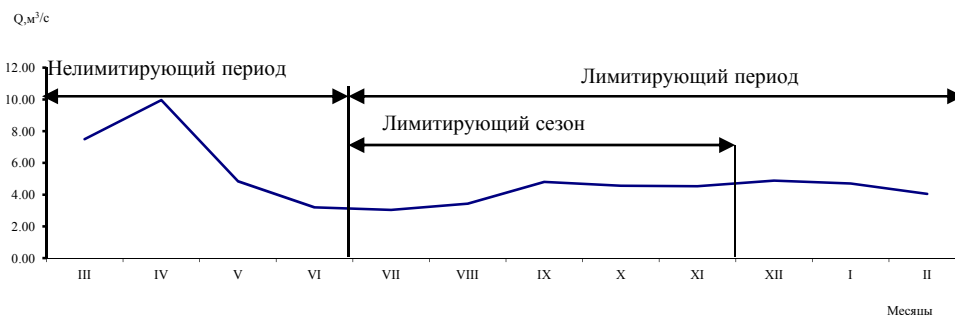
В первую очередь распределение стока зависит от изменения в течение года атмосферных осадков и суммарного испарения. Климатические факторы имеют географическую зональность, что позволяет разработать типовые внутригодовые схемы распределения годового стока. Кроме климатических факторов, на распределение стока оказывают влияние другие физико-географические факторы, отражающие (характеризующие) естественную зарегулированность стока в бассейне. К этой группе факторов относятся: площадь и рельеф бассейна, гидрогеологические условия, озерность, залесенность, заболоченность. В общем случае с увеличением зарегулированности стока его распределение в течение года выравнивается: уменьшается величина многоводного периода и увеличивается маловодный период.

Расчет ВРС зависит от назначения и схемы его использования, а также от типа его распределения в году. Таким образом, расчет ВРС заключается в составлении или выборе из множества возможных для данного створа случаев одного или нескольких расчетных, удовлетворяющих требованиям проектирования. При этом необходимо исходить из анализа формирования внутригодового режима стока под воздействием определяющих его факторов.

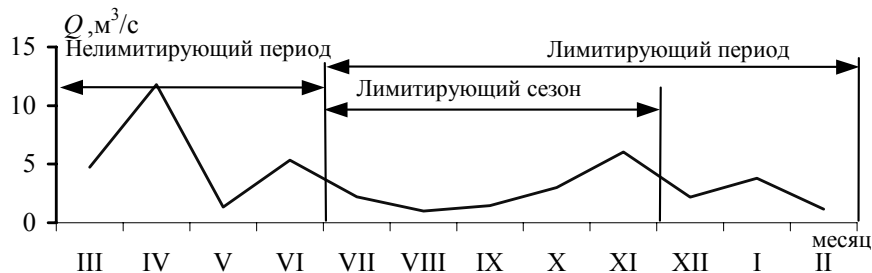
В настоящее время в практике гидрологических расчетов применяется два способа расчета ВРС: метод компоновки и метод реального года. Метод компоновки является основным для расчета календарного внутригодового распределения стока.

Реки Белорусского Полесья относятся к рекам с весенним половодьем, для которых характерны следующие сезоны: весна, лето – осень, зима. На рисунке 4.6 приведен средний многолетний гидрограф за водохозяйственный год по р. Ясельда – г. Береза и р. Чертедь – с. Некрашевка, на котором выделены нелимитирующий период (весна: март–май), лимитирующий период (лето – осень, зима: июнь – февраль) и лимитирующий сезон (лето – осень: июнь – ноябрь).

а)



б)



а) р. Ясельда – г. Береза; б) р. Чертедь – с. Некрашевка

Рисунок 4.6 – Средний многолетний гидрограф стока

Методом компоновки рассчитано ВРС для рек Белорусского Полесья, имеющих продолжительный период наблюдений, с использованием программного комплекса «Гидролог» [182]. Расчеты выполнены для пяти характерных лет (5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности) и приведены в таблице 4.9.

Происходящие в последнее время колебания климата привели к изменению водных ресурсов и гидрологического режима рек. Кроме того, хозяйственная деятельность, осуществляемая как на водосборах, так и в руслах рек также ведет к изменениям количественных и качественных характеристик речного стока.

Исследование ВРС Белорусского Полесья выполнены для пяти градаций водности: очень многоводной (обеспеченность 5 %), многоводной (25 %), средней (50 %), маловодной (75 %) и очень маловодной (95 %). Для каждой градации водности построены гидрографы речного стока: 1) до 1965 г.; 2) 1966–1987 гг.; 3) 1988–2014 гг.

Таблица 4.9 – Распределение месячного и сезонного стока рек Белорусского Полесья (числитель – в % от годового, знаменатель – в м³/с)

Интервал осреднения	Водность года									
	очень многоводный		многоводный		средний		маловодный		очень маловодный	
	м³/с	%	м³/с	%	м³/с	%	м³/с	%	м³/с	%
<i>р. Ясельда – г. Береза</i>										
<b>Весна</b>	<b>25,73</b>	<b>28,96</b>	<b>23,35</b>	<b>35,38</b>	<b>23,67</b>	<b>43,63</b>	<b>24,16</b>	<b>54,02</b>	<b>24,16</b>	<b>70,94</b>
Март	7,88	8,86	12,87	19,49	6,74	12,43	13,31	29,76	8,13	23,87
Апрель	14,59	16,41	6,74	10,21	13,35	24,61	6,97	15,59	10,44	30,65
Май	3,27	3,68	3,75	5,68	3,58	6,59	3,88	8,67	5,59	16,42
<b>Лето-осень</b>	<b>42,75</b>	<b>48,11</b>	<b>27,04</b>	<b>40,97</b>	<b>18,03</b>	<b>33,23</b>	<b>10,85</b>	<b>24,27</b>	<b>4,09</b>	<b>12,02</b>
Июнь	3,63	4,08	3,06	4,64	3,35	6,18	1,23	2,75	1,14	3,34
Июль	5,51	6,20	2,49	3,77	2,23	4,11	1,00	2,24	0,61	1,80
Август	7,31	8,23	3,88	5,88	1,71	3,15	1,56	3,48	0,39	1,16
Сентябрь	12,43	13,99	9,05	13,71	2,42	4,45	3,63	8,12	0,37	1,08
Октябрь	8,51	9,57	5,40	8,17	3,35	6,17	2,17	4,84	0,59	1,73
Ноябрь	5,36	6,03	3,17	4,79	4,97	9,16	1,27	2,84	0,99	2,91
<b>Зима</b>	<b>20,38</b>	<b>22,93</b>	<b>15,61</b>	<b>23,65</b>	<b>12,55</b>	<b>23,14</b>	<b>9,71</b>	<b>21,71</b>	<b>5,80</b>	<b>17,04</b>
Декабрь	10,04	11,30	4,90	7,43	5,34	9,85	3,05	6,82	2,98	8,74
Январь	5,99	6,74	3,89	5,90	3,20	5,90	2,42	5,41	1,59	4,67
Февраль	4,35	4,89	6,81	10,32	4,01	7,39	4,24	9,48	1,23	3,62

Природно-ресурсный потенциал

Интервал осреднения	Водность года									
	очень многоводный		многоводный		средний		маловодный		маловодный	
	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%
<i>р. Горынь – пгт. Речица</i>										
<b>Весна</b>	<b>628,71</b>	<b>34,7</b>	<b>596,8</b>	<b>39,68</b>	<b>575,53</b>	<b>43,56</b>	<b>549,39</b>	<b>47,69</b>	<b>508,28</b>	<b>53,93</b>
Март	332,02	18,3	332,99	22,14	172,17	13,03	306,56	26,61	238,55	25,31
Апрель	195,82	10,8	168,37	11,20	296,94	22,47	155,01	13,46	158,81	16,85
Май	100,87	5,56	95,40	6,34	106,42	8,05	87,83	7,62	110,92	11,77
<b>Лето-осень</b>	<b>753,99</b>	<b>41,6</b>	<b>577,66</b>	<b>34,81</b>	<b>474,72</b>	<b>35,93</b>	<b>383,73</b>	<b>33,31</b>	<b>276,43</b>	<b>29,33</b>
Июнь	89,86	4,96	105,53	7,02	106,14	8,03	70,10	6,08	62,92	6,68
Июль	192,56	10,6	153,94	10,24	85,18	6,45	102,26	8,88	43,21	4,58
Август	146,36	8,07	73,83	4,91	65,51	4,96	49,04	4,26	35,25	3,74
Сентябрь	77,90	4,30	104,57	6,95	65,50	4,96	69,47	6,03	38,95	4,13
Октябрь	98,91	5,46	74,15	4,93	80,42	6,09	49,26	4,28	43,31	4,60
Ноябрь	148,39	8,19	65,64	4,36	71,97	5,45	43,60	3,79	52,79	5,60
<b>Зима</b>	<b>430,20</b>	<b>23,7</b>	<b>329,51</b>	<b>21,91</b>	<b>270,99</b>	<b>20,51</b>	<b>218,88</b>	<b>19,00</b>	<b>157,77</b>	<b>16,74</b>
Декабрь	134,11	7,40	98,83	6,57	118,79	8,99	65,65	5,70	61,69	6,51
Январь	198,56	10,9	159,86	10,63	85,35	6,46	106,19	9,22	44,05	4,67
Февраль	97,53	5,38	70,83	4,71	66,84	5,06	47,05	4,08	52,34	5,55
<i>р. Рыта – д. Малые Радваничи</i>										
<b>Весна</b>	<b>20,81</b>	<b>23,22</b>	<b>24,14</b>	<b>39,36</b>	<b>22,72</b>	<b>48,10</b>	<b>20,33</b>	<b>55,43</b>	<b>86,35</b>	<b>63,68</b>
Март	11,28	12,59	11,24	18,32	7,52	15,92	9,46	25,80	7,81	30,43
Апрель	5,83	6,51	7,82	12,75	10,60	22,43	6,59	17,96	4,91	19,12
Май	3,69	4,12	5,08	8,29	4,61	9,75	4,28	11,67	3,63	14,14
<b>Лето-осень</b>	<b>40,53</b>	<b>45,23</b>	<b>27,17</b>	<b>35,40</b>	<b>14,51</b>	<b>30,71</b>	<b>9,85</b>	<b>26,85</b>	<b>5,83</b>	<b>22,701</b>
Июнь	8,44	9,42	4,88	7,95	3,22	6,81	2,21	6,03	1,37	5,32
Июль	6,01	6,71	2,35	3,83	2,24	4,75	1,06	2,90	0,85	3,33
Август	3,80	4,25	3,62	5,90	1,44	3,05	1,64	4,47	0,71	2,77
Сентябрь	3,99	4,45	4,28	6,98	1,98	4,19	1,94	5,29	0,79	3,09
Октябрь	7,40	8,26	3,67	5,98	2,41	5,09	1,66	4,53	0,96	3,75
Ноябрь	10,88	12,14	2,92	4,77	3,22	6,82	1,33	3,62	1,14	4,44
<b>Зима</b>	<b>28,27</b>	<b>31,55</b>	<b>15,48</b>	<b>25,24</b>	<b>10,01</b>	<b>21,19</b>	<b>6,50</b>	<b>17,72</b>	<b>3,50</b>	<b>13,62</b>
Декабрь	9,28	10,35	4,57	7,45	3,33	7,05	1,92	5,23	1,55	6,04
Январь	5,98	6,67	7,59	12,37	4,11	8,70	3,19	8,68	1,10	4,28
Февраль	13,02	14,53	3,33	5,42	2,57	5,44	1,40	3,81	0,85	3,30
<i>р. Копаяовка – с. Черск</i>										
<b>Весна</b>	<b>8,36</b>	<b>25,75</b>	<b>8,43</b>	<b>41,03</b>	<b>7,36</b>	<b>49,61</b>	<b>6,07</b>	<b>56,91</b>	<b>4,30</b>	<b>65,54</b>
Март	4,07	12,53	3,80	18,51	2,53	17,08	2,74	25,67	2,07	31,62
Апрель	2,61	8,04	2,90	14,10	3,41	22,99	2,08	19,55	1,41	21,48
Май	1,68	5,18	1,73	8,42	1,42	9,54	1,25	11,68	0,82	12,44
<b>Лето-осень</b>	<b>13,97</b>	<b>43,05</b>	<b>6,99</b>	<b>34,02</b>	<b>4,30</b>	<b>28,96</b>	<b>2,63</b>	<b>24,66</b>	<b>1,29</b>	<b>19,59</b>
Июнь	2,93	9,03	1,67	8,14	0,87	5,86	0,63	5,90	0,28	4,28
Июль	1,99	6,13	1,03	5,03	0,62	4,16	0,39	3,64	0,09	1,39
Август	1,30	3,99	0,74	3,62	0,42	2,82	0,28	2,62	0,15	2,22
Сентябрь	1,50	4,62	1,50	7,30	1,02	6,91	0,56	5,29	0,17	2,65
Октябрь	2,58	7,95	1,10	5,35	0,73	4,91	0,41	3,88	0,25	3,85
Ноябрь	3,68	11,34	0,94	4,59	0,64	4,31	0,35	3,33	0,34	5,20
<b>Зима</b>	<b>10,13</b>	<b>31,20</b>	<b>5,13</b>	<b>24,95</b>	<b>3,18</b>	<b>21,43</b>	<b>1,96</b>	<b>18,43</b>	<b>0,98</b>	<b>14,87</b>
Декабрь	3,38	10,42	1,55	7,53	1,50	10,09	0,59	5,56	0,46	6,97
Январь	2,23	6,87	2,30	11,19	0,98	6,58	0,88	8,27	0,31	4,80
Февраль	4,51	13,91	1,28	6,23	0,71	4,76	0,49	4,61	0,20	3,09
<i>р. Цна – с. Дятловици</i>										
<b>Весна</b>	<b>16,21</b>	<b>19,04</b>	<b>30,53</b>	<b>46,87</b>	<b>31,58</b>	<b>59,05</b>	<b>29,87</b>	<b>69,18</b>	<b>17,71</b>	<b>57,03</b>
Март	6,76	7,94	8,95	13,74	10,15	18,97	8,75	20,28	7,38	23,75
Апрель	12,75	14,98	16,44	25,24	16,37	30,61	16,08	37,25	13,76	44,3
Май	3,46	4,06	5,14	7,90	5,06	9,47	5,03	11,65	3,95	12,73
<b>Лето-осень</b>	<b>35,80</b>	<b>42,05</b>	<b>19,49</b>	<b>29,93</b>	<b>12,49</b>	<b>23,36</b>	<b>7,90</b>	<b>18,29</b>	<b>3,96</b>	<b>12,74</b>
Июнь	7,87	9,24	5,84	8,96	3,71	6,94	2,36	5,48	1,19	3,84
Июль	4,85	5,70	3,71	5,70	1,79	3,36	1,50	3,48	0,62	2,00
Август	2,77	3,26	1,88	2,89	1,05	1,97	0,76	1,76	0,41	1,31
Сентябрь	4,05	4,76	1,83	2,81	1,13	2,11	0,74	1,72	0,38	1,21

Водные ресурсы Белорусского Полесья

Интервал осреднения	Водность года									
	очень многоводный		многоводный		средний		маловодный		очень маловодный	
	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%
Октябрь	6,74	7,91	2,49	3,82	1,73	3,24	1,01	2,33	0,52	1,66
Ноябрь	9,51	11,17	3,75	5,75	3,08	5,75	1,52	3,52	0,84	2,72
<b>Зима</b>	<b>26,36</b>	<b>30,97</b>	<b>15,11</b>	<b>23,20</b>	<b>9,41</b>	<b>17,59</b>	<b>5,41</b>	<b>12,53</b>	<b>2,01</b>	<b>6,48</b>
Декабрь	9,21	10,81	4,76	7,31	4,63	8,66	5,70	3,95	0,86	2,75
Январь	11,83	13,90	7,40	11,36	2,86	5,36	2,65	6,13	0,63	2,03
Февраль	5,33	6,26	2,95	4,53	1,91	3,58	1,06	2,45	0,53	1,69
<i>р. Припять – пгт. Туров</i>										
<b>Весна</b>	<b>915,49</b>	<b>19,80</b>	<b>1556,8</b>	<b>40,89</b>	<b>1599,9</b>	<b>47,98</b>	<b>1568,2</b>	<b>53,77</b>	<b>1961,5</b>	<b>60,73</b>
Март	425,73	9,21	522,99	13,74	211,71	6,35	526,83	18,06	666,12	27,68
Апрель	681,81	14,75	698,71	18,35	788,60	23,65	703,84	24,13	480,25	19,96
Май	233,68	5,05	135,07	8,80	599,66	17,98	337,53	11,57	315,13	13,09
<b>Лето-осень</b>	<b>1865,4</b>	<b>40,35</b>	<b>1407,9</b>	<b>36,98</b>	<b>1154,1</b>	<b>34,61</b>	<b>945,82</b>	<b>32,43</b>	<b>707,53</b>	<b>29,40</b>
Июнь	441,30	9,55	326,16	8,57	271,73	8,15	219,11	7,51	172,74	7,18
Июль	304,71	6,59	245,07	6,44	211,02	6,33	164,64	5,64	104,87	4,36
Август	228,56	4,94	195,33	5,13	163,47	4,90	131,22	4,50	83,78	3,48
Сентябрь	229,92	4,97	254,4	6,68	144,98	4,35	170,90	5,86	89,02	3,7
Октябрь	276,45	5,98	206,66	5,43	172,44	5,17	138,83	4,76	108,13	4,49
Ноябрь	384,50	8,32	180,29	4,74	190,49	5,71	121,12	4,15	148,99	6,19
<b>Зима</b>	<b>1416,5</b>	<b>30,64</b>	<b>842,54</b>	<b>22,13</b>	<b>580,56</b>	<b>17,41</b>	<b>402,48</b>	<b>13,8</b>	<b>237,53</b>	<b>9,87</b>
Декабрь	357,13	7,72	287,45	7,55	235,99	7,08	137,31	4,71	95,04	3,95
Январь	501,08	10,84	219,23	5,76	186,55	5,59	104,72	3,59	76,42	3,18
Февраль	558,33	12,08	335,86	8,82	158,03	4,74	160,44	5,50	66,07	2,75
<i>р. Днепр – г. Жлобин</i>										
<b>Весна</b>	<b>1408</b>	<b>46,27</b>	<b>1309</b>	<b>51,85</b>	<b>1223</b>	<b>55,12</b>	<b>1108</b>	<b>57,30</b>	<b>942</b>	<b>59,54</b>
Март	122	4,02	132	5,23	202	9,12	112	5,78	133	8,41
Апрель	797	26,19	705	27,90	565	25,49	596	30,83	513	32,47
Май	489	16,06	473	18,72	455	20,51	400	20,68	296	18,69
<b>Лето-осень</b>	<b>1253</b>	<b>41,18</b>	<b>852</b>	<b>33,75</b>	<b>659</b>	<b>29,70</b>	<b>517</b>	<b>26,73</b>	<b>372</b>	<b>23,48</b>
Июнь	288	9,46	135	5,35	166	7,49	82	4,24	86	5,46
Июль	212	6,95	167	6,63	102	4,59	102	5,25	60	3,82
Август	140	4,59	113	4,49	82	3,71	69	3,56	53	3,36
Сентябрь	154	5,05	140	5,53	81	3,64	85	4,38	51	3,23
Октябрь	208	6,82	189	7,51	99	4,49	115	5,94	57	3,59
Ноябрь	253	8,31	107	4,24	128	5,79	65	3,36	64	4,02
<b>Зима</b>	<b>382</b>	<b>12,55</b>	<b>364</b>	<b>14,40</b>	<b>337</b>	<b>15,18</b>	<b>309</b>	<b>15,97</b>	<b>269</b>	<b>16,98</b>
Декабрь	94	3,09	166	6,57	134	6,04	141	7,28	78	4,92
Январь	123	4,05	110	4,34	110	4,97	93,12	4,81	102	6,45
Февраль	165	5,41	88	3,49	92	4,17	75	3,87	87	5,61
<i>р. Днепр – г. Речица</i>										
<b>Весна</b>	<b>2828</b>	<b>49,08</b>	<b>2232</b>	<b>48,24</b>	<b>1988</b>	<b>48,71</b>	<b>1762</b>	<b>48,71</b>	<b>1988</b>	<b>48,71</b>
Март	303	5,26	287	6,21	348	8,53	227	6,27	348	8,53
Апрель	1483	25,73	1144	24,73	901	22,07	903	24,97	901	22,07
Май	1043	18,09	801	17,30	739	18,10	632	17,47	739	18,10
<b>Лето-осень</b>	<b>2256</b>	<b>39,14</b>	<b>1644</b>	<b>35,54</b>	<b>1368</b>	<b>33,52</b>	<b>1164</b>	<b>32,18</b>	<b>1368</b>	<b>33,52</b>
Июнь	495	8,59	359	7,75	309	7,56	254	7,02	309	7,56
Июль	368	6,39	265	5,72	222	5,45	187	5,18	222	5,45
Август	298	5,16	233	5,03	183	4,48	165	4,56	183	4,48
Сентябрь	284	4,93	215	4,64	178	4,36	152	4,20	178	4,36
Октябрь	357	6,19	258	5,58	206	5,04	183	5,05	206	5,04
Ноябрь	454	7,87	315	6,81	271	6,64	223	6,17	271	6,64
<b>Зима</b>	<b>679</b>	<b>11,78</b>	<b>751</b>	<b>16,22</b>	<b>725</b>	<b>17,77</b>	<b>691</b>	<b>19,11</b>	<b>725</b>	<b>17,77</b>
Декабрь	178	3,08	305	6,60	302	7,41	281	7,78	302	7,41
Январь	274	4,75	240	5,20	235	5,76	221	6,12	235	5,76
Февраль	227	3,95	205	4,42	188	4,60	189	5,21	188	4,60
<i>р. Припять – г. Мозырь</i>										
<b>Весна</b>	<b>2861</b>	<b>38,46</b>	<b>2450</b>	<b>43,63</b>	<b>2170</b>	<b>47,14</b>	<b>19,02</b>	<b>50,42</b>	<b>1548</b>	<b>54,86</b>
Март	854	11,48	579	10,30	282	6,12	449	11,91	320	11,32
Апрель	1531	20,58	1104	19,67	1073	23,31	857	22,73	699	24,79

Природно-ресурсный потенциал

Интервал осреднения	Водность года									
	очень многоводный		многоводный		средний		маловодный		очень маловодный	
	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%
Май	475	6,39	767	13,66	815	17,71	595	15,78	529	18,75
<b>Лето-осень</b>	<b>2897</b>	<b>38,95</b>	<b>2032</b>	<b>36,18</b>	<b>1562</b>	<b>33,93</b>	<b>1186</b>	<b>31,43</b>	<b>777</b>	<b>27,55</b>
Июнь	696	9,36	489	8,70	407	8,83	285	7,56	213	7,55
Июль	501	6,74	392	6,98	276	5,99	229	6,07	114	4,03
Август	375	5,04	310	5,53	208	4,53	181	4,80	93	3,28
Сентябрь	357	4,80	244	4,35	191	4,16	142	3,78	90	3,21
Октябрь	404	5,42	275	4,89	227	4,92	160	4,25	109	3,85
Ноябрь	564	7,59	322	5,73	253	5,49	188	4,98	159	5,64
<b>Зима</b>	<b>1680</b>	<b>22,59</b>	<b>1134</b>	<b>20,19</b>	<b>871</b>	<b>18,93</b>	<b>685</b>	<b>18,15</b>	<b>496</b>	<b>17,59</b>
Декабрь	435	5,84	291	5,18	363	7,90	176	4,66	191	6,78
Январь	558/	7,50	356	6,33	280	6,08	215	5,69	163	5,78
Февраль	689	9,26	487	8,68	288	4,96	294	7,80	142	5,04
<i>р. Сож – г. Гомель</i>										
<b>Весна</b>	<b>1519</b>	<b>48,40</b>	<b>1338</b>	<b>52,65</b>	<b>1241</b>	<b>55,62</b>	<b>1148</b>	<b>58,44</b>	<b>1035</b>	<b>62,45</b>
Март	107	3,41	173	6,81	193	8,67	149	7,56	157	9,48
Апрель	1076	34,31	851	33,47	684	30,65	730	37,15	551	33,22
Май	335	10,69	314	12,37	364	16,30	270	13,73	327	19,75
<b>Лето-осень</b>	<b>1057</b>	<b>33,70</b>	<b>786</b>	<b>30,93</b>	<b>467</b>	<b>28,99</b>	<b>533</b>	<b>27,14</b>	<b>406</b>	<b>24,52</b>
Июнь	131	4,18	179	7,04	132	5,92	121	6,17	91	5,50
Июль	163	5,19	124	4,87	104	4,65	84	4,29	65	3,92
Август	219	6,99	101	3,97	83	3,73	68	3,48	58	3,48
Сентябрь	176	5,61	100	3,92	82	3,68	68	3,44	54	3,27
Октябрь	146	4,66	124	4,87	104	4,65	84	4,27	63	3,79
Ноябрь	222	7,06	159	6,26	142	6,35	108	5,50	76	4,55
<b>Зима</b>	<b>562</b>	<b>17,90</b>	<b>417</b>	<b>16,42</b>	<b>343</b>	<b>15,39</b>	<b>283</b>	<b>14,42</b>	<b>216</b>	<b>13,03</b>
Декабрь	180	5,74	136	5,35	149	6,70	92	4,70	81	4,89
Январь	240	7,65	176	6,94	112	5,01	120	6,09	64	3,88
Февраль	141	4,51	105	4,13	82	3,68	71	3,630	71	4,26
<i>р. Птичь – г. Лучицы</i>										
<b>Весна</b>	<b>321</b>	<b>37,98</b>	<b>269</b>	<b>42,81</b>	<b>238</b>	<b>46,18</b>	<b>212</b>	<b>49,57</b>	<b>180</b>	<b>54,41</b>
Март	50	5,87	44	7,03	78	15,10	35	8,15	61	18,37
Апрель	175	20,71	138	21,97	110	21,42	109	25,44	79	23,81
Май	96	11,40	87	13,81	50	9,66	68	15,99	41	12,23
<b>Лето-осень</b>	<b>320</b>	<b>37,81</b>	<b>219</b>	<b>34,86</b>	<b>169</b>	<b>32,81</b>	<b>131</b>	<b>3,74</b>	<b>92</b>	<b>27,78</b>
Июнь	50	5,90	56	8,89	36	6,98	33	7,84	21	6,45
Июль	69	8,20	36	5,72	26	5,04	22	5,05	13	3,97
Август	37	4,37	25	4,05	20	3,91	15	3,57	10	3,12
Сентябрь	43	5,13	29	4,60	23	4,55	17	4,06	11	3,39
Октябрь	52	6,17	33	5,23	29	5,72	20	4,62	15	4,49
Ноябрь	68	8,04	40	6,36	34	6,61	24	5,60	21	6,35
<b>Зима</b>	<b>205</b>	<b>24,21</b>	<b>140</b>	<b>22,33</b>	<b>108</b>	<b>21,01</b>	<b>84</b>	<b>19,69</b>	<b>59</b>	<b>17,81</b>
Декабрь	53	6,21	60	9,51	47	9,16	36	8,39	23	7,06
Январь	68	8,06	47	7,49	33	6,50	28	6,60	20	5,91
Февраль	84	9,94	34	5,33	28	5,34	20	4,70	16	4,83

Для большего отображения динамики изменения месячного стока воды, а также смещения пиков весеннего половодья гидрографы построены в относительных координатах.

Относительно сезонного распределения стока воды, то оно следующее:

– р. Днепр – г. Речица. В 1966–1987 гг. зафиксировано следующее распределение стока воды по сезонам: весна – 50,6 %; лето-осень – 33,2 %; зима – 16,2 %. По отношению к предыдущему периоду наблюдений весенний сток уменьшился на 5,2 %, летне-осенний и зимний увеличились на 2,8 и 2,4 % соответственно. Данная тенденция уместна и в период наблюдений 1988–2014 гг. по отношению к 1966–1987 гг. – доля весеннего стока воды уменьшилась на 6,3 %, а летне-осеннего и зимнего увеличились на 1,8 и 4,5 %.

– р. Припять – г. Мозырь. Распределение стока воды по сезонам в период наблюдений 1988–2014 гг. следующее: весна – 42,5 %; лето-осень – 35,0 %; зима – 22,5 %. При сопоставлении данного распределения с соответствующим для двух предшествующих периодов отмечен тот факт, что доля

весеннего стока уменьшилась на 10,8 % по отношению к 1882–1965 гг. и на 6,5 % – к 1966–1987 гг. Относительно долей летне-осеннего и зимнего стока воды можно сказать, что они увеличились на 4,4 %, 4,8 % и 6,1 %, 4,6 % соответственно;

– р. Уборть – г. Краснобережье. Для данного речного створа сопоставлены распределения сезонного стока воды только двух периодов наблюдений (1966–1987 гг., 1988–2014 гг.) ввиду недостаточной продолжительности третьего (1963–1965 гг.). Современный этап охарактеризован уменьшением доли весеннего стока воды на 10,6 % и увеличением долей летне-осеннего и зимнего на 2,4 и 8,2 % соответственно. В целом, сезонное распределение в 1988–2014 гг. следующее: весна – 47,3 %; лето-осень – 28,0 %; зима – 24,7 %;

– р. Оресса – с. Андреевка. Период наблюдений 1988–2014 гг. характеризуется уменьшением весеннего и увеличением зимнего стока воды. Процент изменения доли весеннего стока воды составляет 4,0 % по отношению к 1966–1987 гг. и 16,0 % – 1926–1965 гг. Процент изменения зимнего стока воды – 6,6 и 7,3 % соответственно. Что касается летне-осеннего стока воды, то отмечено уменьшение его доли по отношению к 1966–1987 гг. Процент изменения составляет 2,6 %. По отношению к 1926–1965 гг. его доля увеличилась на 8,7 %. В целом, распределение долей сезонного стока воды для периода наблюдений 1987–2014 гг. следующее: весна – 36,2 %; лето-осень – 37,5 %; зима – 26,3 %.

– р. Копаювка – с. Черск. Распределение долей сезонного стока воды для периода наблюдений 1966–1987 гг. следующее: весна – 49,9 %; лето-осень – 31,9 %; зима – 18,2 %. Сопоставив данное распределение с соответствующим для периода наблюдений 1949–1965 гг. отмечено незначительное увеличение зимней доли (около 1 %) и существенные изменения весенней (уменьшение на 15,1 %) и летне-осенней (увеличение на 14,1 %). На современном этапе по отношению к представленному выше распределению зафиксировано уменьшение доли весеннего и летне-осеннего стока воды на 7,1 и 3,1 % соответственно, а также увеличение зимнего на 10,2 %;

– р. Уза – с. Прибор. Процент изменения долей сезонного стока воды по отношению к периоду наблюдений 1932–1965 гг. существенны. Так, отмечено уменьшение весеннего стока воды на 22,3 %, увеличение летне-осеннего и зимнего на 11,6 и 10,7 % соответственно. По отношению к периоду наблюдений 1966–1987 гг. проценты изменений ниже, однако их значения существенны для долей весеннего и зимнего стока воды. Они составляют 11,9 и 9,5 % соответственно. Процент изменения летне-осеннего стока воды – 2,4 %. Тенденция изменений долей речного стока воды та же. В целом, сезонное распределение на современном этапе следующее: весна – 48,9 %; лето-осень – 26,0 %; зима – 25,1 %.

Важным моментом в исследовании ВРС на современном этапе стало распределение стока по месяцам внутри сезонов, поэтому в каждом сезоне выделены месяцы с наибольшим и наименьшим стоком.

Исследование выполнено для указанных выше градаций лет по водности:

– очень многоводные годы: 1) весна: наибольшая доля стока зафиксирована в марте (в 50 % случаев), 33 % – в марте. Наименьшая – как в марте, так и в апреле. Процентное соотношение идентично; 2) лето-осень: данный сезон характеризуется наибольшей долей стока, а меньшей – в августе; 3) зима: наибольшая доля стока приходится на февраль – 50 %, чуть меньше (33 %) – на январь, наименьшая – на декабрь (50 %);

– многоводные годы: 1) весна: на 3 речных створах наибольшая доля стока зафиксирована в апреле. Наименьшая доля стока отмечена в большинстве случаев в марте; 2) лето-осень: сезон характеризуется увеличением стока в июне (67 %) и его уменьшением в августе (84 %); 3) зимой наибольшая доля стока приходится как на декабрь, так и на январь и февраль в равном процентном отношении, наименьшая – в декабре;

– средние годы: 1) весна: наибольшая доля весеннего стока приходится на апрель (50 %). Наименьшая доля стока в рассматриваемый сезон приходится на март 67 %; 2) лето-осень: характерно увеличение доли стока в ноябре, а уменьшение – в августе; 3) зима: наибольшая доля стока приходится на февраль (84 %), наименьшая – на декабрь (67 %);

– средние годы: 1) весна: наибольшая доля весеннего стока приходится на апрель (92 %), два других месяца объединяют оставшиеся 8 %. Наименьшая доля стока в рассматриваемый сезон приходится на март и май, 45 и 55 % соответственно; 2) лето-осень: характерно увеличение доли стока в июне и ноябре, а уменьшение – в августе и сентябре; 3) зима: распределение стока зимой – увеличение примерно в равных долях в январе (феврале) и уменьшение – декабре;

– маловодные годы: 1) весна: увеличение стока в весенний период наблюдается в апреле (50 %), а уменьшение установлено в марте (50 %); 2) лето-осень: отмечено увеличение стока в июне (84 %), а уменьшение в августе (процент тот же); 3) зима: в маловодные годы наибольшая доля стока относится к февралю, а наименьшая – к декабрю (67 %);



Очень маловодные годы: 1) весна – увеличение в 67 % случаев в марте; 2) лето-осень: наибольшая доля стока летне-осеннего сезона приходится на ноябрь (84 % случаев), наименьшая доля стока – на август; 3) зима: наибольший сток в данный сезон зафиксирован в декабре (феврале), а наименьший – в январе (67 %).

Произошедшая трансформация в ВРС обусловлена изменениями климатических характеристик (температура воздуха, атмосферные осадки), а также другими факторами (почвенно-геологические и геоморфологические условия, площадь водосбора, заболоченность, озерность, залесенность).

#### **4.3.3. Половодья на реках**

Весеннее половодье – характерная фаза естественного водного режима рек Белорусского Полесья. Половодья сопровождаются разливами рек, которые в многоводные годы при максимальных подъемах уровней воды приобретают характер катастрофических явлений (наводнений), что приводит к затоплению населенных пунктов, сельскохозяйственных земель, разрушению мостов, дорог, гидротехнических сооружений и т. д.

Для р. Припяти, протекающей на юге Беларуси, не характерны резкие и высокие половодья. Высота весеннего подъема здесь в среднем около 3 м, максимальная у г. Мозыря – 5,5 м.

На реках Днепре, Соже и Березине, как правило, половодье проходит одной волной. При затяжном (перебойном) характере снеготаяния в нижнем течении Сожа, на Березине и Днепре (ниже г. Могилева) весеннее половодье состоит из нескольких волн, а в верховьях этих рек, где оттепели бывают менее продолжительными и интенсивными, формируются лишь относительно невысокие зимние паводки.

В верховье Днепра на участке исток – г. Орша высота подъема весенних максимальных уровней благодаря большим скоростям склонового стекания талых вод значительно больше, чем ниже по течению, и достигает у г. Смоленска до 11 м, тогда как у г. Речицы она около 4 м. На реках Соже и Березине высота подъема возрастает вниз по течению. Максимальный весенний подъем уровней на Березине составляет 2,5–4,0 м, а на Соже – 4,6–6,5 м.

На реках Припяти, Березине и в нижнем течении Сожа и Днепра весеннему половодью обычно предшествуют довольно высокие уровни, а в годы с более значительными оттепелями образуются зимние паводки, связанные с интенсивным таянием снега и сопровождающимися оттепели дождями. Характер спада и его продолжительность зависят от высоты половодья и количества осадков, выпадающих за период спада, в этом случае спад замедляется или совсем прекращается, сменяясь подъемом.

Для каждого бассейна характерна своя форма гидрографа весеннего половодья в связи с различными природными факторами (рельеф и конфигурация, залесенность и заболоченность территории бассейна). На малых реках половодье проходит несколькими волнами, на больших – носит ступенчатый характер при затяжном таянии снега; при быстром снеготаянии половодье проходит одной волной с резким интенсивным подъемом и более плавным спадом.

На снижение максимума и увеличение продолжительности половодья оказывает влияние лес (степень залесенности, характер размещения) и болота, сток с которых замедлен в связи с малыми уклонами.

Начало весеннего половодья приходится в среднем на 11–15 марта на юге и юго-западе, где таяние снежного покрова происходит раньше, половодье приходится на конец февраля – начало марта. Продолжительность подъема составляет около 14–20 дней, на реках с большой заболоченностью и залесенностью – до 28 дней. Между сроками начала половодья, его интенсивностью и высотой существует взаимосвязь.

Как правило, в поздние весны при дружном снеготаянии половодье формируется наиболее высоким, в ранние мягкие весны происходит постепенное стаивание снега, половодье обычно низкое. На малых и средних реках половодье проходит большей частью в виде расчлененной волны, причем в одни годы расчлененность связана с неравномерностью снеготаяния, в другие – с обильными дождями, которые вызывают повторные подъемы на спаде половодья, увеличивая его продолжительность.

Спад весеннего половодья продолжается в среднем 30–40 дней, а на реках с заболоченными и значительно залесенными водосборами несколько дольше – до 60 дней. В основном на южных и юго-западных реках спад заканчивается в конце апреля – начале мая, на северных и заболоченных реках Полесья – в конце мая – начале июня.

Ранний срок окончания половодья приходится на конец марта, поздний – на конец мая – начало июня, а на реках с заболоченными и значительно залесенными водосборами ранний срок – середина

апреля, поздний – начало июня. Однако почти ежегодно выпадающие в большом количестве осадки в этот период влияют на увеличение продолжительности спада и уменьшение его интенсивности. Спад весеннего половодья замедляется или вообще прекращается, сменяясь подъемом. Общая продолжительность весеннего половодья составляет в среднем 50–60 дней, а на реках с заболоченными и значительно залесенными водосборами до 70–80 дней [30].

Половодье в зависимости от величины реки продолжается 30–120 суток. Самое короткое половодье бывает на реках водосбора Немана (30–50 суток), самое продолжительное на водосборе Припяти (90–120 суток).

На водосборах Березины и Сожа ширина разливов во время половодья колеблется соответственно от 0,3–0,5 до 2–3 км, от 0,5–1,0 до 2,5–3,5 м и 8–12 суток. На Припяти – ширина от 1,5–2,0 до 8–15 км, глубина 0,3–0,8 м, продолжительность на малых реках до 25–30 суток, на средних и на самой Припяти – до 45–60 суток [187].

Спад весеннего половодья продолжается в среднем 30–40 дней, а на реках с заболоченными и значительно залесенными водосборами несколько дольше – до 60 дней. В среднем спад заканчивается на реках юга и юго-запада в конце апреля – начале мая, на севере и на заболоченных реках Полесья в конце мая – начале июня.

Таким образом, на форму гидрографа большое влияние оказывают метеорологические условия периода формирования половодья. При затяжном (перебойном) таянии снега гидрографы малых рек характеризуются несколькими волнами; на больших реках в такие годы ветвь подъема обычно носит ступенчатый характер. При быстром сбросе талых вод половодье проходит одной волной с резким интенсивным подъемом и более плавным спадом. Кроме того, в каждом конкретном бассейне форма гидрографа весеннего половодья тесно связана с такими постоянными природными факторами, как рельеф и конфигурация, залесенность и заболоченность бассейна.

Влияние леса на весенний сток проявляется в основном в снижении его максимума и в увеличении продолжительности половодья. Помимо степени залесенности бассейна, на форму волны половодья большое влияние оказывает характер размещения лесов на водосборной площади, так как вследствие более низкой интенсивности таяния снега в лесу там наблюдается более поздний сход снежного покрова по сравнению с открытой местностью. На снижение максимальных расходов и на увеличение продолжительности половодья оказывают влияние также болота. Замедленный сток с них обусловлен прежде всего малыми уклонами, поэтому в зависимости от общего процента болот и их размещения по территории сток талых вод с отдельных частей бассейна осуществляется в разное время, что отражается на форме волны половодья.

Следует отметить, что в наступлении как высоких, так и низких половодий в основном существует синхронность по территории, однако высота половодья в отдельных ее частях может быть различной. Асинхронность в наступлении высокого половодья наблюдается очень редко. Так, дружность весеннего половодья рек бассейна Припяти, оцененная с помощью пространственных корреляционных функций с использованием линейной модели  $r = 1 - 0,0017 \cdot l$ , характеризуется градиентом поля расхода воды половодья  $\alpha_B = 0,0017$  и свидетельствует о достаточно высокой синхронности половодья [53].

Гидрологические характеристики половодий для рек Белорусского Полесья, полученные на основании обработки однородных рядов наблюдений речного стока, приведены в таблице 4.10 [186].

Таблица 4.10 – Гидрологические характеристики половодий для основных рек Белорусского Полесья

Река	Створ	Уровни весеннего половодья, см над "0" графика			Отметка выхода воды на пойму, см над "0" графика
		1 %	25 %	50 %	
Днепр	г. Могилев	858	570	538	630
	г. Речица	590	470	438	280
	г. Лоев	775	585	498	300
Березина	г. Светлогорск	810	709	681	560
Сожа	г. Славгород	558	406	356	230
	г. Гомель	700	532	465	330
Припять	пос. Коробы	498	439	370	400
	г. Мозырь	551	398	281	330

Частота и продолжительность затоплений поймы для указанных рек приведены в таблице 4.11 [186].

Таблица 4.11 – Сведения о затоплении пойм основных рек Белорусского Полесья (весеннее половодье)

Река	Створ	Период наблюдений, лет	Число лет с затоплением поймы	Продолжительность стояния воды на пойме, дней	
				средняя	максимальная
Днепр	г. Речица	46	46	53	85
	г. Лоев	51	49	40	70
Березина	г. Светлогорск	38	31	28	52
Сож	г. Славгород	41	41	29	42
	г. Гомель	51	45	29	42
Припять	пос. Коровы	23	21	60	107
	г. Мозырь	29	24	41	82

*Характеристика пространственно-временных колебаний максимальных расходов воды весеннего половодья*

Для описания временных рядов максимальных расходов воды весеннего половодья в ходе исследований испытывали два типа теоретических распределений: трехпараметрическое гамма-распределение и распределение Пирсона III типа. Во всех случаях предпочтение следует отдать распределению Пирсона III типа. Статистические параметры теоретических распределений и обеспеченные расходы основных рек Белорусского Полесья за период инструментальных наблюдений приведены в таблице 4.12. Как показал сравнительный анализ эмпирических и теоретических кривых распределения, трехпараметрическое гамма-распределение для обеспеченностей (1–10 %) занижает расходы воды по сравнению с распределением Пирсона III типа, которое в большей степени соответствует наблюдаемым величинам.

Для исследования пространственно-временных колебаний максимальных расходов воды весеннего половодья использовались средние многолетние значения модулей максимального стока по 167 гидрологическим постам Беларуси за период инструментальных наблюдений. Средний многолетний модуль максимального стока весеннего половодья составил в целом для Белорусского Полесья 40,0 л/с км<sup>2</sup> и коэффициент вариации  $C_v = 0,70$ . Пространственная структура весеннего половодья рек Беларуси представлена на рисунке 4.7 [182]. Ход изолиний на данной карте хорошо коррелирует с районированием территории Беларуси по годовым градиентам атмосферных осадков [115].

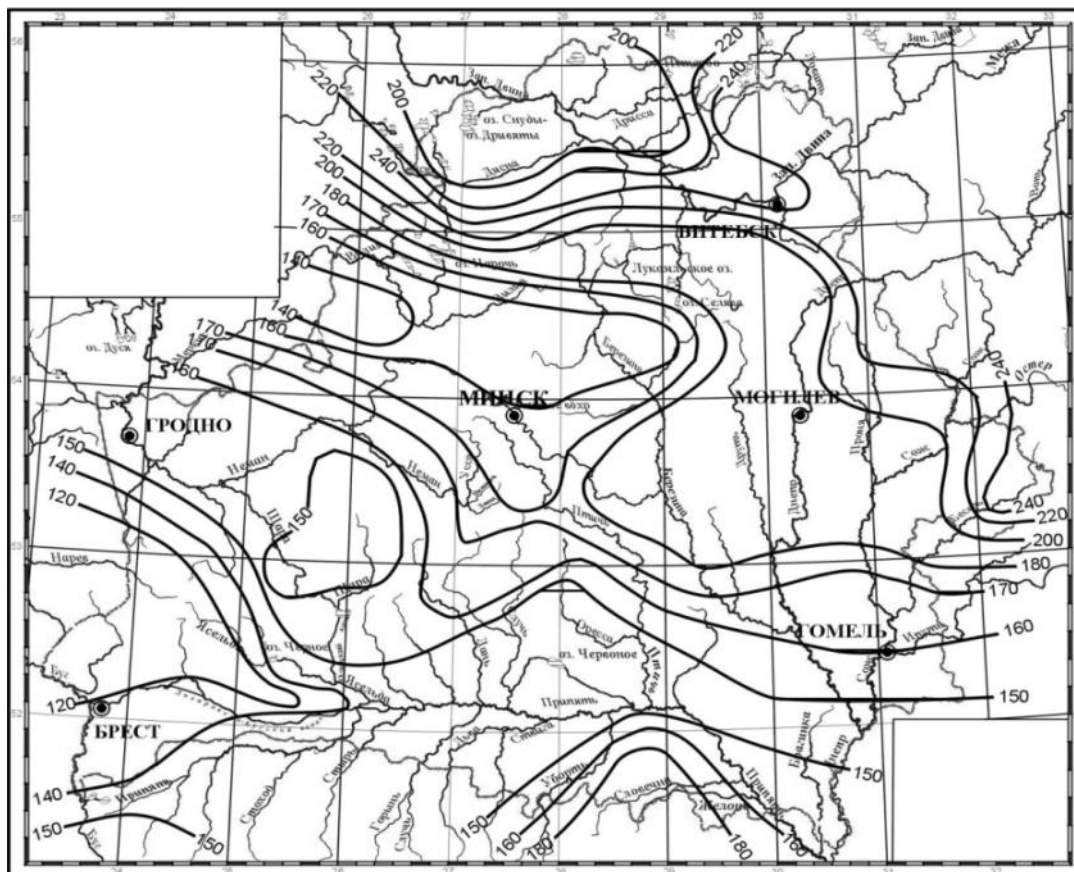


Рисунок 4.7 – Карта слоя весеннего половодья 1%-ной обеспеченности рек Беларуси, мм

Таблица 4.12 – Статистические характеристики расходов воды весеннего половодья основных рек Белорусского Полесья

Река – створ	$\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	Трехпараметрическое гамма-распределение					Распределение Пирсона III типа				
		C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	обеспеченность, %			C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	обеспеченность, %		
				1	5	10			1	5	10
Припять – г. Мозырь	1670	0,87	4,5	7410	4470	3450	0,86	3,0	8120	4880	3570
Днепр – г. Речица	1820	0,62	2,5	5360	3840	3180	0,62	1,6	5520	3950	3250
Березина – г. Бобруйск	627	0,73	3,5	2260	1470	1170	0,72	2,2	2310	1560	1210

*Оценка асинхронности в формировании максимальных расходов воды весеннего половодья*

Для оценки асинхронности в формировании максимальных расходов воды весеннего половодья принята следующая градация стока в зависимости от обеспеченности: до 1 % относится к катастрофическому, 1–2 % – выдающемуся, 3–5 % – очень многоводному, 6–10 % – весьма многоводному, 11–25 % – многоводному. Для этих градаций определены годы, в которых сформировался сток соответствующей обеспеченности (табл. 4.13) за период 1877–2005 гг.

Таблица 4.13 – Годы с характерными по обеспеченности расходами воды весеннего половодья

Река – створ	Обеспеченность, %				
	<1	1–2	3–5	6–10	11–25
р. Припять – г. Мозырь	1877	1888, 1895	1889, 1940, 1979	1924, 1931, 1932, 1956, 1958, 1970, 1999	1878, 1883, 1886, 1900, 1907, 1908, 1909, 1917, 1922, 1923, 1926, 1928, 1934, 1941, 1942, 1953, 1966, 1971, 1976
р. Днепр – г. Речица	1958	1916, 1931	1907, 1917, 1956	1900, 1908, 1915, 1922, 1924, 1947, 1970	1878, 1879, 1881, 1883, 1884, 1889, 1895, 1897, 1901, 1905, 1928, 1929, 1935, 1936, 1940, 1941, 1942, 1951, 1953
р. Березина – г. Бобруйск	1931	1956, 1958	1877, 1883, 1932	1888, 1889, 1900, 1917, 1924, 1947, 1970	1878, 1895, 1897, 1907, 1908, 1915, 1916, 1926, 1929, 1934, 1941, 1942, 1946, 1951, 1953, 1962, 1963, 1964, 1968

Как показал анализ, картина обеспеченности по территории Беларуси максимальных расходов воды весеннего половодья имеет достаточно сложное распределение. Максимальные половодья формировались, как правило, локально и не охватывали всю территорию страны. Так, половодье в 1958 г. было наибольшим на рр. Неман – Гродно и Днепр – Речица, на остальных реках оно было менее значимо. Наиболее обширным было половодье 1931 г., которое охватило значительную часть территории страны, однако в бассейне Припяти и Немана оно было не столь значимым. Последние значительные половодья наблюдались в 1999 г. на р. Припять – г. Мозырь, в 1994, 2004 гг. – на р. Западная Двина – г. Витебск. Сопоставляя значения величин асинхронности с другими видами стока, можно констатировать, что асинхронность в формировании весеннего половодья наименьшая.

*Изменения максимальных расходов воды весеннего половодья и их причины*

В последнее время большую роль в увеличении частоты и разрушительной силы наводнений, помимо природных факторов, играют антропогенные воздействия. Среди них в первую очередь следует назвать сведение лесов (максимальный поверхностный сток возрастает на 250–300 %), поймы, нерациональное ведение сельского хозяйства и др. Существенное уменьшение максимального, увеличение минимального зимнего и минимального летне-осеннего стока связано как с природными факторами, так и с хозяйственным освоением пойм, служащих природными регуляторами стока.

Максимальный расход весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь наблюдался в 1877 году и составил 7500 м<sup>3</sup>/с, затем происходило уменьшение максимальных расходов. Строго говоря, наибольший расход весеннего половодья на Припяти наблюдался в 1845 г., и, по расчетам Г. И. Швеца, расход воды в створе г. Мозырь составил 11 000 м<sup>3</sup>/с [229]. В последние годы прошлого века максимальные расходы воды весеннего половодья были ниже среднего. Нами выполнен анализ статистической значимости средних величин максимального расхода за период с 1877 по 1980 год ( $Q_{\max} = 1800$  м<sup>3</sup>/с) и с 1981 по 2005 год ( $Q_{\max} = 1030$  м<sup>3</sup>/с), который показал, что расхождения в этих параметрах могут быть признаны статистически достоверными на 5%-ном уровне значимости.

Максимальное значение расхода весеннего половодья р. Днепр – г. Орша наблюдался в 1931 г. и составил 2000 м<sup>3</sup>/с (у г. Могилев – 2360 м<sup>3</sup>/с, у г. Речица – 4629 м<sup>3</sup>/с), после этого наступил некото-

рый спад, однако в 1956 и 1958 гг. расходы были равны 1750 и 1610 м<sup>3</sup>/с (у г. Могилев – 2110 и 1650 м<sup>3</sup>/с, у г. Речица – 4590 и 4970 м<sup>3</sup>/с) соответственно. Последний раз, когда расходы воды весеннего половодья превышали 1000 м<sup>3</sup>/с как у г. Орша ( $Q_{\max} = 1010$  м<sup>3</sup>/с), так и у г. Могилев ( $Q_{\max} = 1280$  м<sup>3</sup>/с), наблюдали в 1970 г. Вот уже более 30 лет расходы р. Днепр у г. Орша колеблются от 258 (1997 г.) до 846 м<sup>3</sup>/с (1999 г.), а у г. Могилев – от 989 м<sup>3</sup>/с (1994 г.) до 259 м<sup>3</sup>/с (1997 г.). Подобная картина наблюдается и в створе г. Речица. В 1970 г. расходы воды р. Днепр – г. Речица достигли 3300 м<sup>3</sup>/с, а после 1979 г. ( $Q_{\max} = 2080$  м<sup>3</sup>/с) колебались от 1680 м<sup>3</sup>/с (1986 г.) до 506 м<sup>3</sup>/с (1997 г.).

За исследуемый период максимальный расход воды весеннего половодья р. Березина – г. Борисов наблюдался в 1931 г. и составил 2430 м<sup>3</sup>/с, в 1956 и 1958 гг. расходы также превышали 2000 м<sup>3</sup>/с и составили 2400 и 2030 м<sup>3</sup>/с соответственно. Однако в последний раз расходы весеннего половодья превысили расход 1000 м<sup>3</sup>/с в 1970 г. ( $Q_{\max} = 1250$  м<sup>3</sup>/с). За последние 30 лет средний многолетний расход был превышен только 2 раза – в 1979 г. ( $Q_{\max} = 783$  м<sup>3</sup>/с) и в 1999 г. ( $Q_{\max} = 785$  м<sup>3</sup>/с). Проверка на статистическую значимость показала, что средние величины максимальных расходов за период с 1877 по 1979 год ( $\bar{Q} = 697$  м<sup>3</sup>/с) и с 1980 по 2005 гг. ( $\bar{Q} = 352$  м<sup>3</sup>/с) статистически различимы на 5%-ном уровне значимости.

Наибольший расход воды обеспеченностью  $P = 0,98$  % на р. Сож наблюдался в 1931 г. у г. Гомель 6600 м<sup>3</sup>/с, а у г. Славгород в 1907 г. 4740 м<sup>3</sup>/с.

Таким образом, на всех крупных реках Белорусского Полесья имеется тенденция к снижению стока весеннего половодья, независимо от их географического положения на территории Полесья, что подтверждают уравнения линии тренда (табл. 4.14).

Таблица 4.14 – Параметры уравнения линии тренда максимальных расходов воды весеннего половодья рек Белорусского Полесья

Река – створ	$\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	$C_v$	$C_s$	$r(1)$	Уравнение линии тренда	$r$
Припять – Мозырь	1670	0,71	2,01	0,10	$Q_t = -6,7683 \cdot t + 2153,8$	0,21
Днепр – Речица	1820	0,56	1,12	0,13	$Q_t = -11 \cdot t + 2609,6$	0,40
Днепр – Могилев	943	0,44	0,98	0,10	$Q_t = -4,8208 \cdot t + 1287,5$	0,40
Березина – Бобруйск	627	0,29	1,88	0,05	$Q_t = -3,0569 \cdot t + 847,34$	0,27
Сож – Славгород	1418	0,72	1,36	0,09	$Q_t = -10,748 \cdot t + 2522,0$	0,43
Сож – Гомель	1848	0,75	1,32	0,11	$Q_t = -10,748 \cdot t + 2522,0$	0,39

Примечание: критический коэффициент корреляции на 5 %-ном уровне значимости составляет  $r = 0,20$  [211].

По результатам проверки на значимость выявлено, что для всех рек коэффициенты корреляции являются статистически значимыми.

Устойчивость выборочных статистик (средних, коэффициентов вариации, коэффициентов автокорреляции) временных рядов максимальных расходов воды весеннего половодья оценивалась для двух периодов: с начала наблюдений по 1965 г. (начало крупномасштабных осушительных мелиораций) и с 1966 г. по настоящее время. В таблице 4.15 приведены выборочные оценки основных статистических параметров рассматриваемых отрезков временного ряда максимального стока.

Таблица 4.15 – Статистические параметры максимальных расходов воды весеннего половодья

Река – створ	Период	Количество лет наблюдений, n	Средний многолетний максимальный расход воды, $\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	Коэффициент вариации, $C_v$	Коэффициент автокорреляции, $r(1)$
Припять – г. Мозырь	1877–1965	89	1770	0,72	0,06
	1966–2005	40	1440	0,64	0,20
Днепр – г. Речица	1877–1965	89	2130	0,49	-0,13
	1966–2005	40	1110	0,47	0,05
Березина – г. Бобруйск	1877–1965	89	725	0,63	-0,09
	1966–2005	40	410	0,57	0,11

Анализ средних максимальных расходов воды весеннего половодья для рассматриваемых периодов показывает, что произошли существенные уменьшения максимального стока. Это обусловлено, в первую очередь, многолетними климатическими процессами, выраженными увеличением числа и продолжительностью оттепелей в зимний период. Что касается размаха колебаний, то, судя по коэффициентам автокорреляции, отвергать нулевую гипотезу нет оснований, и различия в их значениях следует признать несущественными. Заметное снижение максимальных расходов воды весеннего половодья в конце XX века вызвано увеличением количества оттепелей зимой, во время которых значи-

тельные снежные запасы трансформируются в сток зимней межени. Это вызывает увеличение зимнего стока, а порой приводит к зимним паводкам и снижает максимальные расходы весной.

Для подтверждения данной гипотезы приведен многолетний ход расходов минимального зимнего стока, который имеет тенденцию к увеличению, что подтверждается положительным линейным трендом.

В целом можно сказать, что на всех основных реках Белорусского Полесья наблюдается тенденция к росту минимального зимнего стока, независимо от их географического положения на территории Беларуси, что подтверждают уравнения линии тренда [50].

В связи с наличием тенденций уменьшения стока выполнен сравнительный анализ изменения обеспеченных величин максимальных расходов воды весеннего половодья за периоды: 1877–1965 гг. и 1966–2005 гг. Используя распределение Пирсона III типа, получили обеспеченные величины стока для рассматриваемых периодов (табл. 4.16).

Как показал анализ таблицы 4.16, имеют место существенные расхождения в обеспеченных величинах за рассматриваемые периоды. Меньше других рек изменения коснулись р. Западная Двина – г. Витебск, а больше – р. Березина – г. Бобруйск. Это означает, что при разработке вероятностных прогнозов необходимо учитывать факт неоднородности временных рядов максимальных расходов воды весеннего половодья рек Беларуси.

Исследование статистической значимости осредненных норм максимальных расходов воды весеннего половодья за два периода наблюдений 1951–1984 гг. и 1985–2000 гг. проводится на основе расчетов коэффициентов изменения максимальных расходов воды весеннего половодья как

$$k_i = \frac{Q_{cp2} - Q_{cp1}}{Q_o}, \quad (4.1)$$

где  $Q_{cp1}$ ,  $Q_{cp2}$ ,  $Q_o$  – средние значения максимального стока за период с 1985 по 2000 год, с 1951 по 1984 год, за весь период наблюдений соответственно.

Таблица 4.16 – Обеспеченные величины максимальных расходов воды весеннего половодья основных рек Белорусского Полесья за различные периоды, м<sup>3</sup>/с

Река – створ	Период	Обеспеченность, %		
		1	5	10
Припять – г. Мозырь	1877 – 1965	7090	4600	3550
	1966 – 2005	5490	3600	2800
	изменения, %	-22,6	-21,7	-21,1
Днепр – г. Речица	1877 – 1965	5510	3950	3240
	1966 – 2005	3430	2330	1870
	изменения, %	-37,7	-41,0	-42,3
Березина – г. Бобруйск	1877 – 1965	2540	1740	1390
	1966 – 2005	1400	956	756
	изменения, %	-44,9	-45,1	-45,6

Анализ пространственной структуры изменения максимальных расходов воды весеннего половодья, выраженный в виде коэффициентов изменения стока (на рисунке 4.8 представлены в долях), позволяет утверждать, что практически на всей территории Беларуси, в том числе в Белорусском Полесье, произошло изменение стока весеннего половодья в сторону уменьшения.

Колебания годового стока носят циклический характер, выражающийся в последовательной смене многоводных и маловодных лет. Для более наглядного представления цикличности колебаний стока используют разностные интегральные кривые годового стока. На рисунке 4.4 представлены разностные интегральные кривые годовых расходов воды рек с периодом наблюдений более 100 лет.

Исключение составляют реки бассейна р. Припять на территории Брестской области, где существенного изменения максимальных расходов воды весеннего половодья не произошло (коэффициенты изменения колеблются от 0 до –10 %). Среднее значение коэффициента изменения стока на территории Беларуси составило –0,425, т. е. максимальные расходы весеннего половодья уменьшились на 43 %.

Масштабы гидромелиоративных работ в бассейне р. Западная Двина значительно меньше, чем в бассейне р. Припять, тем не менее падение максимальных расходов воды весеннего половодья на этих реках согласовано. Можно предположить, что основная причина, вызвавшая уменьшение максимальных расходов воды весеннего половодья рек Беларуси, носит природный характер и в меньшей степени связана с антропогенными воздействиями. Таким образом, вероятно, в бассейне р. Припять произошла компенсация максимального стока под действием двух разнонаправленно дейст-

вующих факторов. И все же преобладающими являются природные факторы, вызванные глобальными колебаниями гидротермического режима.

*Изменения дат наступления максимальных расходов воды весеннего половодья*

Помимо количественного показателя, большое значение имеют даты наступления максимальных расходов и их пространственная структура.

Для определения изменения дат наступления максимальных расходов исходный ряд был разбит на два периода: с начала инструментальных наблюдений до 1980 г. и с 1981 г. по настоящее время. Выбор последнего периода обусловлен началом увеличения среднегодовой температуры воздуха [47]. За каждый из рассматриваемых периодов определялась средняя дата наступления максимальных расходов воды весеннего половодья, а также вычислялись отклонения от средних дат. Проведено картирование разностей отклонений от средних дат. Положительные значения на картах означают более раннее наступление максимальных расходов, а отрицательные – более позднее по сравнению с периодом с начала инструментальных наблюдений до 1980 г. [47].

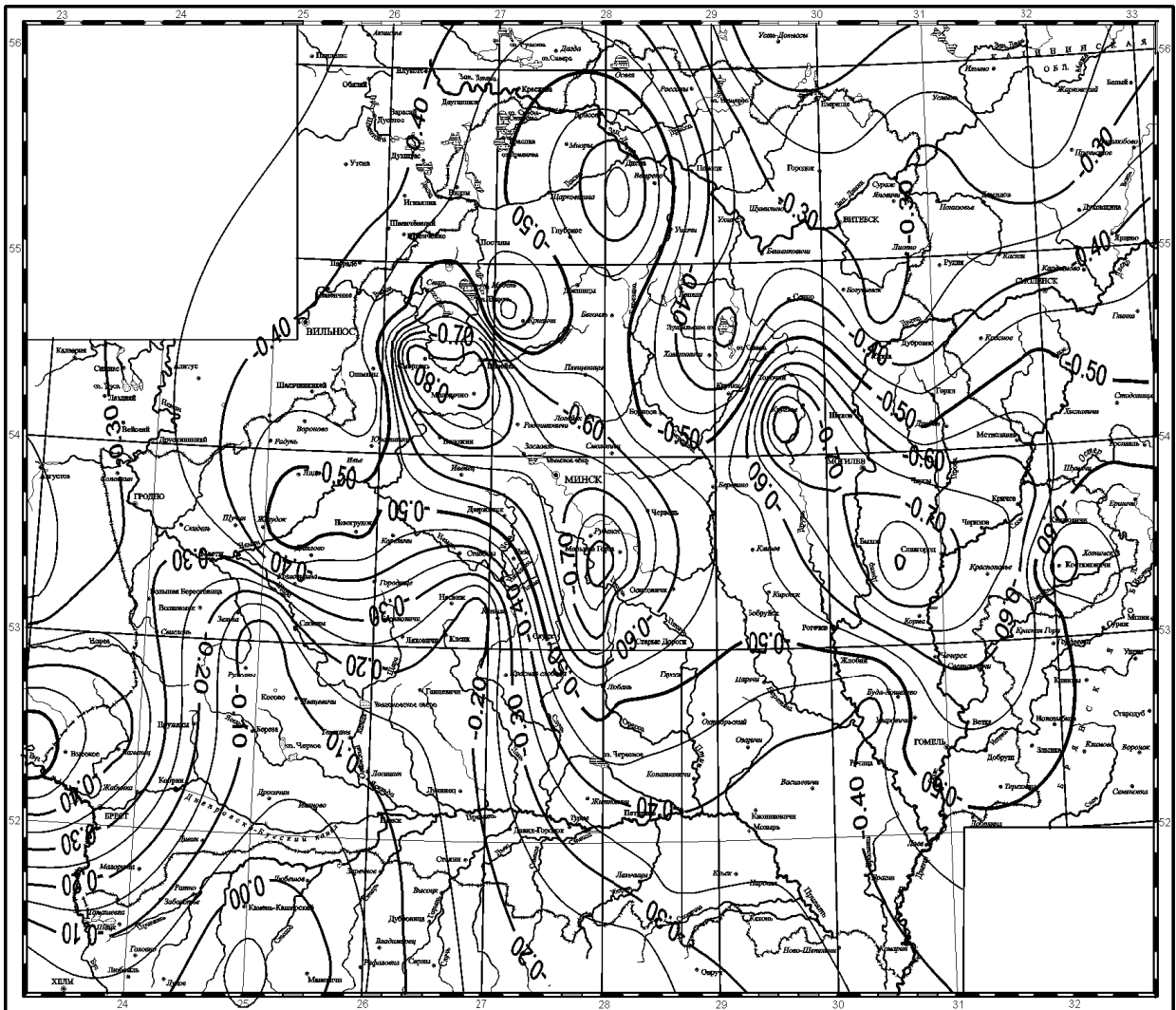


Рисунок 4.8 – Пространственная структура изменения максимальных расходов воды весеннего половодья рек Беларуси

В дополнение к карте средних дат начала весеннего половодья [47] построена карта средних дат наступления пиков весеннего половодья за период с начала инструментальных наблюдений до 1980 г. на территории Беларуси. Пики половодий на юго-западе Белорусского Полесья до 1980 г. приходились на середину – конец марта, на северо-восток страны наступление максимальных расходов приходилось на середину – конец апреля.

В настоящее время даты максимальных расходов воды рек весеннего половодья, в основном, сместились на более ранние сроки, которые изменяются по направлению с юго-запада на северо-восток. Как правило, пики весеннего половодья наступают в марте практически на всей территории страны [47].

Реки со смещением дат на более ранние и поздние сроки наступления пиков половодий по основным бассейнам рек Белорусского Полесья за рассматриваемые периоды приведены в таблице 4.17. По всем бассейнам наблюдается смещение дат пика половодья на более ранние сроки. Исключение составляет западная часть территории республики, особенно водосбор Западного Буга, что связано с влиянием западного влагопереноса.

Таблица 4.17 – Сроки наступления максимальных расходов воды весеннего половодья на реках Беларуси, сут.

Бассейн реки	Ранние сроки	Поздние сроки
Днепр	20	-2
Припять	15	-4
Западный Буг	9	-8

Характер смещения дат максимальных расходов воды весеннего половодья рек Белорусского Полесья представлен в таблице 4.18. Как видно из таблицы, наибольшее смещение дат наступления пиков половодья на более ранние сроки произошло с 1-й декады апреля на 3-ю декаду марта. Произошло существенное смещение наступления максимальных расходов воды весеннего половодья на территории Белорусского Полесья.

Анализ смещения дат максимальных расходов воды весеннего половодья показал, что наиболее сильным оно было в центре страны в области низин и равнин Предполесья, в западно-белорусской подобласти в районе Минской краевой ледниковой возвышенности, в районе Горецкой моренной равнины с краевыми ледниковыми образованиями.

Таблица 4.18 – Процентное соотношение количества рек и декады наступления пиков половодья

Бассейн реки	Март		Апрель		
	II декада	III декада	I декада	II декада	III декада
Днепр	0/0	69,0/9,5	26,2/69,0	4,8/21,4	0/0
Припять	13,8/0	82,8/27,6	3,4/69,0	0/3,4	0/0
Западный Буг	9,1/18,2	90,9/18,2	0/63,6	0/0	0/0

*Примечание:* в числителе указан процент попадания рек данного бассейна в рассматриваемую декаду в настоящее время, в знаменателе – до 1980 г.

Изменений не произошло на юго-западе Беларуси в районе Малоритской водно-ледниковой равнины. Незначительные сдвиги произошли на западе выше Гродно в районе Озерской водно-ледниковой низины, Лидской моренной равнины, Вороновской водно-ледниковой равнины с краевыми ледниковыми образованиями, на юго-востоке в районе Хойникской водно-ледниковой низины с краевыми ледниковыми образованиями, Комаринской аллювиальной низины. Это связано с атмосферными переносами на территории Беларуси.

Полученные результаты свидетельствуют о смещении дат наступления максимальных расходов воды весеннего половодья на более ранние сроки по всей территории Беларуси. В настоящее время 71,5 % случаев пиков половодий рассматриваемых рек Беларуси приходятся на третью декаду марта, в то время как в период до 1980 г. максимальные расходы воды наблюдались в первой декаде апреля на 72,3 % всех рек. Основной причиной смещения пиков половодий на реках Беларуси являются природно-климатические изменения.

По прогнозам ученых-климатологов, потепление климата продлится еще какое-то время, поэтому процесс смещения дат пиков половодий на более ранние сроки будет продолжаться, что необходимо учитывать при разработке планов управления и использования водных ресурсов.

#### 4.3.4. Паводки на реках

Одной из фаз водного режима рек Белорусского Полесья являются паводки. Паводок – это фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года и характеризуется интенсивным, обычно кратковременным, увеличением расходов и уровней воды, вызывается дождями (дождевой паводок) или снеготаянием во время оттепелей.

Дождевые паводки, в отличие от весенних половодий, бывают по несколько раз в году и случаются часто неожиданно. В отдельные годы паводков может и не быть. Кроме того, паводки обычно более кратковременны и характеризуются меньшими объемами стока по сравнению с половодьем. На дождевые паводки приходится в среднем 15–20 % годового стока рек, в отдельные годы – до 40 % и более. Так, на р. Уборть – д. Краснобережье в 1988 г. объем дождевого паводка составил около 47 %



от годового стока, в 1993 и 2007 гг. – около 38 %. Высота паводков в среднем и нижнем течении Припяти достигает 2,0–3,5 м относительно предподъемного уровня.

Небольшие высоты местности (100–130 м), близкое залегание грунтовых вод, и, как следствие, наличие заболоченных пространств, перенасыщенных влагой, а также отсутствие оттока воды из бессточных углублений в связи с малыми уклонами территории создают на Полесье благоприятные условия для застоя воды, когда даже относительно небольшие дожди вызывают затопления в понижениях поймы.

Паводки относятся к числу одного из опасных гидрологических явлений, так как нередко приносят огромные бедствия в виде разрушения сооружений, затопления населенных пунктов, промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, приводят к человеческим жертвам. Однако по величине максимальных расходов и уровней воды они обычно ниже весенних половодий, хотя в отдельные годы превышают их. Размеры ущерба от паводков зависят от многих факторов: высоты и продолжительности стояния опасных уровней, площади затопления, быстроты подъема воды, своевременности принятия мер защиты, сезона года. Особенно опасны летне-осенние паводки, вызывающие затопление земель в период роста и уборки основных сельскохозяйственных культур, что наносит ущерб экономике страны, особенно сельскому хозяйству.

Средняя продолжительность подъема воды во время паводков в бассейне Припяти составляет 16 суток (на остальных реках Беларуси около 11 суток). Продолжительность спада обычно больше продолжительности подъема паводка. Нередко на спаде паводка выпадают осадки, тогда гидрографы их приобретают многовершинную форму.

Продолжительность дождевых паводков зависит от многих факторов (площади водосбора, типа дождя, зарегулированности озерами и болотами и др.). Средняя продолжительность паводков на малых и средних реках бассейна Припяти составляет около 39 суток. На больших реках продолжительность паводков гораздо больше – в среднем около 62 суток. Паводки с меньшей продолжительностью вызываются кратковременными дождями и ливнями, а с большей – обложными дождями. На зарегулированных озерами и болотами реках Полесья продолжительность летне-осенних паводков, которые могут сливаться вместе и образовывать несколько или одну большую волну, в отдельные годы достигает нескольких месяцев.

Формирование дождевых паводков на реках происходит под влиянием большого числа различных факторов, как природных, так и антропогенных. Все факторы паводочного стока действуют совместно, поэтому оценить вклад того или иного фактора достаточно сложно. Размеры паводков определяются в первую очередь метеорологическими факторами, главную роль среди которых играют стокообразующие осадки и предшествовавшие им метеорологические условия, сформировавшие влагозапасы бассейна, включая почвенную влажность, запасы подвешенных приповерхностных вод, задержание в депрессиях. Из метеорологических факторов основными являются атмосферные осадки, а именно их количество, интенсивность, продолжительность и распределение по площади водосбора. Например, ливни отличаются большой пестротой и локальностью распределения, охватывая одновременно, как правило, небольшие площади, поэтому они могут вызвать значительные паводки лишь на малых водосборах. Ливневые и обложные дожди обычно охватывают обширные пространства и могут вызывать паводки на средних и больших реках. При слабых, хотя и продолжительных дождях почва в состоянии поглощать всю воду, и значительные паводки не образуются, поэтому паводки от обложных дождей значительно уступают паводкам от ливневых дождей, являющихся наиболее паводкоопасными. Если дожди следуют друг за другом в течение нескольких дней, например в случае прохождения серии циклонов, то каждый последующий дождь будет более эффективным с точки зрения формирования стока, так как насыщенность бассейна влагой постепенно повышается.

Среди природных факторов особую роль в формировании паводков играют также гидрографические (факторы подстилающей поверхности), среди которых можно выделить азональные (морфометрические) – площадь водосбора, длина реки и др. – и интразональные: лесистость, почвенный покров, озерность, заболоченность, густота речной сети и др. Если метеорологические факторы динамичны, то гидрографические являются относительно постоянными и служат основой для наложения метеорологических факторов. Влияние, например, площади водосбора и длины реки на величину максимальных расходов воды дождевых паводков обратное, т. е. с увеличением площади водосбора и длины реки уменьшается (редуцируется) как слой стока за паводок, так и, еще сильнее, максимальный модуль стока. Редукция слоя стока связана с убыванием среднего по площади количества осадков с ростом бассейна, а также с увеличением времени добегания и продолжительности паводка, т. е. с его распластыванием. На малых водосборах даже относительно кратковременные дожди вызывают подъем уровней. Вероятность полного охвата таких водосборов ливнями гораздо выше, чем больших.

Время добега воды до речного русла на них небольшое, паводки кратковременные и редко один ливневый паводок накладывается на другой. В больших бассейнах происходит уменьшение объема паводочного стока в связи с пойменным задержанием и последующим испарением воды. Кроме того, рост уровня воды на большой реке напрямую зависит от подъема воды на притоках.

Велико влияние на величину паводочного стока уклона водосборов, проявляющееся в том, что с увеличением крутизны склонов возрастают скорости стекания воды, сокращается продолжительность добега и тем самым уменьшаются потери воды на испарение и инфильтрацию, что ведет к увеличению максимальных расходов воды дождевых паводков.

Преобладание супесчаных и песчаных почв в пределах Полесья определяет интенсивность инфильтрации воды в почву, поэтому гидрограф стока на полесских реках более сглажен и максимальный сток будет соответственно ниже, чем в бассейнах с глинистыми и суглинистыми почвами. Болота и озера аккумулируют значительную часть дождевых вод, тем самым снижают величину максимальных расходов воды паводков.

Среди антропогенных факторов, оказавших наибольшее влияние на паводочный сток рек Белорусского Полесья, прежде всего следует отметить широкомасштабную осушительную мелиорацию.

В зависимости от сезона года условия формирования дождевых паводков будут отличаться. Дождевые паводки в конце весны – начале лета формируются в условиях, когда сохраняется еще повышенная водность за счет весеннего половодья при насыщенных влагой почвогрунтах. В этом случае выпадение даже относительно небольшого количества осадков может вызвать большие паводки. Подъем воды при прохождении дождей на спаде половодья или сразу после его окончания начинается в первый же день выпадения осадков. Общее количество осадков, приводящее к формированию весенних паводков, как правило, невелико.

Формирование летних паводков происходит обычно в результате выпадения ливневых дождей при достаточно высокой температуре воздуха, когда сохраняется повышенное испарение и почва в состоянии поглотить значительное количество воды. Однако, несмотря на большие потери, летние паводки в Беларуси наблюдаются довольно часто, что связано с преобладанием летних осадков. Большие летние паводки на реках формируются в случае выпадения серии дождей или при продолжительном дождливом периоде.

Осенние паводки, в отличие от летних, характеризуются меньшей высотой, но большей продолжительностью. Они возникают из-за частых обложных дождей. Вследствие преобладания пасмурной погоды при снижении температуры воздуха испарение уменьшается. Количество осадков, необходимое для формирования паводка, не очень велико. Осадки продолжительные, но их интенсивность небольшая. Осенние паводки уступают летним и весенним по величине максимального расхода (за исключением некоторых катастрофических паводков).

#### *Модули стока дождевых паводков*

Важнейшей характеристикой паводочного стока является его максимальный расход воды. Различают наибольший средний суточный и наибольший мгновенный срочный расход воды. Поскольку величина максимальных расходов воды паводков зависит прежде всего от площади водосбора, то для анализа распределения величины паводочного стока по территории Полесья использовались модули максимальных расходов воды дождевых паводков 10%-ной обеспеченности, пространственная структура которых представлена на рисунке 4.9.

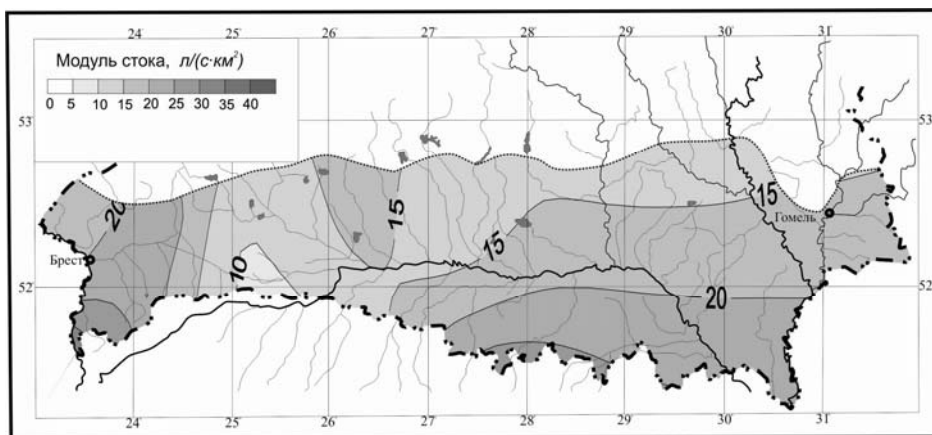


Рисунок 4.9 – Модули максимальных расходов воды дождевых паводков 10%-ной обеспеченности

Средние значения модулей максимальных расходов воды дождевых паводков 10%-ной обеспеченности на реках Белорусского Полесья составляют 15–20 л/(с·км<sup>2</sup>), причем они возрастают на правобережных притоках Припяти. В бассейне Западного Буга значения модулей стока паводков составляют 20–25 л/(с·км<sup>2</sup>). Величина максимальных модулей стока дождевых паводков изменяется вместе с изменением количества осадков, температуры, испарения, характера рельефа, водно-физических свойств почв и др. Она зависит и от площади водосбора: обычно чем больше площадь, тем максимальный модуль стока меньше. На малых водосборах максимальные модули стока паводков могут достигать значительных величин.

*Многолетние колебания максимальных расходов воды дождевых паводков*

К настоящему времени накоплены достаточно продолжительные ряды инструментальных наблюдений за паводочным стоком рек, что позволяет с достаточной степенью достоверности использовать многолетние ряды и оценивать различные гидрологические характеристики, а также дать оценку изменений их величины за различные периоды.

Для выявления изменений величины максимального паводочного стока под влиянием осушительной мелиорации, а также в условиях современных климатических изменений ряды наблюдений за максимальными расходами воды дождевых паводков были разбиты на 3 периода: до 1965 г. (условно ненарушенный сток), 1966–1987 гг. (от начала крупномасштабной осушительной мелиорации до периода потепления климата) и 1988–2014 гг. (современный). Для каждого из выделяемых периодов рассчитывали средние значения максимальных расходов воды паводков. Графики многолетних колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков за период инструментальных наблюдений представлены на рисунке 4.10, на которых показаны линии трендов.

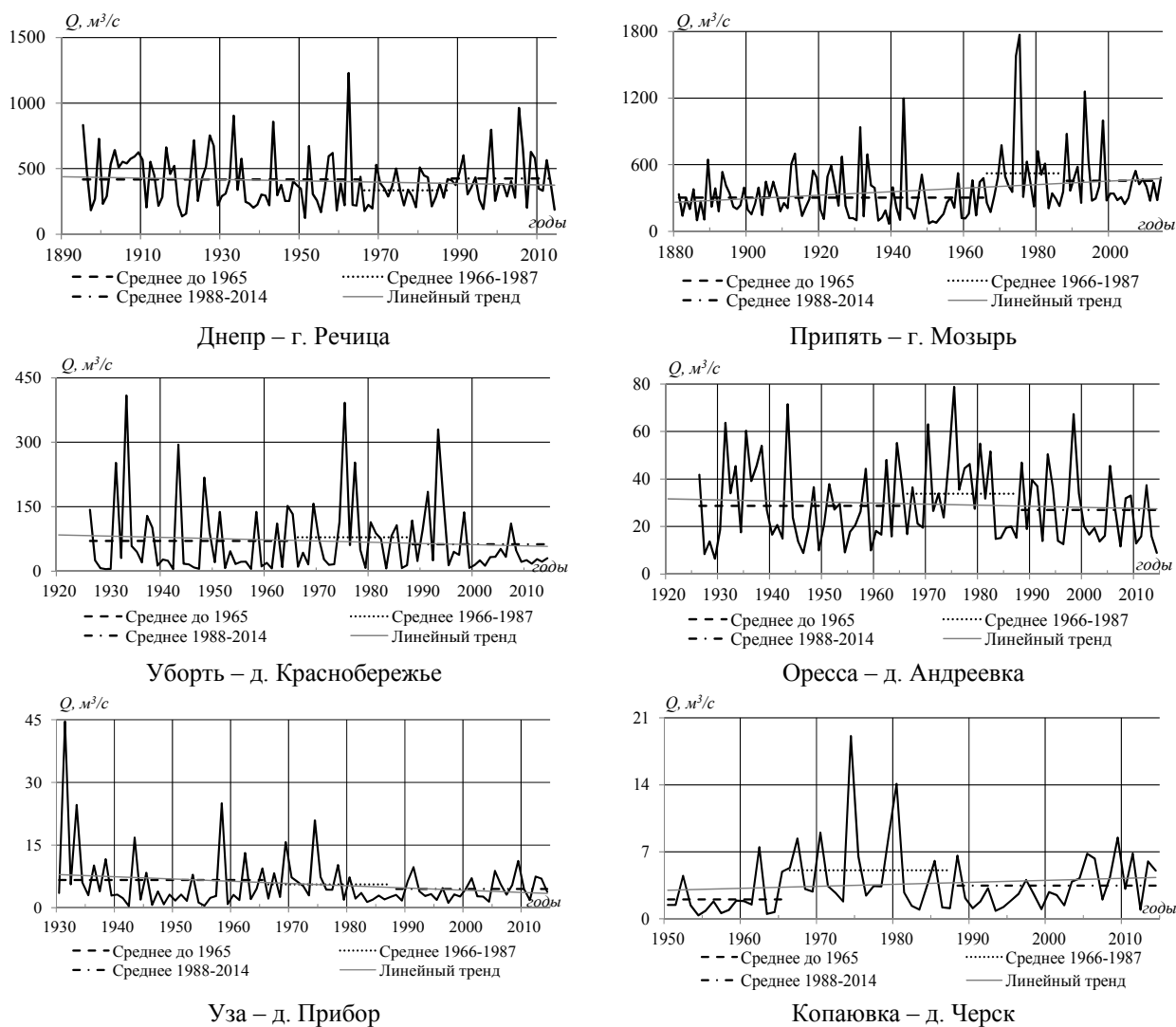


Рисунок 4.10 – Графики многолетних колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков

Для рядов максимальных расходов воды дождевых паводков за период инструментальных наблюдений явно выраженной тенденции к изменениям не выявлено. Однако здесь можно выделить период, когда отмечались наибольшие дождевые паводки практически на всех реках Белорусского Полесья – с 1966 по 1987 год, когда осушительная мелиорация приняла широкий размах. В результате увеличения густоты речной сети (за счет строительства мелиоративных каналов) скорости добега воды до речного русла во время паводков увеличились, что привело к снижению потерь на впитывание и испарение и в результате к росту максимальных расходов воды.

В современный период потепления климата величина максимальных расходов воды дождевых паводков на большинстве рек Полесья уменьшилась по сравнению с предыдущим периодом, причем масштабы уменьшения различны на разных реках. Также уменьшился и размах колебаний максимальных расходов воды. Влияние потепления на паводочный сток рек проявляется в том, что с ростом температур воздуха увеличиваются потери воды на суммарное испарение и растет дефицит почвенной влаги. Сказывается также уменьшение величины весенних половодий и смещение их на более ранние сроки, что приводит к иссушению почвогрунтов и росту их впитывающей способности, в результате чего растут потери воды на впитывание. Особенно это касается паводков, которые формировались в начале лета. Наиболее высокие дождевые паводки на разных реках Белорусского Полесья наблюдались в разные годы. Годы с выдающимися паводками приведены в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Годы с дождевыми паводками различной обеспеченности

Река – створ	Период наблюдений	Обеспеченность, %		
		≤ 1	1–5	6–10
Днепр – г. Речица	1895–2014	1962	1895, 1933, 1943, 1998, 2005	1899, 1916, 1923, 1927, 1928, 1952
Сож – г. Гомель	1900–2014	1933	1902, 1927, 1936, 1943, 1998	1916, 1958, 1962, 1974, 1985, 2009
Уза – д. Прибор	1928–2014	1931	1933, 1958, 1974	1938, 1943, 1962, 1969, 2009
Припять – д. Черничи	1931–2014	1975	1943, 1974, 1998	1933, 1970, 1988, 1993
Припять – г. Мозырь	1881–2014	1975	1931, 1943, 1974, 1988, 1993, 1998	1889, 1913, 1926, 1933, 1970, 1980
Уборть – д. Краснобережье	1926–2014	1933	1943, 1975, 1993	1931, 1948, 1977, 1991, 1994
Горынь – д. Малые Викоровичи	1922–2014	1924	1943, 1948, 1974, 1975	1969, 1977, 1988, 1993
Птичь – д. Лучицы	1895–2014	1975	1895, 1931, 1943, 1951, 1970	1906, 1933, 1962, 1964, 1974, 1982
Оресса – д. Андреевка	1926–2014	1975	1931, 1943, 1998	1935, 1938, 1964, 1970, 1980
Ясельда – г. Береза	1945–2014	1974	1970, 1980	1950, 1952, 1975, 1988
Ясельда – д. Сенин	1945–2014	1974	1951, 1975	1950, 1952, 1970, 1980
Копаяновка – д. Черск	1949–2014	1974	1970, 1980	1967, 1979, 2009

Наиболее значительные по величине и обширные по площади распространения дождевые паводки на реках Белорусского Полесья были в 1974 и 1975 гг. Дождевой паводок 1975 г. на Припяти и многих ее притоках (рр. Цна, Птичь, Оресса, Случь) по своим размерам является наибольшим за весь период инструментальных наблюдений. Значительные осадки с суточными максимумами до 40 мм, выпавшие в последней пятидневке марта и в апреле, вызвали подъемы уровня воды на реках и сформировали большой паводок. На малых реках (Сколодина, Меречанка, Неслуха, Словечна) продолжительность подъема воды составила 1–4 дня. Такой же резкий был и спад.

Одним из катастрофических паводков на Полесье был паводок 1974 г., который сформировался в результате прохождения над территорией серии циклонов. Начиная с третьей декады сентября, в течение октября, а также в первой декаде ноября выпало значительное количество осадков. Только за октябрь в ряде пунктов Брестской области выпало от 3 до 6,5 месячной нормы осадков, интенсивность ливней 30–31 октября достигала 48 мм в сутки. Осадки, выпавшие за пять декад осеннего периода, составили 30 % годовой суммы. Выпавшие осадки в конце сентября значительно увеличили запас общей влаги в почвогрунтах и повысили уровень грунтовых вод. Влагозапасы почвы в пониженных местах достигали полной влагоемкости.

Все это привело к задержке инфильтрации выпавших осадков, застою воды на бессточных участках и увеличению стока дождевых вод в русла рек. В результате ряд дождевых паводков, последовательно наложившись друг на друга, образовали один общий подъем. На рр. Мухавец и Горынь вода поднялась на 2,8 м. В условиях насыщения почвогрунтов до полной влагоемкости и застоя воды на поверхности, подъема и выхода грунтовых вод над поверхностью земли и разлива речных вод произошло слияние дождевых и речных вод, вызвавших образование большого паводка, перешедшего в наводнение. Поймы рек подверглись почти четырехмесячному затоплению. В некоторых местах вода стояла до середины лета следующего года.

Летний паводок 1993 г. сформировался в результате выпадения экстремального количества осадков, которые в июле составили до трех месячных норм. В Житковичском и Столинском районах повышенное количество осадков выпало и в июне (около 1,5–2 месячные нормы), а в июле осадки наблюдались в виде ливней редкой повторяемости. Суточный максимум 23 июля в Житковичском районе составил 57 мм, а в Столинском – 115 мм, а 24 июля – 67 мм. Интенсивность подъема воды во время паводка в середине июля составила 30–60 см в сутки. На условия формирования дождевого паводка оказали влияние и большие суммы осадков, выпавшие в Житомирской и Ровенской областях Украины. Начало подъема уровней воды на Припяти и ее притоках отмечено 12–15 июля, а 23 и 24 июля наблюдалось затопление больших территорий. Выход воды на пойму произошел на Уборти 22 июля, на Случи и Птичи – 25 июля, на Горыни – 26 июля, на Припяти у д. Черничи 8–11 августа, а у г. Мозыря – 16–17 августа. Максимальные уровни дождевого паводка на малых реках сформировались уже 28–30 июля, на Горыни – 31 июля, а на Припяти в середине августа. Наиболее высокие паводки сформировались на малых водотоках Столинского района и в бассейнах рек Горынь и Ствига. Превышение максимальных уровней паводка над меженными для Припяти составило около 3 м, на Горыни – 3,4 м, на малых водотоках 2,0–2,5 м.

Огромный ущерб сельскому хозяйству нанесен дождевым паводком 2007 г., сформировавшимся на реках Брестской области. Причиной его послужили катастрофические осадки в первой декаде июля, подержанные серией менее обильных, но выпадающих на переувлажненную почву дождей. За три дня (5–7 июля) в большинстве районов области выпало от 80 до 200 мм осадков (почти треть годовой нормы), а за 20 дней – 224 мм. Суточные максимумы осадков составили 50–80 мм. Так, на Полесской станции 5 и 6 июля зарегистрирован абсолютный максимум количества осадков за сутки (81,2 и 86,3 мм) за весь период наблюдений. На метеостанции Ганцевичи максимальное количество осадков за сутки составило 106 мм. Затоплены посевы многих культур. Площадь погибших посевов составила почти 56 тыс. га. Особенно пострадали посевы ячменя, кукурузы, озимой ржи и тритикале, многолетних трав. Полегли посевы зерновых и зернобобовых культур. Пострадали также личные хозяйства жителей, особенно посевы картофеля, овощей. Недобор в области составил около 290 тыс. т зерна, 25 тыс. т картофеля, 100 тыс. т сахарной свеклы, 700 тыс. т зеленой массы кукурузы.

#### *Зимние паводки*

В зимний период сток на реках формируется главным образом за счет сработки запасов подземных вод, аккумулярованных в пределах бассейна. Зимой нередко наблюдаются оттепели, которые сопровождаются таянием снега и льда и выпадением дождей. Во время оттепелей на реках формируются зимние паводки. Величина, интенсивность и продолжительность подъема воды в паводке зависят от запасов воды в снежном покрове, интенсивности таяния снега, состояния погоды, степени увлажненности и глубины промерзания почвы. Когда снежная, с частыми оттепелями зима сменяется дождливой весной, зимний паводок переходит в весеннее половодье.

На рисунке 4.11 представлены графики многолетних колебаний максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений на реках Белорусского Полесья. Паводки, у которых начало наблюдалось в предыдущем году, а конец в последующем, относились к тому году, когда отмечался максимальный расход воды.

Практически на всех реках Белорусского Полесья наблюдается тенденция к росту величины максимальных расходов воды зимних паводков. Наиболее значительное увеличение отмечается на крупных реках Полесья (Днепр, Припять, Сож). На других реках величина изменения менее значительна. При этом наибольшие зимние паводки по величине максимального расхода за период инструментальных наблюдений на многих реках Белорусского Полесья наблюдались в первый или второй из выделяемых периодов, в то время как средняя величина их выросла. Это связано с тем, что раньше зимние паводки наблюдались значительно реже, что при благоприятных условиях (быстрое повышение температуры воздуха, большой запас воды в снеге и др.) могло привести к формированию значительных паводков. Сейчас нередко за зиму наблюдается несколько зимних паводков, что снижает величину их максимальных расходов воды вследствие увеличения их частоты, что в конечном итоге сопровождается снижением величины их максимальных расходов воды.

#### *Соотношение величин весенних половодий и дождевых паводков*

В связи с тем, что на реках Белорусского Полесья развиты и половодья, и паводки, большое научное и практическое значение приобретает вопрос о соотношении между ними. Для оценки соотношения дождевых и снеговых максимумов стока на реках Белорусского Полесья рассчитаны коэффициенты  $\alpha$  как отношение ежегодных максимальных расходов воды дождевых паводков ( $Q_{д.пав}$ ) и весенних половодий ( $Q_{в.пол}$ ):

$$\alpha = \frac{Q_{д.пав}}{Q_{в.пол}} \quad (4.2)$$

В таблице 4.20 представлены наибольшие зафиксированные в ходе наблюдений максимальные расходы воды дождевых паводков ( $Q_{д.пав}$ ) и весенних половодий ( $Q_{в.пол}$ ) за период от начала инструментальных наблюдений до 2014 г. на некоторых реках Белорусского Полесья, а также максимальные расходы воды 5%-ной обеспеченности. Помимо этого, приведено количество лет, когда максимальные дождевые расходы воды оказались больше или равны снеговым максимумам ( $\alpha \geq 1$ ), выраженное в процентах от количества лет наблюдений.

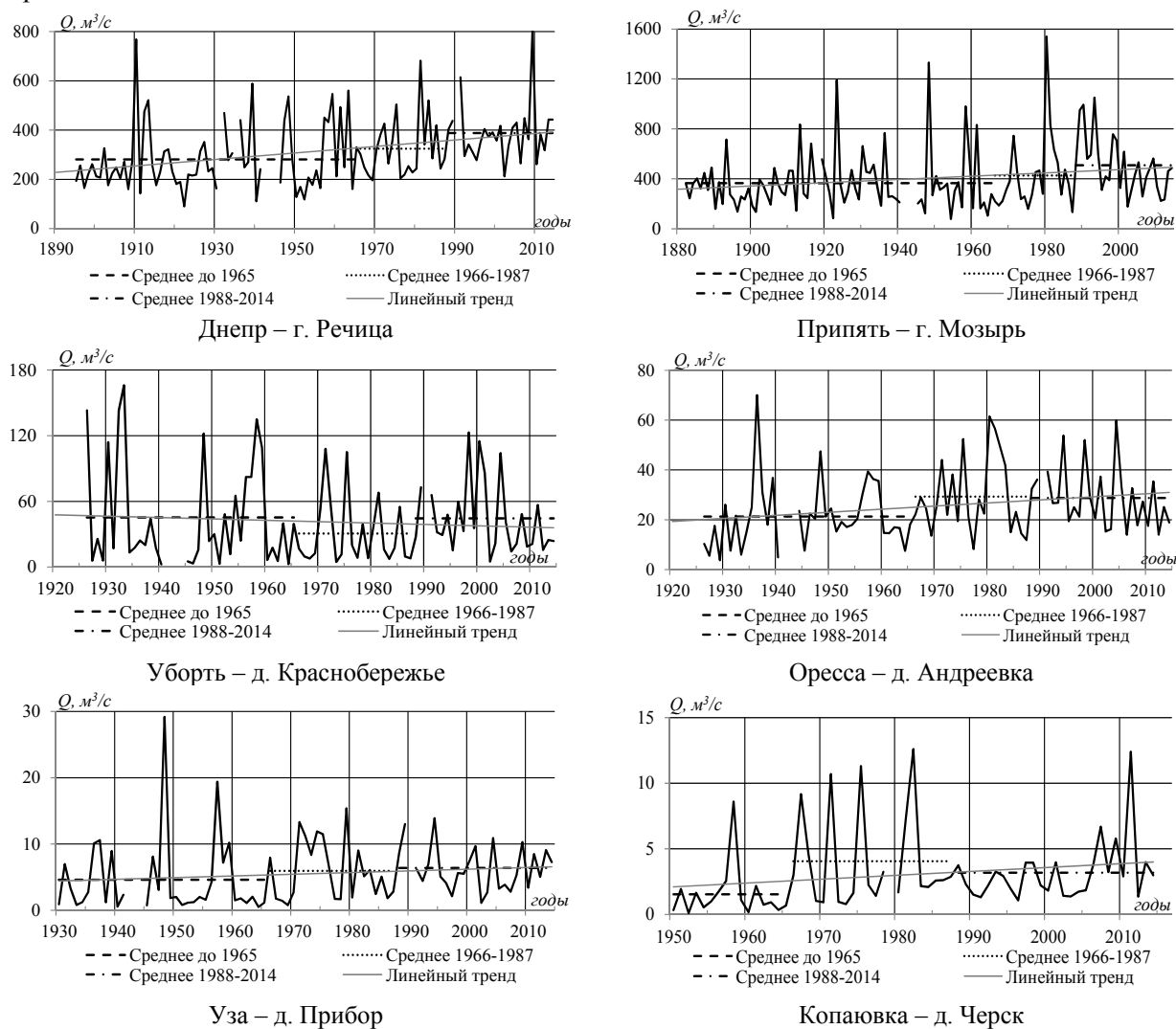


Рисунок 4.11 – Графики многолетних колебаний максимальных расходов воды зимних паводков

Таблица 4.20 – Соотношение дождевых и снеговых максимумов на реках Белорусского Полесья

Река – створ	Период наблюдений	Число лет $\alpha \geq 1$ , %	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Максимальные расходы воды, м <sup>3</sup> /с				
				наибольший наблюдаемый		P=5 %		
				$Q_{д.пав}$	$Q_{в.пол}$	$Q_{д.пав}$	$Q_{в.пол}$	$\alpha_{5\%}$
Днепр – г. Речица	1895–2014	3	58200	1230	4970	801	4170	0,19
Припять – г. Мозырь	1881–2014	5	101000	1770	7500	905	4240	0,21
Припять – д. Черничичи	1931–2014	12	74000	1150	3990	718	3150	0,23
Горынь – д. Мал. Викоровичи	1922–2014	12	27000	1150	2910	766	1880	0,41
Уборть – д. Краснобережье	1926–2014	23	5260	409	655	282	501	0,56
Птичь – д. Лучицы	1895–2014	11	8770	212	800	159	578	0,28
Оресса – д. Андреевка	1926–2014	15	3580	78,8	301	63,5	191	0,33
Уза – д. Прибор	1928–2014	3	760	44,6	178	20,6	103	0,20
Ясельда – д. Сенин	1945–2014	14	5110	120	575	75,1	188	0,40

На всех реках Полесья наибольшие зафиксированные при наблюдениях, а также расчетные максимальные расходы воды дождевых паводков 5%-ной обеспеченности ниже наибольших расходов весеннего половодья. Однако случаи превышения половодий дождевыми паводками в отдельные годы нередки и отмечаются на всех реках региона.

В современный период потепления климата (с 1988 г.) на всех реках Полесья участились случаи, когда наибольшие в году расходы воды формируются не в период весеннего половодья, а в период дождевых паводков, что связано прежде всего со снижением максимальных расходов воды весенних половодий.

#### 4.3.5. Минимальный сток на реках

Минимальный сток – наименьший по величине сток, обычно наблюдающийся в межень. Периодом минимального стока называют отрезок времени от 1 до 30 суток внутри меженного периода, когда наблюдаются наименьшие расходы воды. Опорные характеристики минимального стока – минимальные среднесуточные расходы воды и минимальные 30-дневные расходы. Последние представляют собой средний расход за 30 суток внутри летне-осенней или зимней межени (рассматриваются отдельно) с наиболее низким стоком. Введение в практику гидрологических и водохозяйственных расчетов минимального 30-дневного расхода вместо минимального среднемесячного вызвано необходимостью исключить влияние календарных месяцев, завывшавших оценки низкого стока в условиях прерывистой межени. В зависимости от целей водохозяйственных расчетов применяются также величины 7- и 10-дневных минимальных расходов воды. Большое значение имеет определение этих характеристик при назначении минимально допустимых расходов воды, оставляемых в реках при осуществлении водозабора и устройства водохранилищ, расчета предельных величин сбросных расходов воды. Основное применение в практике водохозяйственного и строительного проектирования находят величины минимального стока большой обеспеченности в диапазоне 75–97 %, характеризующие годы с маловодной меженью сравнительно редкой повторяемости. При оценке наихудших условий для формирования качества воды обычно используется минимальный сток 95%-ной обеспеченности (средняя повторяемость 1 раз в 20 лет), что достаточно произвольное условие, требующее дифференциации в зависимости от тяжести негативных экологических и санитарно-технических последствий.

Различают характеристики минимального стока:

- *суточные минимальные расходы воды* с разделением их на летние и зимние за каждый год;
- *среднемесячные минимальные расходы воды* с разделением их на летние и зимние за каждый год;
- *средние многолетние значения (нормы) суточных минимальных расходов воды;*
- *средние многолетние значения (нормы) среднемесячных минимальных расходов воды;*
- *минимумы* различной обеспеченности;
- *абсолютные минимумы* – наименьший расход воды за весь многолетний период наблюдений.

Для определения расчетного минимального расхода используют данные наблюдений по стоку за зимний и летне-осенний периоды. Расчет ведут:

- по среднемесячным расходам;
- средним за 30 суток с наименьшим стоком;
- среднесуточным.

Среднемесячные расходы рекомендуется использовать для расчета в том случае, когда межень период продолжительный и устойчивый (длится не менее двух месяцев и в течение этого времени на реке нет паводков).

Минимальные расходы, средние за 30 суток, с наименьшим стоком используются при короткой и прерывистой межени. Короткой считают межень продолжительностью меньше двух месяцев; прерывистой – если она прерывается паводками.

Минимальный 30-суточный некалендарный сток определяется путем построения гидрографов стока исследуемой реки по годам за весь период наблюдений, на которых выделяется участок продолжительностью 30 суток с наименьшими расходами воды, и по таблице ежедневных расходов воды производят подсчет среднего расхода воды за выбранный период. Минимальные 30-суточные расходы воды всегда меньше или равны среднемесячным календарным расходам воды.

Летне-осенняя межень обычно наступает в конце мая – середине июня и заканчивается в октябре. В некоторые годы при дружном прохождении весеннего половодья период низкого стока на реках начинается в конце апреля – начале мая, а в годы затяжного половодья или когда на его спаде идут дожди – в конце июня – начале июля. Средняя продолжительность летне-осенней межени на малых и средних реках до 140–165 суток, на крупных от 87 (Днепр возле г. Речица). Почти каждый год межень прерывается значительными дождевыми паводками и складывается из 2, в отдельные годы из 3–4 периодов. Сток летне-осенней межени на малых и средних реках составляет 5–20 %, на крупных

– 7–12 % годового стока. Величина среднего слоя стока межени на малых и средних реках колеблется от 3 до 50 мм. Величина слоя стока наблюдается около 3–15 мм. Наиболее маловодный период преимущественно в июле-августе. Особенно низкие уровни наблюдаются в период засухи. Продолжительность маловодного периода на малых и средних реках 5–30 суток.

Зимняя межень обычно устанавливается в конце декабря. Наиболее ранние даты наступления межени попадают на конец октября – начало ноября, наиболее поздние – на январь, заканчивается зимняя межень обычно в марте, крайние сроки межени – февраль – апрель. В отдельные годы межень прерывается зимними паводками от оттепелей и складывается из 2–4 периодов. Сток зимней межени составляет 5–15 % годового стока (от 3 до 45 мм годового стока). Наиболее маловодный период зимней межени преимущественно в феврале и марте. Продолжительность его на малых и средних реках до 60 суток, на крупных – до 70 суток.

В наиболее маловодные периоды на отдельных малых реках возможно отсутствие стока как летом (пересыхание рек), так и зимой (перемерзание рек). В период межени местами возникает дефицит воды для использования в промышленности, сельском хозяйстве (особенно для обеспечения мелиоративных систем при двухстороннем регулировании водного режима) и коммунальном хозяйстве. Низкие уровни, уменьшение глубин в реках усложняют речное судоходство и лесосплав. Для предупреждения этого, а также для рационализации использования водных ресурсов проводится перераспределение речного стока, строятся водохранилища. Уровни и расходы воды в реках в период межени вначале определяются при помощи гидрологических прогнозов, что позволяет планировать мероприятия по предотвращению нехватки воды.

В таблице 4.21 приводятся сводные данные о наиболее низких уровнях на судоходных реках за период инструментальных исследований.

Таблица 4.21 – Низкие уровни на судоходных реках Белорусского Полесья

Река – пост	Количество лет наблюдений	Количество лет с низким уровнем	Опасный низкий уровень, см
Днепр – г. Речица	103	44	65
Днепр – г. Лоев	124	17	29
Березина – г. Светлогорск	73	22	395
Сож – г. Гомель	101	29	105
Припять – с. Черничи	14	1	125
Припять – г. Мозырь	118	1	15

На рисунке 4.12 представлена пространственная структура модуля летне-осеннего и зимнего минимального стока. Летне-осенний минимальный сток меньше зимнего в 0,5–2,0 раза. Наименьший летне-осенний модуль стока формируется на правых притоках р. Припять ( $q_{\min}^{л-о\ cp} = 0,20$  л/(с км<sup>2</sup>)), а зимний – в бассейне р. Западный Буг ( $q_{\min}^з\ cp = 0,56$  л/(с км<sup>2</sup>)). Наибольшие величины как летне-осеннего и зимнего стока формируются в районе г. Мозыря.

Важнейшими факторами, влияющими на процесс формирования минимального стока, являются атмосферные осадки и подземные воды. Кроме того, на величину и режим минимального стока влияют испарение, температура воздуха и почвы, дефицит влажности воздуха, гидрогеологическое строение водосбора (инфильтрационная и водоудерживающая способность почвогрунтов, мощность и количество водоносных горизонтов, характер гидравлической связи с рекой, литологический состав водовмещающих пород), рельеф водосбора, озерность, заболоченность, лесистость.

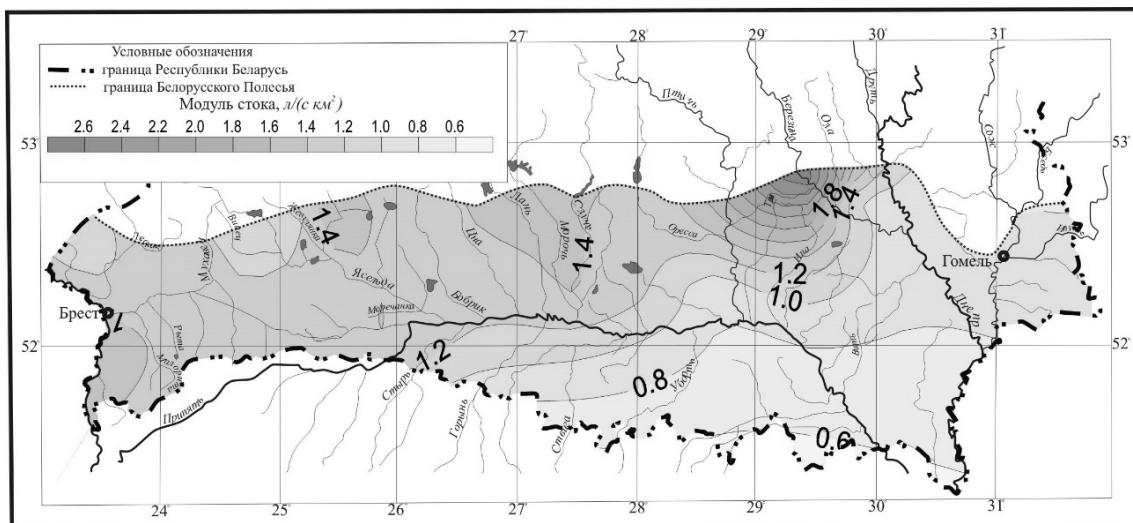
Можно выделить еще одну группу факторов, которые не принимают непосредственного участия в формировании минимального стока, но отражают влияние первых двух групп. К третьей группе относятся: площадь водосбора (бассейна) ( $A$ ), средняя высота водосбора ( $H_{cp}$ ), уклон водосбора ( $i$ ), эрозионный врез русла ( $\Delta H$ ), густота речной сети, величина годового стока ( $Q_{год}$ ), годовой подземный сток в реки, коэффициент естественной зарегулированности.

Для рек Белорусского Полесья выявлена прямая зависимость между модулем минимального стока, средней высотой водосбора и эрозионным врезом русла реки (табл. 4.22–4.24). Гидрогеологические условия водосбора частично находят отражение в этих показателях: чем больше глубина вреза, тем больше водоотдача в русла рек. Полученные результаты (летне-осенний  $r(H) = 0,40 \pm 0,088$ ;  $r(\Delta H) = 0,34 \pm 0,090$ ; для зимнего –  $r(H) = 0,23 \pm 0,094$ ;  $r(\Delta H) = 0,19 \pm 0,094$ ) позволяют судить о том, что характер расчлененности рельефа речных бассейнов имеет существенное значение в формировании летне-осеннего и зимнего минимальных стоков, и эти показатели необходимо учитывать при расчете минимального стока. Из таблицы 4.24 следует, что исключение величин (одной или нескольких сра-

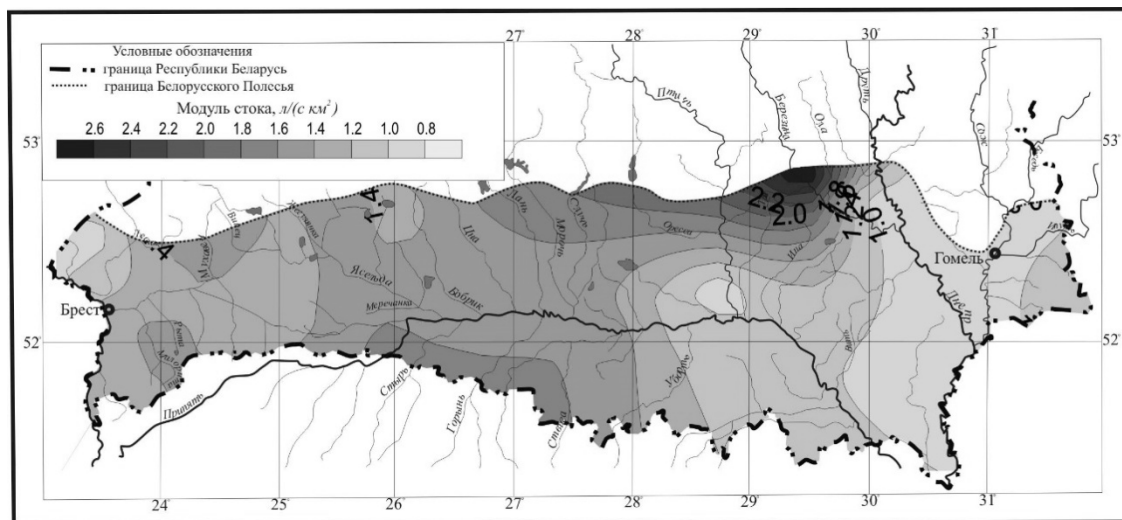


зу), таких как долгота створа, площадь, озерность, заболоченность, средняя высота водосбора, незначительно влияет на величину коэффициента множественной корреляции, а исключение таких величин, как годовое количество осадков, лесистость водосбора и др., значительно его меняет.

а)



б)



а) – летне-осенний; б) – зимний

Рисунок 4.12 – Модуль минимального стока рек Белорусского Полесья

Таблица 4.22 – Корреляционная матрица модуля летне-осеннего минимального стока и природно-климатических факторов

Стокоформирующие факторы	$\lambda$	$\varphi$	$A$	$H_{cp}$	$\Delta H$	$X_{год}$	$f_{оз}$	$f_{б}$	$f_{л}$
Модуль летне-осеннего минимального стока, ( $q_{min}^{л-ос}$ )	0,04	<b>0,52</b>	0,12	<b>0,40</b>	<b>0,34</b>	<b>0,49</b>	0,16	<b>-0,20</b>	<b>0,24</b>
Долгота створа, ( $\lambda$ )		<b>0,37</b>	0,06	0,09	0,00	0,13	-0,02	<b>-0,58</b>	0,17
Широта створа, ( $\varphi$ )			-0,14	0,17	0,12	<b>0,42</b>	<b>0,53</b>	<b>-0,50</b>	0,08
Площадь водосбора, ( $A$ )				0,17	<b>0,50</b>	-0,00	-0,02	-0,04	-0,00
Средняя высота водосбора, ( $H_{cp}$ )					<b>0,53</b>	<b>0,40</b>	-0,17	<b>-0,25</b>	-0,05
Эрозионный врез русла реки, ( $\Delta H$ )						0,18	0,03	<b>-0,26</b>	-0,02
Годовое количество осадков, ( $X_{год}$ )							0,12	<b>-0,28</b>	0,03
Озерность водосбора, ( $f_{оз}$ )								-0,14	-0,01
Заболоченность водосбора, ( $f_{б}$ )									-0,19

Примечание: Выделенные коэффициенты статистически значимы при  $p = 0,05$ .

Таблица 4.23 – Корреляционная матрица модуля зимнего минимального стока и природно-климатических факторов

Стокоформирующие факторы	$\lambda$	$\varphi$	$A$	$H_{cp}$	$\Delta H$	$X_{год}$	$f_{оз}$	$f_{б}$	$f_{л}$
Модуль зимнего минимального стока, ( $q_{min}^3$ )	-0,06	<b>0,49</b>	-0,03	<b>0,23</b>	<b>0,19</b>	<b>0,36</b>	<b>0,29</b>	-0,09	<b>0,31</b>
Долгота створа, ( $\lambda$ )		<b>0,37</b>	0,06	0,09	0,00	0,13	-0,02	<b>-0,58</b>	0,17
Широта створа, ( $\varphi$ )			-0,14	0,17	0,12	<b>0,42</b>	<b>0,53</b>	<b>-0,50</b>	0,08
Площадь водосбора, ( $A$ )				0,17	<b>0,50</b>	-0,00	-0,02	-0,04	-0,00
Средняя высота водосбора, ( $H_{cp}$ )					<b>0,53</b>	<b>0,40</b>	-0,17	<b>-0,25</b>	-0,05
Эрозионный врез русла реки, ( $\Delta H$ )						0,18	0,03	<b>-0,26</b>	-0,02
Годовое количество осадков, ( $X_{год}$ )							0,12	<b>-0,28</b>	0,03
Озерность водосбора, ( $f_{оз}$ )								-0,14	-0,01
Заболоченность водосбора, ( $f_{б}$ )									-0,19

Примечание: Выделенные коэффициенты статистически значимы при  $p = 0,05$ .

Таблица 4.24 – Влияние исключения переменных (одной или нескольких) на коэффициент множественной регрессии

Условия	Коэффициент корреляции	
	летне-осенний	зимний
Использованы все переменные	0,74	0,69
<i>Исключены:</i>		
Широта створа	0,63	0,60
Долгота створа	0,72	0,67
Площадь водосбора	0,73	0,69
Средняя высота водосбора	0,73	0,68
Озерность водосбора	0,73	0,69
Заболоченность водосбора	0,73	0,67
Лесистость водосбора	0,69	0,60
Эрозионный врез русла реки	0,73	0,69
Годовое количество осадков	0,71	0,68
Озерность, заболоченность, лесистость	0,68	0,59
Долгота створа, площадь водосбора	0,72	0,67

Характерная черта территории Полесья – это довольно высокая заболоченность водосборов – до 38 %. Наибольшее распространение получили низинные, в бассейне Припяти они составляют 90 % площади всех болот. Значительно заболочен также бассейн р. Березины (20–30 %). Коэффициент корреляции минимального стока с заболоченностью водосбора для летне-осеннего составляет  $-0,20 \pm 0,094$ , а для зимнего –  $-0,09 \pm 0,096$ . Как показывают расчеты, болота имеют регулирующее значение в летне-осенний период.

По мнению В. Р. Вильямса, для предотвращения усиленной эрозии почв оптимальные площади водосбора, занятые под лесными массивами, должны составлять 20–25 %. Лесистость водосборов варьирует от 2 до 50 %, средняя – 24 %. Коэффициент корреляции модуля зимнего минимального стока выше ( $0,31 \pm 0,091$ ), чем летне-осеннего ( $0,24 \pm 0,093$ ), а при исключении этого фактора коэффициент множественной корреляции снижается.

Между модулем минимального стока рек и озерностью водосборов существует положительная связь, равная для летне-осеннего минимального стока  $0,16 \pm 0,095$ , а для зимнего –  $0,29 \pm 0,092$ . Коэффициенты озерности некоторых бассейнов достигают 10 %. Озера так же, как и болота, могут аккумулировать воду и иметь водорегулирующее значение.

Анализ показал, что на формирование летне-осеннего минимального стока наибольшее влияние оказывают: широта створа, годовое количество осадков, средняя высота водосбора, эрозионный врез русла реки, заболоченность и лесистость водосбора. Зимний минимальный сток формируется за счет следующих природно-климатических факторов: широта и долгота, средняя высота и лесистость водосбора.

*Изменения минимального стока рек Белорусского Полесья*

Минимальные расходы воды в летне-осеннюю и зимнюю межень распределялись по трем классам водности:

- годы с маловодьями ( $s_1$ ) ( $p > 66 \%$ );
- годы со средней водностью ( $s_2$ ) ( $33 \leq p \leq 66 \%$ );

– годы с многоводьями ( $s_3$ ) ( $p < 33\%$ ).

Затем анализировались ряды стока, представляющие собой последовательность маловодных, средневодных и многоводных лет, и подсчитывалось количество в многолетнем ряду соответствующих классов водности (т.е. определялась их абсолютная частота) в период 1881–2015 гг.

Рассматриваемый отрезок времени охватывает три различных по уровню хозяйственной деятельности периода (1881–1930, 1931–1964, 1965–2015 гг.):

– *первый период* характеризуется довольно примитивной системой земледелия и экстенсивным ведением сельского хозяйства;

– *второй* отличается применением более высокой агротехники и интенсификацией сельскохозяйственного производства;

– *третий* определяется началом крупномасштабной мелиорации на Белорусском Полесье, строительством крупных гидротехнических сооружений (водохранилища Селец, Любанское, Солигорское и др.).

Необходимо иметь также в виду, что водосборы рек Белорусского Полесья относятся к районам, где степень использования пахотных земель значительно возросла в послевоенные годы.

Исследование частот лет *летне-осеннего* минимального стока различной водности каждого из периодов позволяет констатировать:

– в первом периоде (1881–1930 гг.) в бассейне р. Днепр заметно преобладали годы с пониженной водностью, в бассейне р. Припять годы со средней водностью;

– во втором периоде (1931–1964 гг.) в бассейне р. Припять увеличилось число лет с пониженной водностью, а в бассейне р. Днепр увеличилось число лет с пониженной и средней водностью;

– в третьем периоде (1965–2015 гг.) в бассейнах всех исследуемых рек преобладают годы с повышенной водностью.

Для *зимнего* минимального стока характерно:

– в первый период в бассейне р. Западный Буг преобладают годы со средней водностью, а в бассейнах рр. Днепр и Припять большинство составляют маловодные годы 74 и 83 % соответственно;

– второй период в различных бассейнах характеризуется по-разному: в бассейнах рр. Припять и Днепр преобладают годы со средней водностью, а в бассейне р. Западный Буг – с пониженной;

– для третьего периода характерна повышенная водность для всех рек Беларуси в бассейнах р. Днепр – 98 %, р. Припять – 85 %, р. Западный Буг – 69 %.

Тенденция увеличения минимального стока характерна как для летне-осенней межени, так и для зимней. Следовательно, в анализируемых рядах стока имеет место положительный тренд.

Исследование временных рядов многолетних колебаний летне-осеннего и зимнего минимальных расходов воды показывает наличие положительных (80 % исследуемых рек) и отрицательных (20 %) трендов (рис. 4.13).

Из таблицы 4.25 следует, что для большинства исследуемых рек отмечается стабильная тенденция увеличения летне-осенних (71 % исследуемых рек) и зимних (90 %) минимальных расходов воды, причем на большей части рек градиент изменения стока в зимний период больше, чем в летне-осенний. Градиент изменения стока наибольшие значения принимает на рр. Днепр, Припять, Сож.

Так как во временных рядах существует устойчивый тренд, его можно использовать для прогноза. Тренд отражает динамику с очень большим моментом инерции, и изменения, определяемые такой динамикой, не могут моментально изменить свое направление.

Результаты расчетов коэффициентов изменения минимального стока рек ( $k_i$ ) позволяют сделать следующие выводы:

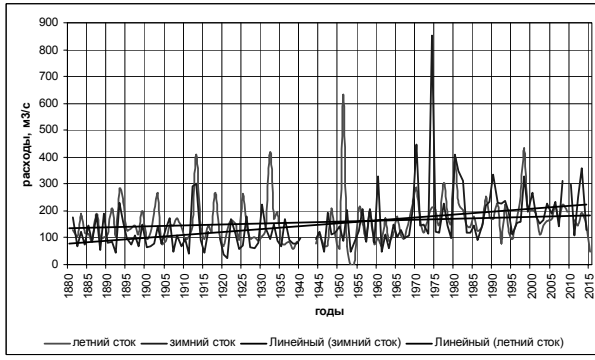
– на большинстве исследуемых рек (до 80 %) и летне-осенний, и зимний минимальный сток увеличился;

– на 5 % и летне-осенний, и зимний минимальный сток уменьшился;

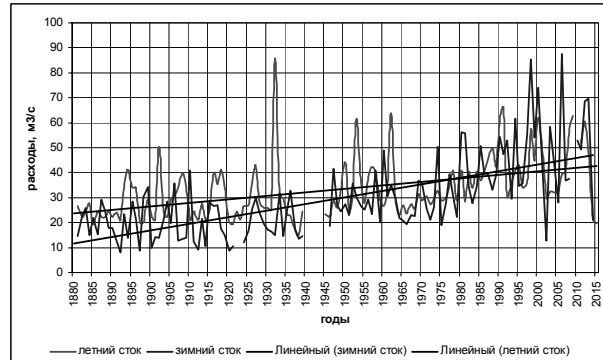
– на 5 % летне-осенний увеличился, а зимний уменьшился;

– на 10 % летне-осенний уменьшился, а зимний минимальный сток увеличился.

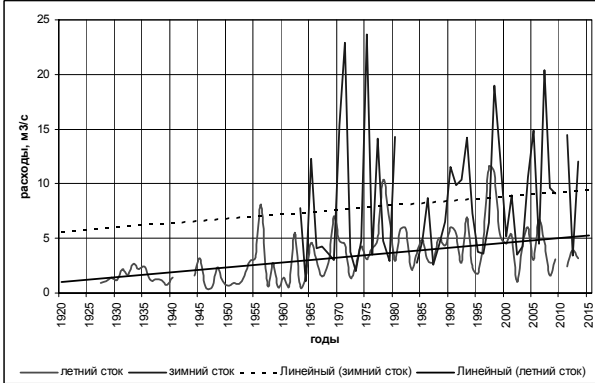
*Летне-осенний* минимальный сток увеличился на 85 % исследуемых рек, из них на 49 % рек сток увеличился значимо ( $k_i \geq 0,27$ ). На 18 % изучаемых объектов (рр. Ясельда, Оресса, Словечна, Чертедь, Вить, Мухавец, Жабинка, Копановка) сток увеличился более чем в 2 раза. Уменьшился летне-осенний минимальный сток на 15 % исследуемых рек, из них лишь на р. Случь (г. Старобин) значимо, что связано со строительством водохранилища. На р. Случь в 1967 г. построено Солигорское водохранилище для обеспечения водой предприятий «Беларуськалий» и питания рыбоводного хозяйства «Старобин».



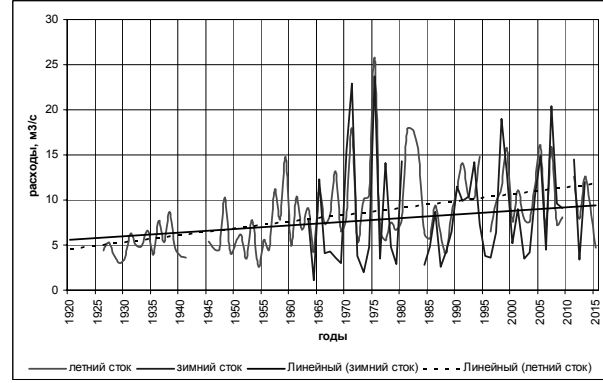
Припять – г. Мозырь



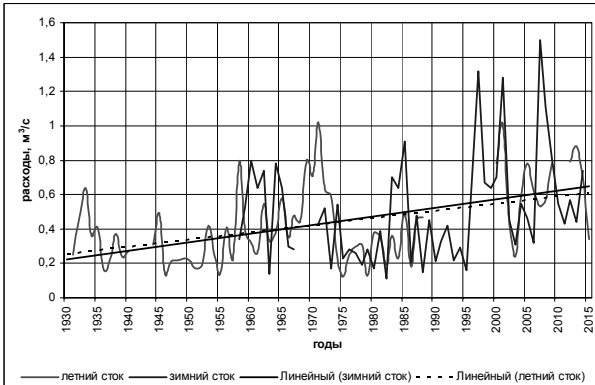
Днепр – г. Орша



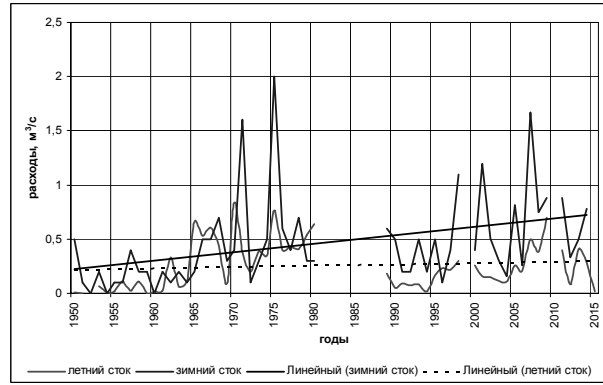
Уборть – д. Краснобережье



Оресса – д. Андреевка



Уза – д. Прибор



Копаяювка – д. Черск

Рисунок 4.13 – Графики многолетних колебаний минимальных расходов воды

Таблица 4.25 – Параметры линейных трендов минимальных расходов воды рек Белорусского Полесья

Река – пост	Минимальный сток			
	Летне-осенний		Зимний	
	Градиент изменения стока $\alpha$ , $\text{м}^3/\text{с}/10$ лет	Коэффициент корреляции, $r$	Градиент изменения стока $\alpha$ , $\text{м}^3/\text{с}/10$ лет	Коэффициент корреляции, $r$
Копаяювка – с. Черск	0,02	0,14	0,07	0,37
Мухавец – г. Брест	-1,04	0,43	-0,05	0,00
кан. Ореховский – с. Меленково	0,02	0,04	0,20	0,18
Рыта – с. Малые Радвичи	-0,04	0,14	0,06	0,09
Малорита – г. Малорита	-0,08	<b>0,46</b>	0,02	0,04
Лесная – с. Тюхиничи	-0,43	<b>0,35</b>	-0,22	0,10
Днепр – г. Речица	2,80	0,28	11,99	<b>0,68</b>
Березина – г. Бобруйск	0,25	0,08	1,39	<b>0,40</b>
Сож – г. Гомель	1,58	0,19	4,54	<b>0,48</b>
Уза – с. Прибор	0,04	<b>0,46</b>	0,05	0,27
Верхняя Брагинка – с. Рудня	0,03	0,12	0,10	<b>0,33</b>
Припять – г. Туров	5,85	0,30	9,90	0,29
Припять – г. Мозырь	3,49	0,16	11,00	<b>0,40</b>

Река – пост	Минимальный сток			
	Летне-осенний		Зимний	
	Градиент изменения стока $\alpha$ , м <sup>3</sup> /с/10 лет	Коэффициент корреляции, $r$	Градиент изменения стока $\alpha$ , м <sup>3</sup> /с/10 лет	Коэффициент корреляции, $r$
Неслуха – с. Рудск	0,01	0,12	0,06	0,21
Ясельда – с. Сенин	0,59	<b>0,36</b>	1,31	0,32
кан. Винец – с. Рыгали	0,01	0,24	0,07	<b>0,58</b>
Меречанка – с. Красеево	0,01	0,17	0,03	<b>0,38</b>
Цна – с. Дятловичи	0,11	0,31	0,27	<b>0,33</b>
Горынь – пос. Речица	1,80	<b>0,38</b>	2,10	0,16
Лань – с. Мокрово	-0,40	0,32	0,53	0,31
Случь – с. Ленин	-0,30	0,20	0,16	0,05
кан. Бычок – с. Озераны	-0,04	<b>0,36</b>	-0,05	0,23
Свиновод – с. Симоничи	0,00	0,10	0,09	<b>0,48</b>
Уборть – с. Краснобережье	0,44	<b>0,46</b>	0,40	0,11
Птичь – Лучицы	0,72	<b>0,37</b>	1,10	<b>0,40</b>
Шать – Шацк	-0,04	<b>0,37</b>	0,05	0,31
Доколька – с. Бояново	0,02	0,21	0,04	0,05
Оресса – с. Андреевка	0,32	0,30	0,76	<b>0,46</b>

*Примечание:* Выделены статистически значимые коэффициенты корреляции на 5%-ном уровне значимости.

Зимний минимальный сток увеличился на 90 % исследуемых рек, из них на 53 % рек увеличился значимо ( $k_i \geq 0,27$ ), на 20 % более чем в 2 раза (рр. Ясельда, Оресса, Лань, Цна, Словечна, Чертень, Вить, Мухавец, Жабинка, Копаяювка). Зимний минимальный сток уменьшился на 10 % рек, в большинстве своем это реки бассейна р. Западный Буг.

Анализ пространственной структуры коэффициентов изменения ( $k_i$ ) минимального стока рек показал, что увеличение летне-осеннего минимального стока может быть связано с осушительными мелиорациями, в результате которых были сброшены, частично, вековые запасы грунтовых вод верхнего горизонта. Кроме того, произошло увеличение проводящей сети. Ранее влага накапливалась в торфяных болотах и расходовалась на испарение, после устройства осушительных каналов уменьшились пути фильтрации, вода быстрее попадает в систему мелиоративных каналов. Осушение и освоение болот способствовало перераспределению объемов стока, а также уменьшению поверхностного стока и увеличению подземного стока. Поверхностный сток уменьшается за счет большой аккумулирующей емкости зоны аэрации освоения болот, а подземный сток увеличивается за счет более интенсивного дренирования вод осушительными системами. Увеличение зимнего минимального стока обусловлено в большей степени климатическими факторами. Выявленные изменения зимнего минимального стока могут быть вызваны общей тенденцией потепления климата и, в частности, увеличением количества оттепелей в зимний период. Регулярно наблюдаемые в природе периоды временного снижения и повышения водности рек связаны с изменением климатических элементов (осадки, температура воздуха), вызываемых причинами планетарного (общая циркуляция атмосферы) характера.

#### 4.4. Качество поверхностных вод

С середины XX века повышенное внимание стало уделяться ухудшению качества природных вод в связи с увеличением точечного и площадного загрязнения, вызванного промышленностью и сельским хозяйством. Это связано с недостаточной обеспеченностью очистными сооружениями, повсеместным отсутствием очистки ливневых вод, нерегулируемым использованием минеральных и органических удобрений, а также радионуклидным загрязнением территории после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Формирование состава речных вод Полесья происходит при сложном взаимодействии ряда естественных и антропогенных факторов. К основным естественным факторам, обуславливающим химическое качество поверхностных вод и характерные черты их гидрохимического режима, относятся климатические условия, геоморфологическое и геологическое строение территории, характер почв и растительного покрова. Доминирующим фактором являются климатические условия, которые определяют основные черты водного режима рек Полесья и направленность почвообразовательного процесса. Почвенная толща дерново-подзолистых почв повсеместно хорошо отмыта от легкорастворимых неорганических соединений (сульфатов и хлоридов), что способствует формированию здесь вод гидрокарбонатного характера, преимущественно малой и средней минерализации. Влияние торфяно-болотных почв сказывается двояко. Общеизвестным является то, что наиболее распространенные

на территории неосушенные низинные и верховые болота обогащают воды большим количеством органических соединений, вследствие чего в заболоченных водосборах формируются воды с пониженной и малой минерализацией, высокой окисляемостью и цветностью. Кроме того, низинные торфяные болота, находящиеся в естественном состоянии, играют в формировании химического состава поверхностных вод роль своеобразного буфера. Так, жесткие грунтовые воды, питающие низинные болота, снижают жесткость с 5–7 до 3–4 мг·экв/дм<sup>3</sup>, а маломинерализованные паводочные воды, поступающая на торфяники, повышают свою жесткость до 2–4 мг·экв/дм<sup>3</sup> [68].

Смена фаз водного режима в течение года, а также различия в водности отдельных лет обуславливают сезонные и многолетние изменения минерализации и химического состава поверхностных вод. Наличие лесов сказывается на общей минерализации воды и некоторых других гидрохимических характеристиках, в частности, потому, что в лесах подзолообразовательный процесс протекает наиболее интенсивно. В залесенных водосборах поверхностно-склоновые воды в период половодья и высоких летних паводков стекают по поверхности хорошо промытой лесной почвы, и их минерализация остается близкой к минерализации снеговых вод. В то же время они выщелачивают из лесной подстилки и верхнего горизонта почвы продукты разложения растительных и животных остатков и обогащаются органическими веществами гумусового происхождения, в частности органическими кислотами. Это проявляется в увеличении цветности воды, снижении величины *pH* и ослаблении степени выраженности гидрокарбонатного характера воды, которое связано с относительным увеличением содержания ионов SO<sub>4</sub><sup>2+</sup>. В меженный период влияние облесенности заметно ослабляется [111].

В таблице 4.26 приведен химический состав речных вод Белорусского Полесья в летнюю межень до проявления значительного антропогенного воздействия, который, с некоторыми допущениями, можно принять за естественный гидрохимический фон воды рек Полесья [187].

Таблица 4.26 – Фоновый химический состав речных вод Белорусского Полесья, (мг/дм<sup>3</sup>)

Реки	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Fe <sub>общ</sub>	Общая минерализация
Щара – с. Великая Воля	50,1	7,8	1,0	186	5,9	0,3	0,08	0,006	0,71	251
Гривда – г. Ивацевичи	53,5	7,4	2,2	190	8,5	2,4	0,05	0	0,5	264
Ведрич – с. Демехи	63,8	10,1	1,5	226	4,4	3,2	2,00	0,058	1,12	311
Рыга – с. Малые Радваничи	40,5	2,3	–	116	4,0	1,9	0,35	0,006	1,62	165
Лесная – с. Замосты	53,0	4,6	–	171	3,4	0,8	0	0,002	0,71	233
Припять – с. Коробы	73,7	3,0	0,5	234	3,7	1,4	0,07	0,001	0,48	316
Ясельда – г. Береза	44,5	5,7	–	139	2,1	0,9	0	0,005	2,12	192
Горынь – п. Горынь	70,0	9,9	5,0	243	15,7	6,5	0	0,002	0,38	351
Оресса – с. Андреевка	42,7	7,4	2,2	148	10,7	6,0	0,50	0,105	3,50	218

В настоящее время на гидрохимический режим большинства рек Белорусского Полесья огромное влияние оказывает большая заболоченность бассейнов, а также промышленные предприятия и жилищно-коммунальные хозяйства городов. Наиболее характерные загрязняющие вещества в воде рек Белорусского Полесья – нефтепродукты, азот аммонийный, азот нитритный, соединения железа.

Еще в 80-х годах прошлого столетия основным загрязнителем воды рек Белорусского Полесья являлись нефтепродукты. Так, в 1985 г. содержание нефтепродуктов в воде было очень высоким и изменялось от 11 до 76 предельно допустимой концентрации (ПДК). ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения по нефтепродуктам составляет 0,3 мг/дм<sup>3</sup>; а для водных объектов рыбохозяйственного назначения – 0,053 мг/дм<sup>3</sup>. В последние годы в связи с сокращением грузоперевозок речным транспортом антропогенный пресс заметно снизился, что, в свою очередь, привело к снижению нагрузки на речные воды по нефтепродуктам. В настоящее время их концентрация не превышает ПДК: в 2005 г. среднегодовая концентрация загрязнения нефтепродуктами в Мухавце составила 0,03 мг/дм<sup>3</sup>, а в воде р. Припять – 0,03–0,04 мг/дм<sup>3</sup>.

Максимальное загрязнение р. Припять аммонийным азотом было в 1987 г., затем наметилась тенденция к его уменьшению и в 2005 г., и максимальная его концентрация наблюдалась в Припяти ниже Пинска – 1,32 мг/дм<sup>3</sup>; Горыни ниже Речицы – 0,64 мг/дм<sup>3</sup>; Ясельде ниже Березы – 0,60 мг/дм<sup>3</sup>; Припяти ниже Мозыря – 0,38 мг/дм<sup>3</sup>; Мухавце в черте Бреста – 0,38 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК<sub>х-п.</sub> = 1,0; ПДК<sub>рыб.</sub> = 0,39 мг/дм<sup>3</sup>). Таким образом, хотя и имеется тенденция к снижению этого показателя, но в отдельных случаях все еще наблюдается превышение ПДК.

Для рек региона типично загрязнение, связанное с присутствием в водах повышенного количества нитритного азота. Максимальное загрязнение р. Мухавец наблюдалось в 1994 г. – 2,5 ПДК (ПДК<sub>х-п.</sub> = 0,99; ПДК<sub>рыб.</sub> = 0,02 мг/дм<sup>3</sup>). В 2005 г. максимальная концентрация в Припяти ниже Пинска достигала 0,051 мг/дм<sup>3</sup>, ниже Мозыря составила 0,009 мг/дм<sup>3</sup>; Ясельды ниже Березы, Мухавце

ниже Кобрин и в черте Бреста – 0,018 мг/дм<sup>3</sup>; Соже ниже Гомеля, Горыни ниже Речицы – 0,024 мг/дм<sup>3</sup>.

Традиционно в поверхностных природных водах Полесья наблюдается повышенное содержание железа. В 2005 г. максимальные концентрации железа в воде наблюдалась на Припяти ниже Пинска – 1,08 мг/дм<sup>3</sup>, ниже Мозыря – 0,79 мг/дм<sup>3</sup>; на Горыне ниже Речицы – 0,82 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК<sub>х.-п.</sub> = 0,3 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>рыб.</sub> = 0,5 мг/дм<sup>3</sup>) [68].

В доаварийный период концентрации <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в воде р. Припять составляли соответственно 0,0033–0,00185 и 0,00185–0,0066 Бк/дм<sup>3</sup>. В первые дни после аварии суммарная бета-активность воды р. Припять в районе Чернобыльской атомной электростанции превышала 3000 Бк/дм<sup>3</sup> и только к концу мая 1986 г. снизилась до 150–200 Бк/дм<sup>3</sup>. Максимальные концентрации плутония-239 в воде р. Припять равнялись 0,37 Бк/ дм<sup>3</sup>. В настоящее время наиболее высокое содержание стронция-90 (от 1,59 до 2,70 Бк/ дм<sup>3</sup>) наблюдается в водах рек Брагинка, Желонь, Ротовка, Несвич, дренирующих территорий с высокой плотностью радиоактивного загрязнения, а также в старицах Припяти на территории зоны отселения. Концентрации <sup>137</sup>Cs в воде значительно ниже допустимых концентраций по нормам радиационной безопасности и не превышают республиканский допустимый уровень по его содержанию в питьевой воде, но он все еще выше доаварийных значений.

#### 4.4.1. Трансформация гидрохимического режима воды рек

Под воздействием антропогенных факторов абиотические и биотические компоненты водных систем претерпели значительные изменения. Первые значимые изменения в гидрологическом и гидрохимическом режимах водных экосистем датируются концом 1960-х – началом 1970-х годов. В воде рек и озер практически повсеместно установлен рост концентраций ряда компонентов, достоверно превышающий их фоновые значения: хлоридов (в 2–9 раз), сульфатов (в 1,5–2 раза) и щелочных металлов (в 1,3–3 раза). На рисунке 4.14 приведены градиенты изменения среднегодовых концентраций приоритетных веществ в воде некоторых рек Полесья за последние 15 лет.

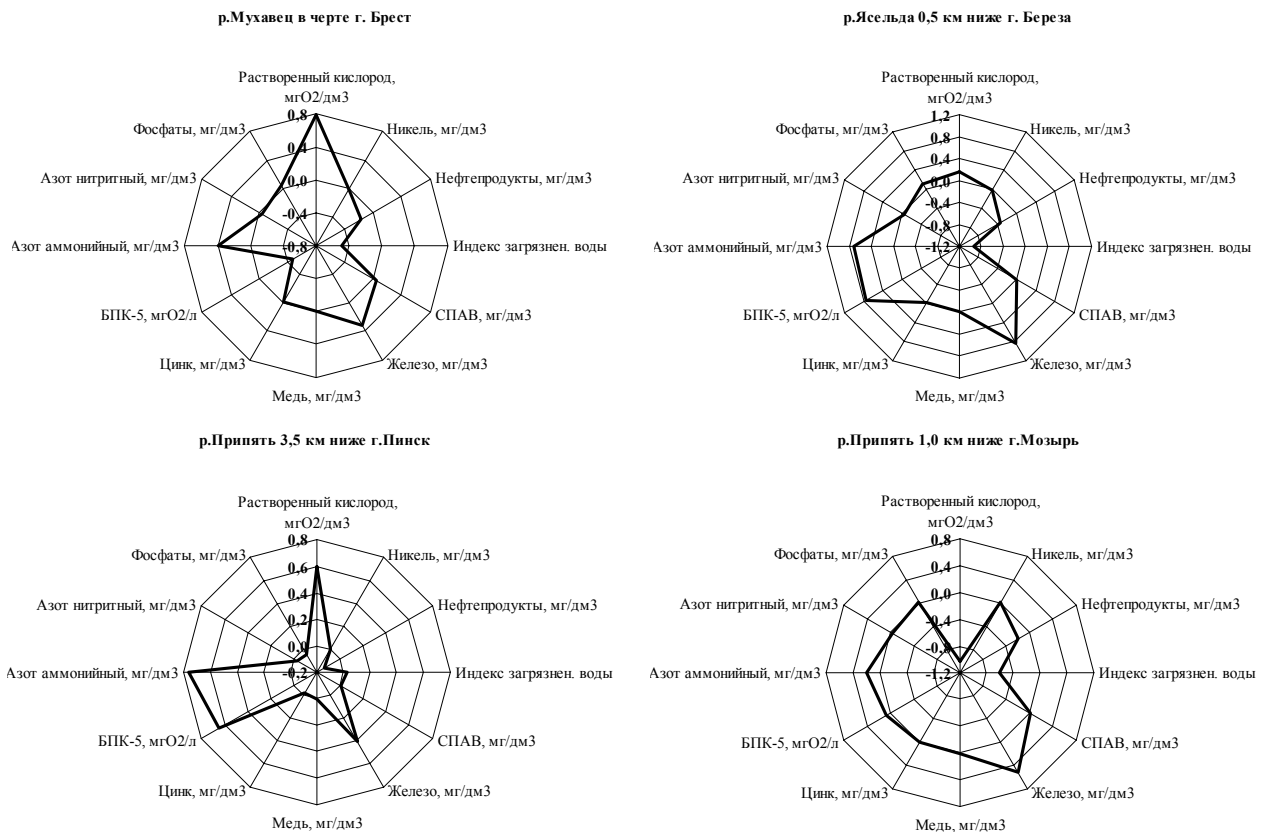


Рисунок 4.14 – Градиенты изменения среднегодовых концентраций приоритетных веществ в воде рек Белорусского Полесья

В целом можно сказать, что наметились тенденции к уменьшению загрязнения рек Полесья, однако, несмотря на это, по-прежнему качество поверхностных вод на отдельных участках рек Ясельда, Березина, Западный Буг неудовлетворительно. Процесс загрязнения водных объектов приостановился, и наметились позитивные тенденции к улучшению экологического состояния отдель-

ных речных бассейнов. Однако, несмотря на снижение сброса загрязненных сточных вод, существенного улучшения качества поверхностных вод в настоящее время еще не наблюдается.

Магистральным направлением улучшения качества природных вод остается снижение антропогенной нагрузки и восстановление экологического благополучия водных объектов, а именно интенсификация работы коммунальных очистных сооружений, строительство локальных очистных сооружений на предприятиях АПК, очистка дождевого стока и т. д.

#### 4.4.2. Современное состояние качества поверхностных вод

Анализ современного состояния качества природных поверхностных вод проведем, используя данные государственного мониторинга [147], и начнем с бассейна р. Припять.

##### Бассейн р. Припять

В 2016 г. регулярные наблюдения проводились в бассейне р. Припять на 20 поверхностных водных объектах (17 водотоках, 2 водоемах и 1 канале), на 8 трансграничных участках рек с Украиной (Припять, Стырь, Горынь, Льва, Ствига, Уборть и Словечно) проводили наблюдения за гидрохимическими и гидробиологическими показателями. Сеть мониторинга насчитывала 32 пункта наблюдений. Поверхностные водные объекты бассейна характеризовались, в основном, отличным гидрохимическим статусом. Анализ результатов наблюдений показал, что среднегодовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ (кроме БПК<sub>5</sub>) в воде увеличились по сравнению с предыдущим годом (табл. 4.27).

В 2016 г. продолжается тенденция к снижению количества проб воды, отобранных в бассейне р. Припять, с повышенным содержанием аммоний-иона. Отмечено увеличение случаев превышения допустимого содержания фосфат-иона, фосфора общего, нитрит-иона в воде поверхностных водных объектов бассейна. Количество проб с превышением органического вещества (по БПК<sub>5</sub>) незначительно увеличилось по сравнению с прошлым годом (рис. 4.15). На протяжении года, как и в многолетнем периоде наблюдений, содержание нитрат-иона в воде всех поверхностных водных объектов бассейна не превышало нормативно допустимый уровень.

Таблица 4.27 – Среднегодовые концентрации химических веществ в воде поверхностных водных объектов бассейна р. Припять

Период наблюдений	Среднегодовые концентрации химических веществ, мг/дм <sup>3</sup>						
	Органические вещества (по БПК <sub>5</sub> )	Аммоний-ион	Нитрит-ион	Фосфат-ион	Фосфор общий	Нефтепродукты	СПАВ
2015	2,57	0,40	0,012	0,061	0,09	0,032	0,037
2016	2,55	0,43	0,014	0,069	0,10	0,032	0,038

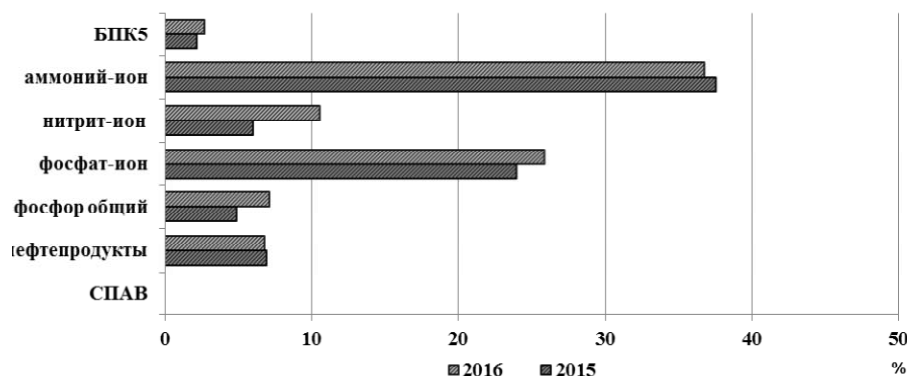


Рисунок 4.15 – Количество проб воды (в % от общего числа отобранных проб по бассейну) с повышенным содержанием химических веществ в 2015–2016 гг.

##### Река Припять

Содержание компонентов основного солевого состава в воде р. Припять находилось в следующих пределах: гидрокарбонат-иона – 131,0–161,7 мг/дм<sup>3</sup>, сульфат-иона – 19,0–28,7 мг/дм<sup>3</sup>, хлорид-иона – 16,0–25,9 мг/дм<sup>3</sup>, кальций-иона – 67,0–91,2 мг/дм<sup>3</sup>, магний-иона – 5,9–10,9 мг/дм<sup>3</sup>. В целом среднегодовые значения минерализации воды (284,0–350,0 мг/дм<sup>3</sup>) укладываются в диапазон значений, характерных для природных вод со средней минерализацией.



Исходя из диапазона, охватывающего значения водородного показателя ( $pH = 6,5-8,02$ ), реакция воды р. Припять находится в диапазоне от слабокислой до слабощелочной (по классификации А. М. Никанорова).

Газовый режим водотока был удовлетворительным: содержание растворенного кислорода в воде варьировало от  $8,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  ниже г. Пинска до  $13,1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  у н. п. Диковичи.

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) в воде р. Припять находилось в диапазоне от  $2,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (у н. п. Б. Диковичи) в ноябре до  $3,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (45,0 км ниже г. Мозыря) в сентябре и октябре (рис. 4.16). Значения бихроматной окисляемости (по ХПК<sub>Cr</sub>) изменялись от  $22,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (у н. п. Б. Диковичи) в августе, ноябре и декабре до  $29,4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (45,0 км ниже г. Мозыря) в сентябре.

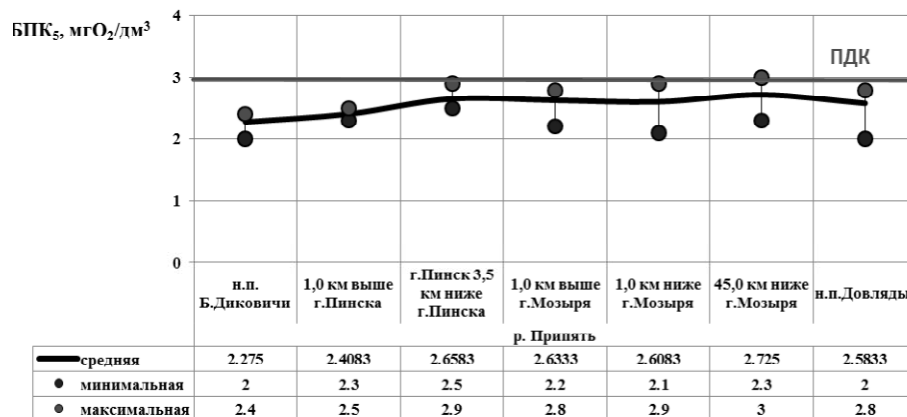


Рисунок 4.16 – Распределение концентраций легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) в воде р. Припять в 2016 г.

Среднегодовые концентрации аммоний-иона в воде реки в 2016 г. по сравнению с предыдущим периодом наблюдений несколько возросли ниже по течению реки (рис. 4.17). Максимальное содержание данного показателя ( $0,46 \text{ мгN}/\text{дм}^3$ ) отмечено в воде реки в 45,0 км ниже г. Мозыря в январе, минимальное ( $0,20 \text{ мгN}/\text{дм}^3$ ) – в воде реки у н. п. Б. Диковичи в августе.

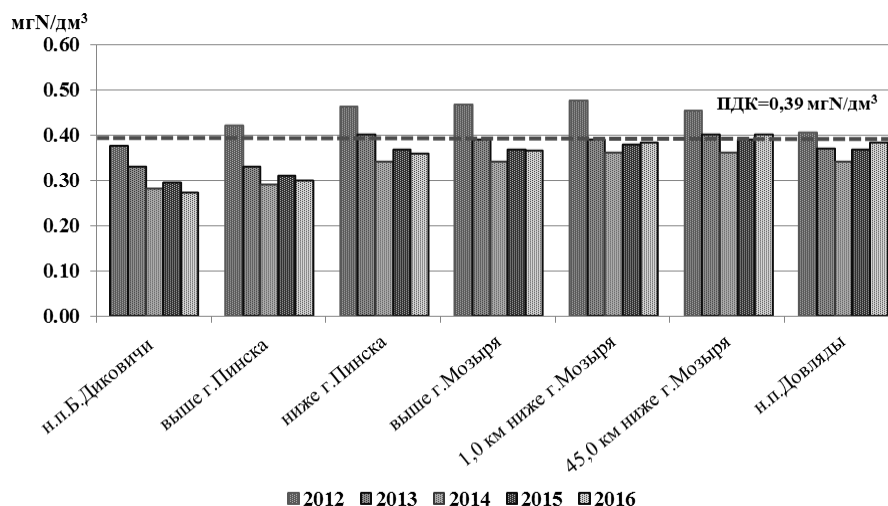


Рисунок 4.17 – Динамика среднегодовых концентраций аммоний-иона в воде р. Припять за 2012-2016 гг.

Результаты гидрохимических наблюдений свидетельствуют об увеличении содержания фосфат-иона в воде реки от н. п. Б. Диковичи до н. п. Довляды (рис. 4.18), оставаясь при этом ниже ПДК. Наибольшие количества нитрит-иона ( $0,013 \text{ мгN}/\text{дм}^3$ ), фосфат-иона ( $0,080 \text{ мгP}/\text{дм}^3$ ) фиксировались в воде р. Припять в 45 км ниже г. Мозыря, в сентябре и октябре соответственно. Максимальная концентрация фосфора общего была зафиксирована в воде р. Припять 1,0 км ниже г. Мозырь ( $0,101 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) в июне.

Во всех пунктах наблюдений отмечалось повышенное содержание металлов (железа общего, марганца, меди и цинка) в воде, обусловленное их высоким природным содержанием (рис. 4.19–4.22). Среднегодовые концентрации соединений железа в воде реки варьировали в пределах ПДК ( $0,515 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ), марганца и цинка – превышали значение ПДК, а среднегодовая концентрация меди не превышала значение ПДК только в створе у н. п. Б. Диковичи.

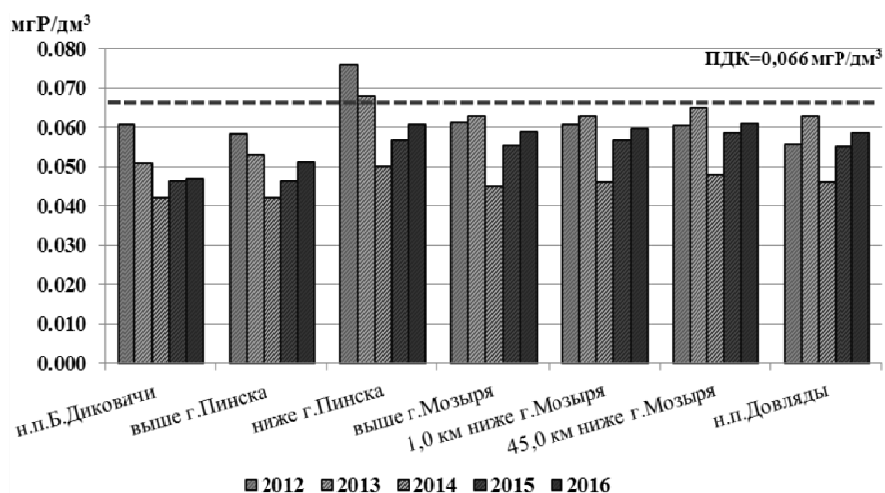


Рисунок 4.18 – Динамика среднегодовых концентраций фосфат-иона в воде р. Припять за 2012–2016 гг.

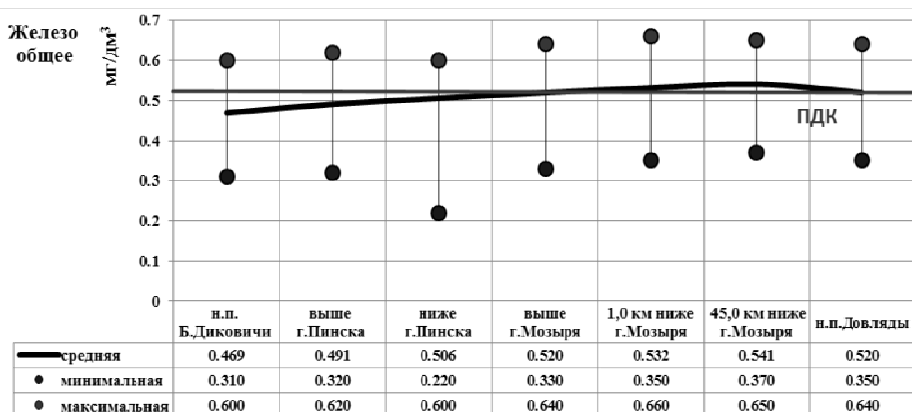


Рисунок 4.19 – Динамика концентраций железа общего в воде р. Припять в 2016 г.

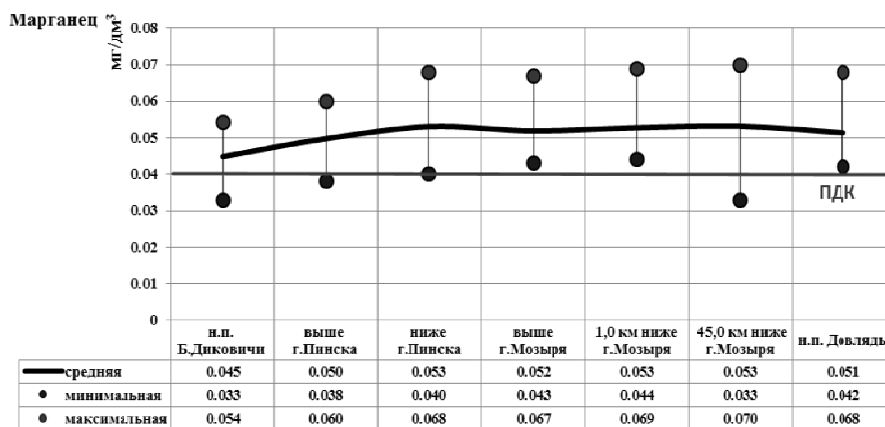


Рисунок 4.20 – Динамика концентраций марганца в воде р. Припять в 2016 г.

Отмечались случаи превышения допустимого содержания ( $0,050 \text{ мг/дм}^3$ ) нефтепродуктов в воде р. Припять – от  $0,05$  до  $0,062 \text{ мг/дм}^3$  ( $1,2 \text{ ПДК}$ ) в ноябре. Максимальная концентрация показателя наблюдалась в воде реки ниже г. Пинска.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ за исследуемый период в воде р. Припять не превышало нормативно допустимый уровень.

Гидрохимический статус реки на всем ее протяжении оценивался как отличный.

**Фитоперифитон.** Таксономическое разнообразие водорослей обрастания р. Припять представлено 72 таксонами с преобладанием диатомовых (63 таксона) водорослей. По относительной численности в обрастаниях преобладали также диатомовые водоросли: до 90,91 и 94,16 % (н. п. Б. Диковичи, н. п. Довляды).

По индивидуальному развитию преобладали роды *Fragilaria* и *Stephanodiscus* из диатомовых. Величины индекса сапробности составили 1,80 и 1,84.

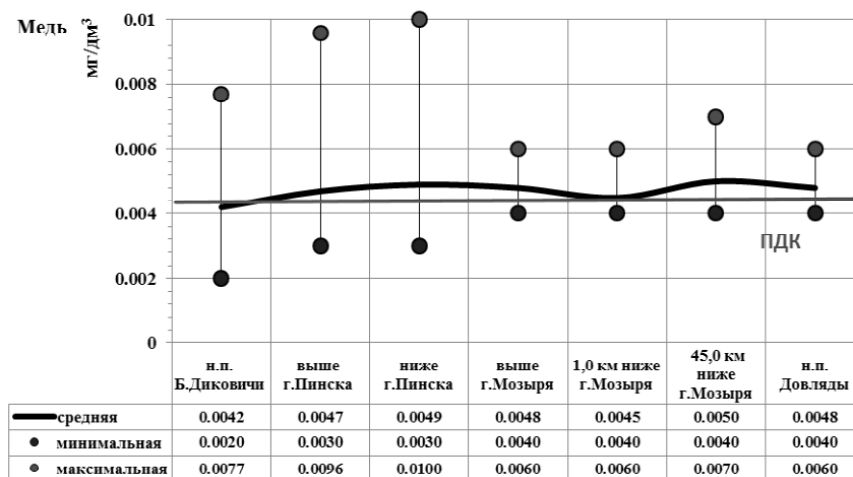


Рисунок 4.21 – Динамика концентраций меди в воде р. Припять в 2016 г.

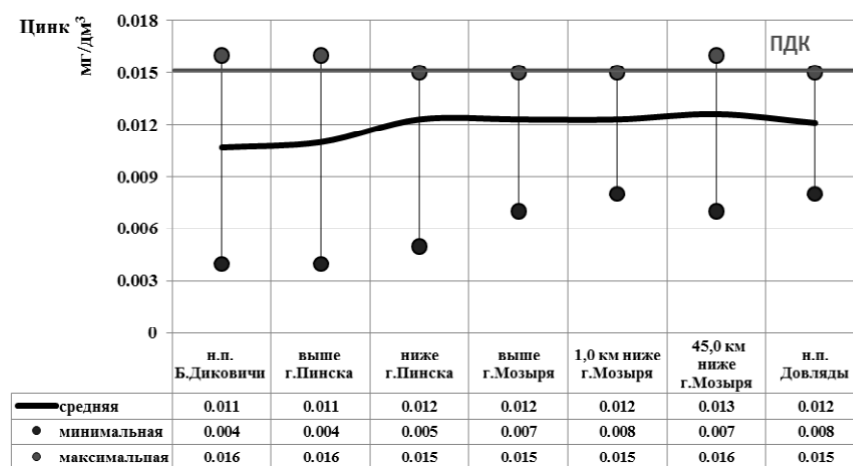


Рисунок 4.22 – Динамика концентраций цинка в воде р. Припять в 2016 г.

*Макрозообентос.* Таксономическое разнообразие организмов макрозообентоса на пунктах наблюдений р. Припять варьировало от 26 (н. п. Довляды) до 34 видов и форм (н. п. Б. Диковичи). Наличие на створах видов – индикаторов чистой воды 6 видов *Ephemeroptera* и 4 вида *Trichoptera* обусловило величину биотического индекса в пределах 8–9.

#### Притоки р. Припять

Вода притоков Припяти в 2016 г. характеризовалась как «слабокислая», «нейтральная», «слабощелочная» (рН = 6,5 – 8,2) (по классификации А. М. Никанорова).

Солевой состав речной воды в течение 2016 г. выражался следующими среднегодовыми концентрациями: гидрокарбонат-иона – 60,0–220,0 мг/дм³, сульфат-иона – 7,6–72,1 мг/дм³, хлорид-иона – 5,0–49,6 мг/дм³, кальций-иона – 22,0–100,2 мг/дм³, магний-иона – 3,4–28,5 мг/дм³.

На протяжении 2017 г. вода притоков снабжалась, как правило, количеством растворенного кислорода, достаточным для устойчивого функционирования речных экосистем. Дефицит кислорода (7,0–7,2 мгО₂/дм³) в воде отмечался в августе в воде р. Горынь, используемой для размножения, нагула, зимовки и миграции осетрообразных видов рыб при норме 8,00 мгО₂/дм³. В реках Доколька, Морочь и Ясельда наблюдалось понижение содержания растворенного кислорода с минимумом в р. Морочь – 1,90 мгО₂/дм³ в августе.

Присутствие органических веществ (по БПК₅) в течение года характеризовалось существенными колебаниями концентраций – от 1,3 мгО₂/дм³ в воде р. Льва в феврале до 8,57 мгО₂/дм³ (1,4 ПДК) в воде р. Ясельда ниже г. Береза в октябре. Превышения уровня ПДК наблюдалось в реках Морочь (до 8,0 мгО₂/дм³ = 1,3 ПДК) и Ясельда (7,54–8,57 мгО₂/дм³). Наибольшее содержание органических веществ (по ХПК<sub>Cr</sub>) регистрировалось в октябре в воде р. Морочь (до 78,0 мгО₂/дм³).

На протяжении ряда лет в воде притоков бассейна р. Припять складывается достаточно неблагоприятная гидрохимическая обстановка в отношении повышенного содержания биогенных элементов (аммоний-иона и фосфат-иона) (рис. 4.23–4.24). В 2016 году показатели несколько улучшились,

однако оставались на высоком уровне: 45,3 % отобранных проб воды характеризовалось избыточным присутствием аммоний-иона, в 33 % проб воды регистрировалось превышение нормативной величины содержания фосфат-иона. Максимальные концентрации аммоний-иона ( $7,08 \text{ мгN/дм}^3 = 18,2 \text{ ПДК}$ ) фосфат-иона ( $0,58 \text{ мгP/дм}^3 = 8,8 \text{ ПДК}$ ), фосфора общего ( $0,75 \text{ мг/дм}^3 = 3,8 \text{ ПДК}$ ) зафиксировано в воде р. Морочь в июле, нитрит-иона ( $0,144 \text{ мгN/дм}^3 = 6,0 \text{ ПДК}$ ) – в июле в воде р. Ясельда ниже г. Береза.

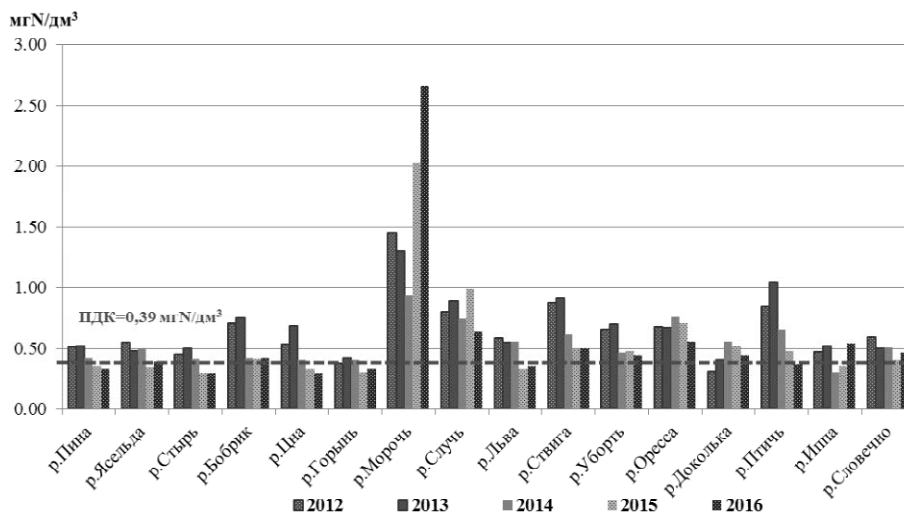


Рисунок 4.23 – Динамика среднегодовых концентраций аммоний-иона в воде притоков р. Припять за 2012 – 2016 гг.

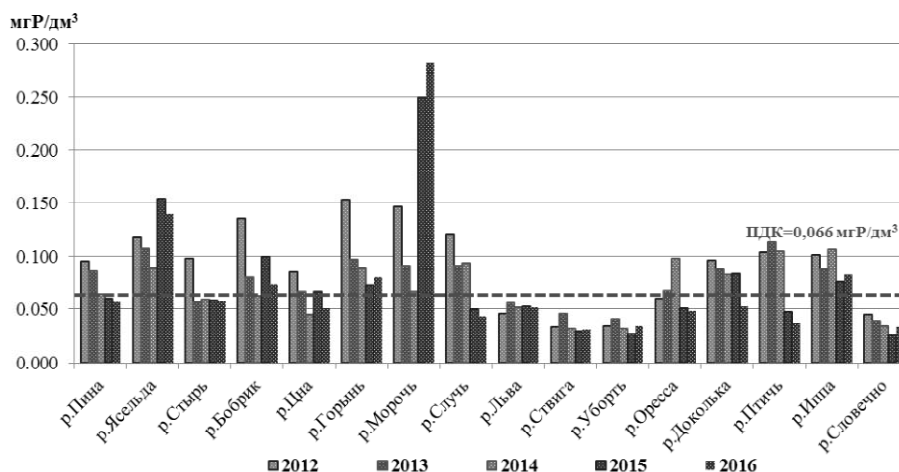


Рисунок 4.24 – Динамика среднегодовых концентраций фосфат-иона в воде притоков р. Припять за 2012 – 2016 гг.

В воде Днепровско-Бугского канала в 2016 г. не фиксировались случаи повышенного содержания биогенных соединений азота и фосфора.

В воде большинства притоков содержание железа общего, марганца, меди и цинка превышало значение предельно допустимого уровня. Наибольшее значение железа общего ( $2,20 \text{ мг/дм}^3$ ) отмечено в воде р. Льва в марте, марганца ( $0,290 \text{ мг/дм}^3$ ) – в воде р. Бобрик в феврале, меди ( $0,011 \text{ мг/дм}^3$ ) – в воде р. Доколька в июле, цинка ( $0,035 \text{ мг/дм}^3$ ) – в воде р. Ясельда выше г. Береза в апреле (рис. 4.25).

Превышения допустимого уровня содержания нефтепродуктов в течение года фиксировались в воде рек Горынь, Морочь, Ствига, Иппа, Словечно, с максимумом в р. Морочь ( $0,090 \text{ мг/дм}^3$ ) в июле. Содержание синтетических поверхностно-активных веществ в воде притоков не превышало нормативно допустимый уровень.

Гидрохимический статус притоков реки Припять оценивался как отличный и хороший, за исключением р. Ясельда ниже г. Береза и р. Морочь, гидрохимический статус которых был удовлетворительным.

**Фитоперифитон.** Таксономическое разнообразие водорослей обрастания притоков р. Припять составило от 24 таксонов (р. Словечно, н. п. Скородное) до 72 таксонов (р. Уборть, н. п. Милошевичи). На большинстве участков притоков р. Припять по относительной численности в обрастаниях преобладали диатомовые водоросли: до 99,36 % (р. Стырь, н. п. Ладорож), только в р. Уборть,

н. п. Милашевичи в перифитоне преобладали зеленые (41,38 % относительной численности). По индивидуальному развитию преобладали *Tabellaria flocculosa* (до 44,48 % относительной численности в р. Ствига, н. п. Дзержинск), *Tabellaria fenestrata* (до 29,25 % относительной численности в р. Словечна выше н. п. Скородное), *Navicula gracilis* (до 23,42 % относительной численности в р. Горынь выше н. п. Речица), *Flagilaria bicapitata* (до 16,91 % относительной численности в р. Стырь, н. п. Ладорож) из диатомовых. Величины индекса сапробности варьировали от 1,33 до 1,97.

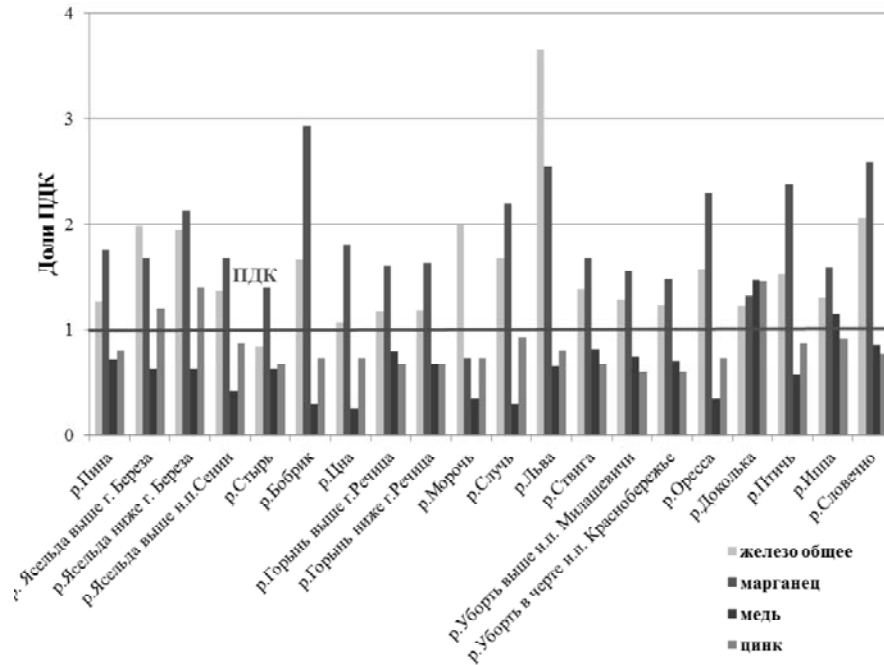


Рисунок 4.25 – Среднегодовое содержание металлов (в долях ПДК) в воде притоков бассейна р. Припять в 2016 г.

*Макрозообентос.* Таксономическое разнообразие донных сообществ притоков р. Припять варьировало от 12 в р. Ствига, н. п. Дзержинск до 37 видов и форм в р. Горынь выше пгт. Речица. В донных ценозах присутствовали виды-индикаторы чистой воды.

*Ephemeroptera* (в основном из родов *Caenis*, *Heptagenia*, *Leptophlebia*, *Baetis*, *Cloeon*) и *Trichoptera* (из родов *Limnephilus*, *Glossosoma*, *Anabolia*). Следует также отметить наличие в пробах таких сапробионтов, как о-сапроб *Agrion virgo* из *Odonata*, о-β-мезосапроб *Simuliidae* из *Diptera*. Значения биотического индекса варьировали от 7 до 9.

Большинство трансграничных участков рек характеризовались хорошим гидробиологическим статусом, лишь р. Горынь, н. п. Речица – удовлетворительным гидробиологическим статусом.

#### Водоемы бассейна р. Припять

В 2016 г. наблюдения за состоянием качества воды в бассейне р. Припять проводились на двух водоемах – вдхр. Селец и оз. Белое (н. п. Бостынь).

Анализ сезонной динамики растворенного кислорода в 2016 г. показал, что вариабельность его соединения в воде водохранилища Селец и озера Белое (н. п. Бостынь) соответствовала естественной сезонной динамике. Содержание кислорода варьировало от 9,08 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в июле в воде вдхр. Селец до 12,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в феврале в воде оз. Белое (н. п. Бостынь).

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) в воде водоемов бассейна р. Припять изменялось в течение года от 1,2 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 4,73 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и не превышало нормативной величины. Значения бихроматной окисляемости (по ХПК<sub>Cr</sub>) варьировалось от 12,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в воде оз. Белое (н. п. Бостынь) в октябре до 48,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (1,6 ПДК) в воде вдхр. Селец в мае.

Анализ многолетних данных по химическому составу вод указывает на уменьшение содержания аммоний-иона в воде вдхр. Селец и оз. Белое (н. п. Бостынь) (рис. 4.26). В 2017 г. содержание соединений азота и фосфора в воде водоем не превышало значения ПДК.

Водоемы бассейна р. Припять характеризуются высоким природным содержанием металлов в воде. В отчетном периоде фиксировались значения, превышающие нормативно допустимые уровни по железу общему (до 0,36 мг/дм<sup>3</sup>), меди (0,0039 мг/дм<sup>3</sup>) и цинка (0,015 мг/дм<sup>3</sup>) – в воде вдхр. Селец, марганцу (до 0,048 мг/дм<sup>3</sup>) – в воде оз. Белое (н. п. Бостынь) (рис. 4.27 и 4.28).

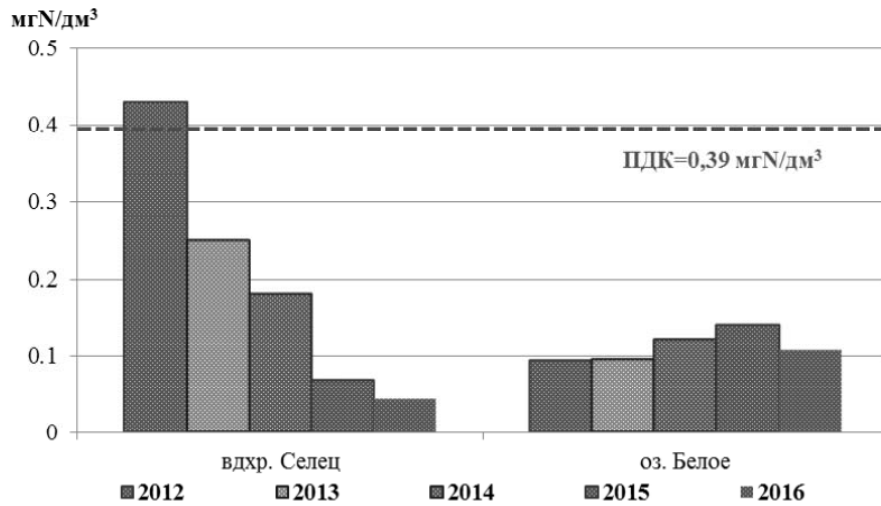


Рисунок 4.26 – Динамика среднегодовых концентраций аммоний-иона в воде водоемов за период 2012 – 2016 гг.

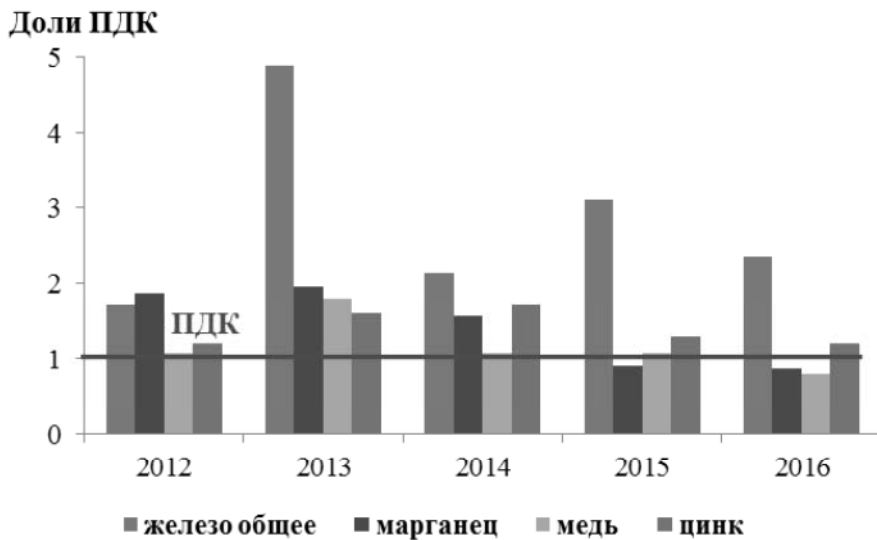


Рисунок 4.27 – Динамика среднегодового содержания металлов (в долях ПДК) в воде вдхр. Селец за период 2012–2016 гг.

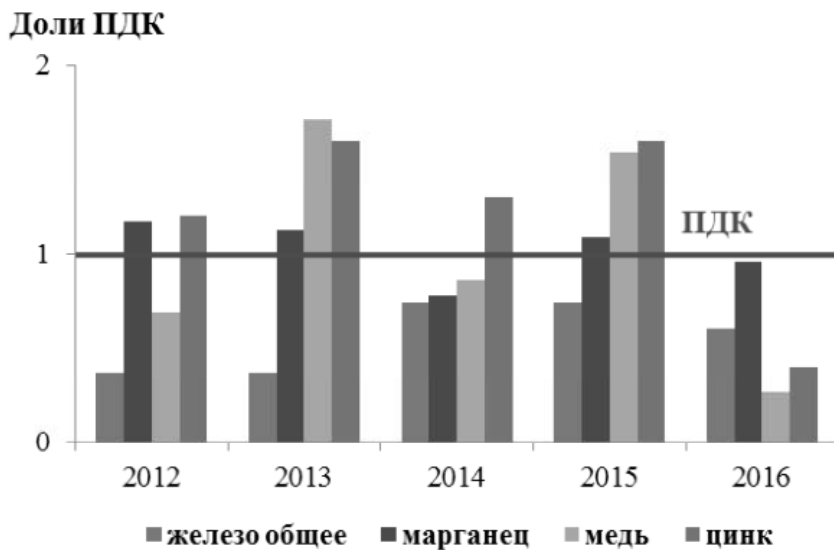


Рисунок 4.28 – Динамика среднегодового содержания металлов (в долях ПДК) в воде оз. Белое (н. п. Бостынь) за период 2012–2016 гг.

Содержание нефтепродуктов и синтетических поверхностно-активных веществ в воде водоемов не превышало предельно допустимого уровня. Гидрохимический статус водоемов бассейна реки Припять оценивался как отличный.

Таким образом, хотя по Припяти имеются неблагоприятные в экологическом отношении участки, она остается по европейским меркам довольно чистой рекой.

*Бассейн р. Западный Буг*

В 2016 г. сеть мониторинга поверхностных вод в бассейне р. Западный Буг насчитывала 17 пунктов, 8 из которых расположены на трансграничных участках рек Западный Буг, Мухавец, Нарев, Лесная, Лесная Правая и Копаювка. Регулярными наблюдениями охвачено 7 водотоков и 1 водоем. Наблюдения по гидробиологическим показателям проводились на 8 трансграничных участках рек Западный Буг, Мухавец, Лесная, Лесная Правая, Нарев, Копаювка.

Гидрохимический статус поверхностных водных объектов бассейна Западного Буга оценивался в основном как хороший, а для 33,3 % рек как удовлетворительный.

Анализ результатов наблюдений показал, что среднегодовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ (кроме фосфат-иона) увеличились по сравнению с предыдущим годом (табл. 4.28, рис. 4.29).

Таблица 4.28 – Среднегодовые концентрации химических веществ в воде поверхностных водных объектов бассейна р. Западный Буг за период 2015–2016 гг.

Период наблюдений	Среднегодовые концентрации химических веществ, мг/дм <sup>3</sup>						
	Органические вещества (по БПК <sub>5</sub> )	Аммоний-ион	Нитрит-ион	Фосфат-ион	Фосфор общий	Нефтепродукты	СПАВ
2015	2,10	0,20	0,020	<b>0,097</b>	0,139	0,018	0,042
2016	<b>2,31</b>	<b>0,22</b>	<b>0,028</b>	0,094	<b>0,149</b>	<b>0,020</b>	<b>0,043</b>

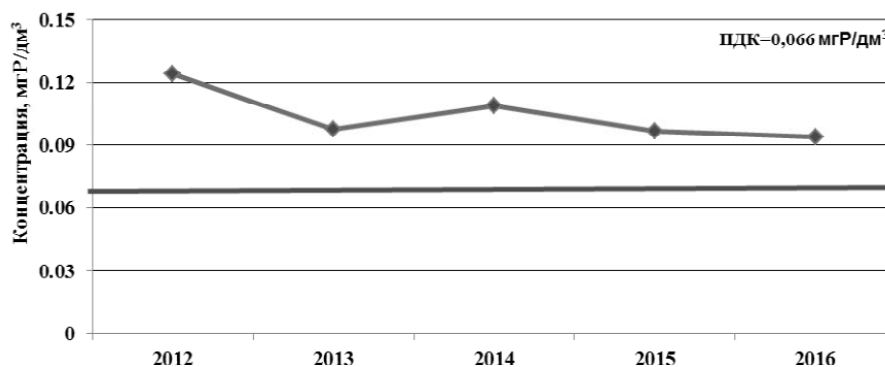


Рисунок 4.29 – Динамика среднегодовых концентраций фосфат-иона в воде бассейна р. Западный Буг за период 2012–2016 гг.

По данным РУП «ЦНИИКИВР», состояние рек Рыта, Мухавец, Копаювка оценивается от близкого к природному до незначительно измененного, р. Спановка – от незначительно измененного до умеренно измененного. Наиболее серьезные изменения – в русле реки и в продольной непрерывности рек, вызванной строительством гидротехнических сооружений.

*Река Западный Буг*

В 2016 г. наблюдения на р. Западный Буг проводились на 3 пунктах наблюдений: у н. п. Томашовка, н. п. Речица и н. п. Новоселки.

Содержание компонентов основного солевого состава в воде р. Западный Буг выражалось следующими величинами: гидрокарбонат-ион – 197,6–306,0 мг/дм<sup>3</sup>, сульфат-ион – 29,4–83,0 мг/дм<sup>3</sup>, хлорид-ион – 23,7–49,9 мг/дм<sup>3</sup>, кальций – 73,0–159,5 мг/дм<sup>3</sup>, магний – 7,2–16,7 мг/дм<sup>3</sup>. В целом, среднегодовое значение минерализации (до 413,9 мг/дм<sup>3</sup>) укладывается в диапазон значений, характерных для природных вод со средней минерализацией.

Исходя из значений водородного показателя (рН = 7,5–8,4) реакция воды реки слабощелочная (по классификации А. М. Никанорова).

Содержание взвешенных веществ в воде реки в течение года находилось в пределах 7,8–40,5 мг/дм<sup>3</sup> с максимальным значением у н. п. Томашовка в июне.

Количество растворенного кислорода в воде р. Западный Буг на протяжении года составляло 4,90–13,8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Дефицит кислорода зафиксирован в воде р. Западный Буг у н. п. Томашовка в августе и сентябре (5,34 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и 4,90 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> соответственно).

Среднегодовые значения органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) варьировали от 3,38 до 4,41 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Единичный случай превышения норматива качества воды (6,51 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) наблюдался в феврале в воде реки у н. п. Томашовка. Присутствие в воде органических веществ, определяемых по ХПК<sub>Cr</sub>, находилось в пределах 19,8–69,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (2,3 ПДК). Максимальное значение данного показателя также зафиксировано в воде реки у н. п. Речица в июле.

В 2016 г. увеличился процент проб с превышением содержания в воде аммоний-иона и соответственно увеличилось его присутствие в воде. Так, среднегодовые концентрации аммоний-иона в пункте наблюдений у н. п. Речица превышают значение ПДК и составляют 0,58 мгN/дм<sup>3</sup>. Здесь же зафиксирована максимальная концентрация – до 1,02 мгN/дм<sup>3</sup> (2,6 ПДК) в октябре (рис. 4.30).

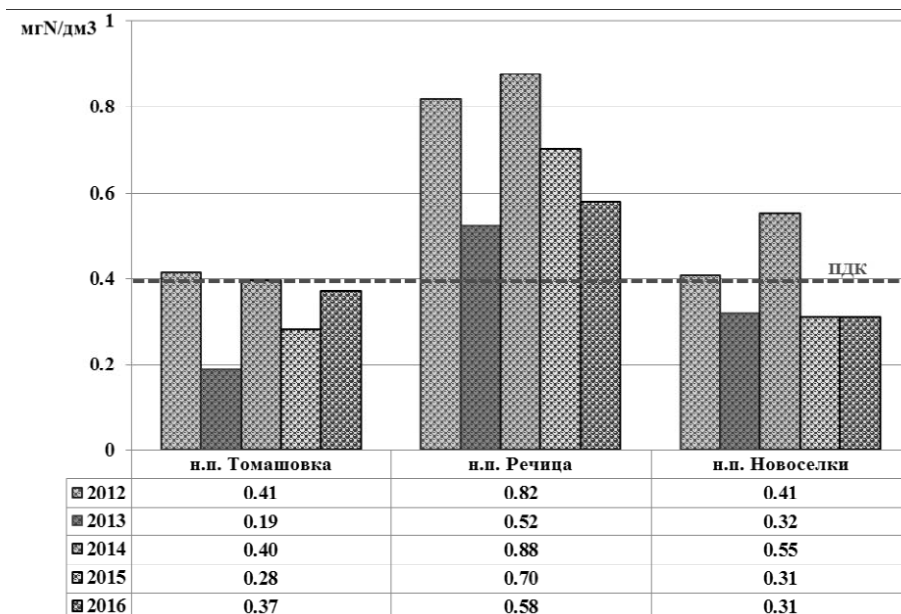


Рисунок 4.30 – Динамика среднегодовых концентраций аммоний-иона в воде р. Западный Буг за период 2012–2016 гг.

По сравнению с 2015 г. содержание нитрит-иона в воде р. Западный Буг значительно возросло (рис. 4.31). 69,4 % проб воды, отобранных из р. Западный Буг, превышали значение ПДК по нитрит-иону. Среднегодовое содержание биогена наблюдалось в пределах от 0,025 до 0,106 мгN/дм<sup>3</sup> (4,4 ПДК), максимальная концентрация зафиксирована у н. п. Речица до 0,236 мгN/дм<sup>3</sup> в сентябре.

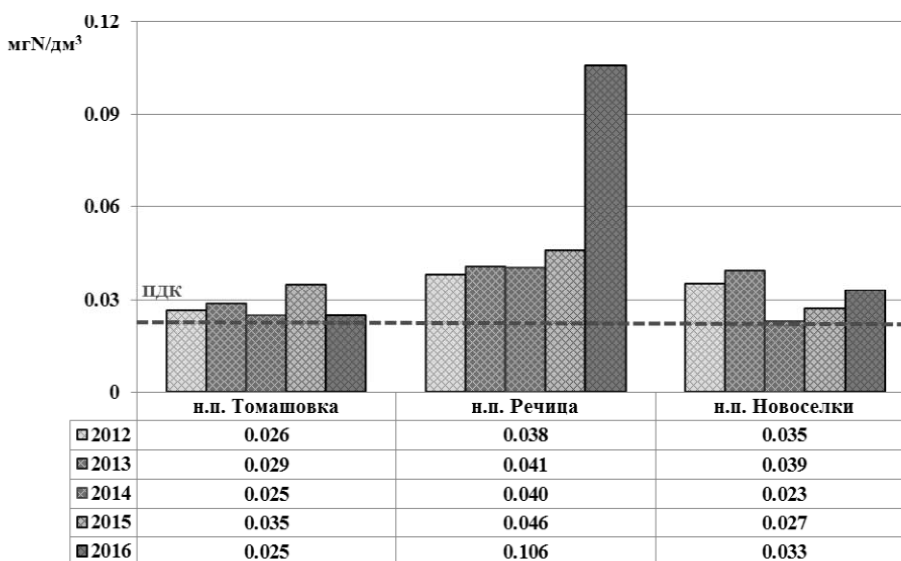


Рисунок 4.31 – Динамика среднегодовых концентраций нитрит-иона в воде р. Западный Буг за период 2012–2016 гг.



На протяжении ряда лет в воде р. Западный Буг фиксируются высокие концентрации фосфат-иона. В отчетном году в 88,9 % проб воды отмечено превышение значения ПДК по данному показателю. По сравнению с 2015 г. среднегодовое содержание биогена в воде р. Западный Буг несколько уменьшилось. Наибольшее значение зафиксировано в воде реки у н. п. Новоселки (0,288 мгР/дм<sup>3</sup> = 4,4 ПДК) в октябре (рис. 4.32).

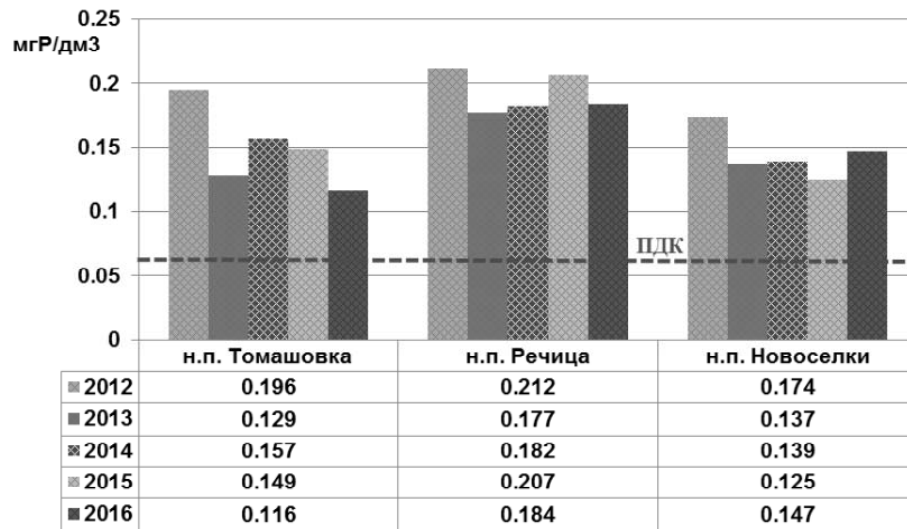


Рисунок 4.32 – Динамика среднегодовых концентраций фосфат-иона в воде р. Западный Буг за период 2012–2016 гг.

Среднегодовые концентрации фосфора общего превышали предельно допустимый уровень и варьировали от 0,185 до 0,274 мг/дм<sup>3</sup>, с максимумом (0,481 мг/дм<sup>3</sup> = 2,4 ПДК) в воде реки у н. п. Новоселки также в октябре.

В воде р. Западный Буг на протяжении 2016 г. отмечалось превышение предельно допустимой концентрации по металлам. В течение года содержание металлов в воде реки фиксировалось в следующих пределах: железа общего – от 0,49 до 0,56 мг/дм<sup>3</sup> (1,5–1,7 ПДК), меди – от 0,0031 до 0,0034 мг/дм<sup>3</sup> (0,7–0,8 ПДК) с максимальными концентрациями у н. п. Новоселки (1,143 и 0,0060 мг/дм<sup>3</sup> соответственно), марганца – от 0,038 до 0,048 мг/дм<sup>3</sup> (1,3–1,6 ПДК), цинка – от 0,018 до 0,021 мг/дм<sup>3</sup> (1,3–1,5 ПДК) с максимальными концентрациями у н. п. Речица (0,103 и 0,037 мг/дм<sup>3</sup> соответственно).

Содержание нефтепродуктов и синтетически поверхностно-активных веществ в воде реки не превышало нормативно допустимый уровень. Гидрохимический статус р. Западный Буг оценивался как удовлетворительный на всем ее протяжении.

**Фитоперифитон.** Таксономическое разнообразие фитоперифитона в пунктах наблюдений р. Западный Буг и составило 81 таксон водорослей, среди которых доминировали диатомовые (59 таксона) и зеленые (19 таксонов). На отдельных участках реки количество таксонов варьировало от 28 (н. п. Речица) до 58 (н. п. Новоселки). По относительной численности в обрастаниях преобладали зеленые водоросли на участке р. Западный Буг у н. п. Речица (58,85 % относительной численности), диатомовые – у н. п. Новоселки (54,67 % относительной численности). Наибольшая встречаемость отмечена для представителей родов *Navicula*, *Nitzschia*, *Achnanthes* – из диатомовых, *Scenedesmus* – из зеленых. Значения величин индекса сапробности находились в пределах от 1,86 (н. п. Томашовка) до 1,95 (н. п. Речица).

**Макрозообентос.** На участках р. Западный Буг видовое разнообразие организмов макрозообентоса достигало 55 видов и форм. В сообществах присутствовали виды-индикаторы чистой воды: *Ephemeroptera* – 16 видов и *Trichoptera* – 9 видов. Значения биотического индекса варьировали от 8 до 9. Гидробиологический статус участков реки Западный Буг в 2016 г. оценивался как хороший.

#### Притоки реки Западный Буг

По результатам наблюдений содержание гидрокарбонат-иона в воде притоков р. Западный Буг находилось в пределах от 74,0 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Нарев в апреле до 236,4 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Мухавец ниже г. Кобрин в сентябре. Концентрации сульфат-иона варьировали в диапазоне 6,7–69,7 мг/дм<sup>3</sup>, хлорид-иона – 3,7–49,6 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание катионов в воде притоков составляло: кальция – 24,9–115,7 мг/дм<sup>3</sup>, магния – 2,4–24,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Исходя из значений водородного показателя (рН = 6,8 – 8,0), реакция воды характеризуется как нейтральная и слабощелочная (по классификации А. М. Никанорова). Содержание взвешенных ве-

ществ регистрировалось в пределах от <3,0 до 15,2 мг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовое содержание растворенного в воде кислорода в притоках р. Западный Буг соответствовало удовлетворительному функционированию водных экосистем (6,90–9,85 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

Для легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) характерны существенные колебания концентраций в течение года: от 0,60 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в воде р. Нарев до 4,47 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в воде р. Мухавец ниже г. Кобрин. Значения бихроматной окисляемости (по ХПК<sub>Cr</sub>) изменялись от 25,9 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в воде р. Мухавец выше г. Брест до 69,7 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (2,3 ПДК). Среднегодовое содержание показателя во всех наблюдаемых притоках бассейна р. Западный Буг превышало значение ПДК (30,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) и находилось в пределах 38,1–52,9 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Результаты гидрохимических анализов свидетельствуют о снижении в воде притоков среднегодовых концентраций аммоний-иона на протяжении ряда лет (рис. 4.33). Среднегодовые концентрации наблюдались от 0,09 мгN/дм<sup>3</sup> в воде р. Нарев до 0,28 мгN/дм<sup>3</sup> в воде р. Мухавец ниже г. Кобрин с максимумом 0,73 мгN/дм<sup>3</sup> (1,9 ПДК) в январе.

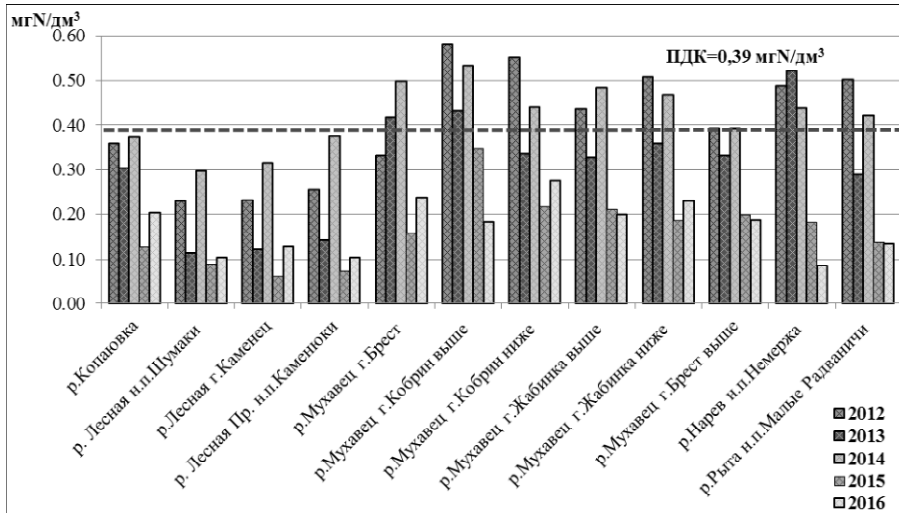


Рисунок 4.33 – Динамика среднегодовых концентраций фосфат-иона в воде притоков р. Западный Буг в 2012–2016 гг.

В воде притоков бассейна р. Западный Буг среднегодовое содержание металлов, как правило, фиксировалось выше установленного норматива качества воды: по железу общему от 0,347 мг/дм<sup>3</sup> (1,0 ПДК) в воде р. Лесная в черте н.п. Шумаки до 1,244 мг/дм<sup>3</sup> (3,9 ПДК) в воде р. Копаяювка; по марганцу от 0,039 мг/дм<sup>3</sup> (1,4 ПДК) в воде р. Мухавец в черте г. Бреста; по меди от 0,0007 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Нарев до 0,0034 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Копаяювка; по цинку от 0,001 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Нарев до 0,027 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Лесная выше г. Каменец (рис. 4.34).

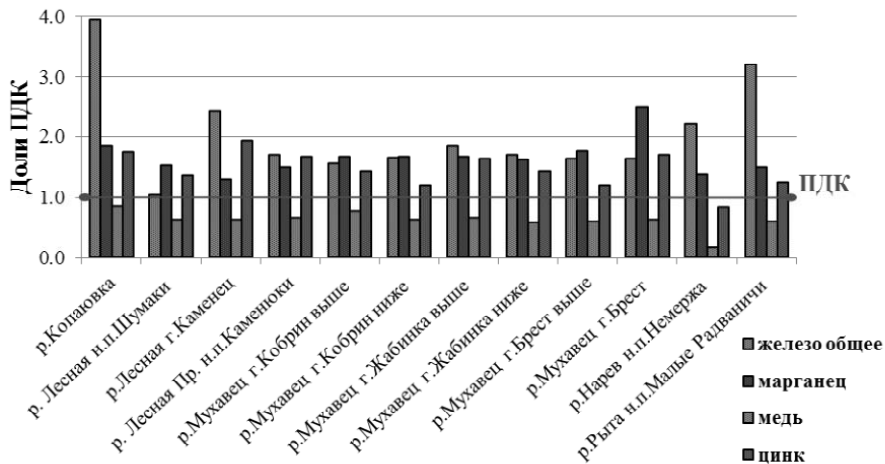


Рисунок 4.34 – Среднегодовое содержание металлов (в долях ПДК) в воде притоков бассейна р. Западный Буг в 2016 г.

Среднегодовые величины содержания нефтепродуктов в воде притоков бассейна варьировали в пределах 0,013–0,034 мг/дм<sup>3</sup>, синтетических поверхностно-активных веществ – 0,014–0,049 мг/дм<sup>3</sup>, не превышая значений ПДК.

Гидрохимический статус притоков р. Западный Буг оценивался, в основном, как хороший, за исключением р. Мухавец выше г. Кобрин, гидрохимический статус которой был удовлетворительным.

**Фитоперифитон.** Таксономическое разнообразие фитоперифитона в пунктах наблюдений притоков Западного Буга составило 76 таксонов водорослей, среди которых доминировали диатомовые (62 таксона). Видовое богатство сообщества водорослей обрастания на участках притоков Западного Буга варьировало от 24 (р. Мухавец г. Брест) до 32 (р. Копаювка в районе н.п. Леплевка) таксонов. Основу водорослей обрастания большинства притоков сформировали диатомовые и сине-зеленые (до 100 и до 87,75 % относительной численности соответственно), среди которых наибольшего развития достигли *Navicula gracilis*, *Cocconeis pediculus* (до 24,44 % относительной численности в р. Мухавец г. Брест) и *Cocconeis placentula* из диатомовых.

**Макрозообентос.** Таксономическое разнообразие организмов макрозообентоса притоков р. Западный Буг варьировало в пределах от 13 до 30 видов и форм. В донных ценозах присутствовали виды – индикаторы чистой воды *Ephemeroptera* (14 видов) и *Trichoptera* (9 видов), среди которых следует отметить о-β-мезосапроба *Paraleptophlebia submarginata* и о-сапроба *Limnephilus flavicornis*, что обусловило высокие значения биотического индекса – 8–9, за исключением участка р. Мухавец в черте г. Бреста, где его величина соответствовала 5.

Большинство участков водотоков характеризовались хорошим гидробиологическим статусом.

#### Водоемы бассейна реки Западный Буг

В 2016 г. наблюдения за состоянием воды в бассейне р. Западный Буг проводились на одном водоеме – вдхр. Луковское.

Среднегодовое содержание растворенного кислорода в воде вдхр. Луковское находилось в пределах 6,43–12,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) в воде водоема соответствовало допустимым нормам и находилось в пределах от 1,46 до 2,89 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Значения бихроматной окисляемости в воде водохранилища варьировали от 33,7 до 49,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> с максимумом в июле, что в 1,7 раза превышает установленный норматив качества воды (30,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

Начиная с 2012 г. в воде водохранилища согласно результатам гидрохимических наблюдений существенно уменьшилось содержание аммоний-иона. В отчетном году значение биогена находилось в пределах от 0,02 до 0,15 мгN/дм<sup>3</sup>, а среднегодовые значения от 0,04 до 0,07 мгN/дм<sup>3</sup> (рис. 4.35).

Присутствие в воде водохранилища нитрит-иона на протяжении года соответствовало нормативам качества (от <0,005 до 0,018 мгN/дм<sup>3</sup>). Содержание азота общего по Кьельдалю не превышало нормативной величины. Максимальное значение показателя (1,15 мгN/дм<sup>3</sup>) отмечалось в феврале.

Превышение ПДК по фосфат-иону зафиксировано в феврале – 0,070 мгP/дм<sup>3</sup>.

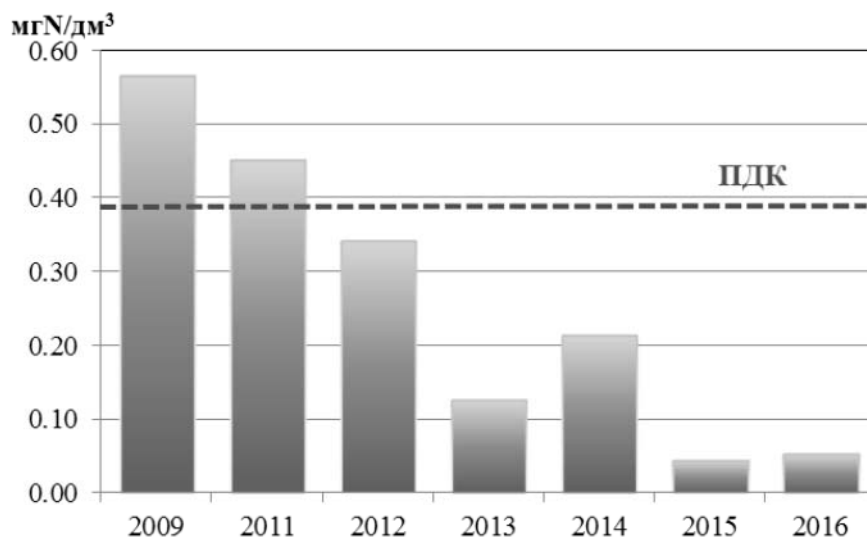


Рисунок 4.35 – Динамика среднегодовых концентраций аммоний-иона в воде вдхр. Луковское за период 2009–2016 гг.

Среднегодовое количество металлов в воде водоема наблюдалось: по железу общему – 0,11–1,25 мг/дм<sup>3</sup> (9,3 ПДК), по меди – 0,0005–0,0030 мг/дм<sup>3</sup>, по марганцу – 0,009–0,029 мг/дм<sup>3</sup> (1,3 ПДК), по цинку – 0,009–0,026 мг/дм<sup>3</sup> (2,6 ПДК). Наибольшее количество металлов отмечено в пункте наблюдений 2,0 км по А 108 гр. от н. п. Луково в мае (рис. 4.36).

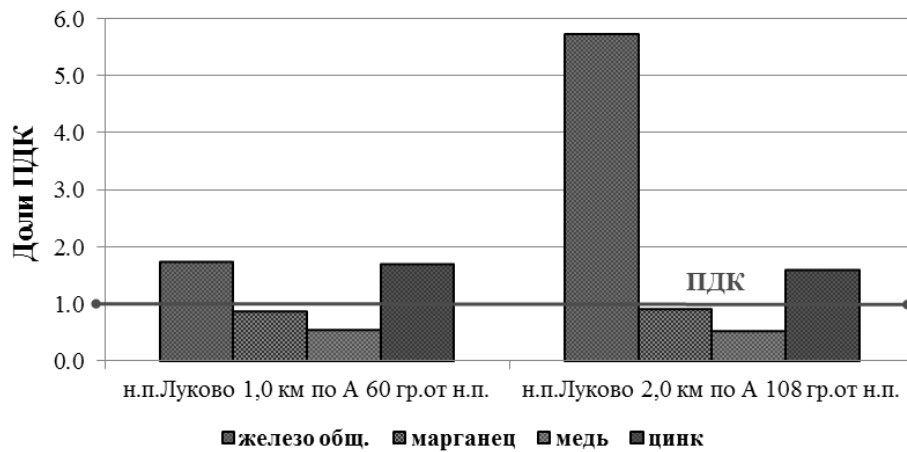


Рисунок 4.36 – Среднегодовое содержание металлов (в долях ПДК) в воде вдхр. Луковского в 2016 г.

Концентрации иных химических веществ в годовом периоде наблюдений соответствовали величинам, свидетельствующим о нормальном функционировании водной экосистемы.

Гидрохимический статус вдхр. Луковского оценивался как хороший.

Таким образом, по данным государственного мониторинга [147] состояние водотоков и водоемов Белорусского Полесья, охваченных наблюдениями по гидрохимическим показателям в 2016 г., характеризовалось отличным и хорошим гидрохимическим статусом.

Гидробиологический статус водотоков и водоемов в 2016 г. несколько улучшился по сравнению с 2014 г. На долю водоемов, гидробиологический статус которых оценивался как отличный и хороший, в целом по Беларуси приходится 78,6 %, и отсутствуют водоемы, гидробиологический статус которых оценивался как очень плохой.

Результаты мониторинга поверхностных вод за 2016 г. и анализ многолетних рядов гидрохимических данных свидетельствуют о том, что антропогенному влиянию поверхностные водотоки и водоемы Белорусского Полесья в наибольшей степени подвержены, чем остальная территория Беларуси. Приоритетными веществами, избыточные концентрации которых чаще других фиксировались в воде поверхностных водных объектов, являются биогенные и органические вещества. Причем для бассейна р. Западный Буг характерны превышения по нитрит-иону, фосфат-иону, фосфору общему и химическому потреблению кислорода и аммоний-иону; для бассейна Припяти – по аммоний-иону, для бассейна Днепра – по фосфат-иону. Источниками поступления являются сточные воды промышленности и коммунального хозяйства, поверхностный сток с территорий животноводческих ферм, неканализованных территорий и с сельскохозяйственных угодий (избытки органических и минеральных удобрений).

В 2016 г. в речных бассейнах Днепра и Припяти снизилось количество проб воды с избыточным содержанием аммоний-иона, и за многолетний ряд наблюдений этот показатель отмечается как самый низкий.

В сравнении с 2015 г. в воде бассейнов рек Белорусского Полесья количество проб с избыточным содержанием нитрит-иона увеличилось, особенно в бассейне Западного Буга (на 14 %).

Устойчивый характер носит загрязнение поверхностных вод фосфат-ионами в бассейнах рек Западный Буг и Днепр, несмотря на то что в бассейне р. Западный Буг процент проб воды с превышением ПДК снизился (с 65,8 до 59,83 %).

В 2016 г. количество проб воды с избыточным содержанием фосфора общего в бассейнах рек Белорусского Полесья увеличилось по сравнению с 2015 г.

В сравнении с 2015 г. в воде бассейнов рек Белорусского Полесья количество проб с избыточным содержанием органического вещества по ХПК<sub>сг</sub> уменьшилось, особенно в бассейне Западного Буга (на 4 %).

Фиксировались случаи недостатка растворенного кислорода в воде поверхностных водных объектов. Наибольшее количество случаев превышения ПДК по нефтепродуктам регистрировались в воде поверхностных водных объектов бассейна р. Припять (6,8 % проб воды).

Необходимо отметить, что, кроме антропогенных факторов, влияние на качество воды поверхностных водных объектов оказывали и природные. Теплая зима, характеризующаяся водностью поверхностных водных объектов выше многолетних значений, вызвала повышенное содержание фосфат-иона, а также аммоний-иона в воде поверхностных водных объектов бассейна р. Западный Буг.

Весной водность рек была ниже многолетних значений, температура воздуха – выше климатической нормы, что вызвало дефицит растворенного кислорода, повышенное содержание органических веществ, особенно в бассейне р. Западный Буг. Лето и осень в целом характеризовались водностью, близкой к норме или ниже. При этом для бассейнов Западного Полесья были характерны дождевые паводки, что привело к выходу воды рек на пойму. Эти условия в результате дали ухудшение качества воды поверхностных водных объектов и, в первую очередь, вызвали снижение содержания растворенного кислорода, увеличение содержания органических веществ, что привело к массовой гибели рыбы.

Исходя из анализа многолетних тенденций состояния поверхностных водных объектов Белорусского Полесья можно заключить, что количество поверхностных водных объектов, подверженных наибольшей антропогенной нагрузке, не изменится без разработки и реализации водоохраных мероприятий для этих поверхностных водных объектов с учетом уязвимости к изменениям климата. При отсутствии обильных дождей в летний и осенний период, при нормальной водности в течение года (без резких увеличений или снижений), а также без аномально жаркой погоды следует ожидать, что состояние поверхностных водных объектов улучшится, а главное, не вызовет дефицита кислорода и увеличения содержания органических веществ.

#### 4.5. Экстремальные гидрологические явления на территории Белорусского Полесья

Экстремальное гидрологическое явление (ЭГЯ) – это значительное количественное или качественное изменение состояния водных объектов и элементов гидрологического режима по сравнению со среднестатистическими показателями [233]. В последнее время большое внимание уделяется изучению изменения временных рядов различных видов расхода воды – годовых, максимальных весеннего половодья, минимальных летне-осенних и минимальных зимних – в условиях постоянно изменяющегося климата и степени антропогенного воздействия на водные объекты. Возникает необходимость корректной оценки водных ресурсов и водных экосистем и разработки мер по адаптации хозяйственной деятельности к новым условиям водного режима рек и увлажнения территории, поэтому целесообразно составление карт ЭГЯ для предотвращения либо уменьшения последствий техногенных изменений гидрологического режима природных вод Беларуси.

ЭГЯ принято классифицировать по нескольким признакам: месту проявления, длительности, масштабу, происхождению, скорости образования и т. д. [233]. Независимо от классификации ЭГЯ носят чрезвычайный характер и приводят к крупному государственному ущербу, а также к человеческим жертвам. Основные виды ЭГЯ, характерные для территории Беларуси, – это высокие половодья, паводки, наводнения, низкая межень, загрязнение природных вод.

На проявление ЭГЯ оказывают влияние как климатические, так и антропогенные факторы. К климатическим факторам относят длительное отсутствие осадков, таяние снега, выпадение обильных осадков, ливни, повышенную водоносность рек, увеличение стока весеннего половодья, существенное внутригодовое перераспределение годового стока. Большую роль в формировании ЭГЯ играют и антропогенные факторы: водозабор из небольших рек, широкомасштабная вырубка лесных массивов, сброс в реки загрязненных сточных вод, техногенные аварии и катастрофы.

Из всех видов стока наиболее отражающим всеобъемлющие гидрологические изменения по территории является среднее многолетнее значение слоя стока. С точки зрения водохозяйственной деятельности экстремальными считаются годы редкой повторяемости при значениях стока ниже 5%-ной или выше 95%-ной обеспеченности [152].

Для выявления ЭГЯ используется аппарат картографирования территории по среднемноголетним значениям слоя стока, показывающим пространственную изменчивость, а также по коэффициентам вариации годового стока, характеризующим временную изменчивость ЭГЯ. Пространственно-временной критерий экстремальности устанавливается по отношению слоя стока многоводного года 5%-ной обеспеченности и маловодного года 95%-ной обеспеченности к среднегодовым значениям стока по территории.

Очевидно, что значительный интерес представляют карты высоты затопления застроенных территорий, качества воды, подъема уровня воды, но в данной работе рассмотрены пространственный, временной, а также пространственно-временной критерии экстремальности с последующим картографированием территории Беларуси по этим критериям.

Исходными данными для исследований послужили ряды многолетних среднегодовых расходов воды 65 гидрологических постов Белорусского Полесья за период инструментальных наблюдений. Слой среднего многолетнего речного стока  $H$  для изучаемых водосборов равен 133 мм, значение коэффициента вариации  $C_v$  составляет 0,35.

Составление карты ЭГЯ по средним многолетним значениям слоя стока дает возможность сделать предположения о пространственной вероятности многоводных и маловодных лет для определенных районов Белорусского Полесья. На рисунке 4.37 приведены изолинии среднемноголетних значений слоя речного стока, характеризующие границы районов с различной степенью вероятности маловодья и многоводья в пространственном выражении.

Выделены следующие пространственные вероятности маловодья: высокая ( $H \leq 100$  мм); умеренная ( $100 < H \leq 120$  мм) и низкая ( $120 < H \leq 140$  мм). Вероятности многоводья: низкая ( $H \leq 140$  мм); умеренная ( $140 < H \leq 160$  мм) и высокая ( $H > 160$  мм).

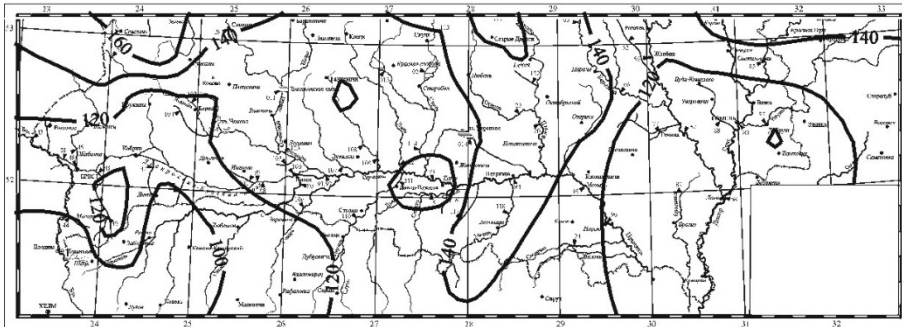


Рисунок 4.37 – Среднемноголетние значения слоя стока рек Белорусского Полесья

На рисунке 4.37 видно, что для территории Белорусского Полесья экстремально многоводными считаются речные водосборы бассейна нижней Припяти, а экстремально маловодные районы приурочены к юго-западной части страны.

Использование среднемноголетних значений слоя стока рек дает некоторый количественный ориентир вероятности аномальных лет. Но оно не учитывает локальных особенностей, а является в большей степени обобщающей характеристикой. Поэтому для большей конкретизации при выявлении районов экстремального стока используется коэффициент вариации  $C_v$  временных рядов средних многолетних расходов воды рек.

На рисунке 4.38 показаны изолинии коэффициента вариации годового стока рек Белорусского Полесья, которые характеризуют границы районов с различной степенью вероятности повторяемости экстремальных по водности лет. Выделены следующие вероятности повторяемости аномальных лет: низкая ( $C_v \leq 0,3$ ); умеренная ( $0,3 < C_v \leq 0,4$ ); высокая ( $0,4 < C_v \leq 0,5$ ) и очень высокая ( $C_v > 0,5$ ).

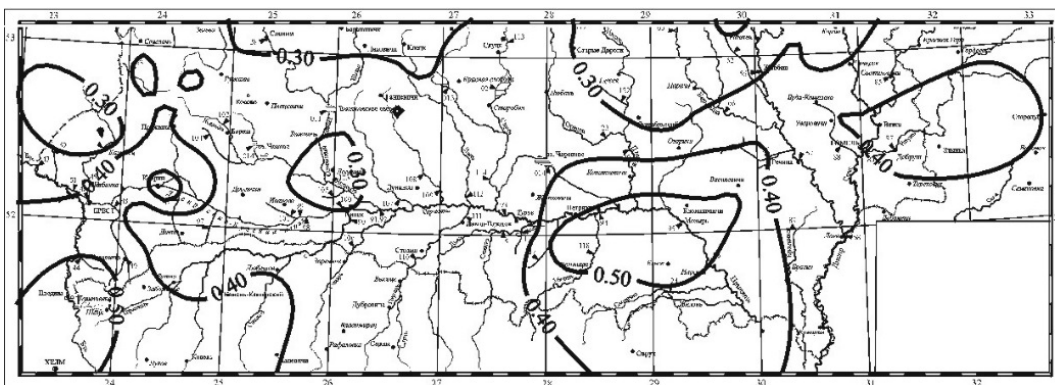


Рисунок 4.38 – Коэффициент вариации годового стока рек Белорусского Полесья

Рисунок 4.38 дает возможность сделать вывод, что наиболее значимыми ЭГЯ для территории являются маловодье южных рек бассейна Западного Буга и многоводье нижней Припяти.

Для выявления пространственно-временного критерия ЭГЯ были использованы значения слоя стока 5%-ной обеспеченности и 95%-ной обеспеченности в соотношении к среднемноголетнему значению слоя стока. На рисунке 4.39 приведены изолинии отношения значений слоя стока 5%-ной обеспеченности к среднемноголетним значениям слоя стока для Белорусского Полесья.

Выявлено 5 диапазонов отношений: низкое (менее 1,4); умеренное (от 1,4 до 1,8); повышенное (от 1,8 до 2,1); высокое (от 2,1 до 2,5); очень высокое (свыше 2,5). Значение отношения стоков, равное 2,1, является пороговым, поэтому превышение этого показателя говорит об экстремальной многоводности территории. Изолинии на рисунке 4.39 подтверждают многоводную экстремальность рек нижней Припяти.

Для выявления экстремально маловодных регионов использовались отношения значений слоя стока 95%-ной обеспеченности к среднегодовым значениям по стране в целом, изолинии которых приведены на рисунке 4.40.

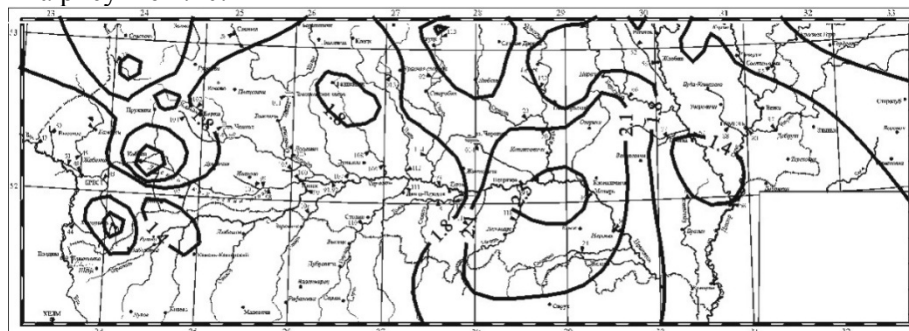


Рисунок 4.39 – Отношения значений слоя стока 5%-ной обеспеченности к среднегодовым значениям слоя стока для Белорусского Полесья

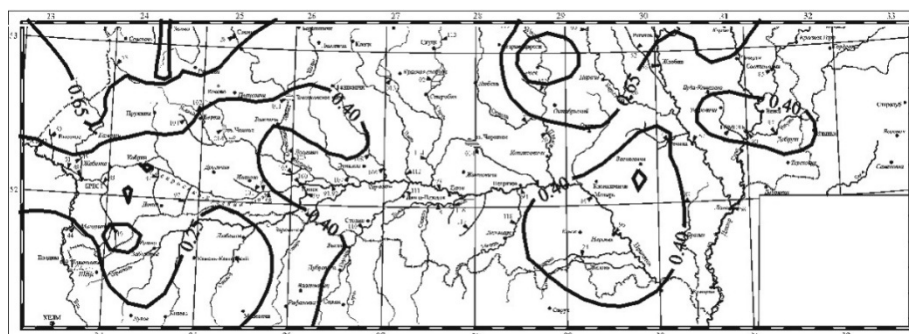


Рисунок 4.40 – Отношения значений слоя стока 95%-ной обеспеченности к среднегодовым значениям слоя стока для Белорусского Полесья

Для территории Белорусского Полесья выделены следующие диапазоны таких соотношений: низкое (менее 0,25); умеренное (от 0,25 до 0,40); повышенное (от 0,40 до 0,65); высокое (от 0,65 до 0,80); очень высокое (свыше 0,80). Экстремально маловодные районы характеризуются отношением, меньшим порогового значения (0,25), это реки юга бассейна Западного Буга.

Таким образом, экстремальные гидрологические явления еще не изучены в должной мере, как того требуют различные отрасли народного хозяйства, но полученные критерии ЭГЯ дают возможность приблизительно оценить степень экстремальности маловодных и многоводных регионов страны. Экстремально многоводными регионами на территории Белорусского Полесья являются речные водосборы бассейна нижней Припяти. Экстремально маловодных районов практически не выявлено, за исключением небольшой территории на юго-западе страны.

#### 4.6. Водноэнергетический потенциал рек

В настоящее время всемерное использование возобновляемых ресурсов гидроэнергетики, которые являются составляющей частью общих энергетических ресурсов любого региона, становится первостепенной задачей. Развитие водного потенциала – одно из важных направлений возобновляемой энергетики в Беларуси. По данным Министерства энергетики Республики Беларусь, потенциальная мощность всех водотоков страны составляет 850 МВт, в том числе технически доступная – 520 МВт, экономически целесообразная – 250 МВт.

На современном этапе развития Белорусского Полесья все важнее становится вопрос замещения иностранных энергоресурсов и поиска альтернативных источников электроэнергии. Одним из перспективных источников относительно дешевой электроэнергии считаются гидроэлектростанции (ГЭС). Потенциальные гидроэнергетические ресурсы Белорусского Полесья и экологически приемлемые, экономически оправданные возможности их использования ограничены равнинностью территории. Вытекающие отсюда реки не могут достигнуть значительной мощности в границах Полесья. Это предопределяет строительство в регионе главным образом малых гидроэлектростанций (МГЭС).

До сих пор нет общепринятого понятия малой гидроэлектростанции (МГЭС). В большинстве государств в качестве основной характеристики принята установленная мощность ГЭС. Чаще всего – как, например, в Австрии, Германии, Испании, Польше и ряде других стран – к МГЭС причисляют гидроэнергетические установки, мощность которых не превышает 5 МВт. В Латвии и Швеции эта

планка снижена до 2 МВт, а в Греции, Ирландии и Португалии, наоборот, повышена до 10 МВт. В США после того, как там начали стимулировать развитие малой гидроэнергетики, верхний предел мощности, характеризующий МГЭС, поэтапно увеличивался и в 1980 г. достиг 30 МВт. В Советском Союзе в 1986 г. утвержден документ, в соответствии с которым к малым были отнесены ГЭС с установленной мощностью до 30 МВт при диаметре рабочего колеса турбины до 3 м. Нижним же пределом мощности МГЭС принято считать 0,1 МВт. Если меньше, то это уже микроГЭС. Подобная градация – не арифметическая блажь на национальном уровне, за ней стоит и чисто экономический расчет. В той же Латвии государство гарантирует закупку электроэнергии от малых ГЭС по двойному тарифу в течение восьми лет после их ввода в эксплуатацию. В Беларуси, согласно принятому правительством в 1997 г. постановлению «О развитии малой и нетрадиционной энергетики», также был установлен двойной тариф на вырабатываемую МГЭС электроэнергию, которую закупает концерн «Белэнерго», при этом малыми считаются ГЭС с установленной мощностью до 6 МВт.

Энергия малых рек Белорусского Полесья используется давно. На них сооружались водяные мельницы и гидросиловые установки, задействовавшиеся, в частности, на лесопилках. Чтобы нарастить рекам мощность, возводились простейшие плотины, позволявшие «подпереть» воду на высоте 2–3 м. В середине XX в. электрификация сельского хозяйства базировалась на малых ГЭС. В это время на малых реках было построено большое количество плотин. Но как только у сельских потребителей появилась возможность подключиться к государственным энергосистемам, дальнейшее развитие малой гидроэнергетики стало нецелесообразным. Большинство микроГЭС, принадлежавших в основном колхозам, вывели из эксплуатации, часть из них трансформировали в небольшие гидроэлектростанции.

Состояние гидроэнергетики региона характеризуется соотношением запасов ее гидроэнергетических ресурсов (гидроэнергетического потенциала рек) и масштаба их освоения. Так называемый теоретический потенциал рек Белорусского Полесья оценивался по двум бассейнам, которые, в основном охватывают всю территорию Белорусского Полесья: Припяти и Западного Буга. В этих бассейнах, по данным водноэнергетического кадастра Республики Беларусь, потенциальную мощность до 10 кВт имеют соответственно 63,0 и 54,7 % всех рек, мощность 10–100 кВт имеют уже только 28,4 и 35,0 %, а в интервале 100–1000 кВт – 6,3 и 8,8 %. Для Беларуси в целом эти показатели составляют соответственно 38,4; 48,2 и 10,9 %. Общая мощность рек Белорусского Полесья около 150 000 кВт, полная потенциальная мощность, включая мощность водотоков и склонового стока, – 156 000 кВт, что составляет 15,7 % по отношению к полным ресурсам Беларуси. В Белорусском Полесье наибольшее количество рек имеют участки с километровой мощностью менее 1 кВт/км. Гидроэнергетический модуль рек бассейна Припяти составляет 2,76 кВт/км<sup>2</sup>, а Западного Буга – 0,74 кВт/км<sup>2</sup>. Это достаточно низкий показатель. Для сравнения: гидроэнергетический модуль Западной Двины равен 6,65 кВт/км<sup>2</sup>; Немана – 4,40 кВт/км<sup>2</sup>; Днепра без рек бассейна Припяти – 4,30 кВт/км<sup>2</sup>. Но при этом в расчет берется прежде всего экономическая целесообразность строительства и эксплуатации ГЭС. Иными словами, чем выше цены на топливо, тем выгоднее становится гидроэнергетика. В Беларуси пока освоено только 3 % имеющегося экономического гидроэнергетического потенциала, тогда как в Литве – 30 %, в – Польше – 44 %. Как уже отмечалось, территория Белорусского Полесья равнинная, поэтому здесь могут быть использованы только низконапорные гидроэнергетические объекты. В бассейне Припяти возможности строительства гидроэлектростанций ограничены из-за огромных площадей затопляемых земель при создании водохранилищ.

По утвержденной концерном «Белэнерго» от 03.05.2003 Программе строительства и восстановления объектов гидроэнергетики на период до 2020 г. предусмотрено строительство ГЭС на основных реках Беларуси общей установленной мощностью 200 МВт и ряд МГЭС на их притоках мощностью каждой не менее 100 кВт с удельными затратами не более 2000 \$/кВт.

Оптимальным путем развития электроэнергетических систем считается создание необходимых маневренных станций выработки и потребления электроэнергии для оперативного маневрирования мощностями, что достигается вводом в эксплуатацию ГЭС или гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). При этом ГАЭС занимают особое место, поскольку являются как высокоманевренным источником пиковой мощности, так и потребителем-регулятором для заполнения ночного провала графика электрической нагрузки. В отличие от обычных ГЭС пиковая энергоотдача ГАЭС не зависит от водности года. Строительство ГАЭС требует значительно меньших размеров отчуждения земель, чем для речных ГЭС. Следует отметить, что наиболее маневренные среди тепловых электростанций (ТЭС) газотурбинные установки требуют на пуск агрегата из холодного состояния 15–0 мин., тогда как время пуска гидроагрегата ГЭС или ГАЭС только 2 мин.

Создание необходимых мощностей на обычных ГЭС часто не покрывает потребности энергосистемы в маневренной мощности (до 20 % от введенной мощности электростанций всех типов). Во



многих странах наиболее экономически эффективные гидроэнергоресурсы либо уже использованы, либо ограничены, как в природных условиях Беларуси. В такой ситуации наиболее приемлемый путь решения проблемы – создание ГАЭС.

При отсутствии пока ГАЭС в стране и низком уровне освоения экономического гидроэнергopotенциала рек Белорусского Полесья возможно более эффективное использование ветроэнергетических установок, что обуславливается нерегулярным характером источника ветровой энергии. Так, в Нидерландах разработан проект энергокомплекса, включающего ветровую электростанцию мощностью 3000 МВт и ГАЭС мощностью 2400 МВт с обратимыми гидроагрегатами напором 23 м, причем бассейны ГАЭС размещены в заливе, отгороженном от моря дамбами.

В условиях Белорусского Полесья имеются пригодные площадки для размещения ветро-гидроэнергетических комплексов с использованием водоподъемных устройств. Такие комплексы могут функционировать как для гидроаккумулирования энергии ветра, так и для расширения освоения низконапорного потенциала рек путем водоподъема части речного стока на возвышающиеся над руслами рек участки прилегающих земель с последующей сработкой накопленных объемов воды при производстве пиковой электроэнергии, например для локального электроснабжения.

В Брестской области уже работают МГЭС на гидроузлах «Дубой», «Кобрин», «Залузь», «Новосады». МГЭС «Стахово» – пятая по счету малая гидроэлектростанция на Днепроовско-Бугском водном пути и первая на Припяти. Мощность МГЭС – 630 кВт. Ее строительство на Столинщине велось по Государственной программе социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010–2015 годы. Первоначально планировали построить ее на территории Лунинецкого района, однако в этом случае затраты оказались бы больше, поэтому было решено соорудить ее на Столинщине. МГЭС построена на правом берегу Припяти вблизи д. Стахово Столинского района. Электроэнергия, полученная от работы МГЭС, идет на нужды района.

На Украинском Полесье ныне насчитывается 14 малых ГЭС, из них только три действующие. Суммарная установленная мощность Любарской, Пединковской и Миропольской ГЭС – 1300 кВт, а вырабатывается электроэнергии в год 3,1 млн кВт/час. Получается, что потенциал малых рек Житомирщины используется всего лишь на 1 %.

Создание ГЭС связано с большими удельными первоначальными затратами, которые на 1 кВт мощности в два и более раза выше таковых в тепловых электростанциях. Но при этом следует учитывать, что половина стоимости 1 кВт-ч электроэнергии, вырабатываемой на ТЭС, – это цена газа или мазута. В процессе проведения оценки экономического гидроэнергopotенциала рек показана выгода (по сравнению с альтернативной газотурбинной электростанцией) создания ГЭС при удельных капитальных вложениях до 2750 \$ на 1 кВт ее установленной мощности.

Из анализа структуры капитальных затрат в ГЭС следует, что основной вклад в стоимость их строительства обычно вносят затраты на создание их водохранилищ в долинах равнинных рек – от 35 до 50 % и более. Поэтому за счет поиска вариантов сокращения площади затопления прилегающих к руслу реки земель возможно существенно улучшить эколого-экономические показатели гидроэнергетических объектов. В этом отношении представляется рациональным строительство многоступенчатых русловых каскадов малых ГЭС с гидравлически связанными подпорными бьефами как альтернатива созданию традиционной водохранилищной ГЭС. При этом достигается энергетическое использование реки на более протяженном ее участке преимущественно без выхода подпорных уровней воды из берегов русла. Благоприятными для реализации таких каскадов являются участки рек с достаточным возвышением берегов русла над меженным уровнем воды в реке.

В перспективе гидроэнергетика в Беларуси может развиваться по линии строительства гидроузлов комплексного использования – создания водохранилищ для регулирования стока при одновременном использовании их в целях энергетике, водообеспечения, водного транспорта, мелиорации и охраны вод. Однако возможности строительства таких водохранилищ на территории Белорусского Полесья весьма ограничены.

Исходя из прошлого опыта строительства сельских гидроэлектростанций в Беларуси целесообразно вернуться к созданию на малых водотоках микроГЭС (мощностью менее 100 кВт) для локального электроснабжения ближайших населенных пунктов. На небольших водотоках при благоприятных топографических и гидрологических условиях возможно создание таких установок, экономическая эффективность которых может быть обеспечена на основе применения современных типов гидросилового оборудования и рациональных конструкций гидросооружений.

Современная гидроэнергетика по сравнению с другими традиционными видами электроэнергетики является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии. Малая гидроэнергетика идет в этом направлении еще дальше. Небольшие электростанции позво-

ляют сохранять природный ландшафт, окружающую среду не только на этапе эксплуатации, но и в процессе строительства. При последующей эксплуатации отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она полностью сохраняет первоначальные природные свойства. В реках сохраняется рыба, вода может использоваться для водоснабжения населения. В отличие от других экологически безопасных возобновляемых источников электроэнергии – таких, как солнце, ветер, – малая гидроэнергетика практически не зависит от погодных условий и способна обеспечить устойчивую подачу дешевой электроэнергии потребителю. Еще одно преимущество малой энергетики – экономичность. В условиях, когда природные источники энергии – нефть, уголь, газ – истощаются, постоянно дорожают, использование дешевой, доступной, возобновляемой энергии рек, особенно малых, позволяет вырабатывать дешевую электроэнергию. Необходимо отметить, кроме этого, что реконструкция выведенной ранее из эксплуатации малой ГЭС обойдется в 1,5–2 раза дешевле.

Энерго-экономическая и общественная эффективность освоения в условиях Беларуси гидроэнергетических ресурсов предопределяется следующими преимуществами ГЭС по сравнению с альтернативными им тепловыми электростанциями:

- отсутствие выбросов вредных веществ в атмосферу при функционировании ГЭС;
- относительно низкая себестоимость вырабатываемой на ГЭС электроэнергии;
- высокая маневренность ГЭС в процессе обеспечения потребителей электроэнергией, что позволяет вырабатывать более дорогую пиковую электроэнергию, тарифы на которую в несколько раз превышают тарифы на базовую электроэнергию (в России стоимость пиковой электроэнергии, поставляемой с федерального оптового рынка в дефицитные энергосистемы, в 5,5 раза выше, чем стоимость поставки ночной электроэнергии);
- возобновляемость энергоресурсов рек и их повсеместной распространенностью;
- возможность улучшения многоцелевого водопользования вследствие создания водохранилищ ГЭС.

Помимо того, что при эксплуатации ГЭС отсутствуют вредные выбросы в атмосферу, образующиеся при сжигании топлива на ТЭЦ, создание водохранилищ способствует повышению уровня воды в реке. Особенно это благоприятствует мелким рекам, которые летом часто пересыхают. Наряду с этим создаются лучшие условия для судоходства на более крупных реках, решаются проблемы с водоснабжением населенных пунктов прибрежных территорий за счет подъема уровня грунтовых вод, растут рыбные запасы, развивается спортивное рыболовство, создаются новые зоны отдыха.

Безусловно, есть и определенные издержки: могут меняться термический и ледовый режим рек, почвенный и растительный покров прибрежных территорий, происходить их затопление и подтопление. Не исключена и трансформация условий обитания рыб и земноводных животных, мест обитания птиц. Рассмотрим более глубоко те преимущества МГЭС, которые в настоящее время считаются общепринятыми.

*МГЭС – помогут достичь энергонезависимости.* Это положение сформировалось на основании изучения гидроэнергетического потенциала малых рек, без учета экологических, социально-экономических, законодательных и других ограничений и рисков, которые влияют на то, какую часть этого потенциала можно использовать без вреда для природы, местных хозяйств, без нарушения законов и международных правовых актов, без учета рисков, связанных с гидроэнергетикой в целом. На самом деле все значительно сложнее.

*МГЭС дают дешевую экологически чистую энергию.* Стоимость электроэнергии МГЭС абсолютно неконкурентноспособна по сравнению с другими видами производимой энергии. Даже с учетом «зеленых тарифов» прибыль от малых ГЭС обеспечивается только наличием схем обязательного выкупа производимой энергии. Это не говоря уже об экологичности самой постройки МГЭС, которые, как правило, сопровождаются грубыми нарушениями всех экологических норм, игнорированием законов и давлением на местные общины.

*МГЭС не несет угрозы окружающей среде, не будет иметь негативного влияния.* На самом деле ГЭС наносит огромный вред окружающей среде на всех этапах ее существования. Особо опасной является постройка одновременно сотен малых ГЭС без учета их кумулятивного эффекта.

*Малая гидроэнергетика – это передовой мировой опыт. Она соответствует самым безопасным для природы мировым образцам.* На самом деле основным технологиям, которые используются в малых ГЭС, уже более ста лет. А большинство ГЭС построено там, где их вообще не должно быть по экологическим соображениям.

*МГЭС всегда лучше для окружающей среды, чем большие.* Долгое время считалось, что МГЭС намного безопасней, чем крупные. Но когда исследователи сравнили потери суходола и прибрежных поселений в расчете на 1 МВт произведенной электроэнергии, то оказалось, что потери территорий

экосистем от МГЭС могут в сотни раз превышать потери от больших ГЭС в расчете на 1 МВт. Также МГЭС вызывают большую фрагментацию экосистем, ухудшают качество воды и влияют на гидрологию рек и их бассейнов.

*МГЭС защищают от наводнений.* На самом деле нормальный режим работы МГЭС несовместим с противопаводковой защитой. Исследования показывают, что лучшей защитой от наводнений являются не дорогостоящие инженерные сооружения, а естественные речные поймы и снос всех инженерных сооружений, которые перекрывают русло реки и сужают пойму, создают помехи свободному ходу водных потоков.

*МГЭС не опаснее водяных мельниц.* Это далеко не так. МГЭС намного опаснее, чем водяные мельницы. Основные отличия кроются в специфике работы этих сооружений. Водяные мельницы работают нерегулярно, и часто для их запуска достаточно погрузить колесо в воду, без перекрытия реки плотиной. Кроме того, эти плотины были значительно меньше, чем плотины малых ГЭС, и при паводках они полностью затапливались, не создавая препятствий для миграции рыбы, а конструкции этих плотин не создавали препятствий для миграции мальков вниз по течению. МГЭС – капитальные сооружения, которые работают максимальное количество дней в году. Постоянная работа таких дамб приводит к тому, что в период нереста и миграции рыб молодая рыба не способна преодолеть плотину и гибнет в турбинах. А часто в результате работы турбин происходит высыхивание русла реки, что приводит к разрушению местной экосистемы.

*МГЭС принесут благополучие общинам, сопутствуют развитию туризма и рекреации.* На самом деле МГЭС делают невозможными некоторые виды туризма и рекреации, в частности сплавной и зеленый туризм.

*МГЭС уменьшают выбросы парниковых газов и препятствуют изменению климата.* Дело в том, что при строительстве ГЭС, как правило, создается водохранилище, а в момент его наполнения увеличиваются выбросы другого газа – метана, который имеет парниковый потенциал в 20 раз выше, чем  $\text{CO}_2$ . Это обусловлено процессами разложения органических веществ в условиях затопления водохранилища.

Рассмотрим механизм оценки гидроэнергоресурсов на бассейне р. Ясельда. Данная река является типичной для Белорусского Полесья и в полном объеме может дать представление о гидроэнергетическом потенциале как по отдельным рекам региона, так и для Белорусского Полесья в целом.

В качестве учетных категорий гидроэнергоресурсов выделяются теоретический и эксплуатационный потенциалы. Теоретический потенциал включает понятия валового поверхностного потенциала речного бассейна и валового потенциала рек. Кроме того, иногда выделяется еще так называемый полезный потенциал, под которым подразумевается валовый потенциал, уменьшенный на некоторый коэффициент, учитывающий минимальные размеры неизбежных потерь напора, стока, а также к.п.д. энергетического оборудования. Он мыслится как показатель верхнего предела полезного использования гидроэнергоресурсов. Этот потенциал должен рассматриваться не как теоретический потенциал, а как приближенный к техническому потенциалу. Эксплуатационный потенциал включает в себя технический и экономический потенциалы.

В условиях Белорусского Полесья практическое значение имеют энергетические ресурсы водотоков. Но для полного представления о потенциалах гидроэнергоресурсов определяется энергия всего стока, включая склоновый сток.

Полная величина потенциальных гидроэнергетических ресурсов территории состоит из энергии стока, сконцентрированного в водотоках, и энергии склонового стока. Полные гидроэнергетические ресурсы определены при помощи гидрографических кривых бассейнов, которые получаются на базе гипсографической кривой бассейнов  $A = f(H)$  и кривой зависимости модуля стока от высоты над уровнем моря  $M = f(H)$ . Гидрографическая кривая получается путем перемножения значений площади водосбора и модуля стока, соответствующих определенным значениям высоты.

Площадь, ограниченная гидрографической кривой бассейна и осями координат, проходящая через ее начало и конец, в выбранном масштабе определяет полную величину потенциальных гидроэнергоресурсов бассейна (энергия руслового и склонового стоков). Эти ресурсы могут быть выражены в единицах среднегодовой мощности или энергии стока за средний по водности год.

Потенциальная мощность рек  $L \geq 10$  км определяется методом сплошного руслового подсчета (метод линейного расчета)

$$N = 9,81 \cdot Q \cdot H, \quad (4.3)$$

где  $N$  – мощность, кВт;  $Q$  – расход,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $H$  – напор, м.

Общая мощность рек бассейна р. Ясельды 4245 кВт. Сопоставление и анализ гидроэнергетической ценности отдельных рек, их участков и целых бассейнов иногда эффективнее делать не

путем сравнения абсолютных значений энергетических ресурсов, а при помощи удельных показателей. При этом к первой группе относятся удельные линейные энергетические показатели, ко второй – удельные поверхностные энергетические показатели.

*Линейный удельный энергетический показатель* – километрическая мощность, представляющая среднюю для данного участка мощность реки, приходящуюся на 1 км длины участка  $N_L = N_{yч.}/L_{yч.}$ , кВт/км. При помощи этого показателя можно исследовать степень концентрации гидроэнергетики на отдельных участках реки и выявить наиболее ценные из них.

Кроме километрической мощности, существуют другие линейные показатели.

Удельная мощность на 1 м<sup>3</sup>/с расхода  $N_Q = N_{yч.}/(L_{yч.} \cdot Q_{yч.})$ , кВт/(км·м<sup>3</sup>/с), характеризует степень концентрации падения реки.

Удельная мощность на 1 м напора  $N_H = N_{yч.}/(L_{yч.} \cdot H_{yч.})$ , кВт/(км·м), призвана характеризовать водность участков.

Широко используемым поверхностным удельным энергетическим показателем является так называемый *гидроэнергетический модуль*, представляющий величину потенциальной мощности водотоков бассейна, приходящуюся в среднем на единицу площади бассейна –  $N_A = N/A$ , кВт/км<sup>2</sup>. Используется также *поверхностный удельный энергетический показатель*, призванный характеризовать использование стока –  $N_A = N/M$ , кВт/(л/с·км<sup>2</sup>), где  $M$  – модуль стока.

Для учета влияния неравномерности стока на энергетическую ценность водотоков используют два поверхностных энергетических показателя: модуль энергии и модуль мощности.

*Модуль энергии* показывает количество энергии в кВт·ч, которую можно получить на ГЭС при использовании стока с 1 км<sup>2</sup> без регулирования на напоре 1 м.

*Модуль мощности* соответствует мощности, которую можно получить от минимального стока заданной обеспеченности с 1 км<sup>2</sup> водосбора при напоре в 1 м.

Вместо мощности, приходящейся на 1 км длины водотока или на 1 км<sup>2</sup> площади водосбора, удельные показатели могут быть выражены через соответствующую этой мощности энергию ( $\mathcal{E} = 8760 \cdot N$ ), т. е.  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{yч.}/L_{yч.}$ , кВт·ч/км, или  $\mathcal{E}_A = \mathcal{E}/A$ , кВт·ч/км<sup>2</sup>.

Рассмотрим потенциал гидроэнергетических ресурсов рек бассейна Ясельды.

Количество рек бассейна Ясельды с разным значением потенциальной мощности и суммарной мощности приведено в таблице 4.29.

Таблица 4.29 – **Количество и общая мощность рек бассейна Ясельды**

Показатели	Длина реки, км				
	0–10	10,1–100	100,1–1000	1000,1–5000	Всего
Количество рек, шт./%	36/58,2	21/33,8	4/6,4	1/1,6	62/100
Общая мощность, кВт/%	128/3,0	502/11,8	616/14,6	2999/70,6	4245/100

Потенциальная мощность водотоков бассейна р. Ясельды представлена в таблице 4.30.

Таблица 4.30 – **Суммарная мощность выделенных категорий рек, кВт/%**

<200		Площадь водосбора, км <sup>2</sup>		
		200–1000	4000–10000	Всего
$L < 10$ км	$L \geq 10$ км			
128/3,0	502/11,8	657/15,5	2999/70,6	4245/100

Характеристика по величине километрической мощности состоит в выделении количества рек, обладающих участками с данными градациями мощности, величины суммарной мощности и суммарной длины этих участков, средних по бассейну значений удельной мощности и длин участков в пределах указанных градаций мощности по отношению к мощности и длине всех рек бассейна. В таблицах 4.31–4.32 приведены сводные данные о реках бассейна р. Ясельды с длиной не менее 10 км. Подавляющее большинство рек имеют в своем составе участки с низкой километрической мощностью. В бассейне р. Ясельды большое количество рек имеют участки с километрической мощностью менее 1 кВт/км. Это свидетельствует о том, что имеются многие реки, у которых на всем протяжении километрическая мощность вообще не превышает 1 кВт/км. По мере увеличения удельной мощности участков их количество уменьшается.

Таблица 4.31 – **Количество рек, обладающих участками с данными значениями километрической мощности**

Километрическая мощность, кВт/км	<1	1–4,9	5–9,9	10–49,9
Длина рек, км/%	26/74,3	27/77,2	6/17,2	2/5,7

Таблица 4.32 – Суммарная мощность и суммарная длина участков данной категории по бассейну

Километрическая мощность, кВт/км	<1	1–4,9	5–9,9	10–49,9
Мощность, кВт	116	875	552	2616
Длина рек, км	302,4	401,7	79,4	134,2

Сводка данных о средних расходах рек бассейна р. Ясельды приведена в таблице 4.33. Наибольший удельный вес как по количеству, так и по общей протяженности имеют участки рек с малыми расходами.

Таблица 4.33 – Средние по бассейну значения удельной мощности и веса суммарной мощности

Километрическая мощность, кВт/км	<1	1–4,9	5–9,9	10–49,9
Удельная мощность, кВт/км	0,38	2,18	6,96	19,5
Длины участков, км	11,6	14,9	13,2	67,1
Отношение суммарной мощности участка к суммарной мощности водосбора, %	2,8	21,1	13,3	62,9
Отношение длин участков к длине всех рек водосбора, %	32,9	43,8	8,6	14,6

В таблицах 4.34–4.35 приведены данные о средних расходах рек бассейна р. Ясельды. Наименьший удельный вес как по количеству, так и по общей протяженности имеют участки рек с малыми расходами. В среднем по бассейну – 77,4 % всего количества рек обладают участками с расходами менее 0,5 м<sup>3</sup>/с.

Таблица 4.34 – Суммарная по бассейну длина участков и их количество с расходами соответствующих градаций и их отношение к общей длине исследуемых рек бассейнов

Расходы, м <sup>3</sup> /с	<0,5	0,5–1	1–5	5–10	10–50
Длина рек, км/%	684,0/61,0	113,5/10,1	164,7/14,7	34,6/3,1	124,4/11,1
Кол-во рек, шт./%	62/100	14/22,6	6/9,7	1/1,6	1/1,6

Таблица 4.35 – Количество рек, обладающих устьевыми расходами данных градаций

Расходы, м <sup>3</sup> /с	<0,5	0,5–1	1–5	5–10	10–50
Кол-во рек, шт./%	48/77,4	8/12,9	5/8,1	–	1/1,6

В таблице 4.36 приведены сводные данные о величине гидроэнергетического модуля рек бассейна Ясельды. Сопоставление гидроэнергетических единичных модулей стока рек с другими бассейнами показывает, что реки бассейна Ясельды бедны гидроэнергетическими ресурсами, так как изменение указанных показателей происходит в следующих пределах: для единичного модуля от 0,03 до 0,52 кВт/км<sup>2</sup> и суммарного – от 0,06 до 0,74 кВт/км<sup>2</sup>.

Таблица 4.36 – Значение гидроэнергетического модуля речных бассейнов (с учетом линии энергии водотоков), кВт/км<sup>2</sup>

Характеристика	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>			
	<200	200–1000	4000–10000	Бассейн в целом
Единичный	<u>0,03–0,44</u> 0,19	<u>0,15–0,42</u> 0,28	0,52	
Суммарный	<u>0,06–0,37</u> 0,19	<u>0,19–0,49</u> 0,35	0,74	0,74

В таблице 4.37 дано распределение количества рек бассейна р. Ясельды по величине падения рек, которая зависит от их длины и рельефа местности. В связи с тем, что бассейн р. Ясельды расположен в пределах Полесской низменности, где отметки поверхности земли имеют незначительные колебания, то и падения у рек минимальные: большинство рек (45 %) имеют падение до 5 м.

Таблица 4.37 – Распределение рек бассейна по величине падения, шт./%

Величина падения, м											
50–25,1			25,0–10,1			10,0–5,1			5,0–1,1		<1,0
A≥200	A<200		A≥200	A<200		A≥200	A<200		A<200		A<200
	L≥10	L<10		L≥10	L<10		L≥10	L<10	L≥10	L<10	L<10
<u>2</u> 3,2	<u>2</u> 3,2	<u>1</u> 1,6	<u>3</u> 4,8	<u>10</u> 4,8	<u>1</u> 16,2	<u>1</u> 1,6	<u>8</u> 12,9	<u>6</u> 9,7	<u>9</u> 14,5	<u>16</u> 25,9	<u>3</u> 4,8

На рисунке 4.41 представлен кадастровый график р. Ясельды, построенный по методике, приведенной в литературе [44]. Кадастровый график реки содержит продольный профиль, кривые нара-

тания водосборной площади  $A(L)$ , среднееголетних расходов  $Q_{cp}(L)$ , среднесуточных расходов 95 % обеспеченности  $Q_{95}(L)$ , нарастания потенциальных мощностей водотока при расходах среднееголетних  $N_{cp}$  и минимальных суточных 95 % обеспеченности  $N_{95}$ , изменения удельной километровой мощности при среднееголетних расходах  $N_{Lcp}$ , гидрографическую кривую водотока при среднееголетних расходах  $Q_{cp}(H)$ . Кривые  $A(L)$ ,  $Q_{cp}(L)$ ,  $Q_{95}(L)$ ,  $N_{cp}$ ,  $N_{95}$ ,  $Q_{cp}(H)$  являются интегральными.

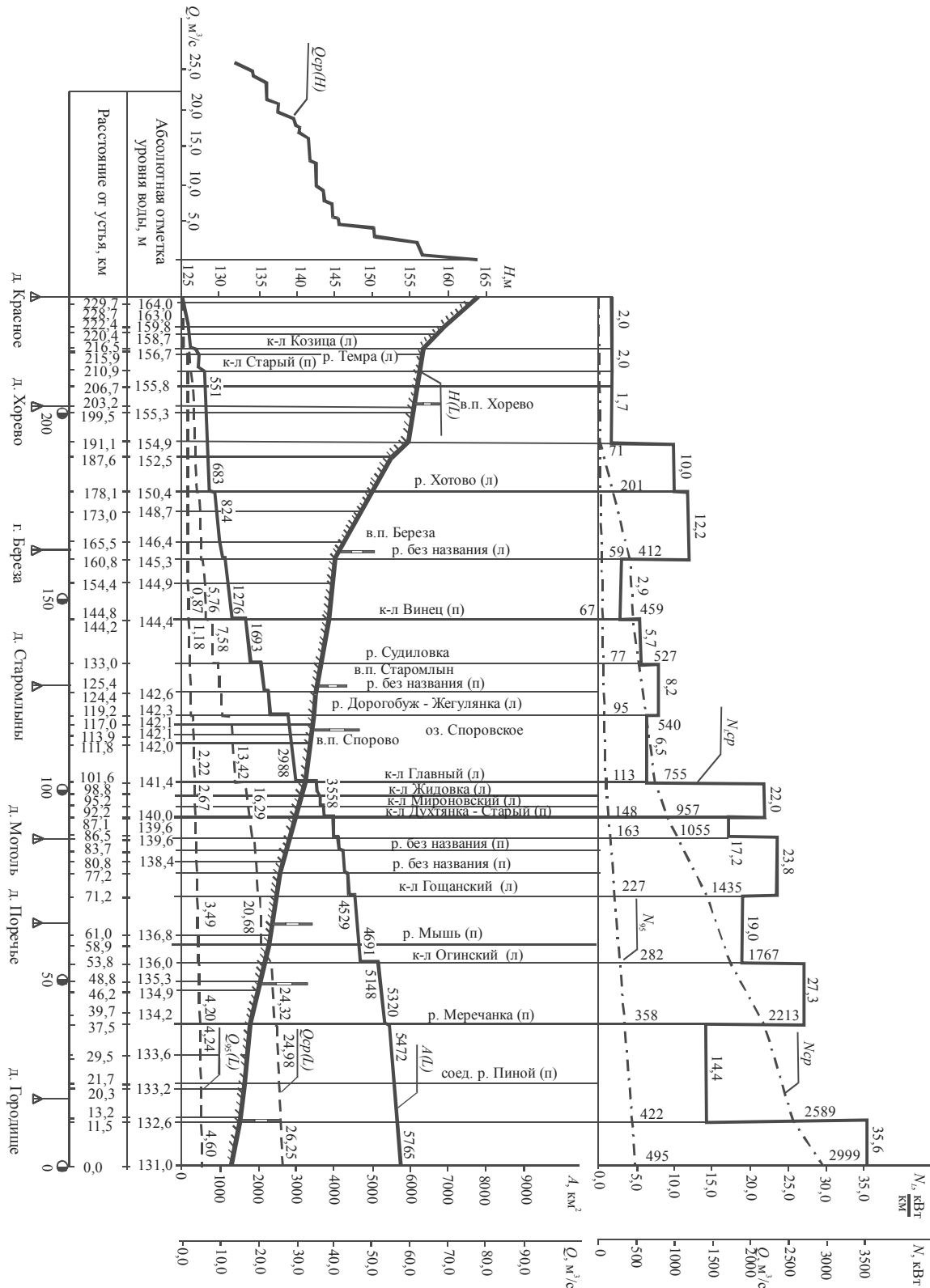


Рисунок 4.41 – Кадастровый график р. Ясельды

Численные значения суммарной потенциальной мощности  $N_{cp}$ ,  $N_{95}$  приведены для расчетных створов (заметного изменения расходов и продольных уклонов), а численные значения километровой мощности даны для каждого расчетного участка.

На графике приведены названия притоков длиной  $L > 10$  км и названия озер. Притоки характеризуются расположением относительно реки – правые (п) или левые (л) – и расстоянием от устья этой реки в километрах. Условными знаками указаны створы размещения действующих и закрытых водопостов, а также важнейших населенных пунктов, расположенных у рек: городов (г.), городских и рабочих поселков (г. п., р. п.), деревень (д.); даны их названия. В надписях на кадастровых графиках приняты также следующие сокращения: р. – река; к-л – канал; к-ва – канава; в.п. – водопост.

Для удобства анализа кадастрового графика значения  $A$ ,  $Q_{\text{ср}}$ ,  $Q_{95}$  приведены в таблице 4.38, где в характерных створах (исток, впадение притоков, устье) даны численные значения водосборной площади и расходов рек, а в створах впадения притоков – значения этих величин до и после впадения притоков.

Таблица 4.38 – Изменения площадей водосбора и расходов воды по длине р. Ясельды

Параметр	Расстояние от устья, км																
	53,8	58,9	71,2	77,2	83,7	86,5	92,2	95,2	98,8	119,2	124,4	133,0	160,8	178,1	210,9	215,9	216,5
$A$ , км <sup>2</sup>	5148 4691	4682 4629	4529 4369	4341 4242	4225 4153	4116 3931	3922 3723	3695 3617	3595 3571	2818 2247	2228 2140	2038 1757	1087 1037	821 683	551 430	396 217	217 173
$Q_{\text{ср}}$ , м <sup>3</sup> /с	23,6 21,4	21,3 21,1	20,7 19,9	19,8 19,4	19,3 19,0	18,8 18,0	17,9 17,0	16,9 16,5	16,4 16,3	12,7 10,0	9,95 9,55	9,10 7,85	4,92 4,70	3,74 3,12	2,53 1,91	1,75 0,96	0,96 0,76
$Q_{95}$ , м <sup>3</sup> /с	3,90 3,59	3,58 3,55	3,49 3,39	3,36 3,25	3,23 3,15	3,11 3,00	2,96 2,84	2,81 2,72	2,70 2,67	2,01 1,63	1,61 1,51	1,39 1,22	0,76 0,71	0,53 0,45	0,35 0,27	0,23 0,12	0,12 0,10

В таблице 4.39 приведены сведения о длине водораздельной линии речных бассейнов и энергетических показателях формы исходных кадастровых графиков.

Таблица 4.39 – Энергетические показатели формы кадастровых графиков

Водоток	Расстояние от устья водоприемника, км	Длина водораздельной линии, км	Энергетические показатели формы кадастровых графиков		
			продольного профиля $a_n$	нарастания водосбора $a_A$	гидрографической кривой водотока, $a_m$
Ясельда	488,5	496	0,336	0,498	0,350
К-л Духтянка-Старый	92,2	80	0,715	0,523	0,717
Р. Судиловка	133,0	59	0,637	0,375	0,515
К-л Огинский	53,8	120	0,602	0,387	0,513
К-л Главный	101,6	152	0,550	0,467	0,523
Р. Дорогобуж – Жегулянка – Турса	119,2	155	0,113	0,511	0,190
К-л Винец	144,8	126	0,457	0,521	0,477

На реках бассейна р. Ясельды возможно возведение гидроэлектростанций, имеющих значение для электрификации объектов промышленности, сельского хозяйства и населения.

Таким образом, исходя из ландшафтных особенностей Белорусского Полесья, чтобы обеспечить энергетическую безопасность, благополучие местных жителей и сохранять природу, одним из самых перспективных направлений является энергосбережение. Широкое использование малозатратных технологий и совместное использование солнечной и ветровой энергии будет хорошим дополнением к атомной энергии, которую в скором будущем будет вырабатывать Беларусь. Что касается использования малых рек Белорусского Полесья, то наиболее перспективным является развитие бесплотинных ГЭС, которые не забирают русло в трубы, а устанавливаются в потоке. Их можно устанавливать достаточно много, без вреда для окружающей среды, и такие ГЭС способны обеспечивать энергонезависимость небольших отдаленных объектов.

#### 4.7. Водные риски рек

Воды суши являются одним из основных факторов возникновения, развития и существования жизни на земле и самого человека. В то же время водные ресурсы остаются важным природным сырьем, которое широко используется для производительных сил, осуществления всех видов хозяйственной деятельности.

В силу различных стихийных явлений и процессов (наводнения, засухи и др.) водный фактор оказывает и крайне негативное воздействие на жизнь и деятельность человека. По мере развития человеческого общества возникли и продолжают обостряться противоречия между ролью воды как источника жизни и неотъемлемой части среды обитания человека и ролью природных вод как одного из главных природных ресурсов, повышения жизненного уровня людей. Разумное сочетание ис-

пользования вод суши с целью исключения или ограничения в необходимых пределах указанных противоречий составляет существо современных водных проблем [54].

В настоящее время среди проблем, стоящих перед человечеством, все чаще на первое место выдвигается проблема воды, так как состояние и развитие биосферы и человеческого общества находятся в тесной зависимости от состояния водных ресурсов. Водные проблемы возникают при отсутствии или нехватке воды, неудовлетворительном ее качестве, водном режиме, не соответствующем оптимальному функционированию экосистем и хозяйственных объектов, избыточном увлажнении и при наводнениях [17]. Все эти проблемы в той или иной степени присущи и Брестской области.

В глобальном аспекте первые три проблемы порождены прошлым, XX веком, а четвертая проблема сопровождает человечество с древнейших времен. С наводнениями в той или иной степени приходится сталкиваться практически на всех крупных реках Беларуси. Особенно ощутимо, а в отдельные годы катастрофично она проявляется в пойме Припяти.

#### 4.7.1. Наводнения

Под *наводнением* понимают затопление территории водой в результате подъема уровня воды в реке или озере, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей, повторяется не чаще, чем 1 раз в 10 лет. Наводнение является одним из самых разрушительных стихийных бедствий. По примерным расчетам, общая площадь земель, подверженных в те или иные периоды затоплению, составляет на Земном шаре около 3 млн км<sup>2</sup>. На территориях, подверженных периодическому затоплению, проживает около 1 млрд чел. [17].

На Полесье достаточно остро стоит вопрос о наводнениях, основную опасность в этом плане представляет р. Припять с ее многочисленными притоками. За период систематических наблюдений за весенним стоком такие половодья наблюдались в 1932, 1940, 1958, 1970, 1979, 1999 гг. Естественно, возникает стремление заглянуть в глубь веков и напомнить гидрологические сведения за отдаленные от нас столетия. Для этого необходимо обратиться к различным литературным и архивным источникам. Среди которых наиболее «продуктивными», в смысле наличия необходимых сведений являются летописи, мемуары, хроники, описание путешествий и военных действий, катастрофических природных явлений и др. Возникает вопрос о надежности и достоверности летописных сведений. На основании глубокого анализа летописных данных ясный ответ на это дан М. А. Боголеповым [32], который считает, что достоверность их в отношении засух и половодий на реках не вызывает сомнений. В связи с этим нельзя упускать из виду, что тяжелая работа летописцев (составителей и переписчиков) выполнялась в угождение Богу и «в научение потомству». Конечно, в летописях часто отражены суеверия и фантазии летописцев, но они проявляются не при фиксации, а при толковании событий и явлений и поэтому легко обнаруживаются.

Ценнейшим источником для восстановления гидрологических сведений являются архивные фонды Центрального государственного исторического архива УССР в Киеве (ЦГАУ), Киевского областного государственного исторического архива (КОГА) и др. В настоящее наиболее сконцентрированы сведения о гидрологическом режиме за прошлые столетия в работе Г. И. Швеца [229]. Рассмотрим некоторые исторические даты с высокими половодьями.

О характере весны 1190 г. имеются сведения в описании похода Киевского князя на Литву. После двухлетних сборов он вышел с Овруча в поход, дошел до Пинска и дальше поход прекратился: «Быть тепло и стече снег и нельзя бо им дойти земли их (литовцев) возвратившася в свояси» [71].

Имеются четкие указания относительно многоводности весны 1408 г.: «Тое же зимы снег велик был до пяти пядей (около метра), а на ту весну паводь была велика; за 20 лет старіи паляшуки не запомнят толь великія» [229]. О зиме 1408 г. говорили, что «она являлась самой холодной за последние 500 лет». На Припяти были значительные весенние половодья: «в 1840 и 1841 годах вода с обеих сторон реки залила пространство шириной 20 и 30 верст по лугам, пахотным полям и лесам. В сих последних можно плыть с нагруженными судами» [229].

Максимальное значение стока весеннего половодья на Припяти отмечено в 1845 г. В этом году сформировалось чрезвычайно высокое весеннее половодье на большом пространстве Восточной Европы. В бассейне Припяти оно было столь катастрофическим, что его, вероятно, можно отнести к группе предельно возможных в нашу климатическую эпоху.

Половодье 1845 г. в бассейне Припяти – это уникальное гидрологическое явление весьма редкой повторяемости. Осеннее увлажнение в бассейне Припяти было значительным. Реки покрылись льдом при значительной глубине воды и при обширных разливах в болотах и прилегающих территориях. Зима в 1844 г. наступила необыкновенно рано. Ноябрь и декабрь, а также февраль (1845 г.) отличались необыкновенным холодом и вся весна, до мая включительно, отмечалась постоянным холодом. При такой продолжительности эта зима отличалась обилием снега по всей территории Восточ-



ной Европы. Кроме того, существенное пополнение снегозапасов произошло во время февральской метели, которая продолжалась несколько дней и охватила большую территорию, особенно бассейн Припяти. Весна была поздняя, дружная, при этом развитие растительности в этом году опоздало почти на целый месяц. В апреле наступила теплая весна, при ясной погоде возросла дружность и интенсивность снеготаяния, что привело к стремительному росту водности рек. Вдобавок ко всему при сильном потеплении прошли дожди, которые усилили снеготаяние, что вызвало формирование очень высоких уровней и резкое повышение стока воды на реках бассейна. Максимальный уровень 1845 г. превышал нуль графика современного гидропоста у г. Мозыря на 675 см, т. е. на 187 см превысил максимальный уровень 1932 года. При этом расход воды, полученный косвенным способом Г. И. Швецом, оценивается как 11000 м<sup>3</sup>/с при модуле стока 113 л/(с км<sup>2</sup>) [229]. Принимая во внимание высоту максимального уровня 1845 г., условия формирования половодья, а также выявленные данные за историческое время, можно допустить, что, по меньшей мере, с конца XIV в. и до настоящего времени высота этого половодья является непревзойденной [229]. Максимальный уровень и расход Припяти в половодье 1845 г. приближенно можно считать повторяющимися не чаще, чем один раз в 800 лет.

Некоторой характеристикой половодья могут служить сведения о затоплениях и разрушениях в бассейне.

В Мозырском уезде были затоплены села: Скрыгалов, Костюковичи, Мышенка, Жаховичи, Бесядка; разрушен Злодинский мост и несколько плотин; в м. Турове залиты все дома, а в селах Снядынь и Морозовино затоплены все поля, срубленный лес; в Речицком уезде Припять затопила села Ширейку, Гриды, Обуховщину, Тульговичи и др.; в Мозыре «Припять при необыкновенном возвышении воды залила пространство на 6 верст в ширину и все прибрежные дома и строения, так, что жители принуждены были убраться на возвышенные места» [80].

Второе по величине половодье наблюдалось в 1877 г. В этом году на огромной территории сформировалось высокое половодье, охватившее бассейны рек от Дуная и Немана до Иртыша. Значительным половодье было в бассейне Припяти. Максимальный уровень у г. Мозыря достигал 589 см, что на 86 см ниже максимального наблюдаемого уровня, максимальный расход составил 7500 м<sup>3</sup>/с.

В 1888 г. большой разлив отмечен на р. Пине: «20 марта р. Пина выступила из берегов и затопила у г. Пинска дамбы вдоль города, железнодорожную ветвь и несколько домов» [229].

К началу весеннего снеготаяния 1979 г. запасы воды в бассейне Припяти превышали норму в 1,5–2 раза, что способствовало формированию очень высокого половодья на Припяти и ее притоках. Так, в г. Мозыре наивысший уровень был 2 % обеспеченности, превысив средний за многолетний период на 2,26 м. Близкими к экстремальным за весь период наблюдений наивысшие уровни наблюдались на р. Горыни и ее притоке р. Случи. Половодье 1979 г. нанесло огромный ущерб народному хозяйству: были затоплены населенные пункты: Стахово, Березцы, Осово, Дворище, Гольцы, Коробы, Плотница, Терень, Туров, Рычев, Староженцы, Семурадцы, Хлупин, Борки, Багримовичи, Беседки, Снядин, Белегы, Озерки и др., всего 37 населенных пунктов. Несколько домов было затоплено в Пинске.

В бассейне р. Горыни были затоплены: населенные пункты Воронки, Рубель, Речица, Хоромск, Ольнень и др. [69].

Небезынтересен также вопрос: «Как часто повторяются высокие половодья?» Анализ систематических наблюдений на гидрологических постах более чем за 100-летний период и архивных материалов показывают, что многоводные весны с высокими половодьями повторяются 2–3 года подряд с перерывом между ними 10 и более лет. Высокие половодья на Припяти и связанное с ними значительное затопление местности приведены в таблице 4.40.

Таблица 4.40 – Годы с наводнением различной градации в период весеннего половодья

Река – пост	Характеристика наводнения		
	Катастрофическое $P < 1\%$	Выдающееся $P = 1-2\%$	Большое $P = 3-10\%$
Мухавец – г. Брест (н/б)	-	1974, 1979	1967, 1970
Припять – г. Пинск	-	1979	1999
Припять – с. Коробы	-	1958	1957, 1966, 1979
Припять – г.п. Туров	-	1979	1932, 1940, 1956, 1958, 1970
Припять – с. Чернички	-	1999	-
Припять – г. Петриков	-	1979	1931, 1932, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999
Припять – г. Мозырь	1845	1888, 1895, 1979	1886, 1889, 1907, 1924, 1931, 1932, 1934, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999

Река – пост	Характеристика наводнения		
	Катастрофическое $P < 1 \%$	Выдающееся $P = 1-2 \%$	Большое $P = 3-10 \%$
Пи́на – г. Пинск	-	1979	1928, 1932, 1940, 1958
Ясельда – с. Сенин	-	1999	1958, 1979, 1981
Горынь – г. Речица	-	1956	1966, 1979, 1996, 1999

В таблице 4.41 представлены расходы воды 10 наиболее значительных половодий на р. Припять.

Таблица 4.41 – Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

Годы	1845	1877	1895	1888	1889	1940	1979	1932	1970	1958
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	11000	7500	5670	5100	4700	4520	4310	4220	4140	4010

Гидрологические характеристики половодий в естественных условиях приведены в таблице 4.42.

Таблица 4.42 – Максимальные расходы и уровни воды весеннего половодья рек Белорусского Полесья

Водоток-створ	Площадь водосбора, $\text{км}^2$	Максимальные расходы, ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) и уровни (см) воды весеннего половодья в естественных условиях за расчетный период (1930–1986 годы)							
		норма норма	коэффициенты		Обеспеченные величины				
			$C_v$	$C_s$	1 %	3 %	5 %	10 %	25 %
Припять – с. Коробы	35100	550	0,74	2,22	2040	1540	1330	1050	704
		57	0,40	0,40	116	104	97	88	72
Припять – г. Туров	74000	1110	0,68	2,38	3840	2910	2520	2020	1390
		61	0,41	0,62	130	115	106	95	77
Припять – г. Мозырь	101000	1690	0,68	1,70	5640	4450	3900	3170	2200
		70	0,40	0,68	146	129	120	108	88
Ясельда – с. Сенин	5110	103	0,85	2,55	430	316	268	207	132
		60	0,53	0,80	151	130	119	103	79
Бобрик – ст. Парахонск	1450	38,2	0,68	1,36	122	99,4	88,4	72,9	50,9
		67	0,50	0,75	160	139	127	112	86
Цна – с. Дятловичи	969	21,2	0,61	1,22	62,1	51,2	46,0	38,5	27,8
		66	0,48	0,72	155	135	124	109	86
Горынь – с. Речица	2700	789	0,76	1,90	2920	2260	1950	1550	1040
		50	0,48	0,72	117	102	94	82	64
Лань – с. Локтыши	909	82,5	0,66	0,99	246	207	187	158	114
		62	0,52	0,78	154	132	121	106	81
Случь – с. Новодворцы	4480	55,3	0,69	1,38	180	146	130	107	74,0
		64	0,51	0,77	157	124	108	83	60
Случь – с. Ленин	4480	179	0,79	1,18	615	509	454	374	255
		67	0,55	0,82	174	149	136	117	89

Расчетный период принят продолжительностью 57 лет – с 1930 по 1986 год. Параметры трехпараметрического гамма-распределения установлены методом наибольшего правдоподобия. При этом авторы [186] из расчета исключали более ранние наблюдения вследствие недостаточно надежного учета и данные после 1986 г., с начала осуществления противопаводковых мероприятий на р. Припять. В связи с этим в расчете не учитывали пять выдающихся половодий. В то же время гидрологи неоднократно обращали внимание на недостаточное использование данных за прошлые годы.

В таблице 4.43 приведены максимальные расходы воды весеннего половодья за весь период наблюдений по р. Припять – г. Мозырь (120 лет). Принято трехпараметрическое гамма-распределение, параметры которого установлены методом наибольшего правдоподобия и соответственно равны: норма весеннего половодья –  $1860 \text{ м}^3/\text{с}$ ; коэффициент вариации – 0,89 и соотношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации – 4.

Таблица 4.43 – Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь различной обеспеченности

$P, \%$	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3	0,5	1,0	3,0	5,0	10,0
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	22700	17900	16000	13600	10400	9110	7530	5400	4550	3500

В таблице 4.44 приведены максимально опасные уровни воды весеннего половодья за период наблюдений на реках рассматриваемой территории.

Таблица 4.44 – Максимальные опасные уровни воды весеннего половодья и на р. Припять и ее притоков за период наблюдений

Река – пост	Отметка нуля поста, м	Опасный высокий уровень		Максимальный уровень воды, год			Максимальный уровень воды (весенний ледоход)		Количество дней в году с опасным уровнем	
		Уровень воды, см	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Наибольшее	год
Припять – г. Пинск	133,18	250	425	302	29.03.1979	1	302	29.03.1979	50	1980-1981
Припять – с. Коробы	126,88	420	40	486	20.04.1958	2	460	31.03.1979	32	1979
Припять – г. п. Туров	121,77	340	22	410	02-03.04.1979	1	405	31.03.1979	28	1979
Припять – с. Черничи	119,23	520	57	637	21-22.03.1979	2	637	21-22.03.1999	46	1999
Припять – г. Петриков	112,55	800	45	933	03-04.04.1979	1	924	01.04.1979	40	1999
Припять – г. Мозырь	110,93	550	30	742	22-24.04.1995	1	670	21.04.1931	31	1941
Пина – г. Пинск	132,29	335	8	366	01.04.1979	2	347	29.03.1979	12	1979
Ясельда – с. Сенин	134,39	195	37	247	27.03.1999	0,9	234	06-12.03.1999	127	1999
Горынь – г. Речица	130,50	530	52	635	11.04.1956	2	635	11.04.1956	26	1979

Рассмотрим вопрос продолжительности стояния весенних вод в пойме рек. Сведения о выходе воды на пойму помещены в таблице 4.45 [186]. Наиболее поздние сроки прекращения подтопления пойменных земель (при уровнях воды в р. Припять на 0,5 м ниже выхода воды на пойму) относятся в среднем к концу августа месяца.

Таблица 4.45 – Сведения о выходе воды на пойму

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму, м	Число лет наблюдений	Число лет с затоплением поймы	Сроки затопления поймы		Продолжительность стояния воды на пойме, дни	
				Ранний начала затопления	Поздний конца затопления	средняя	наибольшая
Припять – с. Бол. Диковичи	136,79	32	25	25.02	5.06	32	85
Припять – с. Коробы	130,68	43	31	8.02	20.06	48	107
Припять – г. Туров	123,77	43	40	10.02	27.02	82	146
Припять – г. Петриков	119,11	43	36	5.02	28.06	48	112
Пина – г. Пинск	134,54	44	37	4.02	7.07	49	109
Ясельда – с. Сенин	135,76	44	43	30.01	29.06	66	131
Стыр – с. Иванчицы	139,96	10	5	1.02	18.04	29	68
Горынь – г. Давид Городок	129,59	26	26	15.02	31.05	28	81

В таблице 4.46 приведены средние и экстремальные сроки и продолжительность стояния критических горизонтов воды, определяющих сельскохозяйственное использование пойменных земель [186].

В таблице 4.47 приведены вероятности превышения и продолжительность стояния уровней воды выше характерных отметок [186].

Таблица 4.46 – Сроки и продолжительность стояния критических горизонтов воды

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму	Расчетные уровни воды, м	Процент лет с наблюдавшимся уровнем	Даты начала стояния уровней			Даты конца стояния уровней			Продолжительность стояния уровней воды, дни		
				ранние	средние	поздние	ранние	средние	поздние	най-большая	средняя	най-меньшая
Припять – с. Бол. Диковичи	136,79	136,51	90	20.02	26.03	25.04	26.03	4.05	16.06	101	47	7
		136,87	67	9.03	3.04	16.04	11.04	25.04	1.06	77	27	1
		137,23	20	7.04	11.04	16.04	15.04	21.04	29.04	14	10	9
Припять – г. Пинск	135,30	134,73	96	7.02	11.03	6.04	15.04	14.07	31.10	245	125	2
		135,16	89	10.02	12.03	6.04	14.03	6.06	31.10	245	87	1
		135,60	69	22.02	26.03	23.04	23.03	5.05	23.06	173	41	4
		136,00	33	4.03	28.03	16.04	13.03	17.04	11.05	39	20	7
Припять – с. Коробы	130,68	130,50	80	3.02	26.03	14.04	3.04	13.05	10.07	116	61	8
		130,96	50	11.02	11.03	17.04	25.02	15.04	19.05	69	27	3
		131,44	3	12.03	9.04	20.04	14.03	17.04	29.04	15	8	3
Припять – г. Туров	123,77	123,67	93	10.02	16.03	23.04	8.04	10.06	22.08	161	86	20
		124,17	91	15.02	21.03	16.04	18.03	22.05	12.07	146	62	20
		124,67	77	3.03	30.03	25.04	24.03	27.04	30.05	75	29	4
		125,17	21	4.03	1.04	16.04	20.03	18.04	6.05	26	18	10
Припять – г. Петриков	119,11	118,81	86	2.02	23.04	22.04	21.03	20.05	20.07	142	61	37
		119,41	81	5.02	28.03	27.04	12.03	28.04	18.06	82	35	1
		120,01	56	11.02	1.04	25.04	28.02	23.04	14.05	42	22	3
		120,61	21	6.03	7.04	19.03	21.03	19.04	3.05	20	15	4
Ясельда – с. Сенин	135,76	136,20	32	22.03	5.04	6.05	5.042	21.04	23.05	49	21	4
		136,30	10	15.04	17.04	19.04	4.04	30.04	5.05	21	15	6
Бобрик – ст. Парохонск	134,80	135,00	30	27.03	5.04	17.04	1.04	16.04	29.04	20	12	4
		135,20	7	12.04	14.04	15.04	20.04	20.04	20.04	9	8	6
Горынь – г. п. Речица	134,60	134,60	100	5.02	23.03	13.04	1.03	24.04	5.06	89	42	2
		135,81	53	5.02	27.03	9.04	7.02	22.04	2.06	19	9	2
		136,10	22	27.02	28.03	10.04	4.03	31.03	20.04	11	5	1
Горынь – г. Давид-Городок	129,59	130,15	100	15.02	25.03	17.04	6.03	24.04	31.05	81	28	6
		130,62	58	17.03	1.04	11.04	19.03	7.04	24.04	14	6	1
Лань – с. Мокрово	–	130,3	47	1.04	14.04	21.05	7.04	21.04	23.05	29	12	1
		130,4	21	4.04	14.04	25.04	9.04	21.04	4.05	17	9	4

Таблица 4.47 – Продолжительность стояния уровня воды выше характерных горизонтов

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму, м	Характерные горизонты воды, м	Продолжительность стояния уровня воды выше указанных горизонтов (в днях), обеспеченностью P %			
			5	10	25	50
Припять – с. Большие Диковичи	136,9	136,15	175	106	76	62
		136,51	94	78	60	45
		136,87	67	50	31	16
Припять – г. Пинск	135,30	134,30	263	253	229	200
		134,73	240	224	171	112
		135,16	199	162	103	73
		135,60	117	76	39	20
Припять – с. Коробы	130,68	130,04	153	127	96	78
		130,50	106	90	71	58
		130,96	38	35	27	5
Припять – г. Туров	123,77	123,17	203	173	126	98
		123,67	148	130	102	82
		124,17	109	90	73	61
		124,67	58	44	36	23
Припять – г. Петриков	119,11	118,21	158	121	92	77
		110,81	108	90	67	57

Река – пункт	Отметка вы- хода воды на пойму, м	Характерные горизонты воды, м	Продолжительность стояния уровня воды выше указанных горизонтов (в днях), обеспеченностью $P\%$			
			5	10	25	50
		119,41	69	53	41	32
		120,01	38	33	24	10
Припять – г. Мозерь	114,23	114,18	104	86	50	26
		115,13	60	50	37	27
		116,03	36	26	19	5
Горынь – г.п. Речица	134,60	134,60	–	71	54	36
		135,81	–	15	8	2
		136,10	–	3	0	0

Зависимость площадей затоплений в пойме р. Припять от половодий различной обеспеченности уровня показана в таблице 4.48 [43].

Таблица 4.48 – Зависимость площадей затоплений поймы р. Припяти от обеспеченности уровня

Затапливаемая территория	Площади в тыс. га				
	$P = 1\%$	$P = 5\%$	$P = 10\%$	$P = 25\%$	$P = 50\%$
Всего по пойме	579	550	487	404	197
В том числе по Беларуси	425	404	348	289	120

Картина цикличности стока воды весеннего половодья р. Припять представлена в виде нормированных разностных интегральных кривых по створу у г. Мозырь. Рассмотрены расходы весеннего половодья, а также среднегодовых расходов воды (рис. 4.42). Как видно из рисунка, начиная с середины 60-х годов среднегодовые расходы имеют устойчивую тенденцию к увеличению, в то же время расходы весеннего половодья несколько уменьшаются.

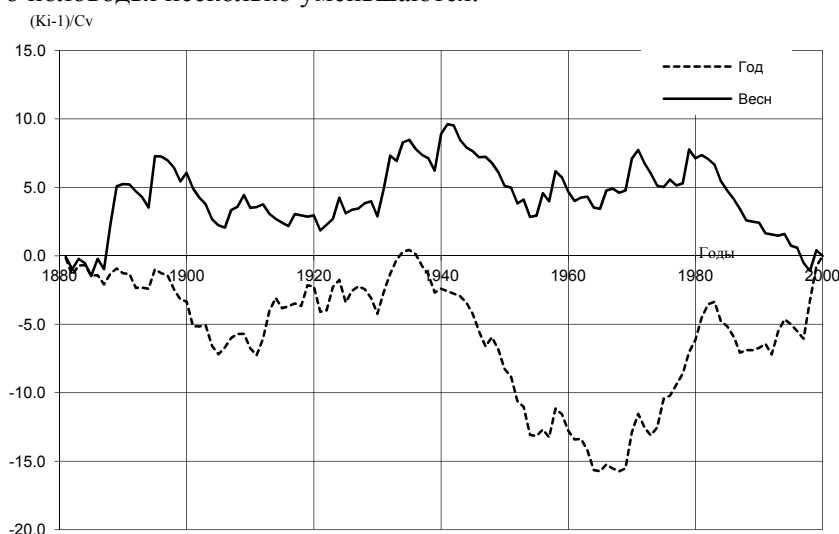


Рисунок 4.42 – Нормированные разностные интегральные кривые годовых расходов воды и весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

Аналогичная картина и по другим рекам Полесья.

О пространственной структуре распределения весеннего половодья в год 1%-ной обеспеченности можно судить по карте стока весеннего половодья, представленной на рисунке 4.7 [182]. Как видно из рисунка 4.7, на территории Полесья отмечаются наименьшие слои стока весеннего половодья в республике – 120 мм, в то время как на севере республики слой весеннего половодья в два раза больше и достигает 240 мм. Слой стока весеннего половодья закономерно возрастает с юго-запада области на северо-восток. Тем не менее Полесье регулярно подвергается наводнению в силу своих специфических условий: ровная местность и, как следствие, малые уклоны рек и малая пропускная способность, малая врезка русла и т. д. Изменчивость весеннего половодья на территории области составляет примерно 0,50.

Вторым по значению после половодья гидрологическим явлением, приносящим огромные бедствия в виде разрушения сооружений, затопления населенных пунктов, промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, уносящим человеческие жизни, являются дождевые паводки. По величине максимальных расходов и уровней воды они существенно меньше снеговых.

Максимальные расходы дождевых паводков формируются, как правило, обложными дождями, так как ливни не охватывают одновременно всю территорию водосбора даже средних рек, не говоря уже о бассейне Припяти.

Паводки, в отличие от половодий, возникают нерегулярно и по величине максимального расхода и слою стока паводки, как правило, существенно меньше максимумов половодья. Однако дождевые паводки 1952, 1960, 1974, 1993, 1998 гг. по многим водотокам и створам на самой Припяти превысили половодье и нанесли значительный ущерб народному хозяйству, так как серьезно пострадали сельскохозяйственные угодья и другие освоенные территории. Даже локальные паводки значительной интенсивности на левобережных или правобережных притоках способны вызвать значительные подъемы уровня в нижнем течении Припяти, обусловленные продвижением вниз паводочной волны. Высота паводков в среднем и нижнем течении Припяти достигает 2,0–3,5 м над предподъемным уровнем.

В связи с изменением климата, начиная с 1988 г. на реках участились случаи, когда высший уровень за год наблюдался не в период весеннего половодья, а в период летних и чаще зимних паводков. Так, на посту р. Припять – г. Мозырь из 118 лет наблюдений отмечено 19 случаев, когда высший годовой уровень был отмечен не в период весеннего половодья, а в период летних и зимних паводков, и из них 9 отмечены в последние 13 лет.

Паводки бывают ежегодно и наблюдаются в различное время на протяжении всего лета. В наиболее дождевые годы (1908, 1917, 1927, 1928, 1923, 1952, 1979 гг.) почти на всех реках проходит от 4 до 9 паводков, а на реках Полесья 3–4 паводка в сезон. Средняя продолжительность летних паводков около 15 дней. Приведем некоторые выдержки из архивных материалов, свидетельствующие о выдающихся паводках на Полесье.

Летом 1255 г. татары не смогли овладеть Луцком (на р. Стырь в бассейне Припяти), ибо «вода в Стыре была велика» [229], поэтому лето можно считать многоводным.

Год 1606 «вельми дивный был, а то в том, иж вода все лета так была велика, яко праве весне, не только летом, но и о запусах Филиновых (конец ноября): раз упадет, потом прибудет, из берегов выливаясь». В бассейне Припяти в 1608 г. «лето было мокрое, поводи были частые, мало хто при реках великих сена косил, бо и до восени поводи великие были».

Сильный неурожай 1663 г. на территории от р. Вислы до р. Случи (приток Припяти) [35] был вызван частыми дождями, так как к водотоку от р. Случи был обильный урожай.

1818 г.: «От непрестанно шедших дождей еще в половине июля месяца р. Случь выступила из берегов... Прибыль в этой реке воды в августе сделалась столь сильная и нечаянная, что ею не только снесло многие плотины и повредило мельницы, но причинено еще большие опустошения посеянной жатве, ибо скошенное сено и сжатый хлеб или разнесены или сгнили» [229].

В таблице 4.49 приведены максимально опасные уровни паводков на р. Припяти за период инструментальных наблюдений.

Таблица 4.49 – Максимально опасные уровни воды паводков на реках за период наблюдений

Река – пост	Опасный высокий уровень		Максимальный уровень воды					
			зимнего паводка			дождевого паводка		
	Уровень воды, см	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Обеспеченность, %
Припять – г. Пинск	250	42	284	15.01.1981	1	–	–	–
Припять – с. Коробы	420	40	431	08.01.1975	2	439	19–23.11.1993	2
Припять – г. п. Туров	340	22	–	–	–	–	–	–
Припять – с. Черничи	520	57	–	–	–	520	08–11.08.1993	4
Припять – г. Петриков	800	45	826	12–13.01.1981	1	829	02, 05.05.1975	2
Припять – г. Мозырь	550	30	–	–	–	–	–	–
Пина – г. Пинск	335	8	–	–	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенин	195	37	221	19.12.1980	2	203	30.11–17.12.1990,1995	1
Горынь – г. п. Речица	530	52	550	29.01.1948	2	567	31.07.1993	3

Годы с выдающимися паводками приведены в таблице 4.50.

Таблица 4.50 – Годы с паводками различной градации

Река – пост	Характеристика паводка			
	Зимний		Летний	
	Выдающийся $P = 1-2 \%$	Большой $P = 3-10 \%$	Выдающийся $P = 1-2 \%$	Большой $P = 3-10 \%$
Припять – г. Пинск	1980–81	1979–80 1992–93 1993–94 1997–98 1998–99	–	–
Припять – с. Коробы	1974–75	1947–48 1980–81	1974	–
Припять – г.п. Туров	–	–	–	–
Припять – с. Черничи	–	–	–	1993
Припять – г. Петриков	1980–81	1947–48 1974–75 1981–82	1974, 1975	1993
Припять – г. Мозырь	–	–	–	–
Пина – г. Пинск	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенин	1980–81 1998–99	1970–71 1974–75 1988–89 1990–91 1997–98	1990	1974, 1980, 1988, 1998
Горынь – г. п. Речица	–	1947–48 1981–82 1997–98	–	1948, 1969, 1974, 1975, 1977, 1988, 1993, 1998

Высокие летне-осенние паводки, приносящие наиболее существенный ущерб сельскому хозяйству и другим отраслям народного хозяйства, за последние 50 лет наблюдаются 1 раз в 4–6 лет. Наиболее ярким паводком последних лет является паводок 1993 г.

Во второй и третьей декадах июля 1993 г. в ряде районов Брестской, Гомельской и Минской области выпало 2,5–3 месячные нормы осадков. Особенно дождливыми были вторая декада июля на территории Слуцкого и Любанского районов Минской области и третья декада в Столинском районе Брестской области. Здесь декадные суммы осадков наблюдались в размере 5–6 декадных норм. Наиболее неблагоприятная обстановка сложилась в Житковичском и Столинском районах, так как повышенное количество осадков выпало и в июне (примерно 1,5–2 месячные нормы), а в июле осадки наблюдались в виде ливней редкой повторяемости. Суточный максимум 23 июля в Житковичском районе составил 57 мм, а в Столинском 115 мм. Следует отметить, что за сутки 24 июля на территории Столинского района выпало 67 мм осадков. Такого количества не было за весь период наблюдений.

В результате выпадения катастрофических осадков произошло переувлажнение корнеобитаемого слоя почвы, и сформировался дождевой паводок на реках юга Беларуси. На условия формирования дождевого паводка оказали влияние и большие суммы осадков, выпавшие в Житомирской и Ровенской областях Украины. Начало подъема уровней воды на р. Припять и ее притоках отмечается 12–15 июля.

Максимальные уровни дождевого паводка на малых реках сформировались уже 28–30 июля, на р. Горыни – 31 июля, а на р. Припяти в середине августа. Наиболее высокие паводки сформировались на малых водотоках Столинского района и в бассейнах рек Горыни и Ствига. По своей величине они сопоставимы с максимальными уровнями весеннего половодья редкой повторяемости. Превышение максимальных уровней дождевого паводка над меженными для р. Припять составило около 3 м, а на р. Горынь – 3,4 м, на малых водотоках 2,0–2,5 м.

Такие подъемы уровней вызвали подтопление и затопление значительных территорий. Гидрологическая обстановка усложнилась тем, что паводок сформировался в период наибольшей зарастаемости травяной и кустарниковой растительностью русел и пойм рек. Повышенная шероховатость русел и пойм водотоков не только вызвала высокий подъем уровней воды, но и существенно замедлила их спад в августе.

На самой Припяти за счет поступления воды из притоков повышение уровней продолжалось до середины августа. Синхронность прохождения паводка на левобережных (Цна, Лань, Случь, Птичь) и

правобережных (Горынь, Ствига, Уборть) притоках определила развитие значительного паводка в нижнем течении Припять, соответствующего 2 % вероятности превышения.

На участке Туров – Мозырь вода находилась на пойме до начала сентября.

В июне-июле 1998 г. в районах Полесья выпало до 2–3 норм месячных атмосферных осадков. Особенно дождливыми были вторые декады июня и июля, где выпало до 140 мм при норме 25–30 мм. В отдельные дни выпадало до 60 мм атмосферных осадков. По состоянию на 3 августа 1998 г. на реках Припять, Случь, Птичь наблюдался интенсивный рост уровней воды. По данным наблюдений на гидропосту р. Припять – г. п. Туров, такие максимальные уровни воды дождевых паводков наблюдались раз в 20 лет. Паводковая ситуация лета 1998 г. во многом повторяет ситуацию 1993 г.

#### *Стратегия защиты и снижение ущербов от наводнений*

По словам комиссара ЕС по вопросам гуманитарной помощи Кристалины Георгиевой, в мире еще никогда не было так много природных катастроф, как в 2010 году. Их жертвами стали свыше 300 тысяч человек, а экономике причинен ущерб на 180 млрд евро, тогда как в предшествовавшие годы ущерб исчислялся суммами в 70–80 млрд евро, что является печальным рекордом по числу и масштабам природных катастроф. Особенно крупными катастрофами стали землетрясение на Гаити, в результате которого погибли почти 250 тыс. человек, и опустошительное наводнение в Пакистане, от которого пострадали 20 млн жителей. Природные катастрофы отличались поистине гигантскими масштабами долгосрочных последствий, на преодоление которых требуется многие десятилетия. По мнению ряда ученых, в ближайшие годы число природных катастроф в мире только увеличится. Это вызвано в первую очередь изменением климата и ростом населения Земли. Поэтому необходимо развитие сотрудничества ученых различных стран, наиболее сильно страдающих от климатических изменений, а также создание всемирной сети для раннего оповещения о наводнениях и ураганах и оказанию быстрой помощи пострадавшим. По статистике ООН, на долю наводнений приходится 26 % общего числа жертв и 32 % стоимости поврежденного имущества [17]. Наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территорий и материальному ущербу. Рост убытков, наносимых наводнением экономике стран, связан с увеличением интенсивности и повторяемости наводнений из-за усиления хозяйственного использования территорий водосборов, речных долин и пойм [16, 43, 88].

Ежегодный ущерб от наводнений достигает нескольких миллиардов долларов, причем, несмотря на значительные капиталовложения в защитные мероприятия, ущербы от наводнений имеют тенденцию к росту. Основная причина этого роста заключается в интенсивном освоении земель, для которых существует опасность наводнений, поскольку неосвоенных территорий хорошего качества практически не осталось. В отличие от большинства других стихийных явлений в последние три десятилетия отмечается тенденция увеличения числа наводнений, особенно катастрофических. Наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территорий и материальному ущербу. Площадь подверженных наводнениям территорий на Земном шаре составляет в настоящее время около 3 млн км<sup>2</sup>. На них проживает приблизительно 1 млрд человек, а ущерб от наводнений в последние годы превышает 200 млрд долларов.

Рост убытков, наносимых наводнением экономике, связан с увеличением интенсивности и повторяемости наводнений из-за усиления хозяйственного использования территорий водосборов, речных долин и пойм [16]. Наиболее опасны наводнения на хозяйственно освоенных территориях [152], а поэтому освоение земель в ходе экономического развития сопровождается усилением неблагоприятных последствий. Водные и околосоводные экосистемы в значительной степени адаптированы к наводнениям в то время как отдельные звенья экосистем могут страдать от затопления и подтопления, для других (вероятно, более многочисленных) наводнения полезны и даже необходимы.

#### *Естественные причины наводнений*

а) весенне-летнее таяние снегов и ледников на водосборных площадях. Такие наводнения поддаются прогнозированию по сезонам и, исходя из снегозапасов, ориентировочно по высоте и продолжительности. Однако корреляция между снегозапасами и высотой половодья не так уж высока. При наводнениях, вызванных половодьями, наиболее правильно воздерживаться от освоения территорий, подверженных затоплению, чаще, чем это допускается нормативными документами. Эти ограничения довольно широки. В частности, жилье и общественные здания городских и сельских населенных пунктов должны быть защищены от воздействия паводковых вод 1%-ной обеспеченности, а мелиоративные системы с площадями орошения < 50 тыс. га – 5%-ной обеспеченности. Защита земель возможна при строительстве выше по течению от затопляемых зон водохранилищ для аккумуляции высоких вод, но это ведет к уменьшению гидравлического сопротивления, приводящему к рас-



пластыванию половодной волны. В зонах выклинивания подпора уровень будет расти постоянно из-за отложения наносов, а также периодически повышаться при заторах льда во время весеннего вскрытия реки. В некоторых случаях эффективно применить защиту соответствующих территорий дамбами либо временное переселение при высоких подъемах уровня воды. Обваловывание же территорий требует создания дренажа во избежание подтопления, чем обуславливается необходимость проведения систематических ремонтных работ и затрат энергии;

б) ливневые дожди. В этих случаях можно говорить лишь о паводкоопасных зонах. Меры минимизации ущербов здесь в целом аналогичны упомянутым выше;

в) ветровые нагоны воды – проявляются на побережьях водоемов и в низовьях рек, впадающих в эти водоемы, и не поддаются предвидению по срокам. Иногда можно прогнозировать сезоны, когда нагоны в целом наблюдаются чаще и имеют наибольшую высоту. Однако стохастика нагонов разработана недостаточно детально: четких представлений о типе распределения вероятностей, как и о числовых параметрах, не поддающихся выборочной оценке, пока нет;

г) заторы при весеннем вскрытии ледового покрова – вызываются нагромождениями льда с частичным или почти полным перекрытием живого сечения потока, что влечет за собой сильное повышение уровня воды на крупных реках, текущих с юга на север. На таких реках волна половодья приходит в низовья, где ледяной покров еще не растаял. Продолжительность заторных наводнений может изменяться в широком диапазоне (от нескольких часов до 15 суток). Особенность мощных заторов состоит в том, что при их прорывах могут срезаться осередки, небольшие острова, подрезаться берега рек;

д) зажоры – в отличие от заторов они наблюдаются в начале зимы при формировании ледового покрова путем забивания подледного пространства шугой. Продолжительность периода формирования шуги связана со скоростями течения. Эффективным способом борьбы с зажорами является создание на соответствующих участках водотоков подпорного режима для уменьшения скоростей течения и образования ледостава, что прекращает формирование шуги.

#### *Антропогенные причины наводнений*

а) «стеснение» живого сечения потока – осуществляется вдольрусловыми дорогами, дамбами, мостовыми переходами, уменьшает пропускную способность русла и повышает уровень воды, вызывает нарушение естественного режима расходов уровней воды [183].

В результате сооружения гидроэлектростанций на реках, замерзающих зимой, в зоне выклинивания подпора водохранилищ возможно образование ледовых заторов во время весеннего ледохода. При установлении ледостава в верхней части водохранилища выше на речном участке еще продолжается шугоход. В зоне выклинивания подпора замерзание сопровождается уплотнением льда с заносом шуги под лед. Весной более мощный ледовый покров на этом участке разрушается медленнее, чем в русле реки, что и является причиной заторов, вызывающих значительное повышение уровня воды и затопление прилегающих территорий.

В нижних бьефах водохранилищ возможны значительные затопления при больших экстренных сработках, в частности в случае для принятия вод паводка. Такие экстренные сработки обычно имеют место при ошибочном прогнозе, когда водохранилище оказывается неподготовленным к принятию максимального стока, или же в результате непригодности его для аккумуляции вод катастрофических паводков вследствие просчетов при его проектировании.

Подобные катастрофы иногда наносят гораздо больший ущерб, нежели наводнения, вызываемые природными причинами в тех же географических условиях, так как они, как правило, происходят внезапно, расходы могут достигать очень больших величин, скорость паводковой волны настолько велика, что крайне трудно предпринять защитные меры и вовремя провести эвакуацию населения.

Первые сведения о разрушении плотин относятся ко II тыс. до н. э. С 1800 по 1983 год 60 крупных плотин потерпели серьезные аварии, что привело к гибели около 16 тыс. человек. В частности, на территории бывшего СССР была 1 авария, которая унесла жизни 145 человек. На первом месте по количеству жертв находится Индия, где было 4 аварии и погибло 4100 человек. По количеству аварий плотин «лидирует» США – 17 происшествий, 3300 человек погибло.

Для определения причин, приводящих к разрушению плотин и дамб, как больших, так и малых, около 300 аварий, произошедших в разное время в различных регионах, были подвергнуты анализу, на основе которого сделаны следующие выводы: 35 % аварий вызвано малой пропускной способностью водосбросных устройств (причина – плохое гидрологическое обоснование проекта, что приводит к заниженному определению максимальных расходов воды, которые принимаются в основу расчета водосбросных отверстий), 25 % произошло в результате суффозии, фильтрации, порового давления, современных тектонических движений, просадок, сдвигов, несовершенства противоточности,

онных устройств – основных причин, приводящих к разрушению оснований плотин, 10 % – из-за использования при сооружении плотин некачественных материалов или плохого проведения строительных работ (надежность плотин в большей степени зависит от типа используемого при ее строительстве материала. При анализе аварий выяснилось, что разрушению подверглись 163 земляные плотины (почти 55 %), 61 гравитационная, арочная и плотины других типов (22 %) и 70 бетонных и каменно-набросных (23 %)). Остальные 30 % связаны с неудовлетворительной эксплуатацией гидротехнических сооружений, землетрясениями, военными действиями, а также другими причинами [4].

В связи с бурным ростом плотин возросло и число катастроф, связанных с их разрушением. Но ущербы и человеческие жертвы, ставшие результатом разрушения дамб и плотин, несравненно меньше, чем от наводнений, вызываемых естественными причинами, иными стихийными бедствиями или же некоторыми видами антропогенной деятельности [16]. Для улучшения положения в плотиностроении надо в первую очередь повышать надежность гидрологических и геологических изысканий, расчетов и прогнозов, а также создавать системы контроля, при помощи которых возможно осуществление наблюдения за техническим состоянием дамб и плотин во время их эксплуатации, что позволит в случае создания аварийной ситуации вовремя принять меры по предупреждению катастрофы или эвакуации людей и материально-технических ценностей из зоны опасности;

б) освоение территорий в нижних бьефах водохранилищ многолетнего регулирования стока.

При сведении лесов, осушении болот, промышленном, транспортном и жилищном строительстве происходит изменение гидрологического режима рек, что ведет к увеличению максимального стока. Также существует ряд видов хозяйственной деятельности, которые в экстремальных условиях могут приводить к формированию катастрофических паводков [16, 183].

Более всего влияет на увеличение высоты и повторяемости паводков сведение лесов, обладающих большой водорегулирующей способностью (инфильтрационные свойства почв снижаются в 3,5 раза, интенсивность ее смыва увеличивается в 15 раз, прекращается перехват осадков лесным пологом и кронами деревьев). В результате водный баланс меняется, повышается суммарный сток, главным образом за счет роста поверхностной составляющей. При сплошной рубке паводковый сток увеличивается в 2,3–2,7 раза, при двухприемной рубке – 1,5 раза. Данные исследований, проводимых в Карпатах, показали, что лесной полог задерживает 22 % осадков.

Значительно влияет на увеличение максимального стока осушение болот, которые являются естественными аккумуляторами стока (максимальный среднесуточный модуль стока весеннего половодья на неосушенном водосборе почти в 2 раза меньше, чем на осушенном, а максимальные модули дождевых паводков на осушенных водосборах повышаются на 60–160 % [227]. За период наблюдений с 1935 по 1979 год было установлено, что осушение болот привело к увеличению всех характеристик стока.

Рост пиков паводков и половодий может происходить вследствие роста поверхностного стока с обрабатываемых полей из-за уменьшения инфильтрации и усиления эрозионных процессов при нерациональном ведении сельского хозяйства. В основе уменьшения инфильтрации лежит переуплотнение почвенного покрова в период обработки. Повышение объема весеннего половодья и сокращение его длительности вызываются более сильным промерзанием открытой почвы полей зимой и перенасыщенностью ее влагой в период осенних дождей. Распашка почв с легким механическим составом, а также продольная пахотная обработка склонов ведут к усилению плоскостного смыва, что также способствует усилению максимального стока. Снижение инфильтрационных свойств почв – основная причина роста максимального стока в городах. Это связано с преобладанием на урбанизированных территориях водонепроницаемых покрытий и застройки. Исследования в некоторых странах показали, что урбанизация ведет к увеличению повторяемости и величины паводка, а максимальные расходы возросли: в Канаде – в 3 раза, в Японии – в 2,5, а Англии – в 1,5 раза. Установлено, что расход паводка в городе может превышать такой же по обеспеченности в сельской местности до 10 раз.

Кроме снижения инфильтрационных свойств почв в городах за счет застройки, большое значение в увеличении паводкового стока могут иметь неправильный выбор параметров мостов и проведение определенных видов противопаводковых мероприятий в пределах поймы. При строительстве мостовых переходов поймы, как правило, полностью или частично перегораживается глухой дамбой, которая нарушает естественное регулирование стока. Также значительные наводнения происходили в результате недостаточной водопропускной способности подмостовых отверстий, что связано с низкой точностью гидрологических расчетов при их проектировании или просто с некачественным техническим проведением работ; при частичном обваловании русел рек с целью защиты от паводков прилегающих территорий.

Хозяйственное использование поймы в любом случае приводит к нарушению ее нормального функционирования и уменьшению паводкорегулирующих свойств. Установлено, что в период прохождения паводков и половодий на пойму поступает от 35 до 60 % воды, 10–12 % ее испаряется с поверхности поймы и инфильтруется почвами [24].

Рост хозяйственного освоения подверженных наводнению земель, ведущий к сокращению природных пойменных ландшафтов, дает основание полагать, что если этот процесс не будет ограничен, то и в дальнейшем ущербы, связанные с наводнениями на поймах рек, будут неуклонно увеличиваться [16].

Из приведенного перечня видно, насколько разнообразны причины, обуславливающие наводнения. Следует подчеркнуть, что на конкретном водном объекте наводнения обычно вызываются несколькими причинами, поэтому для определения расчетных характеристик возможного затопления следует осуществлять комплексный анализ и выполнять композицию законов распределения вероятностей, которые свойственны отдельным видам наводнений.

Решая проблему наводнений, также нужно знать длительность стояния того или иного уровня воды, так как она определяет характер воздействия на функционирование наземных экосистем. Для этого можно использовать очертания характерных гидрографов высоких половодий (паводков) на данной реке.

Таким образом, проблема наводнений чрезвычайно многогранна, недостаточно изучена, требует проведения соответствующих исследований. Несмотря на высокую эффективность защитных инженерных сооружений, их массовое строительство имеет негативные особенности, ибо уменьшение с помощью инженерных средств интенсивности и частоты наводнений может увеличить опасность для людей, заселяющих новые поймы и застраивающих территории, а также привести к разрушению дамб и затоплению при катастрофических наводнениях.

Проблема населенных пунктов, сельскохозяйственных земель и других объектов возникла в основном в результате недостаточного продуманного освоения территорий, подверженных периодическим затоплениям. Обобщение многочисленных материалов и анализ современного состояния природных, экологических и социально-экономических условий свидетельствуют о том, что для большинства рассмотренных речных бассейнов характерны бессистемное, нерациональное размещение сельскохозяйственных угодий, инженерных коммуникаций и других объектов и экстенсивное использование природных ресурсов, ведущее к их истощению. В большинстве хозяйств отсутствует зональная система земледелия, не проводятся природоохранные мероприятия, преобладает стихийное, контролируемое использование земель. Все это можно устранить лишь при условии создания единой системы планирования и управления противопаводковой защитой в масштабах страны.

#### *Анализ риска*

Данный вопрос рассмотрен в отношении наводнений, гидроэнергетики, водного транспорта, радиоактивного загрязнения поверхностных вод.

*Анализ риска наводнения.* При изменении климата наибольший риск связан с наводнениями. Изучение данных о наводнениях 1845 и 1931 гг. показывает, что на территории Гомельской области возможно формирование в будущем и более катастрофических паводков и половодий. Такая ситуация возможна при усилении антропогенной нагрузки на водосборе, выражающейся с гидрологической точки зрения в существенном изменении условий формирования стока.

Постоянное повышение хозяйственной ценности пойменных территорий из-за осуществления мелиоративных мероприятий, рост урожайности сельскохозяйственных культур, развитие населенных пунктов, транспортных коммуникаций способствуют росту среднемноголетних ущербов от наводнений. Кроме того, возможны постоянные потери в связи с тем, что из интенсивного хозяйственного использования (из-за высокой вероятности затопления) фактически вообще выпадают потенциально высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья.

Анализ риска для гидроэнергетики. Все действующие ГЭС Белорусской энергосистемы относятся к категории «малых», для которых гарантированная мощность определяется по водному стоку декабря в маловодном году расчетной обеспеченности не ниже 95 %.

Для оценки влияния климатических факторов на работу ГЭС требуется проведение специальных исследований. Однако гидроузлы малых ГЭС имеют в своем составе небольшие водохранилища суточного регулирования, подверженные природным и антропогенным воздействиям в значительной степени. Так, увеличение среднемесячных значений температуры поверхностного слоя воды на акватории оз. Дрисвяты после пуска Игналинской АЭС, составившее 1–4 °С, в 1984, 1985 и 1986 гг. привело вследствие дополнительного испарения к соответствующим потерям выработки электроэнергии 70, 90 и 190 тыс. кВт ч на ГЭС «Дружба народов» и 110, 130, 280 тыс. кВт ч на Богинской ГЭС. Име-

ются также определенные затруднения в эксплуатации ГЭС в зимний период в связи с неблагоприятными ледовыми условиями на реках и водохранилищах в отдельные годы. Однако зимнее потепление в последние десятилетия приводит к улучшению ледовой обстановки на реках.

*Анализ риска для водного транспорта.* Водные ресурсы не являются стабильными. Под воздействием климатических факторов водоносность рек испытывает колебания как внутри года, так и по годам. В Белорусском Полесье наблюдается неравномерное распределение местного речного стока внутри года. За весенний период по рекам протекает в среднем 42–62 % годового объема стока. На каждый из 9 месяцев летнего и осенне-зимнего периодов приходится в среднем примерно по 4–6 % годового стока.

В маловодные годы (обеспеченностью 75 %) ресурсы местного стока составляют 0,85 своей средней многолетней величины, а в очень маловодные (обеспеченностью 95 %) снижаются до 0,67. В отдельные летние и зимние месяцы местный сток может снижаться до минимальных значений, не превышающих в среднемаловодные годы 3 % годового объема в месяц, а в остромаловодные – несколько более 2 %. Это отражается на уровнях воды и работе водного транспорта, обеспечивающего перевозку грузов и пассажиров по рекам Припять, Днепр.

В последние годы большое влияние на условия работы водного транспорта оказывают климатические факторы. При жарком лете устанавливаются низкие уровни, при которых перевозка грузов не рентабельна. В целях уменьшения влияния климатического фактора на водный транспорт необходимы мероприятия, которые позволят осуществлять проводку судов при низких уровнях воды и свяжут Беларусь с Черным и Балтийским морями.

*Анализ риска от радиоактивного загрязнения поверхностных вод при изменении климата.* Особенностью состояния водных ресурсов Гомельской области является их загрязненность радионуклидами. Основная часть радиоактивных выпадений от аварии 1986 г. на Чернобыльской АЭС поступила на водосборы Днепра, Припяти и их притоков. Именно эти территории стали, и долгие годы будут оставаться, потенциальными источниками формирования стока радионуклидов в Днепро-Сожскую речную систему. В настоящее время и на ближайшие десятилетия основной вклад в радиоактивное загрязнение поверхностных вод вносят и будут вносить  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Систематический контроль за радиоактивным загрязнением поверхностных вод ведется на пяти основных реках: Днепр (г. Речица), Сож (г. Гомель), Припять (г. Мозырь), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи).

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют о том, что радиационная обстановка на реках Днепро-Сожского и Припятского бассейнов стабилизировалась, среднегодовые концентрации  $^{137}\text{Cs}$  за наблюдаемый период 1987–2004 гг. в воде больших и средних рек значительно снизились. Превышений Республиканских допустимых уровней (РДУ-99) в питьевой воде, нормируемых для  $^{137}\text{Cs}$  – 10 Бк/дм<sup>3</sup>, для  $^{90}\text{Sr}$  – 0,37 Бк/дм<sup>3</sup>, в поверхностных водах рек не наблюдается, однако при потеплении климата и снижении уровней в реках и озерах произойдет их увеличение.

Повышенная вероятность паводков, особенно катастрофических, тяжелые экономические и социальные их последствия дают основания относить значительную часть Полесья к территории с часто повторяющимися чрезвычайными ситуациями.

В последнее время наводнения, приносящие огромный материальный ущерб, случаются раз в 4–5 лет. Только от наводнений 1974 г. прямой ущерб в Полесской зоне составил 173 млн руб. в ценах 1991 г. [19]. Паводок 1974 г., сформировавшийся за счет выпадения большого количества атмосферных осадков и подпора горизонта воды Киевским водохранилищем, когда уровень воды в реке достиг максимальной отметки за весь период наблюдений, под водой оказалось 400 тыс. га земель, было повреждено и выведено из строя 640 км линий электропередачи, без энергии на длительный период остались 674 населенных пункта, 453 животноводческие фермы, было разрушено 246 км автомобильных дорог, затоплено 2858 домов [112].

Значительный ущерб принес и летний паводок 1993 г. В зоне затоплений надолго оказались более 10 тыс. домов, в которых проживало 40 тыс. человек, около 200 тыс. посевов зерновых, более 30 тыс. га посевов картофеля и других культур, повреждено более 200 км автомобильных дорог, 10 мостов, 150 участков линий электропередач, обесточены 400 населенных пунктов и 160 животноводческих ферм. Экономический ущерб в результате паводка без экологического ущерба и затрат на нормализацию санитарно-эпидемиологической обстановки в пострадавших районах составил более 200 млрд рублей в ценах 1993 г. [19].

Это оказало существенное влияние на экономику хозяйств, расположенных в пойменных зонах, где подобные паводки систематичны и приносят невосполнимые утраты, в первую очередь на территории Пинского, Столинского и Лунинецкого районов.

Особенно большое влияние на затопление и подтопление Столинского района оказывает р. Горынь, водосборная площадь которой в створе г. Давид-Городка составляет 27,7 тыс. км<sup>2</sup>. Максимальный расход весеннего половодья 1%-ной обеспеченности равен 3167 м<sup>3</sup>/с, летне-осеннего паводка 10%-ной обеспеченности – 453 м<sup>3</sup>/с. Пропускная способность русла р. Горыни сравнительно небольшая и составляет 300–350 м<sup>3</sup>/с: при больших расходах вода выходит из берегов и затапливает и подтапливает пойменные земли. Сглаженный пониженный рельеф обуславливает затопление больших территорий паводковыми водами р. Горынь, соединение их с паводковыми водами р. Львы и переливы в низовье р. Ствиги. В ходе паводков затапливались и подтапливались десятки тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий, 25 населенных пунктов, в том числе г. Давид-Городок, подвергались разрушению мосты, дороги и другие сооружения. Так, паводком 1970 г. было затоплено свыше 40 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в 1979 г. – 52 тыс. га, в 1993 г. – порядка 35 тыс. га [112].

Расходы р. Горынь – г. Давид-Городок во время половодья 1999 г. составили 1800–1900 м<sup>3</sup>/с и относятся к обеспеченности  $P = 15-20 \%$ , что, в принципе, является неопасным, но уровни воды на этот период были близкими к катастрофическим, т. е.  $P = 3-5 \%$ . Это вызвано сильной заросшестью поймы и некоторыми другими климатическими факторами. Кроме того, картину усугубили построенные автомобильные мосты через р. Припять у г. Житковичи и р. Горынь у г. Столина, оказывающие влияние на пропуск паводковых вод и сформировавшие уровни на высоту до 0,5 м в критические периоды.

Паводковая ситуация также усугубляется за счет отсутствия графика пропуска максимальных расходов и использования имеющихся водохранилищ с соседней Украиной. В водосборе рек Горынь и Стырь, берущих свое начало с территории Украины и впадающих в р. Припять на территории Белорусского Полесья, расположено 5 крупных водохранилищ общей полезной емкостью 1695 млн м<sup>3</sup>. Заполнение и сработка этих водохранилищ напрямую связаны с уровнем режимом р. Горынь в районе гг. Столин и Давид-Городка. Необходима увязка графика пропуска паводковых вод между двумя государствами. Сравнительно небольшим весенним половодьем 1999 г. на Полесье было затоплено 194 населенных пункта и около 200 тыс. га сельхозугодий, 5 тыс. жилых домов только по Столинскому району, ущерб составил 4,0 млн руб. в ценах 1991 г. [159].

В таблице 4.51 приведены данные об ущербах, причиняемых наводнениями [193].

Таблица 4.51 – Расчетные суммарные среднегодовые значения ущербов

Водосбор реки	Площадь затопления, км <sup>2</sup>			Затапливаемые объекты	Расчётный ущерб от наводнений, тыс. руб. (в ценах 1990 г.)		
	$P=50 \%$	$P=25 \%$	$P=1 \%$		$P=50 \%$	$P=25 \%$	$P=1 \%$
Западный Буг	3,8	13	519,6	Жилой фонд	–	30	70
				Сельскохозяйственные угодья	0,8	4,6	45,8
Припять	11,56	2680	9202	Железнодорожный транспорт	–	–	1332
				Промпредприятия	–	–	102
				Жилой фонд	–	–	9110
				Сельскохозяйственные угодья	18403	44028	75519
Днепр	4	60	3738,9	Промпредприятия	–	–	120
				Жилой фонд	–	–	260
				Сельскохозяйственные угодья	3	17	210

Последствия катастрофических наводнений показали неотложность осуществления специальных противопаводковых мероприятий в пойме р. Припять.

Исходя из мирового и отечественного опыта в качестве основы стратегии, направленной на защиту и снижение ущербов от наводнений в Республике Беларусь, необходимо:

- разработать единую государственную политику в области борьбы с наводнениями, механизмов ее реализации, определить задачи и ответственность всех уровней государственной власти, разграничить полномочия, создать систему финансового обеспечения противопаводковых мероприятий;
- создать и развить механизм регулирования хозяйственного использования территорий, подверженных затоплениям, включающий административные и экономические меры;
- осуществить комплексные инженерно-технические мероприятия и обеспечить их надежность;
- совершенствовать систему мониторинга и прогнозировать наводнения, восстановить и расширить сеть гидрометеонаблюдений;
- развить научно-техническое, информационное, нормативно-правовое и кадровое обеспечение противопаводковых мероприятий;
- наладить международное сотрудничество, в первую очередь в бассейнах трансграничных рек, так как меры по предупреждению наводнений, пропуску и снижению ущербов от них должны разра-

батываться с учетом особенностей всего района водосбора, независимо от государственных границ. Межгосударственное сотрудничество абсолютно необходимо, как минимум, на уровне министерств и других административных органов и ведомств, занимающихся вопросами водохозяйственной деятельности, регионального планирования, сельского и лесного хозяйства, транспорта, сохранения природы, здравоохранения. Межгосударственные органы должны совместно разработать долгосрочную стратегию предупреждения наводнений и защиты от них, которая охватывала бы весь трансграничный речной бассейн и всю его водную систему. Это позволило бы составить совместный план действий, содержащий все меры по управлению риском и снижению его для здоровья и материального ущерба, уменьшению масштабов наводнений, созданию и совершенствованию эффективности прогнозов и оповещения о надвигающейся угрозе затопления, разработать соответствующие меры, порядок и сроки их осуществления [213].

Прогнозируемое потепление климата и неизбежный рост хозяйственного освоения речных долин, в связи с ростом населения, несомненно, приведут к увеличению повторяемости и разрушительной силы наводнений. Поэтому необходимо усилить научно-исследовательские, организационные и практические работы, направленные на уменьшение ущерба от наводнений. Предотвращение стихийных бедствий в 50–70 раз уменьшит затраты на ликвидацию последствий наводнений.

Анализ структуры сложившейся системы защиты от наводнений в пойме р. Припять, опыта ее эксплуатации, итогов прохождения половодья 1999 г. показывает, что применение чисто инженерных способов не обеспечивает существенное снижение ущерба от наводнений при эффективном использовании пойменных территорий.

Необходимо сочетать инженерные методы защиты (регулирование стока водохранилищами, строительство дамб обвалования приречных территорий, спрямление и углубление речного русла в целях ускорения стока паводковых вод, строительство каналов для отвода вод в естественные понижения рельефа, подсыпка территорий и др.) с неинженерными. К последним относится разработка экономических и юридических норм с учетом особенностей использования паводкоопасных территорий. К ним в первую очередь принадлежат: ограничение или полное запрещение таких видов хозяйственной деятельности, в результате которых возможно усиление наводнений, а также расширение мероприятий, направленных на создание условий, ведущих к уменьшению стока. Кроме того, должны выбираться и осуществляться такие виды хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен наименьший ущерб.

Инженерные сооружения по защите земель и хозяйственных объектов должны быть надежны, и вместе с тем их действие должно быть связано с минимальными нарушениями природной среды.

При разработке противопаводковых мероприятий в долинах рек следует рассматривать весь водосбор, а не его отдельные участки, поскольку локальные противопаводковые мероприятия, не учитывающие всю ситуацию прохождения паводка в долине реки, могут не только не дать экономического эффекта, но и существенно ухудшить ситуацию в целом и привести в результате к еще большему ущербу от наводнения.

При хозяйственном освоении паводкоопасных территорий в долинах рек следует проводить детальные технико-экологические исследования с целью выявления путей получения максимально возможного экономического эффекта от освоения этих территорий и вместе с тем сведения к минимуму возможного ущерба от наводнений.

Решение этого вопроса невозможно без разработки и дальнейшего совершенствования методики расчета как прямых, так и косвенных ущербов от наводнений. Объективное определение ущерба от наводнений имеет важнейшее значение для правильного выбора стратегии и тактики борьбы с этим стихийным бедствием. Точная оценка потерь фактических и возможных как в период, так и после наводнения позволяет выбрать оптимальный вариант мероприятий по предотвращению и ликвидации нарушений и ущербов, вызываемых наводнениями. Определение ущербов очень важно, в частности, для оценки экологической целесообразности и эффективности систем инженерной защиты, а также страхования населения и юридических лиц.

Гибкая программа по страхованию от наводнений, сочетающая как обязательные, так и добровольные его формы, может быть лучшим инструментом по регулированию землепользования на паводкоопасных территориях. При этом должна существовать четко работающая система по прогнозированию паводков и извещению населения о времени наступления наводнения, о максимально возможных отметках его уровня и продолжительности в сутках. Прогнозирование паводков и половодий должно осуществляться на основе развития широкой службы наблюдений за гидрометеорологической обстановкой (следует заметить, что за последние годы произошло значительное сокращение наблюдательных постов гидрометеослужбы). Необходимо непрерывно обеспечивать гидрометеослужбу

современным оборудованием – автоматизированными системами сбора и обработки информации, использовать радарные установки и искусственные спутники.

Достаточно сложная ситуация наблюдается с информацией по р. Припять. Это связано, в первую очередь, с необходимостью учета речного стока по большому количеству отдельных притоков (со стороны Украины) и с ограниченными гидрологическими наблюдениями непосредственно на границе. Открытые после наводнения 1999 г. новые посты гидрологических наблюдений: на р. Стырь – Ладорож, р. Цна – Кожан-Городок, р. Словечна – Новая Рудня не могут в полной мере решить эту задачу.

Большое внимание следует уделять заблаговременному информированию населения о возможности наводнения, разъяснению вероятных его последствий и мерах, которые следует предпринимать в случае затопления строений и сооружений. В паводкоопасных районах должна быть широко развернута пропаганда знаний о наводнениях. Все государственные структуры, а также каждый житель должны ясно представлять, что им надлежит делать до, в период и после наводнения.

Должны быть осуществлены четкое районирование и картирование пойм с нанесением границ половодий и паводков различной водообеспеченности. С учетом вида хозяйственного использования территории рекомендуется выделить зоны с 20%-ной обеспеченностью паводка для сельскохозяйственных угодий, 5%-ной – для строений в сельской местности, 1%-ной – для городских территорий и 0,3%-ной – для железных дорог. Само собой разумеется, что в разных природных зонах и экологических районах число зон и принципы их выделения могут в какой-то степени измениться. Однако практически везде участки поймы, затопляемые чаще, чем один раз в 5 лет, могут использоваться только для косыбы сена.

Сочетание инженерных и неинженерных способов защиты от наводнений при наличии эффективной службы эксплуатации позволит в значительной степени уменьшить негативные последствия от наводнений.

Особое внимание необходимо обратить на влияние искусственного изменения условий формирования максимального стока на гидрологические и гидравлические параметры стока, прогнозирование масштабов наводнений и выработку стратегии управления, позволяющей минимизировать отрицательные последствия наводнений, определение путей эффективного использования пойменных территорий, потенциал которых достаточно высок.

В области изучения и борьбы с наводнениями первоочередными задачами являются [91]:

- выполнение районирования и картирования пойм с нанесением границ наводнений различной водообеспеченности, с учетом вида хозяйственного использования территории;
- разработка математической модели и создание соответствующих баз данных для прогнозирования наводнений;
- разработка противопаводковых мероприятий в долинах рек с учетом всего водосбора;
- определение видов хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен минимальный ущерб;
- создание надежных инженерных сооружений по защите сельскохозяйственных земель и хозяйственных объектов с минимальными нарушениями природных биогеоценозов;
- оптимизированное сочетание инженерных методов защиты населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий с неинженерными (экономическими и юридическими). Создание гибкой программы по страхованию от наводнений, сочетающей как обязательные, так и добровольные формы;
- разработка системы оповещения населения о времени наступления наводнения, максимально возможных отметках его уровня и продолжительности;
- разработка единой методики учета последствий от наводнений и подсчета причиняемого ими ущерба, а также учета ущерба, наносимого здоровью людей в период наводнений и после них.

#### **4.7.2. Маловодья и засухи**

После окончания половодья на реках устанавливается межень продолжительностью 130–140 дней.

*Межень* – это период водного режима водотока внутри годового цикла, возникающий вследствие уменьшения питания водотока и характеризующийся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня воды [129].

В распределении минимального стока по территории Белорусского Полесья какой-либо закономерности не наблюдается, так как на величину минимального стока, помимо климатических факторов, большое влияние оказывают характер подземного питания, который зависит от дренирующей способности рек и почвенно-геологического условий рассматриваемой территории.

Минимальные уровни и сток воды в летний период наблюдается при высоких среднесуточных температурах воздуха и при продолжительных периодах отсутствия осадков; в зимний период – при

низких температурах. В пределах рассматриваемой территории в засушливые годы (1939, 1951, 1952 и др.) наблюдалось пересыхание водотоков с площадями водосборов свыше 1000 км<sup>2</sup>. Промерзание наблюдается лишь на малых реках и на непродолжительное время.

В литературе имеется много высказываний о том, что хозяйственная деятельность человека а (в частности, осушение болот) отрицательно сказывается на реках. И эта полемика началась с момента осушения болот в Беларуси экспедицией под руководством И. И. Жилинского. Главным аргументом ученого против тех, кто опасался обмеления рек и засух вследствие осушения, было утверждение, что почти единственным источником питания полесских болот служат воды, приносимые извне, вод же местного происхождения в виде источников, родников, ключей почти не приходилось наблюдать.

Научный работник Главной обсерватории А. Е. Гейну сопоставил годовое количество атмосферных осадков за 15 лет (до и после начала работ Жилинского, 1874 г.). На основании произведенных расчетов он сделал вывод о том, что «начатое осушение Полесья не имело, по-видимому, никакого существенного влияния на количество выпадающих атмосферных осадков в самой рассматриваемой области и на смежных территориях».

А наблюдались ли засухи в те годы, когда человек не вмешивался в природу? Для этого опять обратимся к архивным материалам.

Засуха 1340 г. достигла верхней части бассейна Днепра, в Смоленском княжестве лето было засушливое, маловодное, неурожайное; неурожаем вызвал голод [121]. Можно предположить, что в бассейне Припяти лето тоже было маловодное.

Зима 1538 г. была теплая, почти без морозов, а весна – очень ранняя [160]. Очень теплая зима отмечена в Прибалтике, в январе цвели сады [137].

«Прошедшей зимой (1831–1832 гг.) совершенно снега не было, вследствие чего вообще в реках VI Округа путей сообщения необыкновенный недостаток воды, так что ежели она не будет от дождей, то судопромышленники по оным встречать будут остановку» [229].

По сведениям Веселовского, зима 1851–1852 г. была теплая [160].

В 1875 г. было сильное обмеление Припяти и ее притоков: Случи, Стыри, Турии [229].

По данным И. И. Жилинского, р. Припять у г. Мозырь переезжали на возах.

На реках Белорусского Полесья летне-осенняя межень обычно наступает в конце мая – середине июня и заканчивается в октябре. В отдельные годы при дружном прохождении весеннего половодья период низкого стояния стока на реках наступает значительно раньше – в конце апреля – начале мая, а в годы затяжного половодья или когда на спаде его проходят дожди – в конце июня – середине июля.

В отдельные годы при отсутствии осенних паводков межень может продолжаться до появления ледовых образований – середины ноября – начала декабря.

Величина среднего слоя стока за период летне-осенней межени по малым и средним рекам колеблется от 3 до 15 мм.

Наиболее маловодный период летне-осенней межени в основном наблюдается в июле-августе, реже – в сентябре. Продолжительность его для малых и средних водотоков составляет до 130 дней, для Припяти – 85–90 дней.

Зимняя межень обычно устанавливается в конце декабря. Наиболее ранние даты наступления межени приходятся на конец октября – начало ноября, а наиболее поздние – на январь, окончание – с началом весеннего половодья.

Средняя продолжительность межени на малых и средних реках изменяется от 49 до 100 дней.

К стихийным гидрологическим явлениям относятся не только высокие уровни, при которых наблюдается затопление территорий, но и низкие уровни воды – ниже проектных отметок навигационных уровней на судоходных реках, раннее образование ледостава и появление льда на судоходных реках, повторяющиеся не чаще, чем один раз в 10 лет. Для судоходства на реках опасными являются низкие уровни – ниже навигационных отметок, когда создавались затруднительные условия для судов, закрывались отдельные участки, уменьшалась загрузка судов, мелководье вызывало увеличение поломок, ремонт судов.

В таблице 4.52 приведены низкие уровни ниже навигационных, указаны продолжительные периоды стояния низких уровней. Кроме этого, для судоходства опасными явлениями может становиться раннее образование ледовых явлений, в результате чего уменьшается навигационный период.

В таблицах 4.53 и 4.54 приведены расчетные величины минимального стока рек Белорусского Полесья и их статистические параметры.



Таблица 4.52 – Низкие уровни на судоходных реках

Река – пост	Опасный низкий уровень, см	Количество лет с минимальным уровнем	Самый низкий уровень							
			уровень, см	обеспеченность, %	дата	продолжительность, дни				
Припять – с. Черничи	125	1	110	94	28,29.08.1992	26				
Припять – г. Мозырь	15	1	-5	99	03-06.09.1992	34				
Днепр – г. Речица	65	44	-8	99,6	17-18.08.1992	115				
Днепр – г. Лоев	29	17	3	97	24-26.07.1885	34				
Река – пост	Наибольший продолжительный период			Число случаев различной продолжительности						
	продолжительность, дни	уровень, см	Дата	≥ 10	11–20	21–50	51–70	71–100	101–150	>150
Припять – с. Черничи	26	110	28, 29.08.1992	0	0	1	0	0	0	0
Припять – г. Мозырь	34	-5	03–06.09.1992	0	0	1	0	0	0	0
Днепр – г. Речица	156	3	05-08.09.1996	12	5	11	5	6	3	1
Днепр – г. Лоев	147	12	05, 06. 09-02.09.1939	3	3	7	0	0	4	0

Таблица 4.53 – Минимальные летне-осенние расходы воды различной обеспеченности, м<sup>3</sup>/с

Река – створ	Норма стока	Коэффициенты		Значения расходов, обеспеченностью, %	
		$C_v$	$C_s/C_v$	95	99
Бобрик – с. Парохонск	1,18	0,77	4,0	0,333	0,221
Горынь – пос. Горынь	29,7	0,34	3,5	17,8	14,8
Горынь – пгт. Речица	42,1	0,32	1,0	22,4	16,1
Гривда – пгт. Ивацевичи	0,848	0,42	3,0	0,399	0,299
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,109	1,26	3,5	0	0
Жегулянка – Нехачево	0,204	0,63	3,0	0,049	0,029
Каменка – пос. Мухавец	0,072	0,88	4,5	0	0
кан. Винец – с. Рыгали	0,131	0,78	3,0	0	0
Копанювка – с. Черск	0,259	0,86	2,0	0,007	0
Лесная – с. Замосты	2,23	0,55	2,5	0,79	0,52
Лесная – с. Тюхиничи	3,52	0,55	2,5	1,27	0,835
Малорита – г. Малорита	0,343	0,81	3,0	0,067	0,036
Меречанка – с. Ставок	0,192	0,68	1,5	0	0
Меречанка – с. Красеево	0,181	0,6	5,5	0,023	0,005
Мухавец – г. Брест	5,83	0,71	3,0	1,53	0,917
Мухавец – г. Пружаны	0,043	0,72	2,5	0,001	0
Мышанка – с. Березки	2,12	0,49	2,0	0,852	0,554
Неслуха – с. Рудск	0,299	0,54	1,5	0,054	0,004
Припять – с. Коробы	35,0	0,56	3,0	14,0	9,86
Припять – пгт. Туров	111,3	0,47	3,0	54,1	41,0
Припять – г. Пинск	29,4	0,35	4,0	17,9	15,1
Пульва – г. Высокое	0,232	0,54	1,0	0,015	0
Рудавка – с. Рудня	0,085	1,15	3,5	0	0
Ружанка – г. Ружаны	0,493	0,24	0,5	0,273	0,197
Рыта – М. Радвичи	0,96	0,59	2,5	0,290	0,176
Цна – с. Дятловичи	0,845	0,96	4,0	0,160	0,093
Щара – с. Доманово	5,91	0,56	5,0	2,74	2,15
Щара – с. Залужье	0,964	0,4	2,5	0,446	0,324
Ясельда – г. Береза	1,28	0,8	2,0	0,153	0,051
Ясельда – с. Сенин	5,6	0,69	4,5	2,12	1,57
Беседь – с. Светиловичи	5,23	0,45	1,91	2,65	2,41
Ведрич – с. Бабичи	0,29	0,55	1,09	0,093	0,067
Верхняя Брагинка – с. Рудня Журавлева	0,388	0,48	0,35	0,095	0,040
Вить – с. Борисовщина	0,507	0,90	1,43	0,039	0,019

Река – створ	Норма стока	Коэффициенты		Значения расходов, обеспеченностью, %	
		$C_v$	$C_s/C_v$	95	99
Днепр – г. Речица	151	0,24	1,74	112	102
Днепр – г. Жлобин	90,7	1,92	7,69	2,38	0,571
Добысна – с. Малевичская Рудня	0,693	0,23	0,15	0,432	1,16
Закованка – с. Гулевичи	0,136	0,48	0,74	0,043	0,024
Иппа – с. Кротов	1,72	0,39	1,20	0,816	0,626
Канавка Ивня-Бонда – с. Будка	0,143	1,15	2,40	0,007	0,002
Канал Бычок – с. Озераны	0,316	0,42	0,41	0,068	0,023
Ореса – с. Андреевка	5,71	0,50	0,90	2,18	1,73
Покоть – с. Красный Дубок	0,504	0,49	0,91	0,196	0,156
Припять – г. Мозырь	154	0,49	1,57	73,7	68,2
Птичь – с. Лучицы	14,3	0,47	0,95	5,70	4,24
Ржавка – с. Черная Вирня	0,222	0,47	0,74	0,074	0,043
Ручей без названия – с. Проньки	0,015	0,61	-0,69	0,004	0,0002
Свиновод – с. Симоничи	0,074	1,21	2,64	0,026	0,026
Сколодина – с. Сколодино	0,026	1,32	2,14	0,007	0,007
Словечна – с. Кузьмичи	0,597	0,88	1,74	0,082	0,037
Случь – с. Ленин	4,60	0,60	0,83	1,18	0,591
Сож – г. Гомель	66,8	0,42	2,83	38,0	32,6
Терюха – с. Грабовка	0,292	0,48	0,38	0,087	0,045
Тремля – с. Дуброво	0,681	0,30	0,18	0,338	0,210
Уборть – с. Краснобережье	4,49	0,56	1,17	1,43	1,02
Уза – с. Прибор	0,373	0,52	1,18	0,150	0,129
Чертедь – с. Некрашевка	0,199	0,79	1,37	0,031	0,019
Чечера – с. Дербичи	0,498	0,19	-0,95	0,305	0,183

Таблица 4.54 – Минимальные зимние расходы воды различной обеспеченности, м<sup>3</sup>/с

Река – створ	Норма стока	Коэффициенты		Значения расходов, обеспеченностью, %	
		$C_v$	$C_s/C_v$	95	99
Бобрик – с. Парахонск	1,72	1,34	0,690,61	0,61	0,073
Горынь – пос. Горынь	32,3	0,42	4,5	17,1	14,0
Горынь – пгт. Речица	51,0	0,47	3,5	25,6	20,1
Гривда – пгт. Ивацевичи	0,91	0,26	1,0	0,526	0,400
Жабинка – с. МалаяЖабинка	0,13	1,02	3,5	0,015	0,007
Жегулянка – Нехацево	0,397	0,76	4,5	0,100	0,065
кан. Винец – с. Рыгали	0,222	0,78	2,5	0,005	0
Копаяювка – с. Черск	0,42	1,18	4,0	0,040	0,018
Лесная – с. Замосты	3,44	0,49	3,0	1,59	1,19
Лесная – с. Тюхиничи	6,41	0,31	4,0	3,91	3,30
Малорыта – г. Малорита	0,824	0,95	4,0	0,160	0,094
Меречанка – с. Ставок	0,081	0,57	2,5	0	0
Меречанка – с. Красеево	0,202	0,52	2,0	0,050	0,025
Мухавец – г. Брест	12,6	0,72	3,5	3,64	2,33
Мухавец – г. Пружаны	0,101	1,54	4,0	0,002	0
Мышанка – с. Березки	2,49	0,60	6,0	1,07	0,819
Неслуха – с. Рудск	0,446	0,87	3,0	0,064	0,03
Припять – с. Коробы	47,2	1,10	4,0	6,98	2,93
Припять – пгт. Туров	122,0	0,82	4,5	34,1	22,9
Припять – г. Пинск	41,23	0,6	3,5	17,3	12,8
Пульва – г. Высокое	0,497	0,44	5,0	0,241	0,192
Рудава – с. Рудня	0,192	0,93	4,0	0,031	0,017
Рыта – М. Радваничи	1,55	0,95	4,0	0,316	0,188
Цна – с. Дятловичи	1,8	0,95	3,5	0,334	0,185
Щара – с. Доманово	7,50	0,62	6,0	3,21	2,46
Щара – с. Залужье	1,74	0,49	6,0	0,910	0,760
Ясельда – г. Береза	1,91	0,81	2,5	0,326	0,151
Ясельда – с. Сенин	9,52	1,18	4,0	1,39	0,73

Минимальный сток за летний период сильно изменяется по территории, завися от природных особенностей области и от площади водосборов. Сопоставление летнего минимального стока со среднегодовым показывает, что между ними существует хорошо выраженная зависимость, и указывает на синхронность их хода. С увеличением среднегодового модуля стока увеличивается и минимальный.

Выдающиеся наименьшие и наибольшие величины минимального летне-осеннего и зимнего стока не всегда наблюдаются в одни и те же годы с исторически наименьшими и наибольшими точными минимумами. На многих малых реках наблюдается прекращение стока в период межени вследствие пересыхания летом и перемерзания зимой. Данные о возможности прекращения стока и его продолжительности весьма важны при решении вопросов использования водных ресурсов малых рек и разработке природоохранных мероприятий. Физическая сущность явления состоит в постепенном уменьшении речного стока в период межени в результате истощения подземных вод, питающих данную реку, и снижении минимального стока до нулевых значений. Оба эти процесса имеют внешнее сходство, заключающееся в том, что в обоих случаях сток падает до нуля и прекращается. Однако в генетическом отношении между ними имеется различие. Пересыхание, как правило, связано с истощением питающих реку подземных вод. Перемерзание же может иметь место при наличии подземных вод в том случае, если в зоне дренирования они промерзнут и питание реки прекратится. Пересыхание и промерзание водотоков наблюдается в годы исключительно аномальные по метеорологическим условиям.

На пересыхание и промерзание водотоков, помимо климатических факторов, большое влияние оказывают почвенно-геологические особенности бассейнов. Так, в тех водосборах, где преобладают песчаные и супесчаные водопроницаемые грунты, наблюдается значительная инфильтрация снеговых и дождевых вод и предохранение их от испарения, в результате чего создаются благоприятные условия для аккумуляции подземных вод и равномерного питания рек в меженный период.

*Пересыхание.* Явление пересыхания в основном наблюдается на малых водотоках или в верховьях рек, расположенных в южной части территории – в бассейне р. Днепр на Приднепровской низменности, в бассейне р. Припять. В этой части территории пересыхание наблюдалось даже на реках и каналах с площадями водосборов свыше 1000 км<sup>2</sup>. Продолжительность отсутствия стока в летний период на отдельных участках малых водотоков с площадями водосборов 30–75 км<sup>2</sup> в отдельные засушливые годы достигала 3–4,5 месяца, а на отдельных участках более крупных водотоков с площадью 299–1280 км<sup>2</sup> – 1–2,5 месяца в году. Пересыхание водотоков обычно бывает в июле – сентябре, реже в октябре и лишь в отдельных случаях начинается в мае, июне и в ноябре.

*Промерзание.* Прекращение стока на водотоках вследствие их промерзания наблюдается в суровые зимы, а также в годы, когда зиме предшествует засушливая осень. Это явление наблюдается преимущественно на небольших ручьях и малых реках. На юго-востоке территории было отмечено промерзание 4 водотоков с площадями водосборов от 54 до 232 км<sup>2</sup>.

В результате анализа данных систематических наблюдений приведенных в Гидрологических ежегодниках, установлено, что в пределах Полесья нулевой сток отмечен на 17 водотоках с площадями водосборов 11–1280 км<sup>2</sup>.

Средняя продолжительность одного случая нулевого стока может достигать летом 195 сут., зимой – 75–100 сут.

#### 4.7.3. Экологический сток

Вода является важнейшим экологическим фактором, определяющим возможность существования живых организмов. Без воды не могут происходить биохимические и физико-химические реакции, обеспечивающие круговорот веществ в природе, так как отсутствие водной среды не позволяет развиваться живой природе. Речной сток является решающим экологическим фактором в формировании водных и околоречных экосистем. В результате существования речного стока и соответствующего водного режима формируется термический, газовый и ледовый режим, режим взвешенных, влекомых и растворенных наносов, который вносит свой вклад в развитие экосистемы [222].

Динамика колебаний расходов и уровней воды в реках играет важную роль в формировании экологических особенностей водотоков.

Многовековая эволюция привела к устойчивому взаимодействию компонентов живой и неживой природы речных экосистем. Изменение водного режима рек должно ограничиваться экологически допустимыми пределами. Важную роль водный режим рек играет и в формировании их пойм.

Велика роль скоростного режима в экологии водотоков. Высокая скорость течения, порожищность способствуют снижению количества планктонных организмов. Кроме того, скорость течения

за счет образования турбулентности водных масс оказывает механическое воздействие на планктонные организмы и нарушает процесс фотосинтеза путем перемещения растительных клеток из верхнего слоя в глубь водной толщи. Турбулентность речных потоков в ряде случаев оказывает противоположное воздействие на водные организмы. Турбулентное перемешивание, например, повышает продуктивность диатомовых водорослей, так как многие из них обладают тяжелой кремниевой оболочкой и в спокойной воде опускаются на дно. Поэтому значительная часть диатомовых водорослей развивается весной и осенью (в период половодий и паводков). Наоборот, сине-зеленые водоросли не переносят даже слабого турбулентного движения и развиваются в основном спокойной воде. Необходимо отметить значение турбулентного движения водных масс в процессе поступления биогенных элементов из илов дна, выравнивания концентрации кислорода, повышения активности аэробных микроорганизмов и др.

Скорость течения в речных руслах играет важную экологическую роль при нересте литофильных видов и способствует их равномерному распределению на нерестилищах с учетом наполненности русла водными массами. Живые организмы, связанные с гидрологическим режимом водотоков, распределены на пойме, в водной толще и на ее поверхности. Это бактерии, водоросли, грибы, высшая водная растительность, луговая и древесно-кустарниковая растительность, беспозвоночные, рыбы, земноводные и рептилии птицы и млекопитающие.

Все элементы «живой» и «неживой» природы тесно связаны между собой, поэтому снижение или повышение уровня и расхода воды, глубины, скоростей течения, сроков затопления поймы, термического режима в результате изменения отметок дна русла и пойменных террас, уклонов водной поверхности в результате изъятия части стока, создания подпорных сооружений, одамбирования поймы и отчленения ее от основного русла изменяют условия обитания и численность компонентов живой природы. В результате этих преобразований изменяется и географический ландшафт, который формируют текущие воды.

Поймы, в свою очередь, играют исключительную роль в жизни речных экосистем. Они обеспечивают воспроизводство травостоя лугов, пойменных лесов, рыб, водоплавающих птиц, ценных видов пушных зверей. Затопление поймы в весенне-летний период тонким (относительно главного русла) слабопроточным слоем приводит к быстрому его прогреву. В пойменных водоемах – протоках, озерах, старицах – вследствие значительного прогрева фотосинтез происходит более интенсивно, наблюдается высокое развитие фитопланктона, на базе которого развивается зоопланктон. В пойме аккумулируется огромное количество биогенных элементов, принесенных с поверхности водосбора и образовавшихся в результате гниения затапливаемой растительности. Это способствует развитию первичной продуктивности (водоросли, макрофиты, луговая и древесная растительность). Кормов для рыбы, водоплавающих птиц и млекопитающих в пойме сконцентрировано в десятки раз больше, чем в русле.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности природного комплекса поймы необходимо ее периодическое затопление (половодье, паводок), в результате которого пойма не только орошается, но и удобряется взвешенными и растворенными в воде питательными веществами. Периодическое затопление поймы в результате половодий и паводков называется поемностью. Это важный гидрологический показатель режима рек, который является индикатором продуктивности речных экосистем. Однако не следует забывать и о русле, большую часть года занятом водами протекающей реки. Его разделяют на две части: дно (подводная часть русла, постоянно занятая водами) и берег (наводная часть, которая освобождается от воды при низком уровне межени). Русло реки обычно состоит из плесов, чередующихся с перекатами. Экологическое значение речных русел определяется прежде всего транспортирующей способностью водных масс. В одних случаях они приносят воду к определенным точкам земной поверхности, а в других – выносят за пределы территории, создавая, таким образом, оптимальные гидротермические и санитарные условия.

По речным руслам вода поступает в поймы, обеспечивая богатство их жизни по сравнению с руслом, где высокая скорость течения препятствует этому. Существует, однако, литореофильный комплекс организмов, начиная от бактерий, водорослей и заканчивая рыбами, которые всю или большую часть пресноводного периода жизни проводят в русле реки. Это прежде всего атлантический и тихоокеанский лосось, осетровые, сиговые, налим, форель и др. Особенно велика роль русла, заполненного водой, в зимний период, когда при отрицательных температурах воздуха реки покрыты льдом, а температура воды не ниже 0 °С. Единственным убежищем всего живого становится русло, заполненное водой. Оно обеспечивает основные условия, при этом часть кормов производится или запасается на месте, а часть поступает из верхних участков гидрографической сети.

Важнейшее условие обоснования предельно допустимого истощения (изменения водного режима) речного стока – обоснование устойчивости и надежности функционирования экосистемы ниже

створов регулирования и изъятия водных ресурсов. Гомеостаз обеспечивает самосохранение и устойчивость экосистем. Экологические системы обладают сложной системой прямых и обратных связей. Для каждой экосистемы существует определенная область внешней среды, в которой механизмы взаимодействия обеспечивают гомеостаз системы – неустойчивое равновесное состояние, колеблющееся около какой-то средней величины. Для речных экосистем это сток: весеннего половодья, осенних паводков, летней и зимней межени, температура воды и иные физические и химические свойства.

Б. В. Фащевский на основе взаимосвязи компонентов живой и неживой природы разработал методику нормирования допустимой степени регулирования и изъятия водных ресурсов [222]. Путем расчета экологического и свободного речного стока во все фазы водного режима и в различные по водности годы (25-, 50-, 75- и 95%-ная обеспеченность). В условиях широкомасштабного изменения гидрографической сети (резкое увеличение густоты водопроводящей сети, спрямление речных русел, их обвалование и др.) сток рек в Беларуси может не меняться и даже возрастает в результате осушительной гидромелиорации, а уровень изменяется, поэтому необходим учет расхода и уровня воды. Скорость течения повысилась в 1,5–2 раза, а глубина снизилась примерно во столько же раз. Следует также подчеркнуть, что речные системы играют такую же роль в жизни человека, как природные ландшафты, ресурсы воды, энергии, транспортные и санитарные системы. Их необходимо рассматривать как геосистемы.

Одним из параметров, который обеспечивает устойчивое природное состояние реки, является руслоформирующий расход воды. Для большей части равнинных рек он близок к максимуму весеннего половодья 50%-ной обеспеченности. При нарушении этого условия вертикальная эрозия заменяется боковой, и река трансформируется в другую природную геосистему.

Для рек Белорусского Полесья рассчитаны удельные показатели рыбопродуктивности путем деления средних многолетних уловов рыбы на средний многолетний сток в замыкающем створе, а также коэффициенты развитости поймы, которые представляют собой отношение средней по длине реки ширины водной поверхности в период прохождения половодья в многоводный год (5%-ной обеспеченности) к средней ширине рек водной поверхности в бровках русла (табл. 4.55) [222].

Таблица 4.55 – Удельные показатели рыбопродуктивности рек Белорусского Полесья и коэффициенты развитости поймы

Река – створ	Удельная рыбопродуктивность, ц/км <sup>2</sup>	Коэффициент развитости поймы
Припять – Мозырь	250,0	22,0
Сож – Гомель	130,0	9,2
Днепр – Речица	75,0	3,8

От коэффициента развитости поймы зависит запас сена, площади гнездования околоводных птиц и млекопитающих. Таким образом, по экологической значимости в Белорусском Полесье Припять с ее притоками и Сож относятся к высокой степени, а Днепр – к средней.

В таблицах 4.56 и 4.57 приведены рассчитанные параметры кривых обеспеченности годовых значений уровня и расхода воды естественного и экологического стока по имеющимся результатам наблюдений для главных рек Белорусского Полесья, учитывающим экологическую значимость реки [222].

Таблица 4.56 – Расчетные характеристики годовых значений экологически необходимых расходов воды основных рек Белорусского Полесья

Река – створ	Параметры кривой обеспеченности естественного стока			Расчетные параметры годового экологического стока $W$ , км <sup>3</sup>			
	$C_v$	$C_s$	$W$ , км <sup>2</sup>	25 %	50 %	75 %	95%
Березина – Бобруйск	0,21	1,0	3,70	3,55	3,10	2,81	2,45
Днепр – Речица	0,26	1,4	11,30	10,40	8,83	7,89	7,02
Сож – Гомель	0,32	1,1	6,18	5,98	4,84	4,07	3,20
Припять – Коробы	0,41	1,1	3,22	2,97	2,22	1,77	1,25
Припять – Туров	0,43	0,8	7,85	7,45	5,40	3,94	2,01
Припять – Мозырь	0,43	1,3	14,20	13,00	10,10	8,30	6,40

Для оценки экологически необходимого уровня воды в изученных створах необходимо построить кривую зависимости расхода воды от уровня в расчетном створе в течение годового цикла наблюдений или путем переноса  $Q = f(H)$  по уклону с ближайшего водомерного поста. Следует подчеркнуть, что в условиях Белорусского Полесья зависимость  $Q = f(H)$  обычно неоднозначна. В зимний период в результате формирования ледостава отмечены стеснение русла, повышение шероховатости и увеличение уровня воды. Кривая  $Q = f(H)$  для зимнего периода отличается от основной кривой.

Таблица 4.57 – Расчетные характеристики годовых значений экологически необходимых уровней основных рек Белорусского Полесья

Река – створ	Параметры кривой обеспеченности естественного стока			Расчетные параметры годового экологического стока $W$ , км <sup>3</sup>			
	$C_v$	$C_s$	$W$ , км <sup>2</sup>	25 %	50 %	75 %	95%
Березина – Бобруйск	0,002	0,8	66	62,0	40	25,0	5,0
Днепр – Речица	0,230	1,1	176	142,7	124	116,8	72,1
Сож – Гомель	0,003	0,9	48	43,0	24	10,0	-8,0
Припять – Коробы	0,150	0,0	278	236,0	193	167,0	152,0
Припять – Туров	0,001	1,3	125	116,0	91	76,0	61,0
Припять – Мозырь	0,003	0,7	27	21,0	-10	-34,0	-66,0

На многих малых реках в летне-осенний период отмечено повышение уровня воды за счет того, что русло зарастает высшей водной растительностью. Внутригодовое распределение экологически необходимого уровня воды принимается по экологическому среднему месячному ее расходу по створу ближайшей реки.

#### 4.7.4. Загрязнение природных вод

Наибольшие трудности в решении водных проблем связаны с изменением качества природных вод, их режима и особенно с загрязнением водотоков и водоемов. Несмотря на принимаемые меры, во многих речных системах и водоемах накоплено огромное количество загрязнений, в ряде мест природные процессы самоочищения водной среды подавлены, ее качество существенно изменилось в худшую сторону. Такое положение приводит к снижению биологической продуктивности водной среды, ухудшению природной обстановки, утрате рекреационных качеств.

Для основных водопользователей требования к качеству воды являются решающим фактором выбора источников и технических решений по водообеспечению и соответственно по размещению производственных объектов; требования различных водопользователей в большинстве случаев оказываются между собой несовместимы, что вызывает необходимость в максимальной степени осуществлять комплексный подход при разработке водных проблем.

В последнее время повышенное внимание стало уделяться ухудшению качества природных вод в связи с увеличением точечного и площадного загрязнения, вызванного промышленностью и сельским хозяйством. Это связано с недостаточной обеспеченностью крупных населенных пунктов очистными сооружениями, повсеместным отсутствием очистки ливневых вод, не регламентированным использованием минеральных и органических удобрений трансграничным переносом, а также с радионуклидным загрязнением территории после аварии на ЧАЭС. В последние десять лет, в связи с сокращением производства и грузоперевозок речным транспортом, антропогенный пресс на реки снизился. Коэффициент техногенного воздействия в бассейне р. Припять на данный момент составляет 0,08, что несколько слабее, чем в других регионах республики. И хотя в настоящее время по Припяти выделены неблагоприятные в экологическом отношении участки, она остается по европейским меркам довольно чистой рекой [219].

До аварии на Чернобыльской АЭС концентрации <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в воде р. Припять составляли соответственно 0,0033–0,00185 и 0,00185–0,0066 Бк/дм<sup>3</sup>. В первые дни после аварии (период первичного загрязнения) суммарная бета-активность речной воды в районе ЧАЭС превышала 3000 Бк/дм<sup>3</sup> и только к концу мая 1986 г. снизилась до 150–200 Бк/дм<sup>3</sup>. Максимальные концентрации плутония-239 в воде р. Припять составили 0,37 Бк/дм<sup>3</sup>. В настоящее время наиболее высокое содержание стронция-90 (от 1,59 до 2,70 Бк/дм<sup>3</sup>) наблюдается в водах рек Брагинка, Желонь, Ротовка, Несвич, дренирующих территории с высокой плотностью радиоактивного загрязнения, а также в старицах Припяти на территории зоны отселения. Анализ процессов накопления радионуклидов в донных отложениях показывает, что в настоящее время максимальные концентрации радионуклидов в донных наносах обусловлены их смывом с водосбора и дальнейшей транспортировкой по руслу реки взвешенными и влекомыми наносами, а также обменными процессами в системе «вода – донные отложения, взвесь – вода». Концентрации <sup>137</sup>Cs в воде значительно ниже допустимых концентраций по нормам радиационной безопасности и не превышают республиканский допустимый уровень по его содержанию в питьевой воде, но он все еще выше доаварийных значений. По сравнению с 1986 г. среднегодовые концентрации <sup>137</sup>Cs уменьшились в Припяти – в 7 раз.

Надо отметить, что территория почвы Белорусского Полесья в той или иной степени загрязнены радионуклидами. Переход радионуклидов в глубь почвы снизил величину смываемых частиц с поверхностными водами в реки, зато стал потенциально опасным источником загрязнения подземных

вод. Кроме того, в непосредственной близости находится Ровенская АЭС, а юго-восток области – в зоне действия двух АЭС (рис. 4.43).

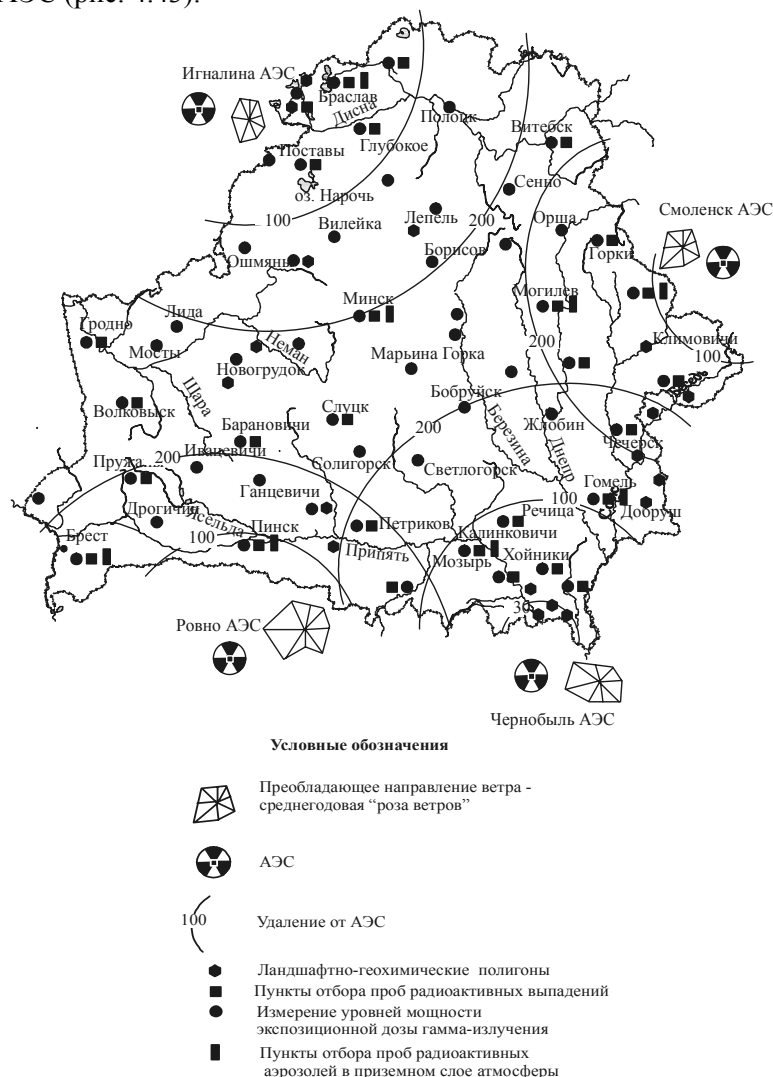


Рисунок 4.43 – Система радиационного контроля Государственного Комитета по гидрометеорологии Республики Беларусь

Одной из особенностей речных систем Республики Беларусь, в том числе Белорусского Полесья, является то, что они либо формируются за пределами государства и проходят транзитом из одной страны в другую через Беларусь, либо, сформировав местный сток в пределах Беларуси, «уходят» в другие государства. В связи с такими особенностями вопросы трансграничного переноса речными системами приобретают значительный интерес как в свете оценки роли внутритерриториальной ситуации на реках, так и межгосударственных интересов в области охраны поверхностных вод.

Чисто транзитными речными системами в Белорусском Полесье являются: бассейн р. Днепр (транзит между территориями России и Украины); бассейн р. Западный Буг (приход со стороны Украины – Польши и вынос на территорию Польши).

Естественно, и с практической, и с методической точек зрения, в первую очередь представляет интерес трансграничный перенос основных загрязняющих веществ (либо описывающие их показатели и индексы типа БПК<sub>5</sub>). Причем необходима оценка всех трех составляющих переноса: количества прихода вещества с верхнего течения на границу, количества внутритерриториальной «добавки» и количества вещества, передающегося в другие государства с территории Республики Беларусь.

До настоящего времени не решен вопрос, связанный с трансграничным переносом основных загрязняющих веществ. В связи с этим необходима оценка составляющих этого переноса количества загрязнений: поступающих на территорию области с сопредельных государств, формирующихся на ее территории и уходящих за ее пределы [173]. Достаточно сложная ситуация с информационным обеспечением отмечается на р. Припять. Это связано, в первую очередь, со сложной гидрографической картиной (приход со стороны Украины необходимо учитывать по большому количеству отдельных правых притоков) и с ограниченными гидрологическими и гидрохимическими режимными на-

блюдениями непосредственно на границе. Пунктов контроля поверхностных вод на входе Украина – Беларусь в бассейне р. Припять на территории Белорусского Полесья недостаточно для объективной оценки ситуации.

Следует отметить также достаточно непростую картину по бассейну р. Западный Буг. Так как сама река протекает непосредственно по границе – сначала между Украиной и Польшей, а затем между Беларусью и Польшей, в связи с чем, по данным на основной реке невозможно оценить роль отдельной страны, и необходимы наблюдения практически на всех притоках (или хотя бы на основных) для получения достоверных данных о трансграничном переносе в полном объеме. На всех основных притоках р. Западный Буг имеются посты, но расположены эти посты не при впадении в главную реку, а намного выше по течению.

Естественно, точные данные по реальному трансграничному переносу предполагают большой объем натурных измерений одновременно на двух пограничных линиях, с учетом скорости продвижения и процессов трансформации водной массы. Однако в настоящее время такая возможность отсутствует, и возникает задача оценить трансграничный перенос с максимальным и эффективным использованием имеющихся стационарных наблюдений на ограниченном наборе расчетных створов.

Роль Белорусского Полесья в формировании гидрохимического стока по транзитным речным системам (рр. Припять, Западный Буг) оценивается в виде разности между величиной поступления и величиной на выходе с территории страны. При такой упрощенной постановке вопроса фактически учитывается не суммарная величина доли Беларуси в поступлении данного загрязняющего вещества в речную систему, а некий конечный результат после вмешательства сложных процессов самоочищения по мере продвижения водной массы. Возможно, с практической точки зрения эта итоговая величина наиболее интересна и показательна.

За время пробега на такое дальнейшее расстояние вещества подвергаются воздействию различных физических, механических, химических, биологических и других факторов, в результате которых происходит процесс самоочищения водных масс, т. е. концентрация загрязняющих веществ снижается. Одновременно с этим процессом, происходит попадание в реку веществ от точечных и рассредоточенных источников загрязнений. В результате на выходе масса выносимых веществ трансграничными водотоками является функцией противоположных процессов: самоочищения и загрязнения водотока на всем протяжении по территории страны.

По данным Департамента гидрометеорологии в ЦНИИКИВРе выполнен расчет переноса загрязняющих веществ за 1995–2000 гг. [210]. В связи с тем, что достаточно сложно гидрологически разделить процессы происхождения по водосборно-административным районам, рассмотрим трансграничный перенос р. Припять в целом для Белорусского Полесья. Расчет вноса веществ на границе Украина – Беларусь выполнен в табличной форме (табл. 4.58–4.60).

Таблица 4.58 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса загрязняющих веществ антропогенного происхождения, %

Река – створ	Нефтепродукты	СПАВ
Припять – г. Пинск	38,8	18,9
Горынь – п. Речица	47,8	73,9
Уборть – с. Краснобережье	13,4	7,2
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Таблица 4.59 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ преимущественно природного происхождения, %

Река	Железо общее	Марганец
Припять – г. Пинск	28,5	29
Горынь – п. Речица	35,9	58
Уборть – с. Краснобережье	35,6	13
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Таблица 4.60 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ смешанного происхождения, %

Река	ВВ	БПК <sub>5</sub>	Азот аммон.	Азот нитрат.	Азот нитрит.	Фосфаты	Медь	Цинк	Никель
Припять – г. Пинск	25,3	29,8	38,3	21,6	31,6	12	34,9	41	37,2
Горынь – п. Речица	70,1	62,8	42,4	70,5	59,4	83	55,8	54,9	55,8
Уборть – с. Краснобережье	4,6	7,4	19,3	7,9	9,0	5,0	9,3	4,1	7
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



Анализ таблиц показывает, что основное влияние на трансграничный внос веществ с Украины на территорию Белорусского Полесья оказывает р. Горынь. Влияние р. Уборть по большинству показателей качества воды не превышает 7–9 %. Поскольку реки, не охваченные пунктами гидрохимического контроля (Ствига, Стырь, Моства, Словечна) сопоставимы по площади водосбора с р. Уборть, можно приближенно ожидать такого же влияния этих рек на трансграничный перенос веществ [210].

Проведенный сопоставительный анализ показывает, что на реках бассейна р. Припять среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в речных водах, как правило, не превышают ПДК для водотоков и водоемов культурно-бытового назначения. В то же время эти концентрации по отдельным показателям (нефтепродукты, азот аммонийный, азот нитритный, медь, никель, цинк) превышают ПДК, установленные для водных объектов рыбохозяйственного назначения, в несколько раз (до 10), а максимальные из зарегистрированных – в десятки раз. Однако в последние годы уровень загрязненности рек несколько снизился почти по всем показателям.

Сравнительная оценка качества поверхностных вод левых и правых притоков выполнена на примере рек Ясельды и Горынь. По взвешенным веществам, фосфатам, меди худшее положение на р. Горынь, по показателям БПК<sub>5</sub>, азоту аммонийному и нитритному, нефтепродуктам – на р. Ясельда. Ход изменения загрязнений по рекам Белорусского Полесья представлен в таблице 4.61 [67]. Наибольшие концентрации взвешенных веществ наблюдались на р. Припять ниже г. Мозыря, азота аммонийного и нитритного на р. Припять ниже г. Пинска.

Таблица 4.61 – Средние годовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ в воде рек Белорусского Полесья за 2000 г.

Показатели загрязнения	Единицы измерения	Река – створ			
		Припять 3,5 км ниже г. Пинска	Припять 1,0 км ниже г. Мозыря	Ясельда 0,5 км ниже г. Березы	Горынь 0,5 км ниже п. Речица
Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	10,1	2,9	9,1	9,0
Растворенный кислород	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	7,66	8,82	7,42	7,52
Бихромат окисляемый	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	41,7	45,2	51,9	32,1
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,36	2,68	3,84	2,63
Азот аммонийный	мг/дм <sup>3</sup>	3,39	0,68	0,69	1,16
Азот нитритный	мг/дм <sup>3</sup>	0,037	0,013	0,012	0,054
Фосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	0,368	0,049	0,047	0,184
Железо	мг/дм <sup>3</sup>	0,56	0,45	0,51	0,45
Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,008	0,008	0,007	0,007
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,027	0,031	0,021	0,036
Никель	мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,006	0,026	0,008
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,04	0,03	0,03
СПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,12	0,046	0,062	0,060
Индекс загрязнения воды	-	2,6	1,3	1,3	1,9

Расчет выноса веществ на границе Беларуси – Украины представлен в таблицах 4.62–4.64.

Таблица 4.62 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ почти исключительно антропогенного происхождения, т

Река	Нефтепродукты	СПАВ
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	605	291
Припять (г. Наровля)	1360	351

Таблица 4.63 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ преимущественно природного происхождения, т

Река	Железо общее	Марганец
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	3762	100
Припять (г. Наровля)	7864	307

Таблица 4.64 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ смешанного происхождения, т

Река	ВВ	БПК <sub>5</sub>	Азот аммон.	Азот нитрат.	Азот нитрит	Фосфаты	Медь	Цинк	Никель
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	105092	17732	4272	176	5339	581	43	122	43
Припять (г. Наровля)	147965	38338	8487	210	6652	886	93	344	113

Общее состояние чистоты реки по физико-химическим и биологическим показателям свидетельствует о том, что р. Западный Буг сильно загрязнена, большинство показателей не соответствует нормам. Такое состояние обусловлено главным образом недостаточным и некачественным очищением стоков. На территории Украины наибольшее загрязнение приносит горнодобывающая промышленность с окраин Нововолынской области (Львов, Буска). На белорусской территории наибольшее влияние на качество воды в р. Западный Буг оказывают коммунальные и промышленные стоки г. Бреста, поступающие в Буг из р. Мухавец. На польской стороне большое количество стоков идет с сахарного завода в Стшижуве, которые очищаются механически. Далее по течению р. Западный Буг в месте впадения р. Влодавки поступают коммунальные и промышленные стоки с г. Влодавы. Последним левобережным притоком приграничного участка Буга является р. Кшна, которая собирает коммунальные и промышленные стоки с. Лукува, междуречья Подляского и Бела – Подляского (табл. 4.65).

Таблица 4.65 – Сравнительная характеристика качества воды в пограничных створах р. Западный Буг с. Томашевка (вход на территорию Беларуси) и с. Колодно (выход с территории Беларуси)

Показатели	Концентрация, г/м <sup>3</sup>			
	Средние		Максимальные	
	Томашевка	Колодно	Томашевка	Колодно
Взвешенные вещества	22,8	14,4	121,6	37,2
Азот аммонийный	0,74	0,46	4,26	0,61
Азот нитратный	1,16	0,72	4,6	2,76
Хлориды	49,1	31,4	76,0	47,
Фосфаты	0,24	0,23	0,48	0,43
Медь	0,002	0,002	0,007	0,0052
Никель	0,01	0,01	0,03	0,03
Цинк	0,01	0,01	0,1	0,02
Железо	0,19	0,30	0,52	0,60
БПК <sub>5</sub>	5,79	5,35	9,8	11,1

Полученные результаты трансграничного переноса веществ носят оценочный характер. Для более точной оценки на основании имеющейся мониторинговой информации необходимо разработать единую для трех стран (Беларусь, Украина, Польша) расчетную методику трансграничного переноса веществ. В ней необходимо отразить следующие аспекты, влияющие на оценку переноса: точность представленных данных по качеству воды, внутригодовая неравномерность распределения гидрологических и гидрохимических показателей качества воды для каждого створа наблюдений, несовершенство методик отбора проб воды, не учитывающих неравномерность распределения примеси по сечению водотока. Анализ гидрохимической информации показывает, что на значения среднегодовой характеристики качества воды и соответственно выноса вещества по отдельным ингредиентам очень значительное влияние оказывает одна проба с высокими значениями, которые в дальнейшем за весь период (1995–2000 гг.) не повторяются. Очевидно, что эти данные отражают какую-либо кратковременную аварийную ситуацию и не должны распространяться на значительный временной промежуток.

Информационное обеспечение по трансграничному переносу загрязняющих веществ реками Белорусского Полесья не может в полной мере обеспечить ее объективную оценку. В бассейне р. Припять стационарные наблюдения ведутся на самой Припяти в г. Пинске и г. Мозыре, а также на двух правобережных притоках: на р. Горынь – п. Речица и р. Уборть – с. Краснобережье. Гидрохимический сток, поступающий с территории Беларуси на Украину, оценивается по створу в 45 км ниже г. Мозыря, где практически отсутствует какое-либо заметное поступление гидрохимического стока в р. Припять с территории Беларуси. В бассейне р. Западный Буг гидрохимические наблюдения ведутся в створах Томашевка, Домачево, Речица и Колодно. Но в связи с тем, что р. Западный Буг протекает по границе двух государств, трудно оценить долю каждого из них в гидрохимическом стоке. Регулярные наблюдения за речным стоком и гидрохимическим режимом проводят и в устье р. Мухавец.

Динамика трансграничного переноса загрязняющих веществ весьма изменчива, поэтому в условиях недостаточности гидрологических и гидрохимических данных трудно объективно оценить сложившуюся ситуацию. При этом ожидать в ближайшее время существенного роста количества гидрохимических створов не приходится. В связи с этим необходимо совершенствовать методы косвенных оценок переноса загрязняющих веществ, организовать учет сброса загрязненных веществ через ливневую канализацию, уточнить методы количественной оценки загрязнений, поступающих в

водные объекты вследствие смыва удобрений с сельхозугодий, поверхностного стока с урбанизированных территорий, а также от автотранспорта и выпадения загрязненных осадков; организовать мониторинг трансграничных водных объектов, наладить автоматизированный обмен кадастровой информацией с соседними государствами. Поэтому создание международной (Беларусь, Украина, Польша) сети мониторинга за поверхностными водами, а также увеличение плотности метеорологической сети имеет важное значение.

Наблюдение за подземными водами в слабо- и ненарушенных условиях, осуществляемое в бассейне Западного Буга и в бассейне р. Припять, показало, что имеет место их очаговое загрязнение, где повышено содержание ионов хлора, сульфатов, нитратов [67]. В бассейне р. Припять основными загрязнителями являются сульфаты (до  $35 \text{ мг/дм}^3$ ) – в низовьях р. Птичь, хлориды (до  $109,9 \text{ мг/дм}^3$ ) – в бассейне р. Горынь; нитраты – ( $61,35 \text{ мг/дм}^3$ ) – Ситненский гидрогеологический пост. В бассейнах рек Бобрик, Оресса и прирусловой части среднего течения р. Припять наблюдается повышенное содержание ионов железа (до  $67,4 \text{ мг/дм}^3$ ).

Качество подземных вод, отбираемых групповыми и одиночными водозаборами, в основном, соответствует требованиям ГОСТа и в процессе эксплуатации меняется слабо. Однако по ряду водозаборов в результате несоблюдения санитарных условий наблюдается локальное загрязнение отбираемых вод. Подземные воды, как правило, характеризуются высокой цветностью, достигающей  $40\text{--}90^\circ$  (при допустимом значении  $20^\circ$ ) [67].

Серьезную экологическую опасность для природных вод оказывают разведка и разработка нефтяных месторождений, а также других полезных ископаемых. Например, разработка месторождения гранита «Микашевичи» с водоотливом  $50 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  изменила естественные гидрогеологические условия в радиусе  $10 \text{ км}$  и вовлекла в нарушенный режим территорию в несколько сотен километров. В пределах бассейна Припяти, по исследованиям М. М. Черепанского, выявлено около  $10$  месторождений обводненных твердых полезных ископаемых, суммарный водоотлив из которых может составить  $150 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  [207, 208].

По данным А. В. Кудельского и В. И. Пашкевича, в настоящее время  $76 \%$  колодцев имеют воды с содержанием нитратов выше ПДК [198]. Их концентрации достигают нередко  $600\text{--}1200 \text{ мг/дм}^3$ . Часто эти воды неблагоприятны и по микробиологическим показателям. В то же время именно на использовании грунтовых вод базируется  $90 \%$  питьевого водоснабжения сельского населения. Загрязнение грунтовых вод нитратами отмечается в районе эксплуатируемых водоносных горизонтов в районе одиночных скважин.

На ухудшение качества подземных вод Белорусского Полесья существенное влияние оказывает не только имющаяся техногенная нагрузка, но и санитарно-техническое состояние этих водозаборов и прилегающих к ним территорий. Для большинства групповых водозаборов не разработаны проекты по организации зон санитарной защиты и комплекса мероприятий, исключающих возможность ухудшения качества подземных вод [91, 92].

Потенциально опасным источником загрязнения подземных вод являются территории площадью  $47 \text{ тыс. км}^2$ , загрязненные чернобыльскими выбросами с плотностью свыше  $1 \text{ Ки/км}^2$  по  $^{137}\text{Cs}$ . Случаев превышения активности радионуклидов свыше республиканского контрольного уровня (РКУ) в подземных водах не установлено. Однако в грунтовых водах уровень загрязнения значительно превышает естественный фон и на некоторых прирусловых инфильтрационных водозаборах (водозабор «Сож», г. Гомель) отмечается тенденция к росту содержания  $^{90}\text{Sr}$ .

Следует отметить, что до 1992 г. в республике отсутствовали детальные гидрогеоэкологические исследования территорий городов, районов, областей. Исследования, выполненные в составе территориальных комплексных схем охраны окружающей среды Могилевской области, Барановичского, Гомельского, Жлобинского, Калинковичского, Мозырского, Пинского и других районов республики положили начало восполнению этого пробела [91, 92]. Была разработана методика исследований с учетом специфики и размеров территории. Так, для области использовался масштаб  $1:200\,000$ , для района –  $1:100\,000$ , для города –  $1:10\,000$ . В ходе исследований выполнялась оценка естественных, эксплуатационных и прогнозных запасов подземных вод. Отбирались пробы воды на химическое, бактериологическое и радиационное загрязнение. Изучалось санитарно-гигиеническое состояние участков групповых и одиночных водозаборов, колодцев, обследовались потенциальные источники загрязнения подземных вод. Особое внимание уделялось водам зоны активного водообмена, незатампованным водозаборным скважинам, складам минеральных удобрений и пестицидов, животноводческим фермам и крупным комплексам, птицефабрикам, полям орошения, местам геологоразведочных работ на нефть, месторождениям полезных ископаемых, нефтепроводам, военным городкам, садоводческим товариществам, полигонам твердых бытовых отходов, местам захоронения радиоактивных отходов, очистным сооружениям сточных вод и т. п.

В результате для каждой изученной территории были составлены карты: гидрогеологических условий, условий формирования и движения грунтовых и напорных вод, их защищенности, эксплуатации и степени химического загрязнения. Проведена оценка роли каждого источника загрязнения в ухудшении качества подземных вод. Определен период, когда качество подземных вод было наиболее критическим. Для этого использовались химические, бактериологические и радиологические анализы различных организаций за последние 20–25 лет. Изучение этих данных позволило провести районирование территории по качеству подземных вод и составить карту. Были разработаны рекомендации по рациональному использованию и охране подземных вод каждого населенного пункта, каждого группового и одиночного водозабора. Составлена карта мероприятий по охране подземных вод. Проведена оценка ущерба от загрязнения и истощения подземных вод, а также оценка эффективности от внедрения эколого-ориентированных мероприятий [91, 92].

В сельских населенных пунктах возможности водозаборных скважин, как и в городе, используются не полностью. Потенциальная производительность всех действующих скважин в районе оценивается в 55 млн м<sup>3</sup>/год, хотя существующее водопотребление составляет 8,8 млн м<sup>3</sup>/год, т. е. не превышает 16 %. Этот водоотбор может быть обеспечен в 6–7 раз меньшим числом эксплуатационных скважин.

Пресные подземные воды Пинского района, занимающие практически всю мощность гидрогеологического разреза, в естественных условиях залегания характеризуются повышенным содержанием железа и пониженным – фтора. В результате антропогенного воздействия на отдельных участках они подверглись загрязнению и претерпели существенные изменения. Использование подземных вод в районе не всегда носит рациональный характер, а их охрана явно недостаточна.

В качестве примера использования подземных вод Белорусского Полесья и описания степени их химического загрязнения приведем результаты исследований для Пинского района Брестской области, где проживает более 130 тыс. человек. В г. Пинске общее количество незатрапированных и неэксплуатирующихся скважин составляет 13 шт. В третьем поясе зоны санитарной охраны (ЗСО) водозабора Пина-1 расположена нефтебаза с высоким уровнем загрязнения подземных вод нефтепродуктами. В третьем поясе ЗСО водозабора Пина-2 не проводится дезинфекция сточных вод инфекционной больницы в д. Молотковичи, кроме того, в этой зоне расположены животноводческие фермы. Большая часть одиночных водозаборных скважин в городе и районе не имеет первого пояса ЗСО. Из 150 животноводческих ферм и комплексов типовые навозохранилища имеются только на 95.

В 73 деревнях наблюдается периодически высокая степень загрязнения подземных вод, причем только в 14 из них (Бобрик, Бол. Диковичи, Вылазы, Жидче, Завидчицы, Ладарож, Мал. Дворцы, Молодельчицы, Невель, Островичи, Парахонс, Паре, Селище, Хойно) имеется водопровод, обеспечивающий все население. Частичное обеспечение водопроводом (от 2 до 90 %) имеется в 30 деревнях. Общая протяженность водопроводной сети составляет 140 км. В остальных деревнях централизованное водоснабжение не организовано.

В 76 сельских населенных пунктах, где отсутствует водопровод, на протяжении последних лет не контролируется качество питьевых вод в шахтных колодцах. Отсутствуют сведения по качеству воды также в 94 садоводческих товариществах района.

В 56 деревнях пробурено по три и более водозаборных скважин, которые, по сути, представляют собой групповые водозаборы. Тем не менее вокруг этих водозаборов отсутствуют не только второй и третий пояса ЗСО, но нередко и первый пояс ЗСО. Не имеют поясов ЗСО также водозаборы, предназначенные для орошения сельскохозяйственных культур.

С целью защиты подземных вод от загрязнения, восстановления их первоначального качества, рационализации их использования предложен комплекс эколого-ориентированных мероприятий общего, технического, санитарно-гигиенического характера.

*Неотложные мероприятия.* Они предусматриваются на наиболее экологически неблагоприятных участках и направлены на минимизацию антропогенного воздействия, санитарно-гигиеническую защиту водозаборов, усиление контроля за качеством подземных вод и улучшением обеспечения населения качественной питьевой водой.

Первоочередные задачи в области улучшения качества поверхностных и подземных вод [90]:

- оценка современного состояния загрязнения поверхностных и подземных вод и прогноз на ближайшую перспективу;
- оценка составляющих трансграничного переноса основных загрязняющих веществ для Припяти и Западного Буга. Оптимизация сети наблюдений за качеством поверхностных вод;
- разработка эффективных методов и способов улучшения природных и очистки сточных вод;
- разработка мероприятий по снижению загрязнения поверхностных и подземных вод при разработке месторождений полезных ископаемых (гранита – «Микашевичи»);

- разработка мероприятий по улучшению качества подземных вод на групповых водозаборах основных населенных пунктов Брестской области;
- разработка мероприятий по регулированию стока, подаче воды извне, повторному использованию дренажных вод, а также исследование возможности применения нетрадиционных способов, методов и источников покрытия дефицитов влажности почвы сельскохозяйственных полей;
- разработка методики оценки ущерба от загрязнения вод с учетом экологической безопасности для человека и природной среды.

#### 4.7.5. Антропогенные воздействия на речной сток

Начиная с 50-х годов прошлого столетия развернулась дискуссия о влиянии мелиорации на речной сток. Основное воздействие на водный режим Припяти было оказано в период широкомасштабных гидротехнических мелиораций Полесской низменности. При этом водные ресурсы Полесья сильнее других регионов подверглись антропогенным воздействиям. Было осушено 23 % территории, общая протяженность открытой мелиоративной сети превысила 65 000 км, существенно преобразовалась гидрографическая сеть, особенно если учесть спрямление и углубление самой Припяти и крупных ее притоков. Кроме того, обвалование отдельных участков Припяти и строительство польдерных мелиоративных систем, которые исключают затопление обвалованных участков поймы, привело к тому, что грунтовые воды понизились на 1,0–1,5 м, вслед за ними снизились уровни воды в реках, в некоторых – вплоть до пересыхания. Все это выразилось в изменении гидрологического режима рек. Анализ изменения стока Припяти показал рост ее среднегодового стока в период активных мелиораций во все месяцы года, кроме апреля и мая. Рост среднегодового стока р. Припять составляет 12 % по сравнению с предыдущими годами, а по сравнению с предыдущим двадцатилетием – уже около 30 % [114].

Максимальные потери от безвозвратного водопотребления и при регулировании речного стока за последние 5 лет в бассейне р. Припять в пределах Белорусского Полесья составили 190 млн м<sup>3</sup>/год, в бассейне р. Западный Буг – 27 млн м<sup>3</sup>/год. Пока степень влияния этих потерь невелика и находится в пределах ошибки измерения [68]. Анализ динамики стока воды рек Полесья показал, что с середины 60-х годов прошлого столетия среднегодовые, минимальные летние и зимние расходы имеют устойчивую тенденцию к увеличению, в то же время сток весеннего половодья уменьшается (рис. 4.44).

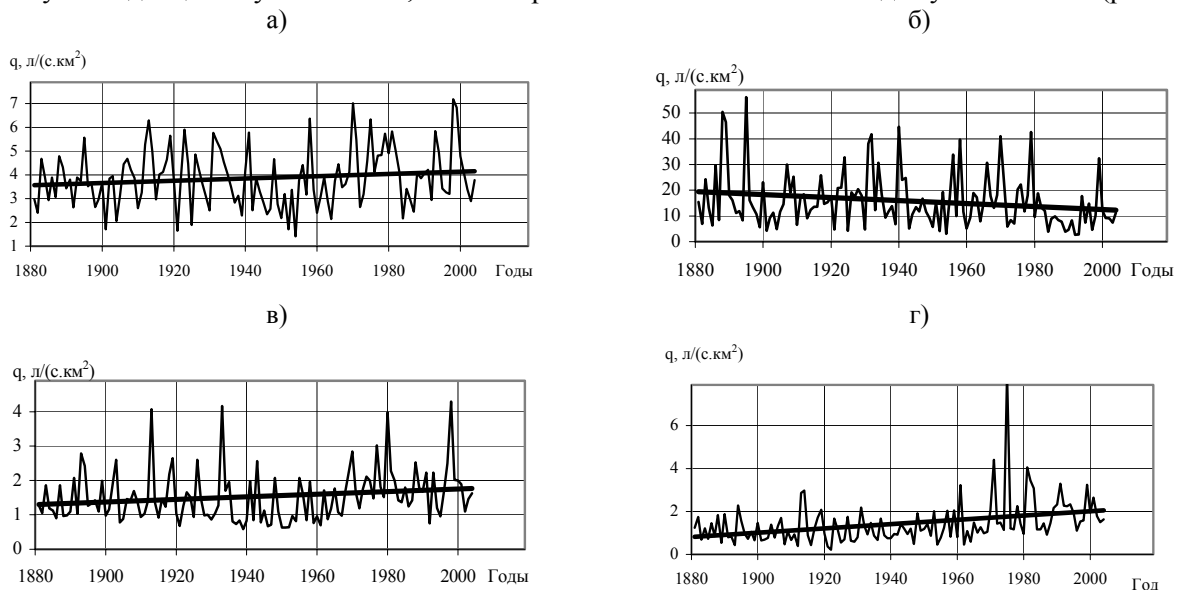


Рисунок 4.44 – Динамика модулей стока воды рек Полесья: а) – годовых; б) – максимальных весеннего половодья; в) – минимальных летне-осенних; г) – минимальных зимних

Дальнейшие исследования по водным ресурсам Белорусского Полесья целесообразно сосредоточить на следующих основных направлениях [90]:

- предотвращение и уменьшение негативных последствий от наводнений;
- улучшение качества поверхностных и подземных вод;
- охрана водных источников при разработке месторождений полезных ископаемых;
- управление режимом поверхностных и подземных вод, обеспечивающим биосферное функционирование природных экосистем;
- создание бассейновой схемы управления водными ресурсами основных бассейнов рек Белорусского Полесья.

## Глава 5. ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

### 5.1. Методология оценки влияния изменения климата на сток рек

Для прогнозных оценок изменения стока рек бассейнов адаптирован метод гидролого-климатических расчетов (ГКР), предложенный В. С. Мезенцевым и основанный на совместном решении уравнений водного и теплоэнергетического балансов [128]. Положив в основу гидролого-климатическую гипотезу В. С. Мезенцева [128], мы разработали многофакторную модель, включающую в себя стандартное уравнение водного баланса участка суши с независимой оценкой основных элементов баланса (атмосферные осадки, суммарное испарение и климатический сток) в годовом разрезе. Разработанная модель использована для оценки возможных изменений водных ресурсов рек в зависимости от тех или иных гипотез климатических колебаний и антропогенных воздействий на характеристики водосборов.

Уравнение водного баланса речного водосбора за некоторый промежуток времени имеет вид:

$$H(I) = E(I) + Y_k(I) \pm \Delta W(I), \quad (5.1)$$

где  $H(I)$  – суммарные ресурсы увлажнения, мм;  $E(I)$  – суммарное испарение, мм;  $Y_k(I)$  – суммарный климатический сток, мм;  $\Delta W(I)$  – изменение влагозапасов деятельного слоя почвогрунтов, мм;  $I$  – интервал осреднения.

Суммарное испарение находится по формуле:

$$E(I) = E_m(I) \left[ 1 + \frac{\left( \frac{E_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)} \right)^{n(I)}}{\left( \frac{KX(I) + g(I)}{W_{HB}} + V(I) \right)^{n(I)}} \right]^{\frac{1}{n(I)}}, \quad (5.2)$$

где  $E_m(I)$  – максимально возможное суммарное испарение, мм;  $W_{HB}$  – наименьшая влагоемкость почвы, мм;  $V(I) = W(I)/W_{HB}$  – относительная влажность почвогрунтов на начало расчетного периода;  $KX(I)$  – сумма измеренных атмосферных осадков, мм;  $g(I)$  – грунтовая составляющая водного баланса, мм;  $r(I)$  – параметр, зависящий от водно-физических свойств и механического состава почвогрунтов;  $n(I)$  – параметр, учитывающий физико-географические условия стока.

Относительная влажность почвы на конец расчетного периода определяется из соотношений

$$V(I+1) = V(I) \cdot \left( \frac{V_{cp}(I)}{V(I)} \right)^{r(I)}; \quad (5.3)$$

$$V_{cp}(I) = \left( \frac{KX(I) + g(I)}{W_{HB}} + V(I) \right)^{\frac{1}{r(I)}} \cdot \left( \frac{E_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)} \right)^{-\frac{1}{r(I)}}. \quad (5.4)$$

Полученные значения  $V_{cp}(I)$  сравнивают с относительной величиной полной влагоемкости  $V_{ПВ}$ . Если  $V_{cp}(I) \leq V_{ПВ}$ , то принимается расчетное значение относительной средней влажности, в противном случае, когда  $V_{cp}(I) \geq V_{ПВ}$ , к расчету принимается  $V_{cp}(I) = V_{ПВ}$ , разница  $(V_{cp}(I) - V_{ПВ}) \cdot W_{HB}$  относится к поверхностному стоку.

Величина атмосферных осадков в месяцы холодного периода за вычетом величины суммарного испарения переносится на период половодья, т. е. на март.

Максимально возможное суммарное испарение находится по методике, описанной в научной литературе [49].

Теплоэнергетические ресурсы процесса испарения для любого расчетного промежутка времени определяются как:

$$LE_{mi} = R_i^+ + P_i^+ \pm \Delta B_i - \Delta E_{0i}, \quad (5.5)$$

где  $E_{mi}$  – эквивалент теплоэнергетических ресурсов – максимально возможное испарение, м;  $L$  – скрытая теплота испарения, Дж/м<sup>3</sup>;  $R_i^+$  – положительная составляющая радиационного баланса, Дж/м<sup>2</sup>;  $P_i^+$  – положительная составляющая турбулентного теплообмена, Дж/м<sup>2</sup>;  $\Delta B_i$  – изменение теп-

лозапасов деятельного слоя почвы, Дж/м<sup>2</sup>;  $\Delta E_{0i}$  – расход тепла на таяние снега, льда, прогревание почвы, Дж/м<sup>2</sup>.

Параметр  $n$  определяется соотношением фактического и максимально возможного суммарного испарения при оптимальном увлажнении деятельного слоя почвы.

Выражая условия формирования стока через средний уклон водосбора и коэффициент шероховатости, который, в свою очередь, зависит от гидравлического радиуса или средней глубины потока, можно определить параметр  $n$  [127].

Суммарные ресурсы увлажнения определяются следующим образом:

$$H(I) = KX(I) + W_{HB}(V(I) - V(I+1)). \quad (5.6)$$

Решение системы уравнений (5.2)–(5.4) осуществляется методом итераций до тех пор, пока значение относительной влажности почвогрунтов на начало расчетного интервала не будет равно значению относительной влажности на конец последнего интервала. При расчете начальное значение влажности принимается равным значению наименьшей влагоемкости, т. е.  $W(1) = W_{HB}$ , откуда  $V(1) = 1$ . Сходимость решения метода ГКР достигается уже на четвертом шаге расчета.

Корректировка климатического стока осуществляется с помощью коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов на формирование руслового стока, т. е.

$$Y_p(I) = k(I) \cdot Y_K(I), \quad (5.7)$$

где  $Y_p(I)$  – суммарный русловой сток, мм;  $k(I)$  – коэффициент, учитывающий гидрографические характеристики водосбора.

Моделирование водного баланса исследуемой реки реализовано в виде компьютерной программы и осуществляется в два этапа. На первом этапе производится настройка модели по известным составляющим водного и теплового балансов исследуемой реки. При настройке модели преследуется цель достичь наибольшего соответствия рассчитанного климатического и руслового стоков. Первый этап заканчивается построением графиков климатического и руслового стока и выводом ошибки моделирования.

Хорошее совпадение измеренного и рассчитанного стока свидетельствует о корректности модели. Полученные параметры модели использованы при проведении численного эксперимента.

Второй этап представляет собой непосредственный расчет водного баланса исследуемой реки с использованием параметров, полученных при калибровке модели. Расчет элементов водного баланса исследуемой реки производится с учетом конкретных особенностей рассматриваемого водосбора [51].

Результаты моделирования свидетельствуют о высокой точности расчета водного баланса как для практического применения, так и для теоретических исследований, что проверено на большом количестве рек Беларуси с площадью водосбора около 1000 км<sup>2</sup>, на которых ведутся гидрометрические наблюдения. Таким образом, при наличии данных об атмосферных осадках, температуре воздуха, дефицитах влажности воздуха на расчетный период и современных значениях стока воды реки, а также гидрографических характеристиках водосбора с помощью приведенной методики возможно получить прогнозные оценки водного баланса малых рек Беларуси на расчетную перспективу.

Решение уравнения водного баланса для водосбора связано с определением среднего значения тех элементов, наблюдения за которыми ведутся в отдельных точках водосбора, поэтому одной из главных составляющих моделирования водного режима является корректная оценка климатических характеристик и их осреднение по водосбору. Это, в свою очередь, вызывает необходимость интерполяции и осреднения используемых величин. Применяемые в настоящее время методы оценки среднего значения того или иного балансового элемента на водосборе, по существу, являются вариантами способа нахождения среднего взвешенного. Методы осреднения, как правило, отличаются лишь в части приемов оценки весовых коэффициентов, степени учета основных факторов формирования балансовых элементов уделяется недостаточное внимание. Так, пространственно-временное распределение атмосферных осадков зависит от направления движения циклонов, положения фронтов раздела, происхождения и мощности влажных воздушных масс, от рельефа местности, экспозиции склонов и ряда других факторов.

Каждый бассейн имеет различную конфигурацию, специфическое строение поверхности с присущей ей гаммой индивидуальных свойств, поэтому распределение величин осадков и стока по реальным периодам на реальных территориях, как правило, пестрое, а их так называемые поля уже в силу этого – неоднородные и анизотропные.

В отличие от других, методика осреднения и интерполяции гидрометеорологических характеристик, предложенная ГГИ [22], основана на использовании теоремы Вейерштрасса, когда любую

функцию  $f(x)$ , непрерывную в интервале  $(a, b)$ , можно представить в этом интервале с любой степенью точности через многочлен  $P(x)$  при условии:

$$|f(x) - P(x)| < \varepsilon, \quad (5.8)$$

где  $x$  – значение рассматриваемой гидрометеорологической характеристики в интервале  $(a, b)$ ;  $\varepsilon$  – любая заранее заданная величина точности.

В качестве исходной функции распределения гидрометеорологической характеристики в речном бассейне принимается функция  $x(\varphi, \lambda, H)$  заданная в табличном виде, в которой  $\lambda, \varphi$  – принимаемые прямоугольные координаты (географическая широта, долгота) расчетного пункта,  $H$  – абсолютная отметка поверхности земли в данном пункте. На основе теоремы Вейерштрасса возможно аналитическое выражение исходной функции распределения гидрометеорологической характеристики, ранее заданной в табличном виде. Это приводит к замене точечных данных наблюдений аппроксимирующей функцией трехмерной нелинейной (полиномиальной) интерполяции.

С использованием аналогичного подхода и материалов, имеющихся в Беларуси, ранее выполнено исследование связей климатических характеристик с определяющими их факторами. При этом использован дифференцированный подход к учету в структуре регрессионной модели трех групп формирующих факторов. Во-первых, фоновых факторов, определяемых глобальными влагопереносами в атмосфере и, естественно, участвующих в формировании климатических характеристик над всей рассматриваемой территорией. Во-вторых, региональных факторов, влияющих на ограниченной территории, охваченной инструментальными наблюдениями. В-третьих, местных факторов, оказывающих свое влияние на режим климатических характеристик в пределах ограниченной и не охваченной инструментальными наблюдениями территории [41].

Для количественной оценки элементов водного баланса (ЭВБ) по территории, с учетом отмеченных факторов, используют математическую модель аддитивно-мультипликативной структуры [25]:

$$X = X(\Phi) + k(\Phi) \cdot (X(P)_0 + X(M)_0) + \Delta X = X(\Phi) + X(P) + X(M) + \Delta X, \quad (5.9)$$

где  $\Phi, P, M$  – соответственно фоновые, региональные и местные факторы.

Эти факторы, образуя, с одной стороны, зависимую переменную ( $\Phi_0$  – новый коэффициент) –  $k(\Phi) = \frac{X(\Phi) - X(\Phi)_0}{X(\Phi)_0} + 1 = \frac{\bar{X}(\Phi)}{X(\Phi)_0} + 1$ , отражающую отношение  $\bar{X}(\Phi)$  отклонения фоновой составляющей

ЭВБ в данном пункте  $X(\Phi)$  от ее среднетерриториального значения  $X(\Phi)_0$ , увеличенное на единицу, с другой – вклад в величину  $X$  региональной  $X(P) = k(\Phi) \cdot X(P)_0$  и местной  $X(M) = k(\Phi) \cdot X(M)_0$  составляющих;  $\Delta X$  – вклад в величину  $X$  «не объясненных» пока в принятой математической модели местных факторов.

Переход от общего вида модели (5.9) с идентифицированной блочной структурой к конкретизированной многофакторной модели возможен при максимальном учете самой природы исследуемого гидрометеорологического элемента. Для характеристики территориального распределения норм климатических характеристик предлагается модель:

$$X = X(\varphi, \lambda) + k(\varphi, \lambda) \cdot (X(H)_0 + X(B)_0) + \Delta X = X(\varphi, \lambda) + X(H) + X(B) + \Delta X, \quad (5.10)$$

где  $\varphi, \lambda, H$  – координаты гидрометеорологического пункта, как фоновые  $\varphi, \lambda$  и региональные  $H$  факторы формирования величин атмосферных осадков ( $X$ );  $B$  – местный фактор, характеризующий изменение климатических параметров на метеостанции за счет проявления в них дополнительных к суммарным влияниям орографических барьеров свойств данной территории.

В зависимости от точности описания структуры месячных норм климатических характеристик могут использоваться различные регрессионные уравнения. Так, нормы климатических характеристик за различные интервалы осреднения (месяц, сезон, год) в первом приближении могут быть оценены по линейным регрессионным зависимостям типа [87]:

$$X_j = a_{1j} \cdot \varphi + a_{2j} \cdot \lambda + a_{3j} \cdot H + a_{0j}, \quad (5.11)$$

где  $X_j$  – месячная (сезонная, годовая) норма ЭВБ в расчетном пункте, мм;  $\varphi, \lambda$  – условные прямоугольные координаты (широта, долгота) расчетного пункта, принимаемые относительно некоторого пункта, км;  $H$  – абсолютная отметка поверхности земли (в Балтийской системе) в расчетном пункте, м;  $a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, a_{0j}$  – коэффициенты частных уравнений регрессии для оценки норм климатических характеристик за различные интервалы осреднения.



Зная значения климатических характеристик, можно определить средний их слой для водосборного бассейна ( $\bar{X}_A$ ) по выражению:

$$\bar{X}_A = \frac{1}{A \cdot \Delta H} \cdot \int_{\phi_1}^{\phi_2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \int_{H_1}^{H_2} X(\phi, \lambda, H) d\phi d\lambda dH, \quad (5.12)$$

где  $A$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;  $\phi_1, \phi_2, \lambda_1, \lambda_2$  – координаты крайних точек водосбора, м;  $\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$  – разность соответственно максимальной и минимальной абсолютных отметок поверхности водосбора, м.

Методика имитационного моделирования апробирована практически на всех основных климатических характеристиках, что дало возможность привлечь дополнительно большой объем гидрометеорологической информации о возможных вариантах значений и изменений, входящих в балансовые уравнения случайных величин.

При настройке моделей по предлагаемой методике возникли проблемы с определением параметров для зимних месяцев. Дело в том, что модель недостаточно точно учитывала участвовавшие в последнее время оттепели, поэтому была проведена корректировка модели, учитывающая оттепели. Полученная при настройке модели разница между русловым и климатическим стоком относилась к стоку, сформировавшемуся во время оттепелей, которая фиксировалась в настройках модели. При прогнозировании стока будущего эта составляющая добавлялась непосредственно к стоку, а ее величина отнималась от атмосферных осадков соответствующего месяца и на период половодья переносились осадки за вычетом суммарного испарения и стока в период оттепелей. При этом величина стока в период оттепелей корректировалась с учетом прогнозируемой температуры соответствующего месяца. В первом приближении величину этого стока можно принять из соотношения месячных температур воздуха и величины стока в период оттепелей, полученной при настройке модели.

Прогнозные оценки изменения стока рек осуществлялись по следующей схеме. Настраивалась модель по средним многолетним данным по речному стоку, атмосферным осадкам, температуре воздуха и дефицитам влажности воздуха. Затем вводились прогнозные величины для соответствующей перспективы по тем метеостанциям, которые были использованы при настройке модели. Считывались параметры настройки модели, и осуществлялась прогнозная оценка. Полученные значения климатического стока сравнивались между собой по соотношению  $\Delta_{кл.} = \frac{Y_{кл.}^{пр.}}{Y_{кл.}^{сов.}} \cdot 100\%$ . Непосредственная

прогнозная оценка руслового стока находилась из соотношения  $Q^{пр.} = \frac{Q^{сов.} \cdot \Delta_{кл.}}{100}$ , м<sup>3</sup>/с.

Пример моделирования среднемноголетнего годового стока и его внутригодового распределения (калибровка модели и прогноз) для одного пункта мониторинга гидрологического режима представлен на рисунке 5.1.

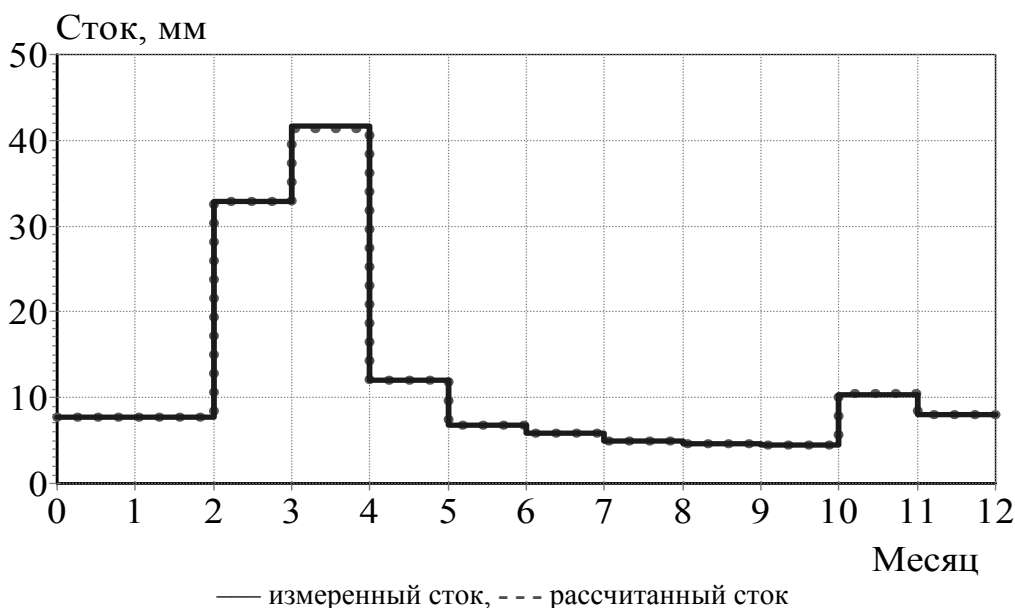


Рисунок 5.1 – Измеренный и рассчитанный сток р. Свиновод в створе Симоници

## 5.2. Оценка изменения стока

Для разработки прогнозов изменения климата и стока необходимо предварительно выполнить оценку их изменения за период с 1961 года по настоящее время с разбиением этого интервала на два периода – изменения за период с 1986 года по настоящее время (ближайший год, по которому имеются регулярные наблюдения) по отношению к изменениям за период с 1961 по 1985 год. Указанный временной интервал и его разбиение на данные периоды рекомендуется МГЭИК и, в принципе, является установившейся мировой практикой [21]. Результаты оценки изменений климата и речного стока за предыдущий период являются необходимыми исходными данными для последующих прогнозных расчетов.

### 5.2.1. Изменение стока рек бассейнов Днепра и Припяти

Оценка изменения стока (расходов воды в реках) выполнена для каждого из 28 гидрологических постов в среднемесечном и в среднегодовом разрезах для периода с 1987 по 2015 год по отношению к периоду с 1961 по 1986 год. Дополнительно выполнена оценка для максимальных расходов весеннего половодья и минимальных расходов летне-осенней межени.

Итоговые обобщенные результаты по оценке изменения стока в бассейнах рек Днепр и Припять по всем репрезентативным гидрологическим постам внесены в таблицу 5.1. На рисунках 5.2–5.11 представлены итоговые результаты изменения стока в бассейнах рек Днепр и Припять.

По результатам оценок изменения стока за период с 1961 по 2015 год можно сделать следующие обобщенные выводы:

- среднегодовой сток по бассейнам рек Днепра и Припяти изменился незначительно: увеличился по бассейну Днепра (максимально – на 10 %) и уменьшился по бассейну Припяти (максимально – на 9 %);
- произошло значительное снижение стока весеннего половодья – на 33 % по бассейну Днепра и на 42 % по бассейну Припяти с более ранним наступлением его пика;
- произошло увеличение стока в зимний период – на 47 % по бассейну Днепра и на 20 % по бассейну Припяти;
- сток в летний период изменился не очень значительно за весь период с 1961 по 2015 год, однако в последние годы (включая 2014, 2015 гг.) произошло значительное снижение стока, который был даже меньше минимального за весь указанный период.

Таблица 5.1 – Итоговые обобщенные результаты оценки изменения среднемесячного стока (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961–1986 и 1987–2015 гг.

Месяцы											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Днепр – Мозилев (A=20800 км<sup>2</sup>)</i>											
49,52	90,56	78,32	-17,97	9,60	56,79	14,88	25,42	55,91	61,83	36,35	28,83
<i>Днепр – Жлобин (A=30300 км<sup>2</sup>)</i>											
50,47	82,52	68,30	-12,57	4,67	56,12	14,76	12,78	40,45	51,11	35,48	37,26
<i>Днепр – Речица (A=58200 км<sup>2</sup>)</i>											
25,90	55,73	42,89	-16,40	-8,73	23,10	14,27	0,49	13,36	28,60	19,11	18,98
<i>Друть – Городище (A=2850 км<sup>2</sup>)</i>											
35,85	47,91	13,52	-25,79	5,29	8,40	-19,88	-15,43	9,90	29,10	14,64	7,65
<i>Березина – Бобруйск (A=20300 км<sup>2</sup>)</i>											
16,29	41,34	13,57	-24,90	-8,22	4,90	1,03	1,04	-1,08	7,45	0,21	-1,06
61,27	106,40	12,32	-16,69	17,59	4,40	-23,32	-6,38	19,83	18,24	-6,73	4,95
<i>Свислочь – Тереховы</i>											
34,03	48,99	13,10	-23,59	-0,72	7,80	11,48	11,81	8,79	12,65	8,18	8,95
<i>Грава – Аминовичи (A=42,8 км<sup>2</sup>)</i>											
38,46	58,33	-12,50	-30,88	0,00	-12,50	-7,14	-9,09	0,00	-7,69	-6,67	0,00
<i>Сушанка – Суша (A=153 км<sup>2</sup>)</i>											
40,00	89,36	50,82	-7,82	0,88	17,39	-7,04	-5,77	-2,33	20,00	15,38	1,52
<i>Сож – Славгород (A=17700 км<sup>2</sup>)</i>											
61,96	94,41	68,36	-17,00	33,15	44,85	4,40	35,08	24,32	39,09	33,90	21,03
<i>Сож – Гомель (A=38900 км<sup>2</sup>)</i>											
40,24	88,69	56,59	-24,23	24,66	48,02	16,28	18,91	25,74	21,80	26,24	22,20
<i>Остер – Ходунь (A=3250 км<sup>2</sup>)</i>											
64,69	104,98	43,82	-23,39	25,68	53,08	13,83	29,48	33,17	47,61	30,10	9,52

Природно-ресурсный потенциал

Продолжение таблицы 5.1

<i>Проня – Лятаги (A=4570 км<sup>2</sup>)</i>											
62,67	95,67	29,78	-26,79	31,44	23,76	-15,20	19,26	4,81	34,11	32,53	23,78
<i>Беседь – Светиловичи (A=5010 км<sup>2</sup>)</i>											
33,16	77,10	41,44	-23,97	32,59	42,28	-1,10	38,72	24,68	40,80	31,91	8,03
<i>Уза – Прибор (A=760 км<sup>2</sup>)</i>											
135,09	82,91	-2,52	-28,10	32,75	48,65	-4,73	33,33	21,28	32,17	24,71	11,62
<i>Припять – Черниччи (A=74000 км<sup>2</sup>)</i>											
9,35	39,33	15,18	-28,88	-23,03	-14,62	-1,57	10,21	3,57	5,38	-11,03	-6,20
<i>Припять – Мозырь (A=101000 км<sup>2</sup>)</i>											
8,74	39,63	24,18	-20,74	-9,92	-8,64	-0,72	11,21	7,25	9,69	-2,74	-5,96
<i>Ясельда – Береза (A=1040 км<sup>2</sup>)</i>											
14,29	32,78	-35,57	-52,08	-22,14	11,07	58,01	113,62	179,75	68,77	-4,03	-10,29
<i>Ясельда – Сенин (A=5110 км<sup>2</sup>)</i>											
5,01	39,70	-14,04	-40,48	-30,05	-20,90	3,71	25,87	32,58	14,80	-9,89	-15,29
<i>Цна – Дятловичи (A=1100 км<sup>2</sup>)</i>											
46,13	85,40	6,28	-29,88	-15,04	22,36	94,15	97,20	42,96	18,89	-7,50	18,13
<i>Горынь – Малые Викоровичи (A=27000 км<sup>2</sup>)</i>											
14,40	27,00	-19,59	-31,51	-29,48	-7,83	-22,92	-13,22	-19,78	-16,62	-23,87	-10,97
<i>Случь – Ленин (A=4480 км<sup>2</sup>)</i>											
7,15	49,45	-2,58	-50,61	-31,47	-4,48	10,68	12,04	7,68	-5,95	-20,20	-12,62
<i>Уборть – Краснобережье (A=5260 км<sup>2</sup>)</i>											
57,81	65,10	-10,43	-32,85	-24,31	4,44	-8,50	-9,12	0,11	-3,98	-21,16	-18,85
<i>Птичь – Лучицы (A=8770 км<sup>2</sup>)</i>											
8,86	35,60	-2,20	-37,04	-23,96	-10,61	-6,38	-14,56	-8,60	-6,60	-16,20	-16,60
<i>Шать – Шацк (A=208 км<sup>2</sup>)</i>											
60,00	55,56	-3,32	-38,92	-7,63	-20,00	-39,84	-43,24	-33,68	-12,35	-1,05	13,64
<i>Оресса – Андреевка (A=3580 км<sup>2</sup>)</i>											
6,93	27,17	-1,20	-28,28	-22,23	-18,04	-8,08	-19,35	-9,13	-9,74	-17,93	-19,15
<i>Среднее по бассейнам рек Днепра и Припяти</i>											
38,06	64,62	21,21	-26,60	-1,09	15,19	4,18	14,14	19,26	20,53	7,28	5,36
<i>Среднее по бассейну реки Днепр</i>											
48,65	77,22	37,48	-20,80	12,28	28,97	2,26	13,25	19,79	30,15	19,97	13,78
<i>Среднее по бассейну реки Припять</i>											
21,70	45,16	-3,94	-35,57	-21,75	-6,11	7,14	15,51	18,43	5,66	-12,33	-7,65

Продолжение таблицы 5.1

Годовой сток			Характерный сток			Сезонный сток			
расход	модуля стока	слой стока	максимальный весеннего половодья	минимальный летне-осенний	минимальный зимний	зима	весна	лето	осень
<i>Днепр – Могилев (A=20800 км<sup>2</sup>)</i>									
20,21	23,67	23,74	-21,49	31,24	57,05	56,30	23,32	32,36	51,36
<i>Днепр – Жлобин (A=30300 км<sup>2</sup>)</i>									
21,10	20,24	20,16	-23,97	87,42	48,43	56,75	20,13	27,89	42,35
<i>Днепр – Речица (A=58200 км<sup>2</sup>)</i>									
8,97	11,32	11,27	-28,89	11,57	35,38	33,54	5,92	12,62	20,36
<i>Друть – Городище (A=2850 км<sup>2</sup>)</i>									
1,32	0,18	0,24	-34,60	8,39	15,23	30,47	-2,33	-8,97	17,88
<i>Березина – Бобруйск (A=20300 км<sup>2</sup>)</i>									
-0,86	-0,34	-0,26	-40,38	2,61	11,24	18,86	-6,52	2,32	2,19
<i>Бобр – Куты (A=374 км<sup>2</sup>)</i>									
6,87	11,17	11,53	-35,46	26,67	64,00	57,54	4,41	-8,43	10,45
<i>Свислочь – Теребуты</i>									
7,52	11,10	11,15	-33,87	20,11	33,60	30,66	-3,74	10,36	9,87
<i>Грава – Аминовичи (A=42,8 км<sup>2</sup>)</i>									
-4,76	11,10	-7,88	-28,25	33,33	75,00	32,26	-14,46	-9,58	-4,79
<i>Сушанка – Суша (A=153 км<sup>2</sup>)</i>									
11,49	25,46	25,43	-17,17	13,04	77,27	43,63	14,63	1,53	11,02

Окончание таблицы 5.1

<i>Сож – Славгород (A=17700 км<sup>2</sup>)</i>									
20,95	24,71	24,59	-35,57	24,88	50,03	59,13	28,17	28,11	32,44
<i>Сож – Гомель (A=38900 км<sup>2</sup>)</i>									
14,01	16,92	16,74	-38,51	18,12	63,66	50,38	19,01	27,74	24,59
<i>Остер – Ходунь (A=3250 км<sup>2</sup>)</i>									
14,54	19,07	19,17	-34,90	21,97	50,61	59,73	15,37	32,13	36,96
<i>Проня – Летаги (A=4570 км<sup>2</sup>)</i>									
10,50	12,71	12,68	-37,05	18,74	45,66	60,71	11,48	9,27	23,82
<i>Беседь – Светиловичи (A=5010 км<sup>2</sup>)</i>									
11,24	16,55	16,73	-40,50	32,81	55,59	39,43	16,69	26,63	32,46
<i>Уза – Прибор (A=760 км<sup>2</sup>)</i>									
2,70	8,12	8,00	-54,27	42,86	43,10	76,54	0,71	25,75	26,05
<i>Припять – Черничи (A=74000 км<sup>2</sup>)</i>									
-6,77	-3,01	-2,79	-18,33	2,27	-1,82	14,16	-12,24	-1,99	-0,69
<i>Припять – Мозырь (A=101000 км<sup>2</sup>)</i>									
-0,63	-0,71	-0,68	-29,76	-0,75	2,55	14,14	-2,16	0,62	4,73
<i>Ясельда – Береза (A=1040 км<sup>2</sup>)</i>									
1,69	0,97	1,06	-65,97	98,21	39,35	12,26	-36,60	60,90	81,50
<i>Ясельда – Сенин (A=5110 км<sup>2</sup>)</i>									
-12,41	-11,16	-11,09	-47,14	20,00	12,13	9,81	-28,19	2,89	12,50
<i>Цна – Дятловичи (A=1100 км<sup>2</sup>)</i>									
6,97	7,97	7,78	-42,79	16,28	31,74	49,89	-12,88	71,24	18,12
<i>Горынь – Малые Викоровичи (A=27000 км<sup>2</sup>)</i>									
-16,74			-45,68	-6,89	3,92	10,14	-26,86	-14,66	-20,09
<i>Случь – Ленин (A=4480 км<sup>2</sup>)</i>									
-16,51	-13,20	-13,10	-38,97	-33,03	-5,29	14,66	-28,22	6,08	-6,16
<i>Уборть – Краснобережье (A=5260 км<sup>2</sup>)</i>									
-10,47			-49,64	8,68	14,62	34,69	-22,53	-4,39	-8,34
<i>Птичь – Лучицы (A=8770 км<sup>2</sup>)</i>									
-13,54	-11,70	-11,68	-44,56	-10,74	3,77	9,29	-21,07	-10,52	-10,47
<i>Шать – Шацк (A=208 км<sup>2</sup>)</i>									
-13,74			-53,61	-31,91	13,04	43,07	-16,62	-34,36	-15,69
<i>Оресса – Андреевка (A=3580 км<sup>2</sup>)</i>									
-11,67	-10,34	-10,32	-26,90	-24,77	-1,09	4,98	-17,24	-15,16	-12,27
<i>Среднее по бассейнам рек Днепра и Припяти</i>									
2,82	8,13	7,40	-36,30	16,47	32,53	36,01	-2,16	11,17	15,69
<i>Среднее по бассейну реки Днепр</i>									
10,17	14,38	13,28	-32,53	24,93	16,47	32,53	36,01	-2,16	11,17
<i>Среднее по бассейну реки Припять</i>									
-8,53	-5,15	-5,10	-42,12	3,40	24,93	31,86	46,55	9,65	14,83

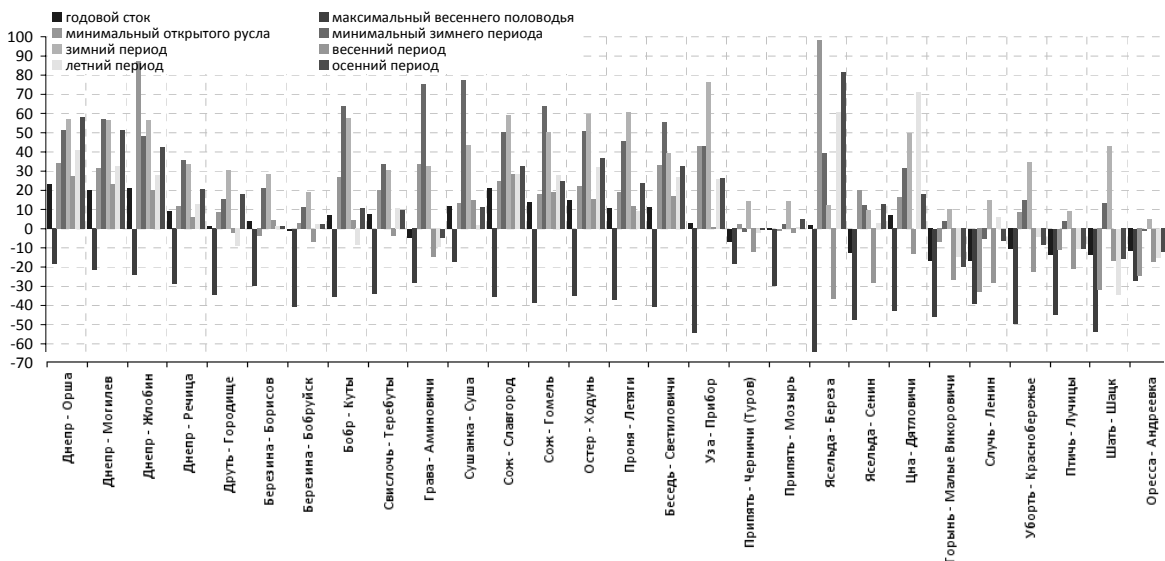


Рисунок 5.2 – Изменение стока рек (%) в бассейнах рек Днепра и Припяти за период с 1961 по 2015 год

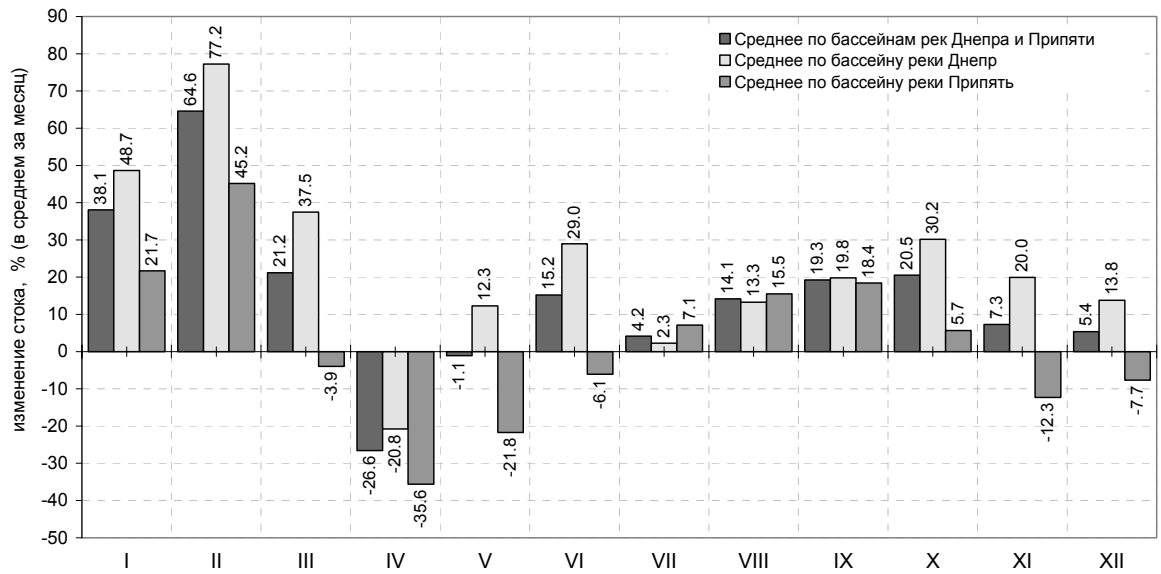


Рисунок 5.3 – Внутригодовое (с помесачной градацией) распределение изменения стока (%) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

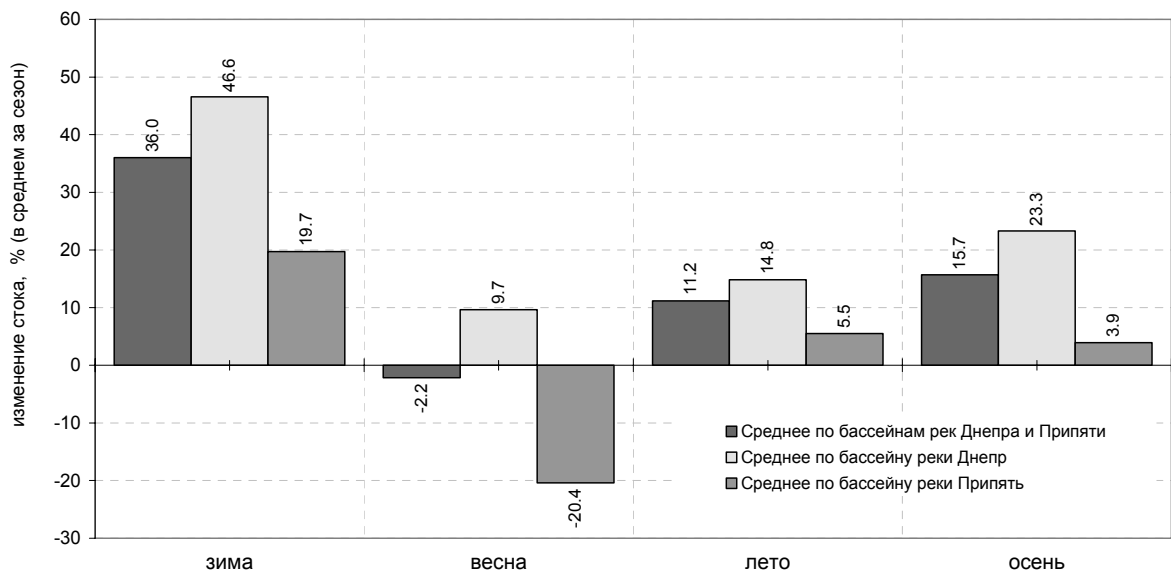


Рисунок 5.4 – Внутригодовое (с градацией по сезонам) распределение изменения стока (%) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

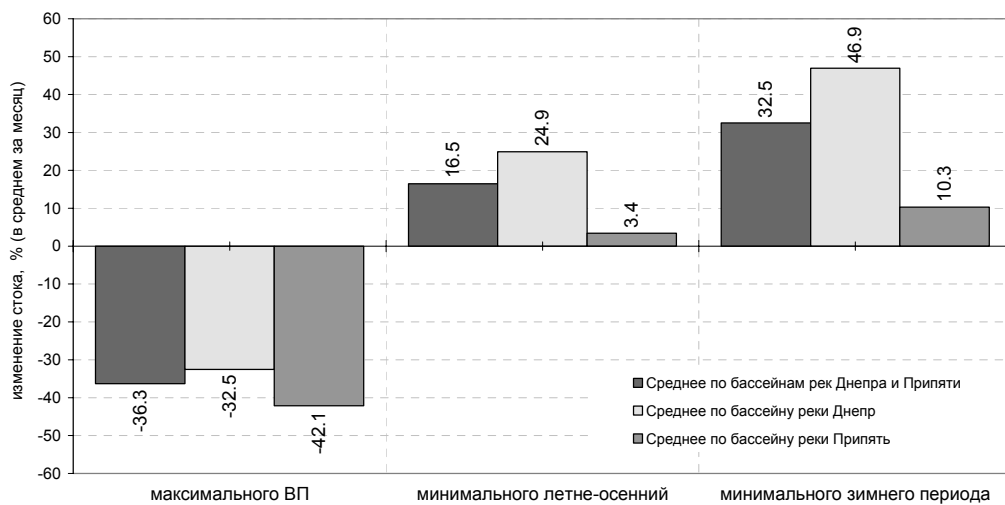


Рисунок 5.5 – Изменения характерных расходов воды (%) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

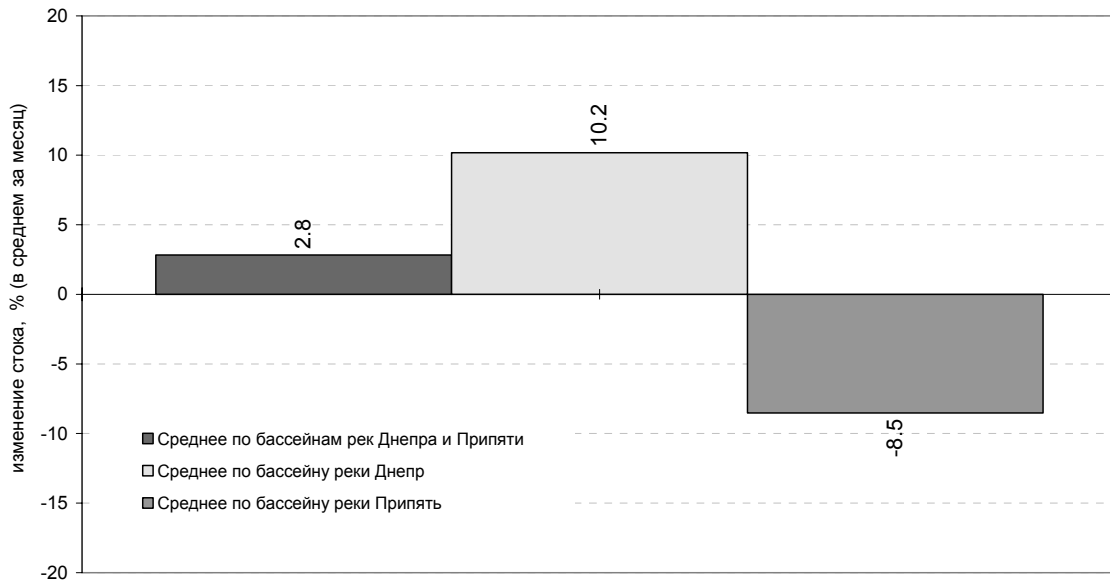


Рисунок 5.6 – Изменения характерных расходов воды (%) за период с 1961 по 2015 год в бассейнах рек Днепр и Припять

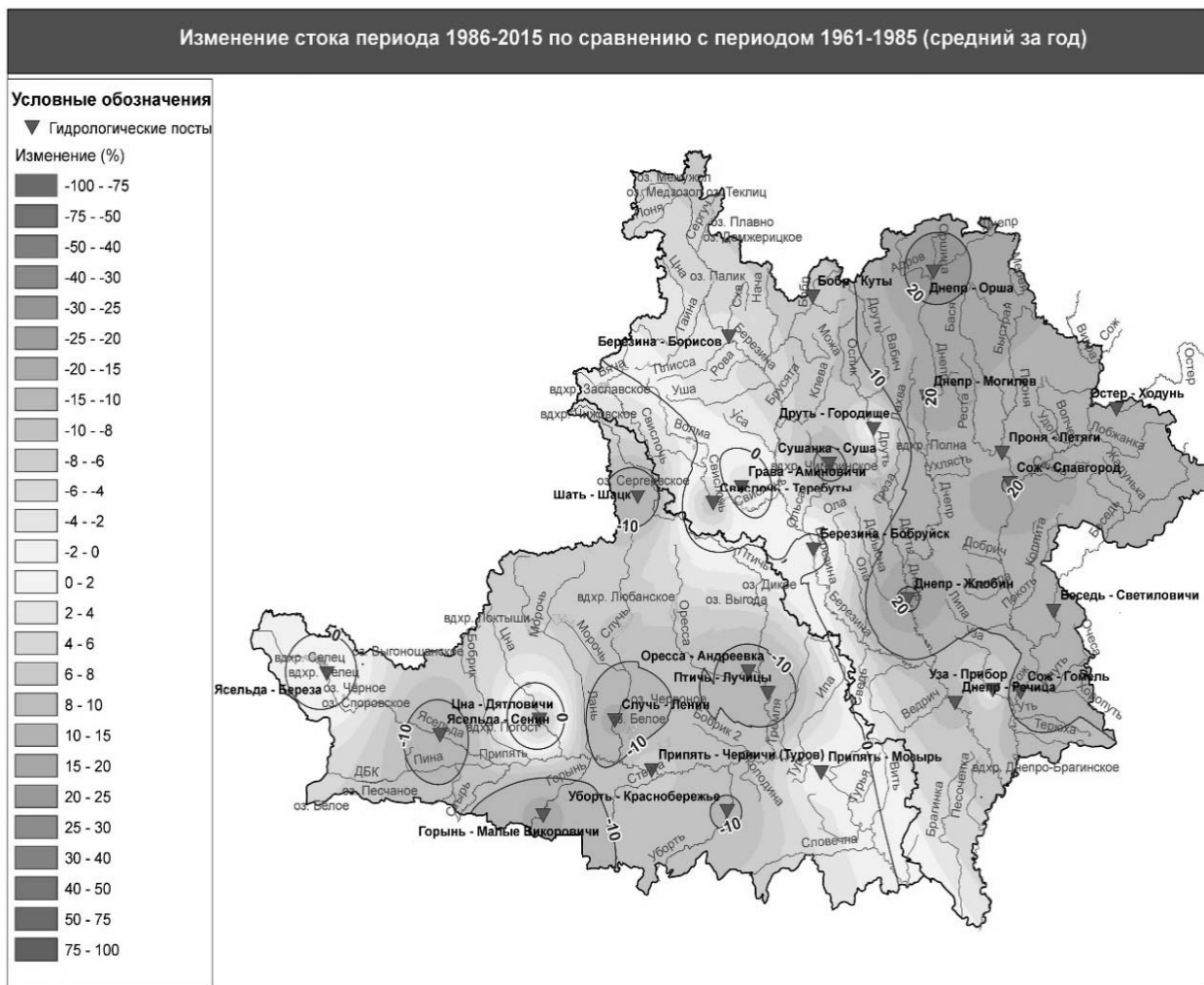


Рисунок 5.7 – Картограмма изменения среднегодового стока (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

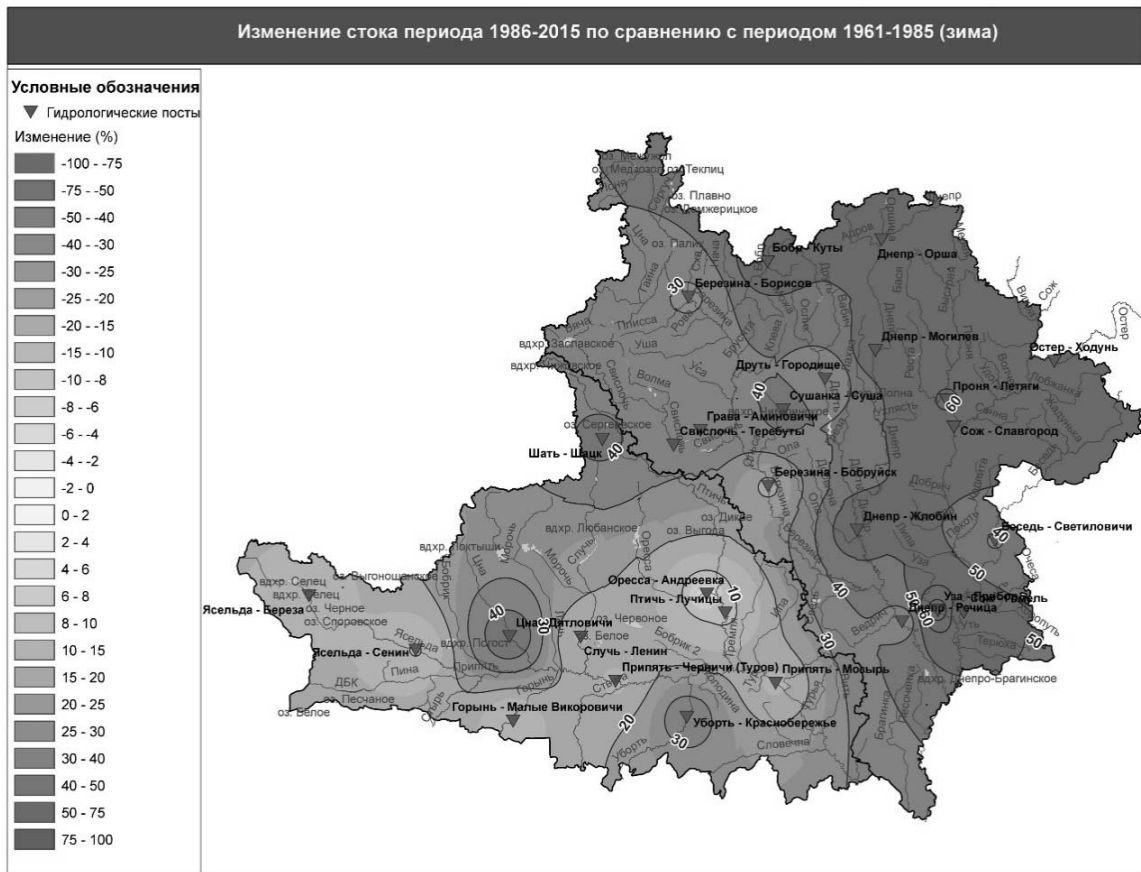


Рисунок 5.8 – Картосхема изменения стока (%) в зимний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

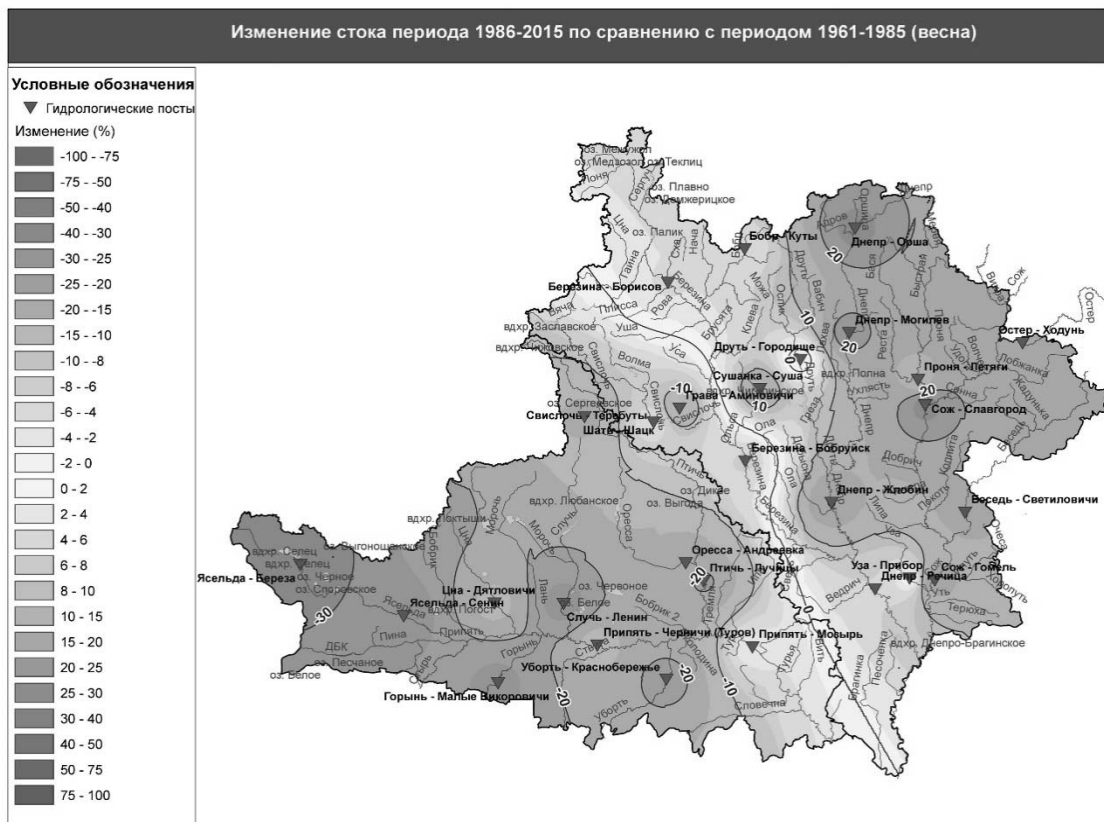


Рисунок 5.9 – Картосхема изменения стока (%) в весенний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

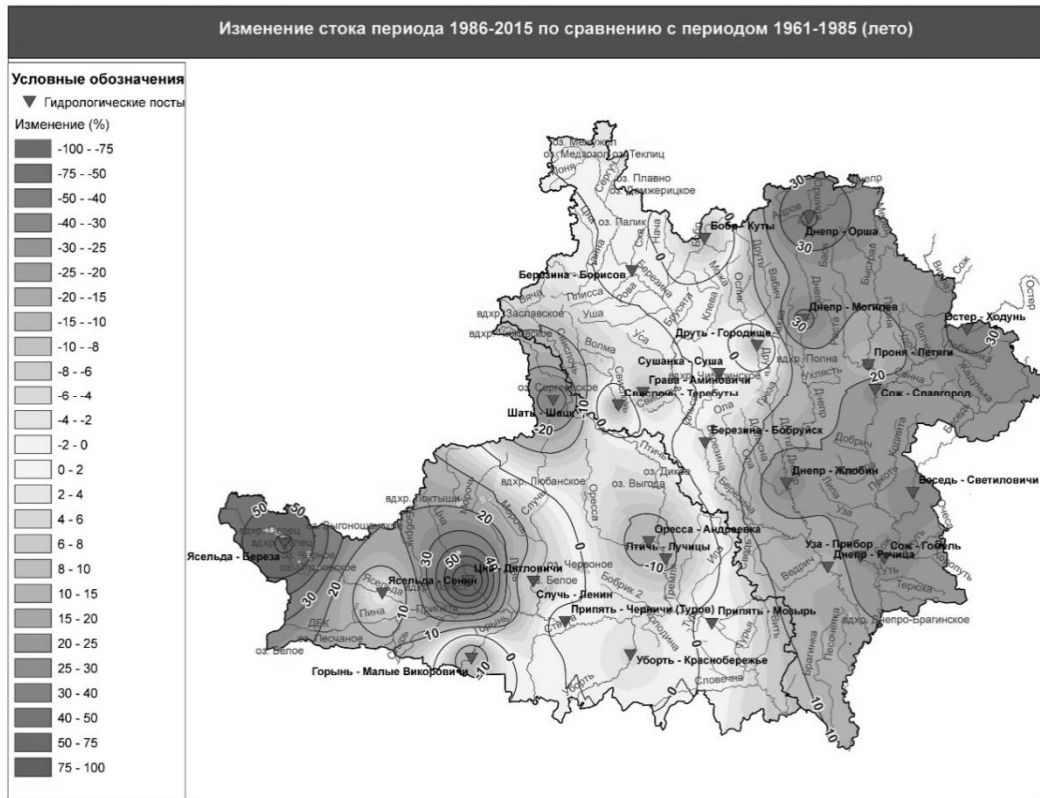


Рисунок 5.10 – Картограмма изменения стока (%) в летний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

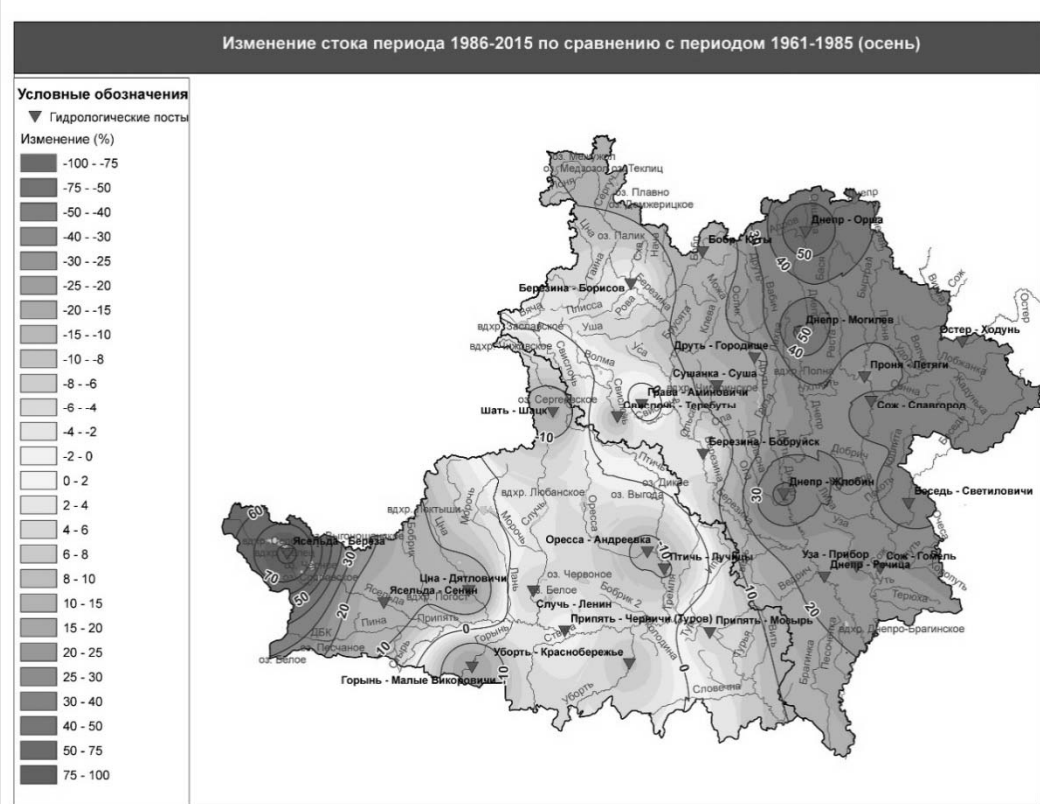


Рисунок 5.11 – Картограмма изменения стока (%) в осенний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

**5.2.2. Изменение стока рек бассейна р. Западный Буг**

Для прогноза стока проведен анализ его изменения за период с 1961 до 1984 год относительно периода 1985–2009 гг. (табл. 5.12–5.13).



Таблица 5.12 – Изменение стока за период с 1961 по 1984 год относительно 1985–2009 гг. по месяцам, %

Месяц (разница) (1985–2009) – (1961–1984), %											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Капаювка – Черск (A=461 км<sup>2</sup>)</i>											
-10.62	-3.61	-16.35	-16.33	-30.39	-28.54	-44.31	-36.05	-19.50	-33.04	-40.55	-22.08
<i>Мухавец – Брест (A=6590 км<sup>2</sup>)</i>											
-24.36	-1.75	-30.61	-28.28	-29.77	-26.61	-33.33	-37.37	-13.76	-40.65	-34.07	-30.48

Таблица 5.13 – Изменение стока за период с 1961 по 1984 год относительно 1985–2009 гг. по сезонам

Абсолютные значения, м <sup>3</sup> /с				Относительные значения, %			
Средний	Максимальный весеннего половодья	Минимальный летне-осенней межени	Минимальный зимней межени	Средний	Максимальный весеннего половодья	Минимальный летне-осенней межени	Минимальный зимней межени
<i>Капаювка – Черск (A=461 км<sup>2</sup>)</i>							
0,92	3,97	0,11	0,28	-23,72	-28,82	-48,93	17,98
<i>Мухавец – Брест (A=6590 км<sup>2</sup>)</i>							
15,79	72,52	3,30	7,67	-16,33	-73,07	-32,87	19,31

В среднем за год произошло незначительное увеличение стока на севере и уменьшение на юге. Уменьшился сток весеннего половодья от 8 до 70 %, причем на юге оно более выражено. В бассейне р. Западный Буг отмечается также снижение стока в период летне-осенней межени до 50 %. В разрезе среднемесячных значений стока произошли следующие изменения. В целом в бассейне р. Западный Буг отмечается общее снижение стока во все месяцы с большей или меньшей интенсивностью.

### 5.3. Прогноз изменения речного стока

По предложенной в разделе 5.1 методике гидролого-климатических расчетов выполнены прогнозные оценки изменения речного стока в бассейнах рек Днепра, Припяти и Западного Буга на период до 2035 года. При этом использовались результаты оценки фактического изменения климата и речного стока за период с 1961 по 2015 год и уточненный прогноз изменения климата на период до 2035 года в данных бассейнах рек с учетом мультимодельного ансамбля из четырех сценариев, рекомендуемого МГЭИК, а также региональной изменчивости климата.

Обобщенные результаты расчетов прогнозного изменения стока в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 года приведены в таблице 5.14 и на рисунках 5.12–5.19, включая картосхемы прогнозного изменения стока в этих бассейнах рек.

Таблица 5.14 – Обобщение результатов расчетов прогнозного изменения стока в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

Месяцы												Сезоны				Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	зима	весна	лето	осень	
<i>Днепр – Мозилев</i>																
6,4	2,9	-15,1	-0,7	5,4	-14,3	-8,2	-2,2	-15,7	-4,4	5,9	5,8	5,03	-3,5	-8,2	-4,7	-2,9
<i>Днепр – Жлобин</i>																
7,5	13,2	-8,8	8,2	-18,1	0,7	-51,0	-8,8	-21,3	-12,4	3,4	10,6	10,4	-6,2	-19,7	-10,1	-6,4
<i>Днепр – Речица</i>																
19,3	27,2	29,1	2,9	-13,1	17,3	11,4	-28,4	-20,5	-24,1	7,3	20,0	22,2	6,3	0,1	-12,4	4,0
<i>Друть – Городище</i>																
6,8	4,9	4,0	4,2	-14,3	-11,1	-19,6	11,9	-13,5	-13,5	0,8	2,7	4,80	-2,0	-6,3	-8,7	-3,1
<i>Березина – Бобруйск</i>																
4,0	2,6	-22,2	-7,4	-25,5	32,6	-23,5	-15,3	-14,2	-15,1	-3,1	6,3	4,30	-18,4	-2,1	-10,8	-6,7
<i>Бобр – Куты</i>																
8,4	19,2	22,2	4,6	15,7	-6,0	-7,7	8,5	12,0	-4,3	10,7	11,9	13,2	14,2	-1,7	6,13	7,9
<i>Свислочь – Терембулы</i>																
7,9	3,1	8,3	-5,8	-26,4	-3,4	-15,7	-3,8	-0,8	-1,3	5,1	3,4	4,8	-8,0	-7,6	1,0	-2,5
<i>Грава – Аминовичи</i>																
-13,7	-9,7	0,8	-5,3	-34,7	-21,8	-43,3	-37,2	-28,4	-20,6	-7,8	-12,2	-11,9	-13,1	-34,1	-18,9	-19,5
<i>Сушанка – Суша</i>																
0,9	-3,5	0,4	-12,8	-20,9	22,5	7,7	-18,1	-33,2	-19,7	-7,4	-4,4	-2,3	-11,1	4,0	-20,1	-7,4
<i>Сож – Славгород</i>																
-3,6	3,0	12,2	-3,4	-7,5	7,0	-13,5	-23,6	-14,0	-12,8	0,9	-0,9	-0,5	0,4	-10,0	-8,6	-4,7

Оценка и прогноз изменения стока рек Белорусского Полесья

Месяцы												Сезоны				Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	зима	весна	лето	осень	
<i>Сож – Гомель</i>																
-6,7	1,5	12,6	-21,4	-18,3	10,2	-20,6	-58,0	-1,5	-27,6	-13,3	-9,7	-5,0	-9,0	-22,8	-14,1	-12,7
<i>Остер – Ходунь</i>																
9,8	14,1	10,9	-2,9	-4,9	-8,5	-7,0	-1,5	-7,4	-3,5	7,0	16,6	13,5	1,0	-5,7	-1,3	1,9
<i>Беседь – Светиловичи</i>																
2,8	-0,7	10,2	-1,4	-35,2	13,1	-34,7	-55,2	-18,0	-22,5	-6,1	-3,2	-0,4	-8,8	-25,6	-15,5	-12,6
<i>Уза – Прибор</i>																
-7,6	-8,3	5,3	-11,0	-36,1	31,2	-41,2	-89,0	-25,3	-32,3	-7,9	-10,4	-8,8	-13,9	-33,0	-21,8	-19,4
<i>Припять – Черничи</i>																
6,2	7,4	-14,0	12,5	18,0	-1,6	-25,0	-31,0	-0,2	-1,5	3,4	1,1	4,9	5,5	-19,2	0,6	-2,1
<i>Припять – Мозырь</i>																
2,2	0,7	-17,6	10,8	11,6	0,9	-28,0	-34,8	-7,4	-2,4	2,6	-2,2	0,2	1,6	-20,6	-2,4	-5,3
<i>Ясельда – Береза</i>																
12,6	9,5	-5,2	-40,4	-35,3	-34,3	-46,4	-44,5	-30,3	-27,1	-12,5	-22,9	-0,3	-27,0	-41,7	-23,3	-23,1
<i>Ясельда – Сенин</i>																
3,7	-11,4	11,6	-8,5	-35,0	-24,3	-53,0	-35,7	-6,7	-19,3	-9,5	-4,0	-3,9	-10,6	-37,7	-11,8	-16,0
<i>Цна – Дятловичи</i>																
-2,7	-4,6	9,8	-11,3	-25,2	-1,2	-48,4	-31,1	-40,5	-12,9	-6,4	-3,9	-3,7	-8,9	-26,9	-19,9	-14,9
<i>Горынь – Малье Викоровичи</i>																
2,8	-7,5	22,9	-24,9	-33,3	5,3	-18,9	-46,8	-18,6	-19,8	-11,7	-7,3	-4,0	-11,8	-20,1	-16,7	-13,2
<i>Случь – Ленин</i>																
11,1	4,4	-4,7	14,0	7,8	-14,8	-14,9	-17,6	-5,1	-2,6	12,4	14,8	10,1	5,7	-15,8	1,6	0,4
<i>Уборть – Краснобережье</i>																
-10,8	-14,7	-9,1	-3,1	-4,7	-2,0	-32,5	-41,1	-44,4	-57,3	-14,6	-14,7	-13,4	-5,6	-25,2	-38,8	-20,8
<i>Птичь – Лучицы</i>																
9,8	12,0	23,0	-11,0	-12,5	-20,7	-26,4	-24,8	49,1	-3,3	4,3	9,1	10,3	-0,2	-24,0	16,7	0,7
<i>Шать – Шацк</i>																
3,8	-2,5	7,3	-4,2	-30,7	-1,6	-20,2	-10,3	-8,1	-4,3	-0,8	-1,8	-0,2	-9,2	-10,7	-4,4	-6,1
<i>Оресса – Андреевка</i>																
-12,0	-17,4	-9,1	-10,2	-12,8	-19,8	-31,3	-34,0	16,7	5,3	-5,8	-14,6	-14,7	-10,7	-28,4	5,4	-12,1
<i>Среднее по бассейнам рек Днепра и Припяти</i>																
3,3	2,6	3,6	-5,0	-14,5	-1,4	-23,8	-25,9	-11,3	-13,5	-0,6	0,4	2,1	-5,3	-17,0	-8,5	-7,2
<i>Среднее по бассейну реки Днепр</i>																
3,9	5,7	5,1	-3,7	-14,9	4,4	-18,9	-21,9	-13,0	-13,7	1,3	3,3	4,3	-4,5	-12,1	-8,5	-5,2
<i>Среднее по бассейну реки Припять</i>																
2,4	-2,2	1,4	-6,9	-13,8	-10,4	-31,4	-32,0	-8,7	-13,2	-3,5	-4,2	-1,3	-6,5	-24,6	-8,5	-10,2

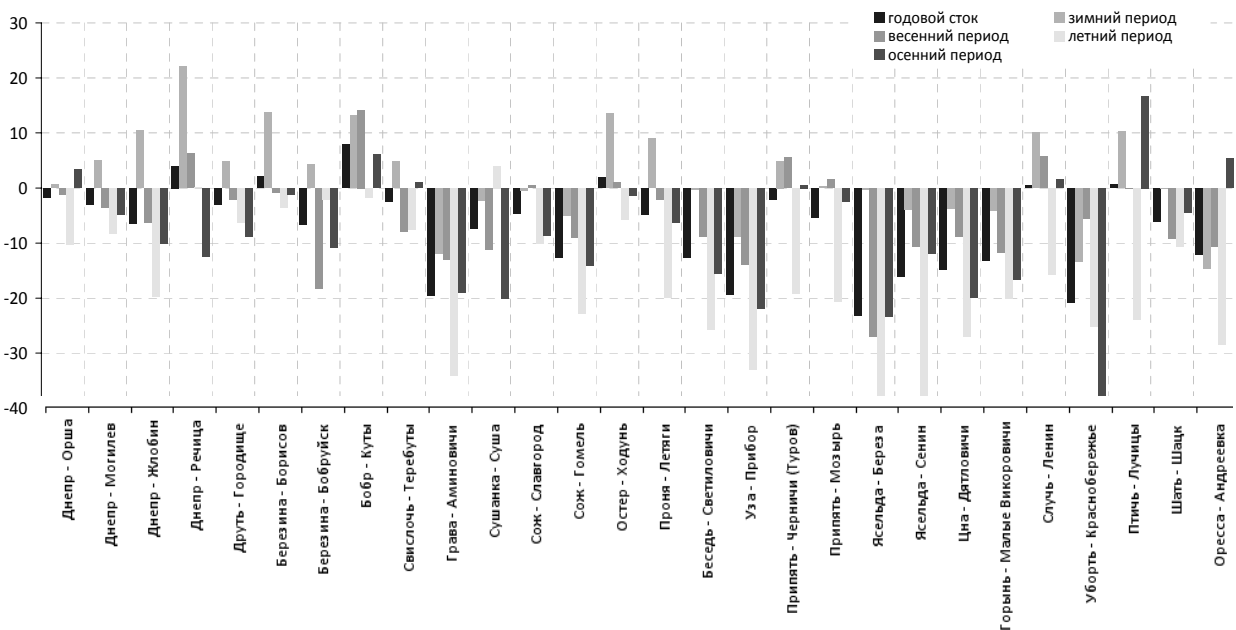


Рисунок 5.12 – Прогноз изменения стока (%) в бассейнах рек Днепра и Припяти до 2035 г.

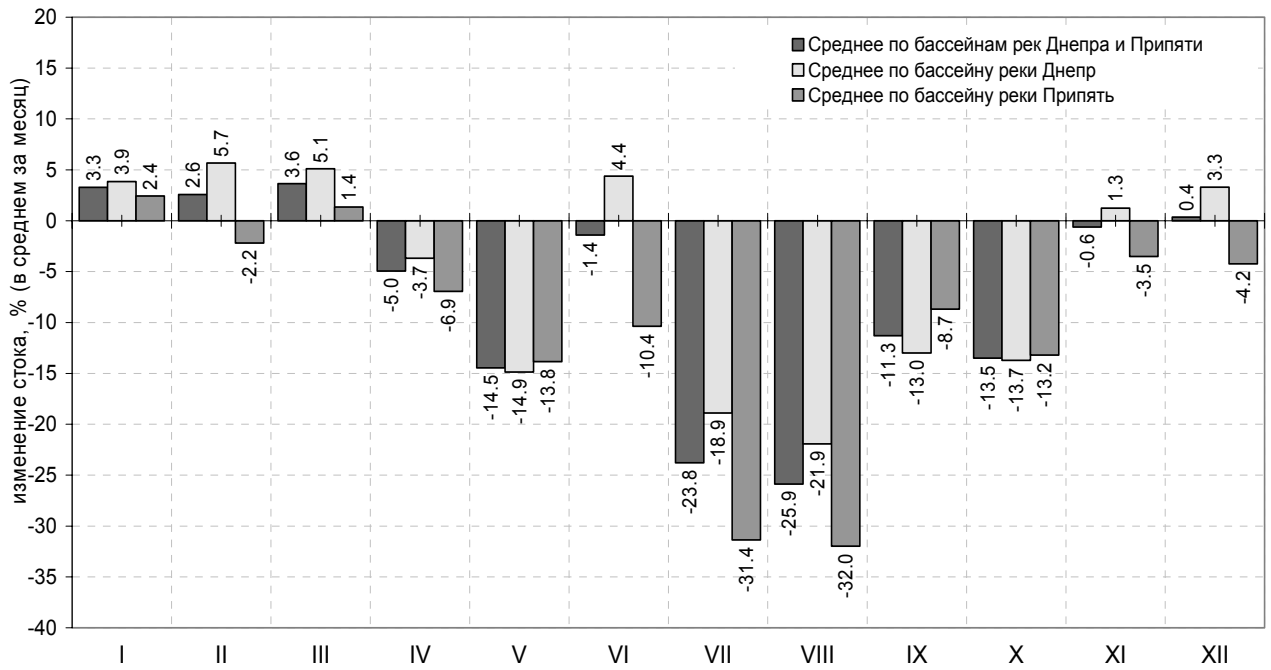


Рисунок 5.13 – Внутригодовое (с помесечной градацией) распределение прогнозного изменения стока (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

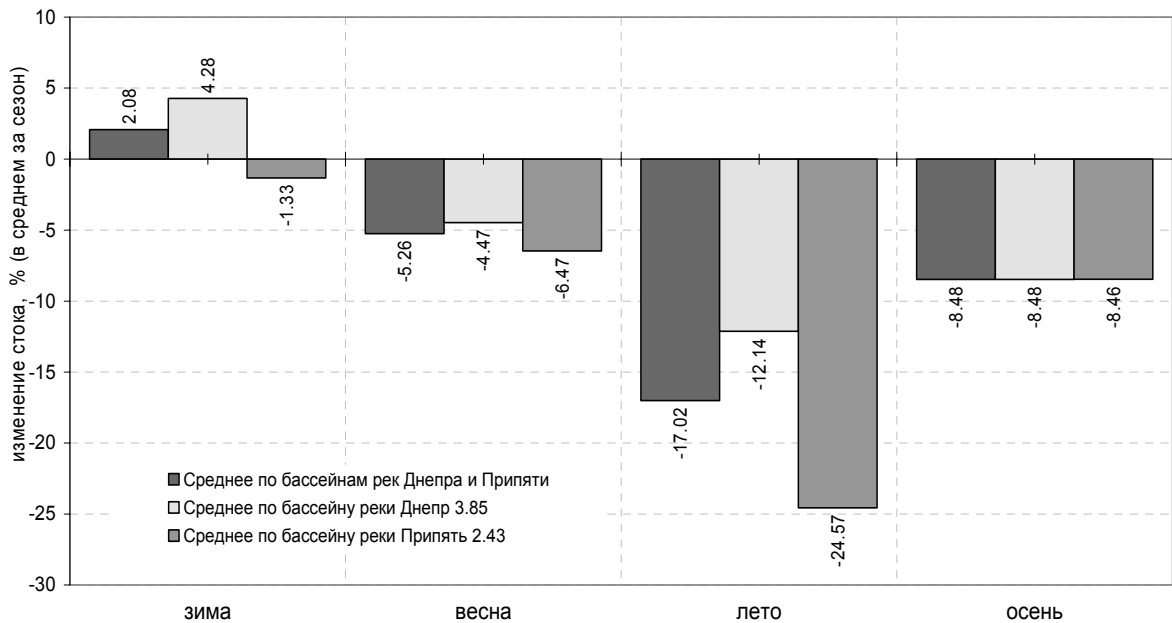


Рисунок 5.14 – Внутригодовое (с градацией по сезонам) распределение прогнозного изменения стока (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

Карты прогноза изменения стока строились с учетом проводимых исследований в рамках международного проекта № 00079039 «Управление водными ресурсами бассейна реки Неман с учетом адаптации к изменению климата» для бассейна р. Неман. Полученные результаты совмещены с результатами расчетов по бассейну р. Западный Буг. Необходимо отметить, что наиболее точные карты можно получить только в результате сопоставления расчетов по всем речным бассейнам страны. Для этого необходимо проведение дальнейших исследований в рамках бассейнов рек Припять и Днепр по одним методикам.

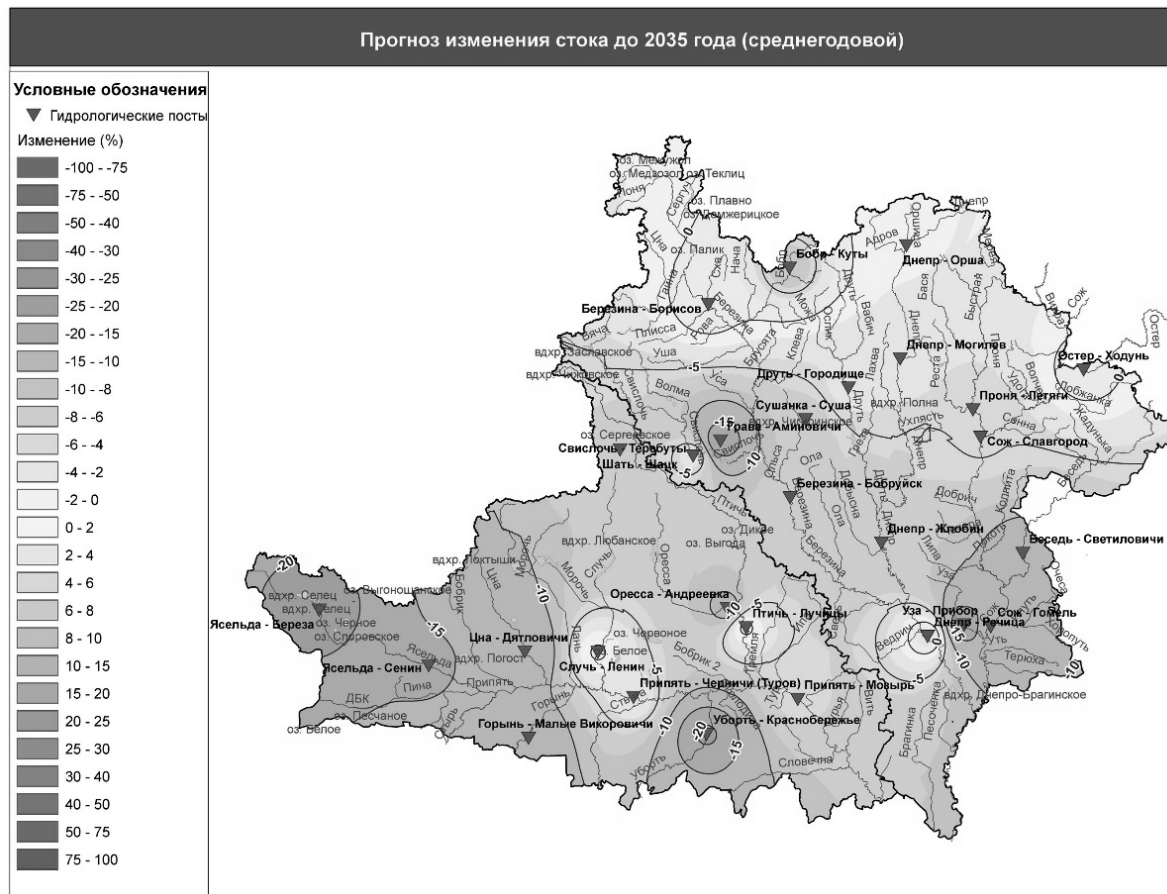


Рисунок 5.15 – Картограмма прогнозного изменения среднегодового стока (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г. с учетом различных сценариев изменения климата

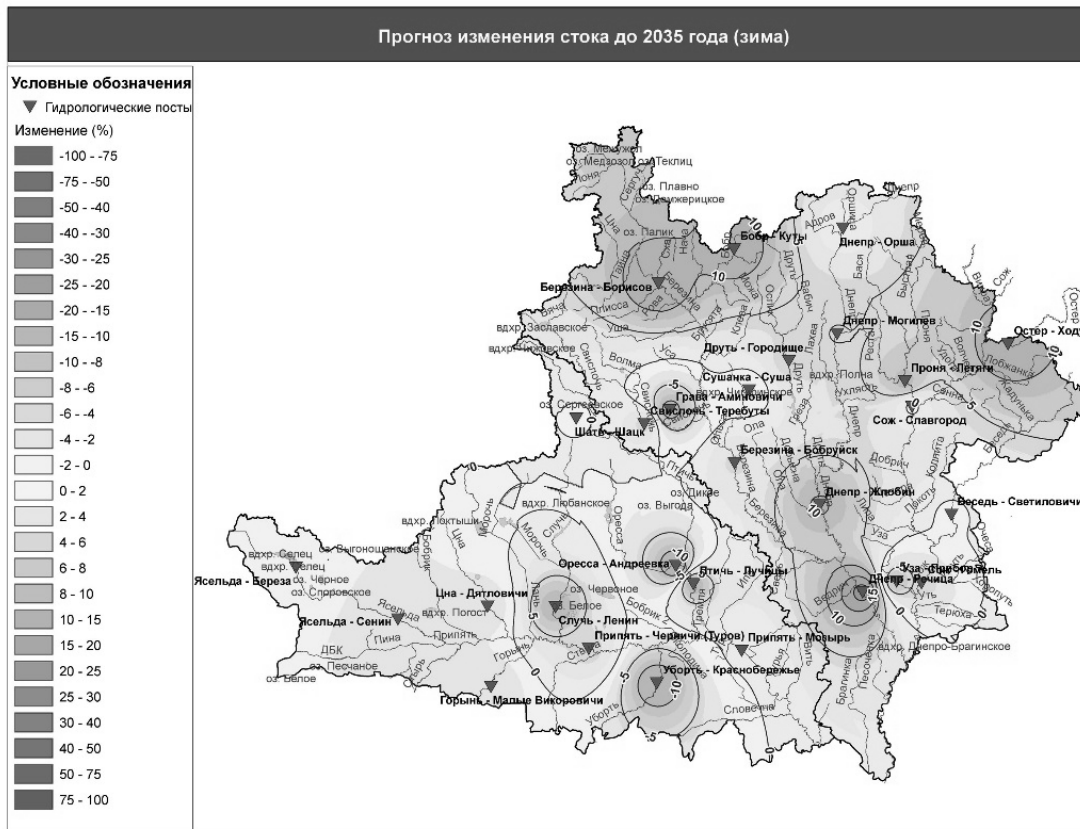


Рисунок 5.16 – Картограмма прогнозного изменения стока в зимний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г. с учетом различных сценариев изменения климата

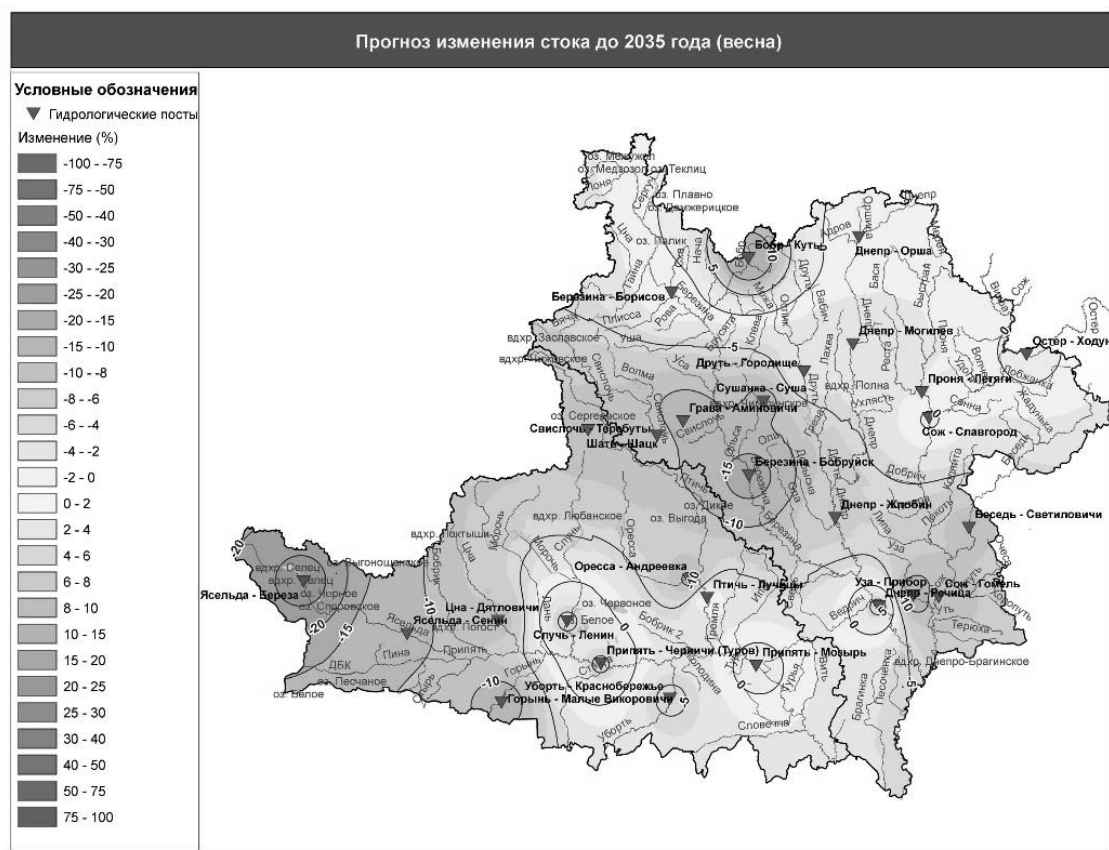


Рисунок 5.17 – Картограмма прогнозного изменения стока в весенний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г. с учетом различных сценариев изменения климата

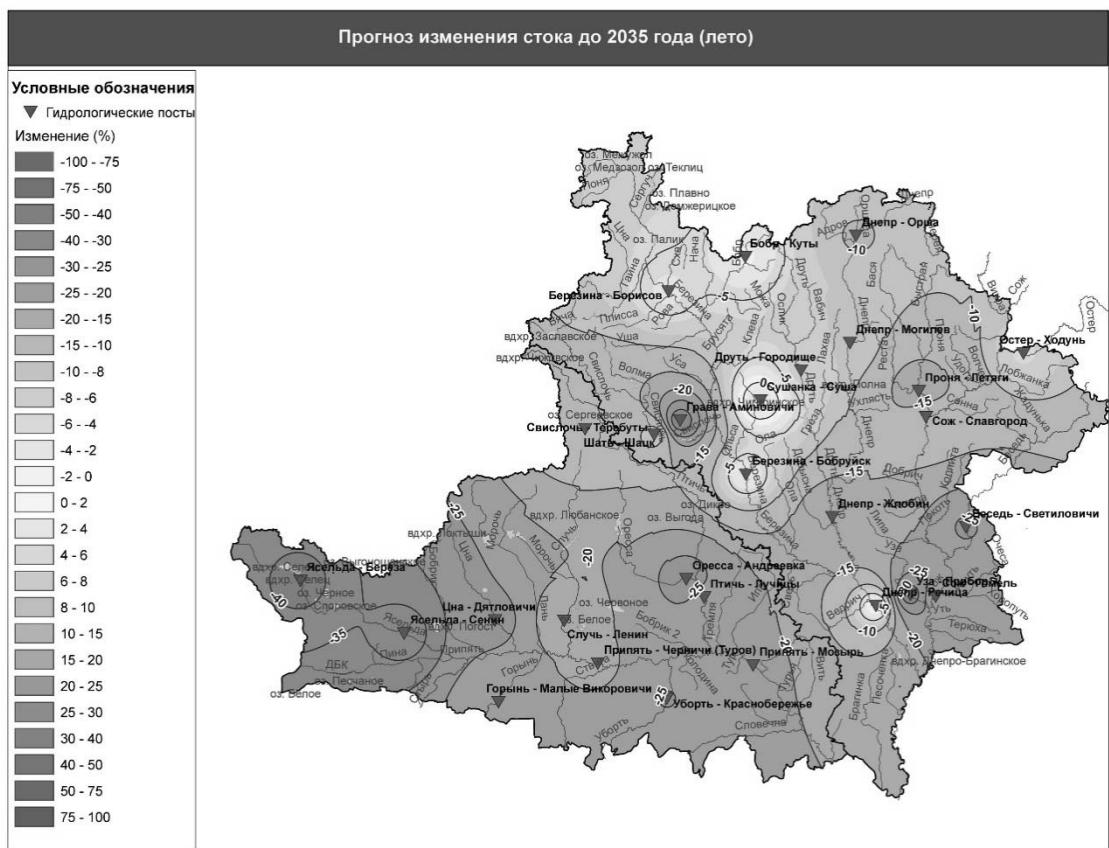


Рисунок 5.18 – Картограмма прогнозного изменения стока в летний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г. с учетом различных сценариев изменения климата

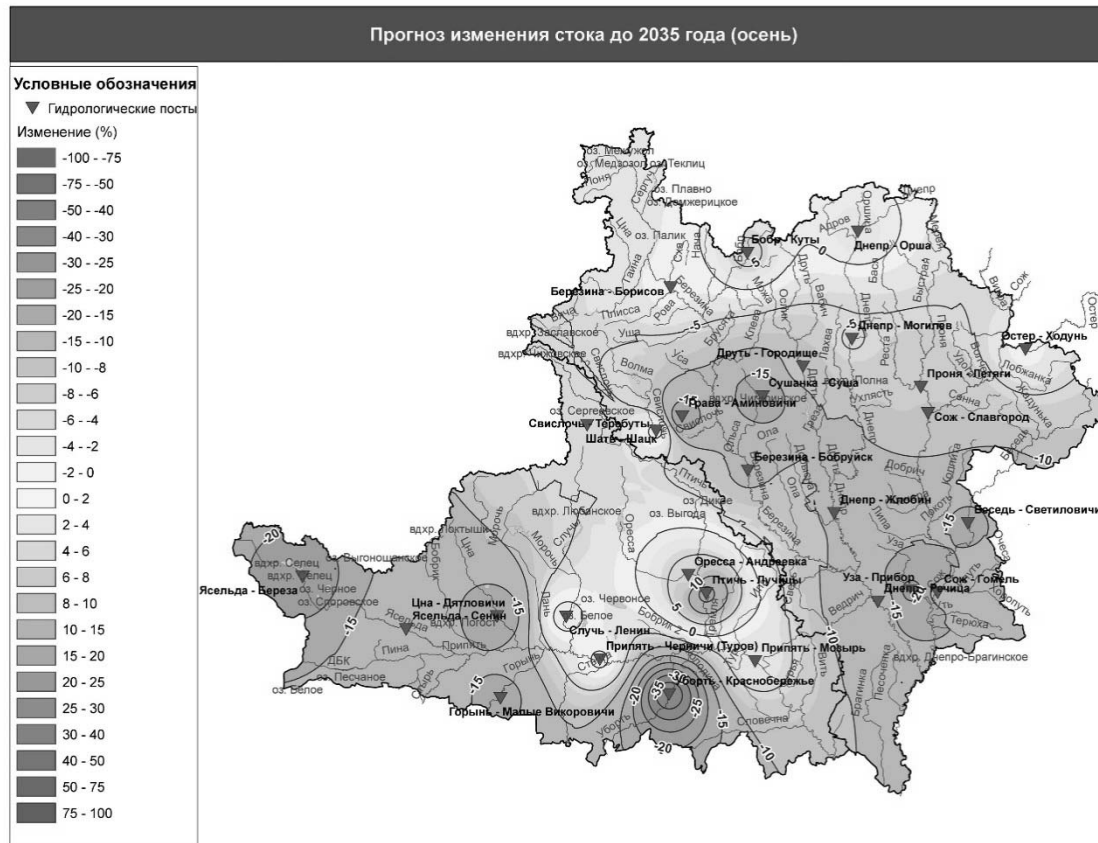


Рисунок 5.19 – Картограмма прогнозного изменения стока в осенний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г. с учетом различных сценариев изменения климата

При изменении климата по сценарию А1В получены следующие характеристики стока.

По результатам расчетов можно сделать некоторые выводы о прогнозируемом изменении стока в бассейнах рек Днепр и Припять до 2035 г.:

- может произойти незначительное увеличение стока в зимний период по большинству рек – в среднем по бассейнам до 2,1 %, максимально до 25 %, причем по отдельным рекам изменение стока будет незначительным или даже вероятно его уменьшение;

- в весенний период, за редким исключением, вероятно снижение стока в среднем на 5,5 %, максимально – на 25 %;

- в летний период прогнозируется существенное и максимальное из всех периодов года уменьшение стока – в среднем на 20 %, максимально – на 40 %;

- в осенний период (особенно в начале осени – до середины октября) вероятно преимущественное снижение стока – в среднем на 8,5 %, максимально на 35 %, в остальные осенние месяцы сток изменится незначительно.

Для бассейна р. Западный Буг среднее изменение стока в % к современному стоку составляет 5,87 %, однако прослеживается внутригодовая неравномерность стока. Причем в разрезе месяцев это изменение имеет разную направленность. Так, для июля, августа и сентября прогнозируется снижение стока. Резкое снижение стока (до 50 %) возможно в пределах суббассейнов рек Копаявка и Пульва. Менее значительное, но более равномерное уменьшение стока (до 17,6 %) ожидается в августе. В сентябре возможно незначительное (1,33 %) уменьшение стока по всему бассейну. Максимальное увеличение стока прогнозируется в июне – до 63,6 %. Карты прогнозных изменений стока рек бассейна Западный Буг представлены в работе [45].

Увеличение стока возможно до 15 % по всей территории во все сезоны, кроме лета. Расчеты показывают, что увеличение стока летом возможно не более чем на 10 %.

Сценарий изменения климата В1 является более жестким, что приводит к большим изменениям стока рек и более резким различиям между северной и южной частью республики, между средними и малыми реками. При увеличении стока в целом за год отмечается неравномерность и разнонаправленность в отдельные месяцы.

В среднем за год возможно увеличение стока на 8 % в бассейнах р. Западный Буг. В среднем прогнозируется снижение стока в апреле (на 3–4 %) и июле (до 50 %). Для рек Западного Буга максимальное снижение стока возможно более чем на 60 % по отдельным небольшим водосборам. Снижение стока вероятно также в августе в бассейне р. Западный Буг (до 30 %). Возможно увеличение стока до 40 % в июне, в остальные месяцы прогнозируется увеличение стока до 15 %.

В зимний период прогнозируется небольшое увеличение стока для всех бассейнов р. Западный Буг на 5–10 %. Весной прогнозируется увеличение стока не более чем на 5 %, в летний период возможно снижение стока на юге более чем на 20 %.

Наиболее резкие изменения стока прогнозируются при изменении климата по сценарию В1. По объемам стока возможна резкая дифференциация между малыми и большими реками. При увеличении стока в среднем за год отмечаются неравномерность и разнонаправленность в отдельные месяцы.

При развитии сценария А1В увеличение годового стока в среднем не превысит 10 %. Ожидается снижение стока в июле-сентябре до 25 %. Максимальное увеличение стока возможно в июне около 40 %. Увеличение стока возможно до 15 % по всей территории во все сезоны, кроме лета. Расчеты показывают, что увеличение стока летом возможно не более чем на 10 %.

При развитии сценария В1 наибольшее снижение стока возможно в июле – около 50 % в бассейне р. Западный Буг. Увеличение стока прогнозируется до 40 % в июне. В зимний период прогнозируется небольшое увеличение стока на 5–10 %. Весной прогнозируется увеличение стока не более чем на 5 %. В летний период возможно снижение стока более чем на 20 %.

Для построения более точных карт изменения стока необходимо проведение специальных исследований для бассейнов Белорусского Полесья.

Разработаны картосхемы изменения стока рек Белорусского Полесья с учетом гармонизации результатов, полученных в данной работе по бассейнам рек Днепр и Припять, с результатами предыдущих прогнозных расчетов по бассейну р. Западный Буг.

Подробные результаты осредненного за период с 1961 по 2015 год стока ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), прогнозного стока на период до 2035 г. ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), изменения стока в абсолютных величинах ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) и в относительных величинах (%) приведены в приложении Б.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Aftanazy, R. Dzieje rezydencji na dawnych kresach Rzeczypospolitej. T. 2 / R. Aftanazy. – Wrocław; Warszawa; Kraków, 1992. – 720 s.
2. Bethers, U. Ensemble modelling of impact of climate change on runoff regime of Latvian rivers [Electronic resource] / U. Bethers, J. Sennikovs. – Mode of access: <http://www.mssanz.org.au/modsim09/I13/bethers.pdf>. – Date of access: 05.05.2012.
3. Birds in the European Union: a status assessment. – Wageningen, The Netherlands: Bird Life International, 2004. – 50 p.
4. Biswas, A. K. Dam disasters: an assessment / A. K. Biswas, S. Chatterjee // Eng. I. 1971. – V. 54. – № 5. – Pp. 3–8.
5. Cramp, S. The Birds of the Western Palearctic / S. Cramp. – Oxford, London, New York: Oxford Univ. Press, 1985. – Vol. 4. – 960 p.
6. European Environmental Agency – official website. – [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.eea.europa.eu/soer/soer\\_topic\\_search?topic=climate%20change](http://www.eea.europa.eu/soer/soer_topic_search?topic=climate%20change). – Date of access: 05.05.2012.
7. <http://www.geoversum.by/blogs/tapan-m-ka/istorija-meteorologi-belarusi.html>.
8. Kozulin, A. Breeding habitat, abundance and conservation status in Belarus / A. Kozulin, M. Flade // Vogelwelt, 1999. – Pp. 97–111.
9. Max Planck Institute for Meteorology – official website [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.mpimet.mpg.de/en/science/models/echam/echam5.html>. – Date of access: 05.05.2012.
10. Potsdam Institute for Climate Impact Research – official website [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.pik-potsdam.de/research/climate-impacts-and-vulnerabilities/models/cclm>. – Date of access: 05.05.2012.
11. Sites (IBAs) Belarus // Bird Life international [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.birdlife.org/datazone/sitesearchresults.php?cty=20&fam=0&gen=0>. – Date of access: 07.05.2013.
12. The List of Wetlands of International Importance // Официальный сайт Ramsar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ramsar.org/sites-countries/the-ramsar-sites/> (дата обращения: 12.07.2017).
13. Абламскі, В. Я. Дзяржаўны спіс гісторыка-культурных каштоўнасцей Рэспублікі Беларусь. Даведчае выданне / В. Я. Абламскі, І. М. Чарняўскі, Ю. А. Барысюк. – Мінск: БЕЛТА, 2008. – 684 с.
14. Абрамова, И. В. Биоразнообразие позвоночных животных юго-запада Беларуси / И. В. Абрамова, В. Е. Гайдук // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посв. 110-летию Н. В. Смольского (Минск, 7–9 окт. 2015 г.) : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол. В. В. Титок [и др.]. – Минск : Конфидо, 2015. – Ч. 2. – С. 10–13.
15. Абрамова, И. В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И. В. Абрамова. – Брест : Изд-во БрГУ, 2007. – 208 с.
16. Авакян, А. Б. Антропогенные факторы наводнений / А. Б. Авакян, А. А. Полюшкин // Водные ресурсы. – 1989. – № 3 – С. 5.
17. Авакян, А. Б. Наводнения. Концепция защиты / А. Б. Авакян // Известия АН РФ. Сер. географическая. – 2000. – № 5. – С. 40–46.
18. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник, В. Яцухно, Н. Денисов, Л. Николаева, М. Фалолеева // СЕЕФ2016-071-BL. – Минск ; Женева : ClimaEast, 2017. – 84 с.
19. Азява, Г. В. Защита от паводковых наводнений в Белорусском Полесье. Состояние и перспектива / Г. В. Азява, В. В. Аземша // Белорусское Полесье. – Вып. 1. – Минск: Фонд «Белорусское Полесье», 2001. – С. 49–53.
20. Антипова, Е. А. Геодемографические проблемы и территориальная структура сельского расселения Беларуси / Е. А. Антипова. – Минск: БГУ, 2008. – 327 с.
21. Атлас глобальных и региональных климатических прогнозов (на англ. языке) [Электронный ресурс]. // Материалы МГЭИК. С. 1350–1353. – Режим доступа: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (дата обращения: 14.11.2016).
22. Бабкин, В. И. Методика осреднения и интерполяции гидрометеорологических характеристик / В. И. Бабкин, О. А. Гусев, В. П. Новикова // Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 217. – С. 175–182.



23. Бакулин, П. И. Курс общей астрономии / П. И. Бакулин, Э. В. Кононович, В. И. Мороз. – М.: Наука, 1983. – 560 с.
24. Барышников, Н. Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм / Н. Б. Барышников. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 280 с.
25. Баскаков, В. К. Расчет норм годового стока по атмосферным осадкам и характеристикам речного бассейна на территории Южного Урала / В. К. Баскаков, А. Ж. Муфтахов, К. П. Воскресенский // Труды V Всесоюз. гидролог. съезда – Т. 6. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – С. 410–420.
26. Бачила, С. С. Деградация осушенных земель и их потенциальное плодородие / С. С. Бачила // Материалы II съезда Бел. о-ва почвоведов : в 3 кн. – Минск, 2001. – Кн. 3. – С. 12–14.
27. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений в процессе. Общие требования : Бяспека ў надзвычайных сітуацыях. Маніторынг і прагназіраванне небяспечных метэаралагічных з’яваў і працэсаў. Агульныя патрабаванні ; СТБ 1406–2003 (ГОСТ Р 22.1.07–99, MOD). – Введ. 01.01.04. – Минск : Госстандарт ; Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. – 19 с.
28. Белорусское Полесье: проблемы развития и размещения производительных сил / И. И. Трухан [и др.]; под ред. С. И. Сидора. – Минск: Изд-во БГУ, 1983. – 175 с.
29. Березуцкий, М. А. Антропогенная трансформация флоры / М. А. Березуцкий // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84. – № 6. – С. 8–19.
30. Блакітная кніга Беларусі : Энцыкл. / Беларус. Энцыкл.; Рэдкал.: Н. А. Дзіськоіінш. – Минск: БелЭн, 1994. – 415 с.
31. Блоцкая, Е. С. Популяционная экология мелких млекопитающих юго-западной и центральной Беларуси / Е. С. Блоцкая, В. Е. Гайдук. – Брест : Изд-во БрГУ, 2004. – 187 с.
32. Боголепов, М. А. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху / М. А. Боголепов. – М., 1908.
33. Боков, В. Н. Изменчивость атмосферной циркуляции и изменение климата / В. Н. Боков, В. Н. Воробьев // Ученые записки РГГУ. Метеорология. – 2010. – № 13. – С. 83–88.
34. Будыко, М. И. Климат и жизнь / М. И. Будыко. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 472 с.
35. Бучинский, И. Е. О климате прошлого Русской равнины / И. Е. Бучинский. – Л.: Гидрометеоздат, 1957.
36. В августе Брест побил шесть температурных рекордов [Электронный ресурс]. – 2015. Режим доступа : <https://news.tut.by/society/463313.html> (дата обращения : 06.09.2015).
37. В Гродно и Минске побиты температурные рекорды дня [Электронный ресурс]. – 2015. Режим доступа : <http://homel.greenbelarus.info/articles/07-08-2015/v-grodno-i-minske-pobity-temperaturnye-rekordy-dnya> (дата обращения : 10.08.2015).
38. Валетов, В. В. Оценка современного состояния биологического разнообразия государственного заказника Мозырского Полесья / В. В. Валетов, Д. И. Третьяков, В. А. Бахарев // Перспективы сохранения и рационального использования природных комплексов особо охраняемых природных территорий : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посв. 90-летию Березинского заповедника и 20-летию присвоения ему Европ. диплома для охран. Территорий (д. Домжерицы, Респ. Беларусь, 26–29 авг. 2015 г.) / Управление делами Президента Респ. Беларусь [и др.] ; редкол. В. С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. Дом печати, 2015. – С. 148–150.
39. Валуев, В. Е. Оптимизация метеорологической сети и обоснование репрезентативного периода наблюдений за атмосферными осадками / В. Е. Валуев [и др.] // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: материалы обл. науч.-техн. конф. (Брест, 2001 г.) / Брестский государственный технический университет; редкол. П. П. Строкач. – Брест, 2001. – С. 182–189.
40. Валуев, В. Е. Исследование синхронности колебания атмосферных осадков и их математическое моделирование (на примере Беларуси) / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, О. П. Мешик // Гидрометеорология и экология : ежекварт. науч.-техн. журнал (Алматы: М-во охр. окруж. среды Респ. Казахстан ; Казгидромет). – 2005. – № 2. – С. 42–50.
41. Валуев, В. Е. К вопросу интерполяции, осреднения и инженерных расчетов воднобалансовых характеристик / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, Н. Т. Юрченко // Воспроизводство плодородия мелиорируемых земель Сибири : Труды СибНИИГиМ. – Красноярск, 1991. – С. 21–39.
42. Валуев, В. Е. Речной сток и глобальные циркуляционные процессы в атмосфере земли / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, О. П. Мешик [и др.] // Вестник Брест. политех. ин-та. – 2000. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – С. 4–7.
43. Васильченко, Г. В. Опыт борьбы с наводнениями в СССР и задачи инженерной защиты от затоплений сельхозугодий в пойме р. Припяти / Г. В. Васильченко, Л. А. Гриневич // Проблемы Полесья. Минск: Наука и техника, 1984. – Вып. 9. – С. 20–27.

44. Водноэнергетический кадастр Белорусской ССР / под ред. Т. Л. Золотарева. – Минск : Изд-во Академии наук БССР, 1960. – Т. 1. – 282 с.
45. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А. А. Волчек, В. Н. Корнеев, С. И. Парфомук [и др.] ; под общ. ред. А. А. Волчека, В. Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 225 с.
46. Воздействие изменения климата на реки и озёра района речного бассейна (РРБ) Нямуна-са. – 2010. – 57 с.
47. Волчек, А. А. Изменение сроков наступления максимальных расходов воды весеннего половодья на реках Беларуси / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2008. – № 1. – С. 54–59.
48. Волчек, А. А. Водные ресурсы Брестской области / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин. – Минск: Изд. центр БГУ, 2002. – 440 с.
49. Волчек, А. А. Методика определения максимально возможного испарения по массовым метеоданным (на примере Белоруссии) / А. А. Волчек // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству (Минводхоз БССР). – 1986. – № 12. – С. 17–21.
50. Волчек, А. А. Минимальный сток рек Беларуси / А. А. Волчек, О. И. Грядунова. – Брест: Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина., 2010. – 169 с.
51. Волчек, А. А. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) / А. А. Волчек, С. И. Парфомук // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2007. – № 1. – С. 50–62.
52. Волчек, А. А. Половодья на реках Беларуси: закономерности формирования и прогноз / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG, 2012. – 216 с.
53. Волчек, А. А. Синхронности в колебаниях стока рек Беларуси и его оценка / А. А. Волчек // Природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 44–48.
54. Воропаев, Г. В. Воды суши и водные проблемы / Г. В. Воропаев // Водные ресурсы. – 1987. – № 6. – С. 3–26.
55. Второе, третье, четвертое Национальное сообщение Республики Беларусь в соответствии с обязательствами по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Минск, 2006. – 143 с.
56. Гайдук, В. Е. Кадастр позвоночных животных биосферного резервата «Прибужское Полесье» (Белорус. сектор трансграничного биосф. резерв. «Западное Полесье») / В. Е. Гайдук [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2014. – 80 с.
57. Гайдук, В. Е. Распространение, биотопическое распределение и численность рыбообразных в юго-западной Беларуси / В. Е. Гайдук, Е. С. Блоцкая, И. В. Абрамова // Вучоныя запіскі Брэсцкага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. С. Пушкіна : зб. навук. прац. – Брэст, 2015. – Вып. 11. – Ч. 2. – С. 38–50.
58. Гайдук, В. Е. Распространение, биотопическое распределение, суточные и сезонные биоритмы земноводных (*Amphibia*) в юго-западной Беларуси / В. Е. Гайдук, Е. С. Блоцкая, И. В. Абрамова // Вучоныя запіскі Брэсцкага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. С. Пушкіна : зб. навук. прац. – Брэст, 2013. – Вып. 9. – Ч. 2. – С. 71–83.
59. Гайдук, В. Е. Распространение, биотопическое распределение, суточные и сезонные биоритмы пресмыкающихся (*Reptilia*) в юго-западной Беларуси / В. Е. Гайдук, Е. С. Блоцкая, И. В. Абрамова // Вучоныя запіскі Брэсцкага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. С. Пушкіна : зб. навук. прац. – Брэст, 2014. – Вып. 10. – Ч. 2. – С. 59–75.
60. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Воробьинообразные : монография / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова ; Брест. гос. ун-т. – Брест : Изд-во БрГУ, 2013. – 298 с.
61. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные : монография / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова ; Брест. гос. ун-т. – Брест : Изд-во БрГУ, 2009. – 300 с.
62. Гарады і вескі Беларусі : энцыклапедыя. Т. 3. Кн 1: Брэсцкая вобласць / рэдкал.: Г. П. Пашкоў (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: БелЭн, 2006. – 528 с.
63. Гарады і вескі Беларусі : энцыклапедыя. Т.4. Кн 2: Брэсцкая вобласць / рэдкал.: Г. П. Пашкоў (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: БелЭн, 2007. – 608 с.
64. Географический атлас учителя : пособие для учителей учреждений общего среднего образования / Гос. комитет по имуществу Респ. Беларусь. – Минск : Белкартография, 2016. – 392 с.
65. География почв Беларуси : учеб. пособие / Н. В. Клебанович [и др.]. – Минск : БГУ, 2011. – 184 с.

66. Глобус Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://globus.tut.by> (дата обращения: 10.12.2017).
67. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2000 год). – Минск: ЦНИИКИВР, 2001. – 105 с.
68. Государственный водный кадастр: Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2005 год). – Минск: ЦНИИКИВР, 2006. – 106 с.
69. Государственный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – 1979. – Т. 2. – Минск, 1981. – Вып. 7.3.
70. Гричик, В. В. Животный мир Беларуси / В. В. Гричик, Л. Д. Бурко. – Минск: Изд. центр БГУ, 2013. – 399 с.
71. Грушевский, М. С. Очерк истории Турово-Пинского княжества XI–XIII вв. / М. С. Грушевский. – Киев, 1901.
72. Долбик, М. С. Ландшафтная структура орнитофауны Белоруссии / М. С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1974. – 312 с.
73. Долбик, М. С. Птицы Белорусского Полесья / М. С. Долбик. – Минск : Изд-во АН БССР, 1959. – 268 с.
74. Дробенков, С. М. Структурная организация герпетокомплексов Белорусского Полесья / С. М. Дробенков // Проблемы экологии и экологического образования в постчернобыльский период : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Мозырь, 2000 г.) / редкол. : В. В. Валетов (гл. ред.) [и др.]. – Мозырь : РИФ «Белый ветер», 2000. – С. 180–182.
75. Дрозд, В. В. Река Припять / В. В. Дрозд, О. З. Ревера. – Минск: Изд-во «Университетское», 1988. – 77 с.
76. Дубовик, Д. В. Адвентивные виды растений во флоре Беларуси и их инвазивный потенциал / Д. В. Дубовик // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира (Минск – Нарочь, 23–26 сент. 2014 г.) / НАН Беларуси [и др.] ; редкол.: А. В. Пугачевский [и др.]. – Минск, 2014. – С. 184–186.
77. Дуброўскі, А.М. Край пад белымі крыламі. Фотаальбом / А. М. Дуброўскі. – Пінск: ТДА «ПРА «Паляшук», 2006.– 2006.– 184 с.
78. Естественные луга Припятского Полесья: современное состояние и перспективы хозяйственного использования / В. Л. Романова [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2015. – № 3. – С. 11–17.
79. Жуков, П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков. – Минск, 1988. – 310 с.
80. Журнал министерства внутренних дел. – СПб., 1838.
81. Засуха в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.spb.kp.ru/daily/26401.4/3277046/> (дата обращения : 25.05.2016).
82. Земноводные Беларуси : распространение, экология и охрана / С. М. Дробенков [ и др.]. – Минск : Белорус. наука, 2006. – 215 с.
83. Изменение климата, 2007. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата : обобщ. докл. / Р. К. Пачаури [и др.]. – Женева : МГЭИК, 2007. – 104 с.
84. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Резюме для политиков. – Женева : МГЭИК, 2013. – 28 с. // Материалы МГЭИК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (дата обращения : 12.05.2015).
85. Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учеб-метод. комплекс / М.Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2015. – 424 с.
86. Изменения климата Беларуси и их последствия / В. Ф. Логинов [и др.] ; под общ. ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Тонпик, 2003. – 330 с.
87. Инженерные расчеты воднобалансовых характеристик / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, О. П. Мешик [и др.] // Сб. тез. докл. XXI науч.-техн. конф. в рамках проблемы «Наука и мир» / Брест. политех. ин-т. – Брест, 1994. – Ч. II. – С. 89–90.
88. Истомина, М. Н. Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия / М. Н. Истомина, А. Г. Кочарян, И. П. Лебедева // Водные ресурсы. – 2005. – № 4. – Т. 32. – С. 389–398.
89. Калинин, М. Ю. Водные ресурсы Гомельской области / М. Ю. Калинин, А. А. Волчек ; под общ. ред. М. Ю. Калинина. – Минск: Белсэнс, 2005. – 144 с.

90. Калинин, М. Ю. Водные ресурсы Белорусского Полесья: использование и охрана / М. Ю. Калинин, А. А. Волчек // Природные ресурсы. – 2001. – № 4. – С. 35–49.
91. Калинин, М. Ю. Подземные воды и устойчивое развитие / М. Ю. Калинин. – Минск: Белсэкс, 1998. – 444 с.
92. Калинин, М. Ю. Степень химического загрязнения подземных вод Барановичского района / М. Ю. Калинин, М. А. Писарик // Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. Вестник БПИ. – 2001. – №2. – С. 63–66.
93. Клебанович, Н. В. Почвоведение и земельные ресурсы : учеб. пособие для вузов / Н. В. Клебанович. – Минск : БГУ, 2013. – 343 с.
94. Климат Беларуси / Академия наук Беларуси, Комитет по гидрометеорологии МЧС Респ. Беларусь ; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Ин-т геолог. наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
95. Климат Бреста / под ред. Ц. А. Швер, И. А. Савиковского. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 160 с.
96. Климат Республики Беларусь в 2015 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://pogoda.by/press-release/?page=528> (дата обращения : 08.12.2016).
97. Козловская, Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны / Н. В. Козловская. – Минск: Наука и техника, 1978. – 128 с.
98. Кондратьев, К. Я. Альbedo и угловые характеристики отражения подстилающей поверхности и облаков / К. Я. Кондратьев [и др.]. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 232 с.
99. Корженевич, С. В. Брестская и Гомельская области в демографическом измерении / С. В. Корженевич // Географія: праблемы выкладання. – 2010. – № 1. – С. 18–28.
100. Корженевич, С. В. Географические закономерности трансформации населения Белорусского Полесья : монография / С. В. Корженевич. – Пинск: ПГУ, 2014. – 125 с.
101. Красная книга Белорусской ССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растения. – Минск: Изд-во Бел. сов. энцикл. им. П. Бровки, 1981. – 288 с.
102. Красная книга Республики Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол. : И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.
103. Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
104. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : Л. И. Хоружик (предс.), Л. М. Суценья, В. И. Парфенов [и др.]. – Минск: БелЭн, 2005. – 456 с.
105. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (под ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2004. – 320 с.
106. Красовский, К. К. Урбанизация в Беларуси: экономико-географический анализ : монография / К. К. Красовский ; Беларус. гос. ун-т, Брест. гос. ун-т. – Брест: Изд-во БрГУ, 2004. – 203 с.
107. Кулагин, А. Н. Архитектура дворцово-усадебных ансамблей Белоруссии / А. Н. Кулагин. – Минск: Наука и техника, 1981. – 134 с.
108. Куницкий, Д. Ф. Инвазийные виды рыб бассейна р. Припять / Д. Ф. Куницкий, В. К. Ризевский // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы IV науч.-практ. конф. – Гомель, 2002. – С. 135–137.
109. Кусенков, А. Н. Динамика численности популяций массовых видов синантропных птиц на юго-востоке Беларуси / А. Н. Кусенков, З. А. Горошко, Н. В. Карлионова // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, окт. 2000 г. / редкол. : А. Н. Кусенков (отв. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ, 2000. – С. 79–83.
110. Кусенков, А. Н. Многолетняя динамика населения птиц на территории поселений на юго-востоке Беларуси / А. Н. Кусенков, И. А. Шелякин // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, окт. 2001 г.) / редкол. : А. Н. Кусенков (отв. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ, 2001. – С. 89–94.
111. Ландшафтные воды в условиях техногенеза : монография / О. В. Кадацкая [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2005. – 347 с.
112. Лиштван, И. И. Проблемы наводнений в Полесье и мероприятия по противопаводковой защите населенных пунктов и сельскохозяйственных земель / И. И. Лиштван, Г. В. Азява, Л. М. Ярошевич // Природные ресурсы. – 1999. – № 2. – С. 49–58.

113. Логинов, В. Ф. Влияние Атлантического океана на величину трендов температуры воздуха в период современного потепления / В. Ф. Логинов // География и природные ресурсы. – 2010. – № 3.
114. Логинов, В. Ф. Антропогенное воздействие на водные ресурсы Беларуси / В. Ф. Логинов, М. Ю. Калинин, В. Ф. Иконников – Минск: ПолиБиг, 2000. – 284 с.
115. Логинов, В. Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек. – Минск: Тонпик, 2006. – 160 с.
116. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск: ТетраСистемс, 2008. – 494 с.
117. Логинов, В. Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 129 с.
118. Логинов, В. Ф. Радиационные факторы и доказательная база изменения климата / В. Ф. Логинов // Солнечно-земная физика. – 2012. – Вып. 21. – С. 3–9.
119. Логинов, В. Ф. Сезонные особенности изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Природопользование : сб. науч. тр. / Ин-т природопользования НАН Беларуси ; под ред. А. К. Карабанова. – Минск, 2014. – С. 16–22.
120. Лукаш, О. В. Флора судинних рослин Східного Полісся: структура та динаміка / О. В. Лукаш. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 200 с.
121. Мавродин, В. В. Очерки истории Левобережной Украины с древнейших времен до второй половины XIV в. / В. В. Мавродин. – М., 1940.
122. Малинин, В. Н. О современных изменениях глобальной температуры воздуха / В. Н. Малинин, С. М. Гордеева // Общество. Среда. Развитие (Тетра Humana). – 2011. – № 2. – С. 215–221.
123. Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение : учеб. пособие / Г. И. Марцинкевич, И. И. Счастливая. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 288 с.
124. Марцинкевич, Г. И. Основы ландшафтоведения : учеб. пособие / Г. И. Марцинкевич, Н. К. Клицунова, А. Н. Мотузко. – Минск : Вышэйш. школа, 1986. – 206 с.
125. Матвеев, Л. Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли / Л. Т. Матвеев. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 295 с.
126. Мезенцев, В. С. Увлажненность Западно-Сибирской равнины / В. С. Мезенцев, И. В. Карнацевич. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 168 с.
127. Мезенцев, В. С. Гидрологические расчеты в мелиоративных целях / В. С. Мезенцев. – Омск, 1982. – 84 с.
128. Мезенцев, В. С. Гидролого-климатическая гипотеза и примеры ее использования / В. С. Мезенцев // Водные ресурсы. – 1995. – Т. № 22, 3. – С. 299–301.
129. Мелиорация : энцикл. справочник / под общ. ред. А. И. Мурашко. – Минск: Белорус. Сов. Энцикл., 1984. – 567 с.
130. Мешик, О. П. Проблемы количественной оценки составляющих тепловлагоресурсов Беларуси / О. П. Мешик // Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды : труды Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. В. Е. Валуева. – Биберах ; Брест ; Ноттингем : Центр Трансфера Технологий (ЦТТ), TEMPUS TACIS, 1998. – С.73–83.
131. Мешик, О. П. Трансформация режима выпадения атмосферных осадков на территории Беларуси / О. П. Мешик, В. Е. Валуев // Вестник БГТУ. Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2005. – № 2. – С. 3–6.
132. Мешик, О. П. Исследование и моделирование составляющих теплоэнергетических ресурсов климата Беларуси / О. П. Мешик // Рациональное использование природных ресурсов : труды Междунар. конф. (Брест, 20–22 окт. 1998 г.) / Брест. политех. ин-т ; редкол.: В. Е. Валуев [и др.]. – Брест: Центр Трансфера Технологий (ЦТТ), 1998. – С. 40–50.
133. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.minpriroda.gov.by/ru/> (дата обращения ; 12.04.2016).
134. Михальчук, Н. В. Гидрогенно-карбонатные ландшафты Полесья: генезис, состояние фитобиоты, охрана / Н. В. Михальчук. – Минск : Беларус. навука, 2015. – 296 с.
135. Михальчук, Н. В. «Орхидный пояс» Полесья / Н. В. Михальчук // Природопользование. – 2010. – Вып. 18. – С. 103–107.
136. Михальчук, Н. В. Параметры парциальных флор гидрогенно-карбонатных ландшафтов Полесья в естественных и антропогенно-модифицированных условиях / Н. В. Михальчук, О. А. Галуц, И. В. Ковалев // Веснік Брэсцкага універсітэта. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2010. – № 2. – С. 95–104.

137. Московина, Э. Г. Паводки на р. Даугаве за историческое время / Э. Г. Московина. – Рига, 1960.
138. Мялик, А. М., Ахоўваемыя віды сасудзістых раслін рэспубліканскага ландшафтнага заказніка «Выганашчанскае» / А. М. Мялік // Перспективы сохранения и рационального использования природных комплексов особо охраняемых природных территорий : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (д. Домжерицы, Респ. Беларусь, 26–29 авг. 2015 г.) / Управление делами Президента Респ. Беларусь [и др.] ; редкол.: В. С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Белорус. Дом печати, 2015. – С. 288–290.
139. Мялик, А. Н. Динамика адвентивного компонента флоры Припятского Полесья за последнее столетие / А. Н. Мялик // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2017. – № 1. – С. 55–61.
140. Мялик, А. Н. Инвазионные виды во флоре Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. біялагічных навук. – 2016. – № 1. – С. 117–123.
141. Мялик, А. Н. Особенности натурализации некоторых культивируемых видов в условиях юго-западной части Беларуси // А. Н. Мялик // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2016. – № 2. – С. 24–28.
142. Мялик, А. Н. Созологический анализ флоры Белорусского Полесья / А. Н. Мялик, О. А. Галуц // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2016. – № 1. – С. 8–16.
143. Мялик, А. Н. Таксономический анализ флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Материалы XVII Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых : в 2 ч. (Брест, 15 мая 2015 г.) / БрГУ им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. Е. Будько. – Брест, 2015. – Ч. 1. – С. 112–114.
144. Мялик, А. Н. Эколого-географические особенности пограничных видов пограничных видов флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. – Вып. 45 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2016. – С. 71–82.
145. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Сер. 3. – Чч. 1–6. – Вып. 7. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 302 с.
146. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016 год [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые, граф. дан. (21 Мб). – Минск: Республ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв.; 12 см.
147. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2008 / под ред. С. И. Кузьмина, С. П. Уточкиной. – Минск : РУП «БелНИЦ «Экология», 2009. – 340 с.
148. Национальное приложение к ТКП EN 1991-1-4-2009 / В. В. Тур, С. С. Дереченник, О. П. Мешик [и др.] // ТКП EN 1991-1-4-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Чч. 1–4: Общие воздействия. Ветровые воздействия. – Введ. 10.12.2009 (с изм. и доп.). – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2009. – 130 с.
149. Национальное приложение к ТКП EN 1991-1-3-2009 / В. В. Тур, С. С. Дереченник, О. П. Мешик [и др.] // ТКП EN 1991-1-3-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Чч. 1–3: Общие воздействия. Снеговые нагрузки. – Введ. 10.12.2009 (с изм. и доп.). – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009. – 50 с.
150. Национальное приложение к ТКП EN 1991-1-5-2009 / В. В. Тур, О. П. Мешик, С. С. Дереченник [и др.] // ТКП EN 1991-1-5-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Чч. 1–5: Общие воздействия. Температурные воздействия. – Введ. 10.12.2009 (с изм. и доп.). – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009. – 38 с.
151. Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск : Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь, 2002. – 292 с.
152. Нежиховский, Р. А. Наводнения на реках и озерах / Р. А. Нежиховский. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 184 с.
153. Неотектоника и полезные ископаемые Белорусского Полесья / А. В. Матвеев, Э. А. Левков, Л. Ф. Ажгиревич [и др.] ; Ин-т геохимии и геофизики АН БССР. – Минск: Наука и техника, 1984. – 131 с.
154. Несцярчук, Л. М. Замкі, палацы, паркі Берасцейшчыны Х–XX стагоддзяў (гісторыя, стан, перспектывы) / Л. М. Несцярчук. – Минск: БЕЛТА, 2002. – 336 с.
155. Никифоров, М. Е. Современный состав и ревизия статуса птиц Национального парка «Припятский» / М. Е. Никифоров, П. В. Пинчук, Э. А. Монгин // Биологическое разнообразие Национального парка «Припятский» и других особо охраняемых природных территорий : сб. науч. тр. Нац. парка «Припятский». – Туров ; Мозырь : Белый ветер, 1999. – С. 260–268.

156. Никифоров, М. Е. Современный состав фауны птиц Беларуси : информация Белорус. орнито-фаунистической комиссии / М. Е. Никифоров, И. Э. Самусенко // Зоологические чтения – 2015 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 22–24 апр. 2015 г.) / О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2015. – С. 191–194.
157. Никифоров, М. Е. Формирование и структура орнитофауны Беларуси / М. Е. Никифоров. – Минск : Белорус. наука, 2008. – 297 с.
158. О стратегических оценках последствий изменений климата в ближайшие 10–20 лет для природной среды и экономики Союзного государства. – Сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]. – 1998–2012. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru> (дата обращения : 07.05.2012).
159. Округ, С. И. Защита от наводнений / С. И. Округ // Белорусское Полесье. – Пинск: Фонд «Белорусское Полесье», 2001. – Вып. 1. – С. 60–62.
160. Оппоков, Е. В. Колебание водоносности рек в историческое время исследование рек СССР / Е. В. Оппоков. – Москва, 1933. – Вып. 4.
161. Особо охраняемые природные территории Беларуси : справочник / Н. А. Юргенсон, Е. В. Шушкова [и др.] ; ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам». – Минск: БелИСА, 2012. – 204 с.
162. Особо охраняемые природные территории Брестской области / под ред. Н. В. Михальчука [и др.]. – Брест : Облтипография, 1997. – 164 с.
163. Оценка плодородия почв Белоруссии / Н. И. Смян, В. С. Зинченко, И. М. Богдевич [и др.]. – Минск : Ураджай, 1989.
164. Парфенов, В. И. Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии / В. И. Парфенов, Г. А. Ким, Г. Ф. Рыковский. – Минск : Наука и техника, 1985. – 291 с.
165. Парфенов, В. И. Обусловленность распространения и адаптации видов растений на границах ареалов / В. И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
166. Парфенов, В. И. Флора Белорусского Полесья. Современное состояние и тенденции развития / В. И. Парфёнов. – Минск : Наука и техника, 1983. – 295 с.
167. Первое Национальное сообщение Республики Беларусь в соответствии с обязательствами по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / Всемирный банк, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Минск, 2003. – 291 с.
168. Пикулик, М. М. Земноводные Белоруссии / М. М. Пикулик. – Минск : Наука и техника, 1985. – 191 с.
169. Пикулик, М. М. Пресмыкающиеся Белоруссии / М. М. Пикулик, В. А. Бахарев, С. В. Косов. – Минск : Наука и техника, 1986. – 168 с.
170. Пикулик, М. М. Сравнительная оценка состояния фауны амфибий и рептилий в прируслово-пойменной зоне Припяти на разных участках ее течения / М. М. Пикулик [и др.] // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование : тез. докл. III обл. итог. науч. конф. (Гомель, 1983 г.) / редкол. : Б. П. Савицкий (отв. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ, 1983. – С. 36–37.
171. План управления биологическим заказником республиканского значения «Споровский» / науч. дир. А. В. Козулин. – Минск, 2001. – С. 29–30.
172. Плужников, В. Н. Водные ресурсы Беларуси, их использование и охрана / В. Н. Плужников, М. В. Фадеева, В. И. Бучурин // Природные ресурсы. – 1996. – № 1. – С. 24–29.
173. Плужников, В. Н. Оценка трансграничного переноса загрязняющих веществ реками Беларуси / В. Н. Плужников, А. Г. Гриневич, М. Р. Лукошко // Природные ресурсы. – 1998. – № 4. – С. 32–36.
174. Почвы Беларуси : учеб. пособие для студентов / А. И. Горбылева [и др.] ; под ред. А. И. Горбылевой. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 184 с.
175. Почвы Белорусской ССР / под ред. Т. П. Кулаковской, П. П. Рогового, Н. И. Смяна. – Минск: Ураджай, 1974.
176. Природная среда Беларуси : монография / под ред. В. Ф. Логинова ; НАН Беларуси ; Ин-т пробл. использования природ. ресурсов и экологии. – Минск: НОООО «БИП-С», 2002. – 424 с.
177. Проблемы природопользования в трансграничном регионе Белорусского и Украинского Полесья : монография / науч. ред. В. П. Палиенко, В. С. Хомич, Л. О. Сорокина. – Киев : Сталь, 2013. – 290 с.
178. Продолжительные дожди в июле 2007 года [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=15> (дата обращения : 12.03.2016).

179. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М. Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Издатель Н. А. Королёв, 1997. – 188 с.
180. Пятое Национальное сообщение Республики Беларусь в соответствии с обязательствами по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2010. – 195 с.
181. Растительный покров Белоруссии (с картой М1:1000000) / ред. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1969. – 176 с.
182. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения: ТКП 45-3.04-168–2009(02250). – Введ. 30.12. 2009. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 55 с.
183. Раткович, Д. Я. Типы наводнений и пути сокращения наносимых ими ущербов / Д. Я. Раткович, Л. Д. Раткович // Водные ресурсы. – 2000. – № 3. – С. 261–266.
184. Редкие биотопы Беларуси / А. В. Пугачевский [и др.]. – Минск : Альтиора – Живые краски, 2013. – 236 с.
185. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по сост. на 1 янв. 2017 г.). – Минск : Гос. комитет по имуществу Республики Беларусь, 2017. – 57 с.
186. Республиканская программа инженерных водохозяйственных мероприятий по защите населенных мест и сельскохозяйственных угодий от паводков в наиболее паводкоопасных районах Полесья. – Минск, 2000.
187. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – Т. 5. – Ч. 1. – 718 с.
188. Ризевский, В. К. Динамика состава фауны рыб водоемов Беларуси / В. К. Ризевский // Проблемы сохранения биол. разн. и исполъз. биол. ресурсов : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посв. 110-летию Н. В. Смольского (Минск, 7–9 окт. 2015 г.) : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол. : В. В. Титок [и др.]. – Минск : Конфидо, 2015. – Ч. 2. – С. 260–262.
189. Ризевский, В. К. Новые виды рыб в фауне Беларуси / В. К. Ризевский [и др.] // Докл. Нац. Акад. наук Беларуси. – 2009. – Т. 53. – № 3. – С. 96–97.
190. Роджерс, С. Д. Моделирование атмосферной радиации для исследований климата / С. Д. Роджерс // Физические основы теории климата и его моделирования. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – С. 182–185.
191. Руководство по водным ресурсам и адаптации к изменению климата. – ООН, Нью-Йорк и Женева, 2009.
192. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеорол. изд-во, 1965. – Ч. 2. – 492 с.
193. Рутковский, П. П. Проблема наводнений в Республике Беларусь и пути её решения / П. П. Рутковский // Природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 59–63.
194. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. центр БГУ, 2005. – 319 с.
195. Савчук, С. С. Состояние и тенденции развития флоры Брестского Полесья как природной модели антропогенной динамики биоразнообразия : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01 / С. С. Савчук ; Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2013. – 23 с.
196. Сакович, В. С. Белорусское село в 70–90-е годы: миграция населения, трудовые ресурсы / В. С. Сакович, науч. ред. М. П. Костюк. – Минск: НАН Беларуси, Ин-т истории, 1997. – 170 с.
197. Санько, С. Белорусская мифология: Энциклопедический словарь / С. Санько. – Минск: Беларусь, 2004. – 592 с.
198. Сборник санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению. – Минск : Минздрав РБ, 2000. – 151 с.
199. Свитин, В.В. Мелиорация и охрана земель – важнейшая функция государственного управления земельными ресурсами / В. В. Свитин // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Горки: Белорус. гос. сельскохоз. академия, 2001.
200. Свод памятников истории и культуры Белоруссии. Брестская область / АН БССР, Ин-т искусствоведения, этнографии и фольклора, Белорус. Энцикл. ; редкол.: С. В. Марцелов (гл. ред.) и др. – Минск: БелСЭ, 1990. – 424 с.
201. Сержанин, И. Н. Млекопитающие Белоруссии. – 2-е изд. – Минск : Изд-во АН БССР, 1961. – 318 с.
202. Силвер, Дж. Глобальное потепление / Дж. Силвер. – М.: Эксмо, 2009. – 336 с.
203. Сильный ветер в январе 2007 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=12> (дата обращения : 05.04.2016).



204. Скарбы прыроды Беларусі: Тэрыторыі, якія маюць міжнар. значэнне для захавання біял. разнастайнасці / пад агульн. рэд. А.В. Казуліна. – Мінск : Беларусь, 2002. – 160 с.
205. Смеян, Н. И. Почвы и структура посевных площадей / Н. И. Смеян. – Минск:Ураджай, 1990.
206. Смоліч, А. А. Географія Беларусі / А. А. Смоліч. – 4-е выд. – Минск: Беларусь, 1993. – 382 с.
207. Современные проблемы изучения, использования и охраны природных комплексов Полесья : тез. докл. Междунар. науч. конф. – Минск: Белсенс, 1998.
208. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 1997 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 1998.
209. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 2004 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2005. – 285 с.
210. Станкевич, А. П. Трансграничный перенос загрязняющих веществ в бассейне р. Припять / А. П. Станкевич // Прыроднае асяроддзе Палесся: Сучасны стан і яго змены : тез. докл. Межд. науч. конф. – Брэст, 2002. – С. 228–230.
211. Статистические методы в природопользовании : учеб. пособие для студ. высших учебных заведений / В. Е. Валуев [и др.]. – Брест: Брест. политех. ин-т, 1999. – 252 с.
212. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси : справочник / М-во природ, ресурс. и охр. окруж. среды Респ. Беларусь ; под общ. ред. М. А. Гольберга. – Минск : Бел. науч.-исслед. центр «Экология», 2002. – 132 с.
213. Таратунин, А. А. Современная стратегия защиты и снижения ущербов от наводнений в Республике Беларусь / А. А. Таратунин // Природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 64–69.
214. ТКП 17.10-36-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления справочника по агроклиматическим ресурсам. – Минск: Минприроды, 2011.
215. ТКП 17.10-42-2009 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях. – Минск: Минприроды, 2009.
216. ТКП 17.10-42-2014 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила организации наблюдений на реперных климатических станциях. – Минск: Минприроды, 2014.
217. ТКП EN 1991-1-5-2009 Еврокод 1: Воздействия на конструкции. Чч. 1–5: Общие воздействия. Температурные воздействия. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2009.
218. Тур, В. В. Картографирование основных характеристик снегового покрова по результатам комплексной статистической обработки данных метеорологических наблюдений / В. В. Тур [и др.] // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2008. – № 2(50). – С. 2–10.
219. Углянец, А. В. Сохранение и восстановление пойменно-речных природных комплексов Припяти – задача общеевропейская / А. В. Углянец // Европа – наш общий дом: Экологические аспекты : сб. темат. докл. – Минск, 1999. – Ч. 2. – С. 74–80.
220. Фізічная геаграфія Беларусі : вучэб. дапам. / Б. М. Гурскі, К. К. Кудло, Д. А. Бесараб [і інш.] / пад рэд. Б. М. Гурскага, К. К. Кудло. – Мінск : Універсітэцкае, 1995. – 181 с.
221. Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике : сб. науч. тр. / под ред. Г. В. Анципова. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2008. – 162 с.
222. Фашевский, Б. В. Основы экологической гидрологии / Б. В. Фашевский. – Минск, 1996.
223. Федорук, А.Т. Старинные усадьбы Берестейщины / А. Т. Федорук ; под ред. Т. Г. Мартыненко. – Минск: БелЭн, 2004. – 576 с.
224. Федюшин, А. В. Птицы Белоруссии / А. В. Федюшин, М. С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 519 с.
225. Флора и растительность верховых болот Беларуси / Н. А. Зеленкевич [и др.]. – Минск : СтроймедиаПроект, 2016. – 244 с.
226. Франс, Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х. М. Торнли ; под ред. Ф. И. Ерешко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
227. Чесноков, В. А. Изменение стока с заболоченных водосборов южной Карелии под влиянием лесосведения / В. А. Чесноков // Значение болот в биосфере: гидрологические аспекты. – М., 1980. – С. 73–80.

228. Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь / Беларусь. Энцыкл. ; Гал. рэдкал. : А. М. Дарафееў (старш.) [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 1993. – 560 с.
229. Швец, Г. И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР / Г. И. Швец. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 244 с.
230. Шевцова, Т. Н. Хронологическая динамика ихтиофауны бассейна р. Припять / Т. Н. Шевцова [и др.] // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы IV науч.-практ. конф. – Гомель, 2002. – С. 248–249.
231. Шнитников, В. Н. Птицы Минской губернии / В. Н. Шнитников. – М. : Типолитогр. т-ва И. Н. Кушнеров и К<sup>о</sup>, 1913. – 475 с.
232. Шпилевский, П. М. Путешествие по Полесью и белорусскому краю / П. М. Шпилевский ; предисл., текстол. подгот., прим. и коммент. С. А. Кузнецовой. – Минск: Беларусь, 2004. – 251 с.
233. Экстремальные гидрологические явления / Н. И. Коронкевич [и др.] // Известия РАН. Сер. географическая. – 2005. № 2. – С. 45–57.
234. Юркевич, И. Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1965. – 288 с.
235. Юркевич, И. Д. Леса Белорусского Полесья / И. Д. Юркевич, Н. Ф. Ловчий, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1977 – 288 с.
236. Юрко, В. В. Современное состояние орнитофауны Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / В. В. Юрко // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике : сб. науч. тр. / под ред. Г. В. Анципова. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2008. – С. 65–115.

Приложение А. Изменение климата

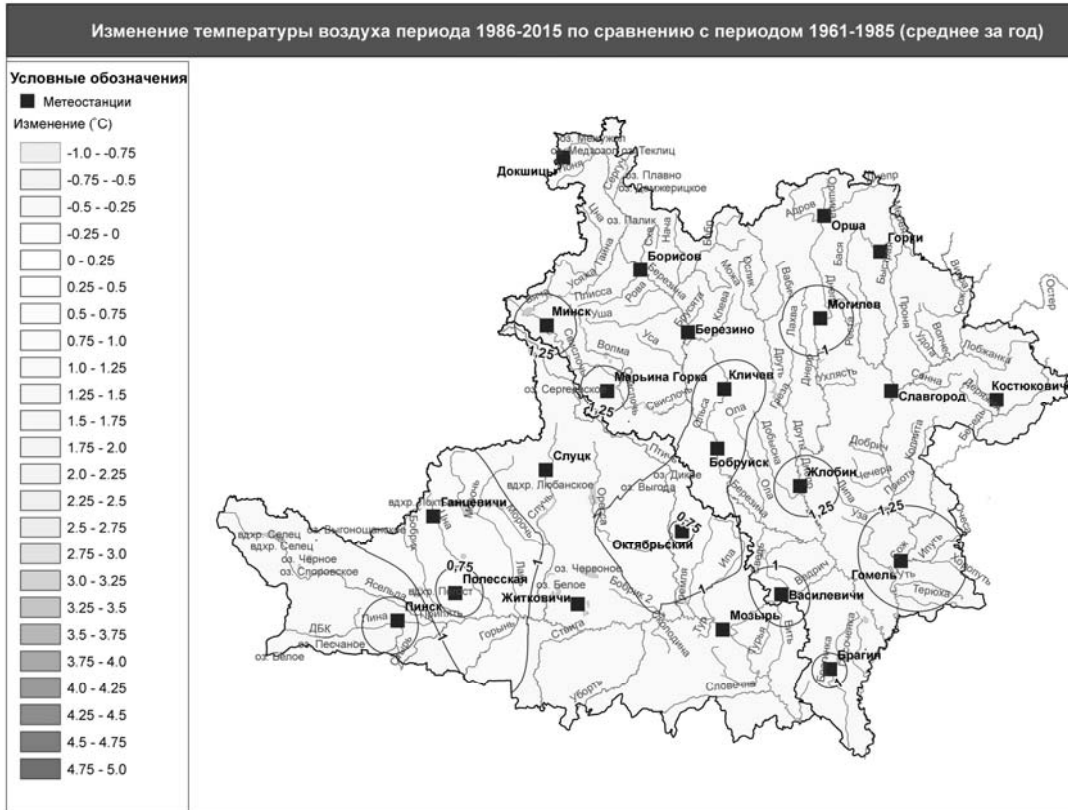


Рисунок А.1 – Картограмма изменения среднегодовой температуры воздуха (°C) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

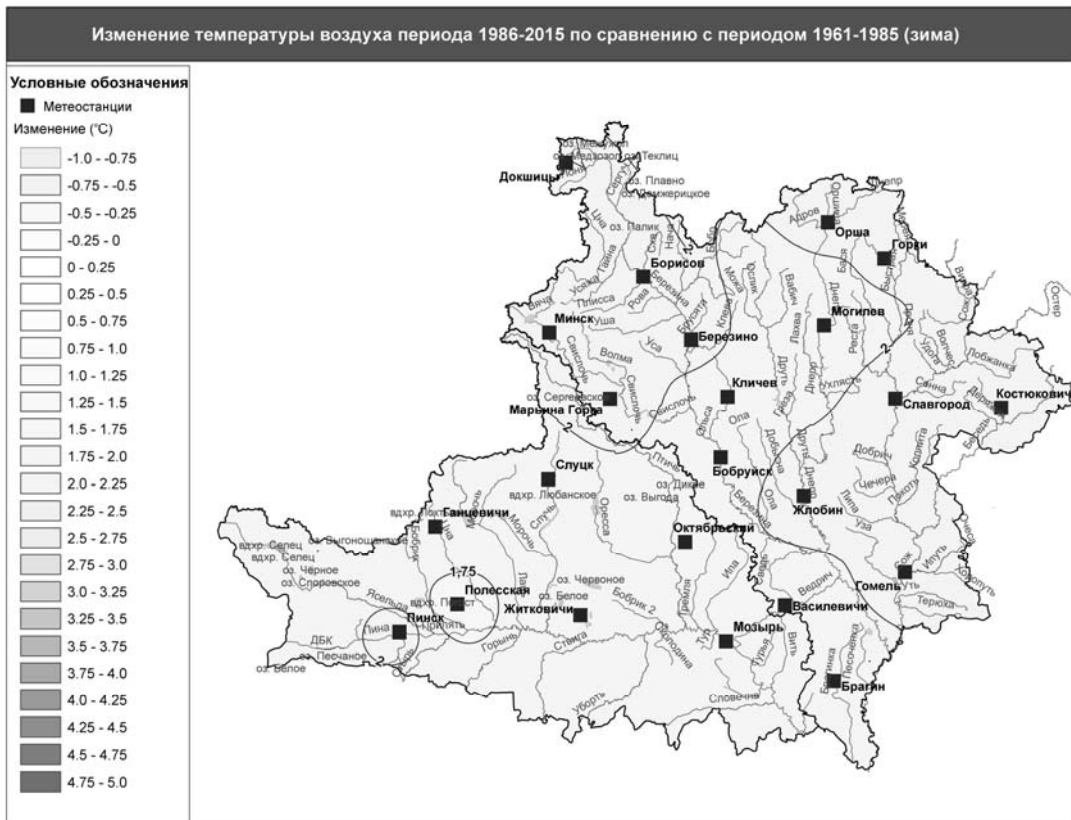


Рисунок А.2 – Картограмма изменения температуры воздуха (°C) в зимний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

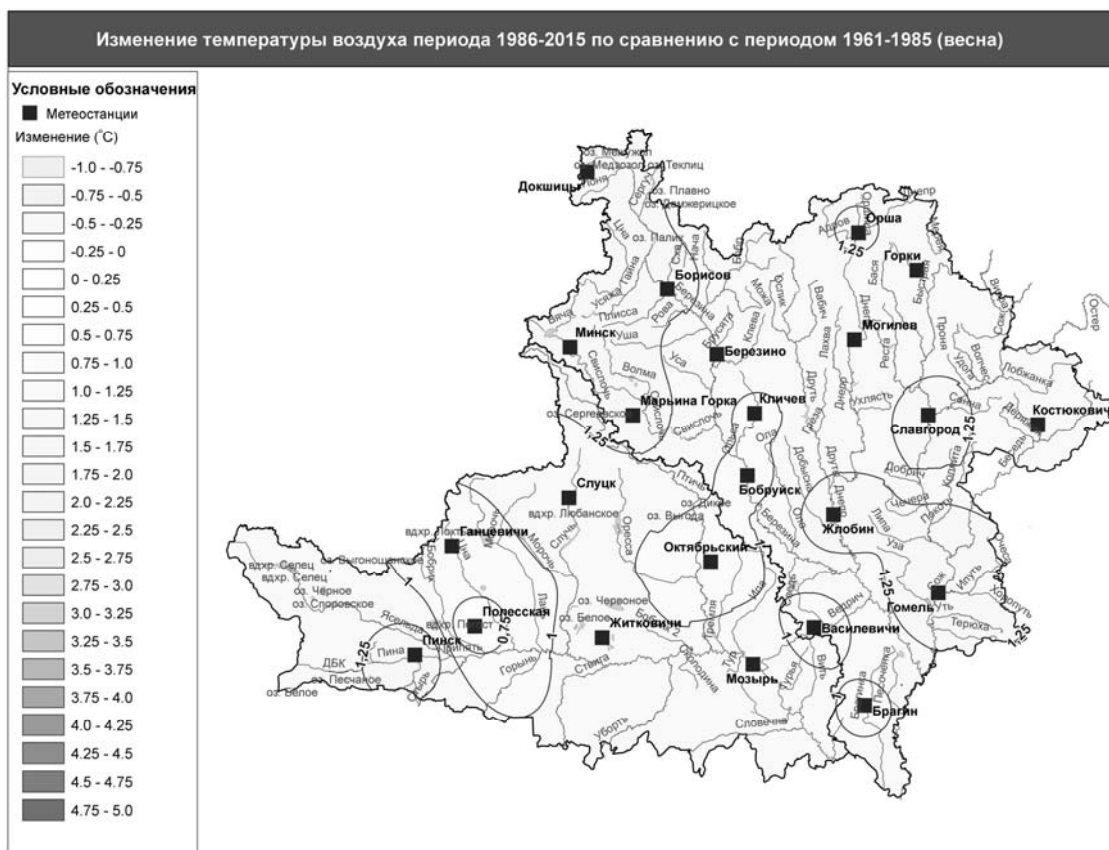


Рисунок А.3 – Картограмма изменения температуры воздуха (°C) в весенний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

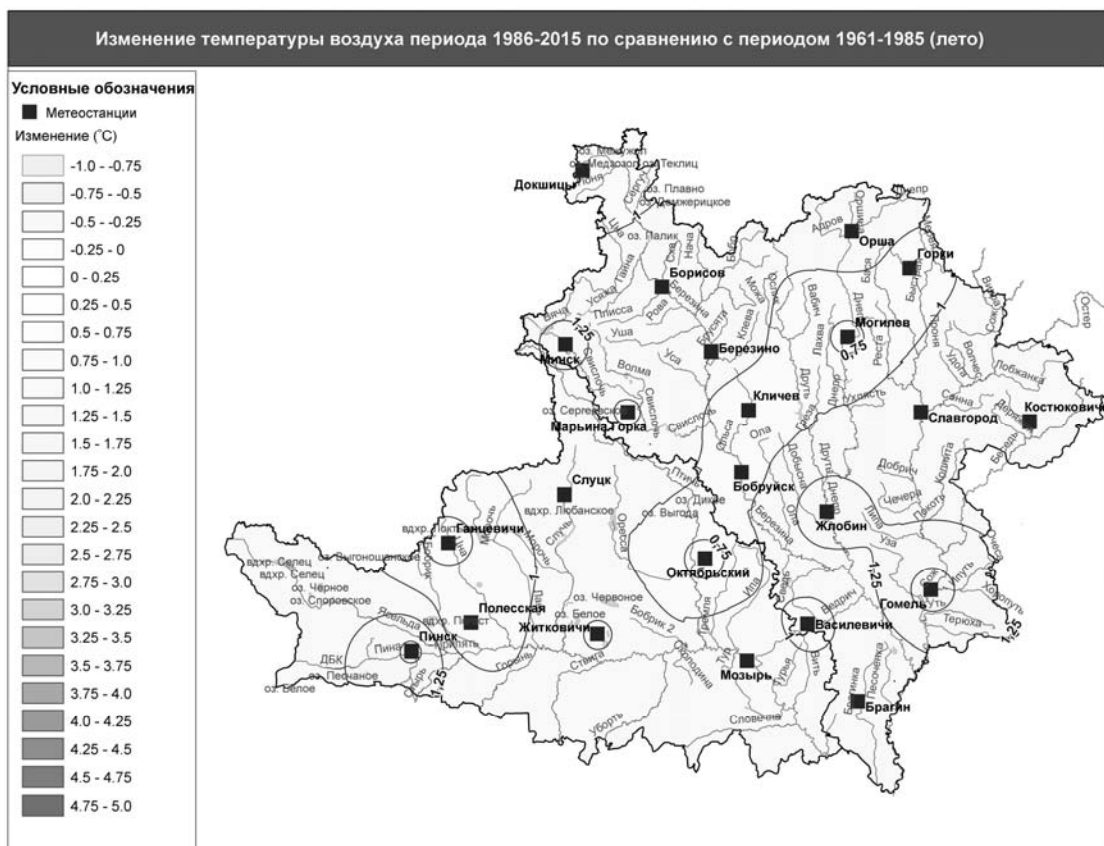


Рисунок А.4 – Картограмма изменения температуры воздуха (°C) в летний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

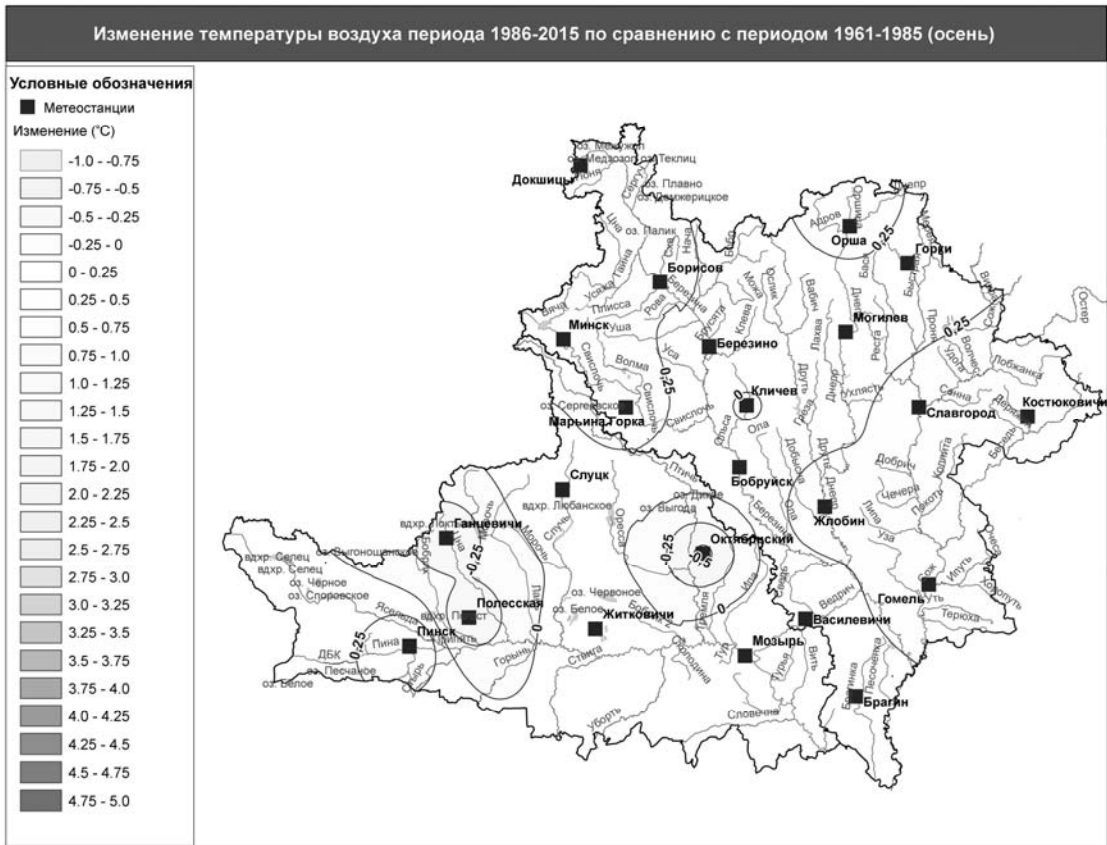


Рисунок А.5 – Картограмма изменения температуры воздуха (°C) в осенний период в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 год

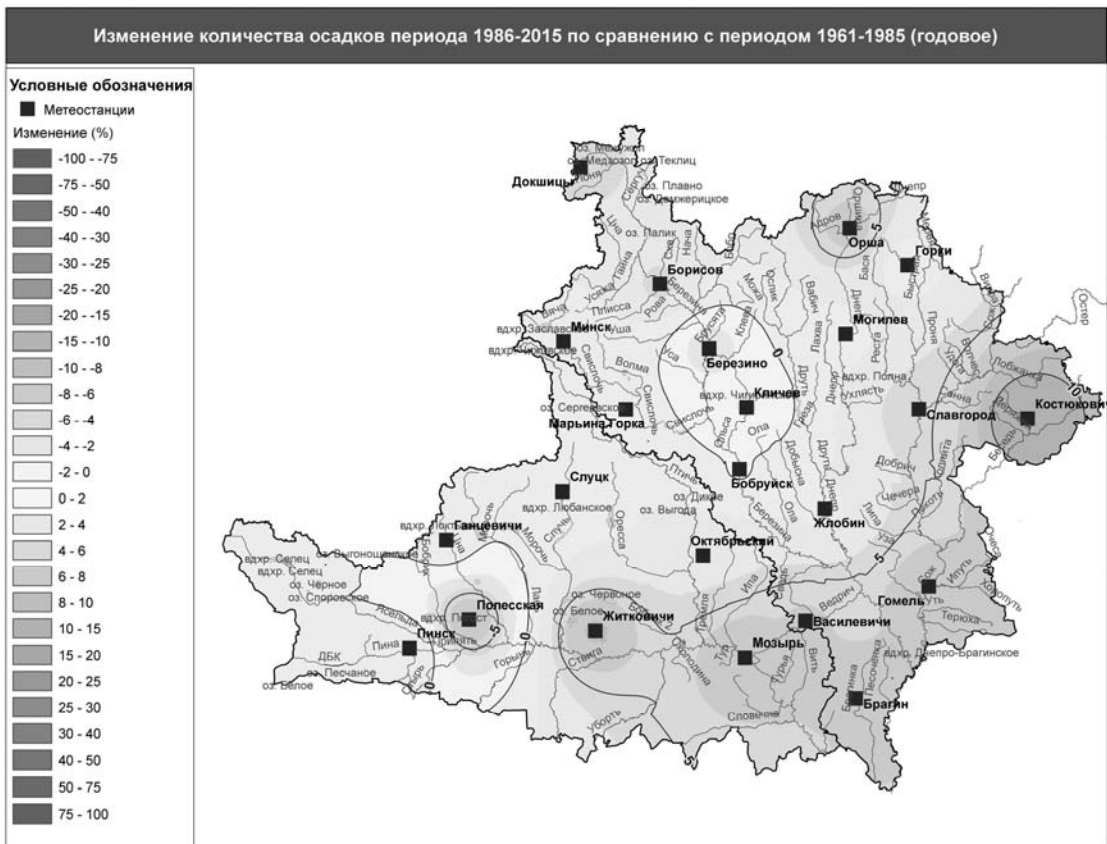


Рисунок А.6 – Картограмма изменения годового количества осадков (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 гг.

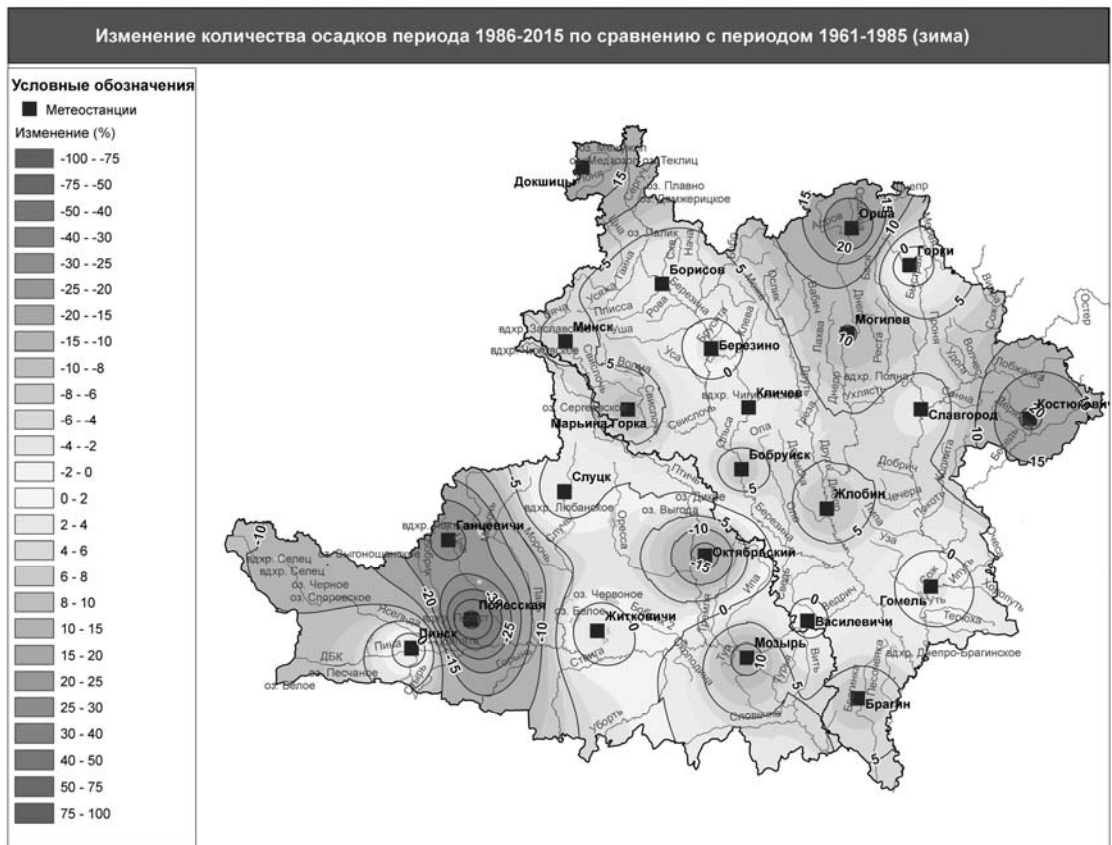


Рисунок А.7 – Картограмма изменения количества осадков за зимний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 гг.

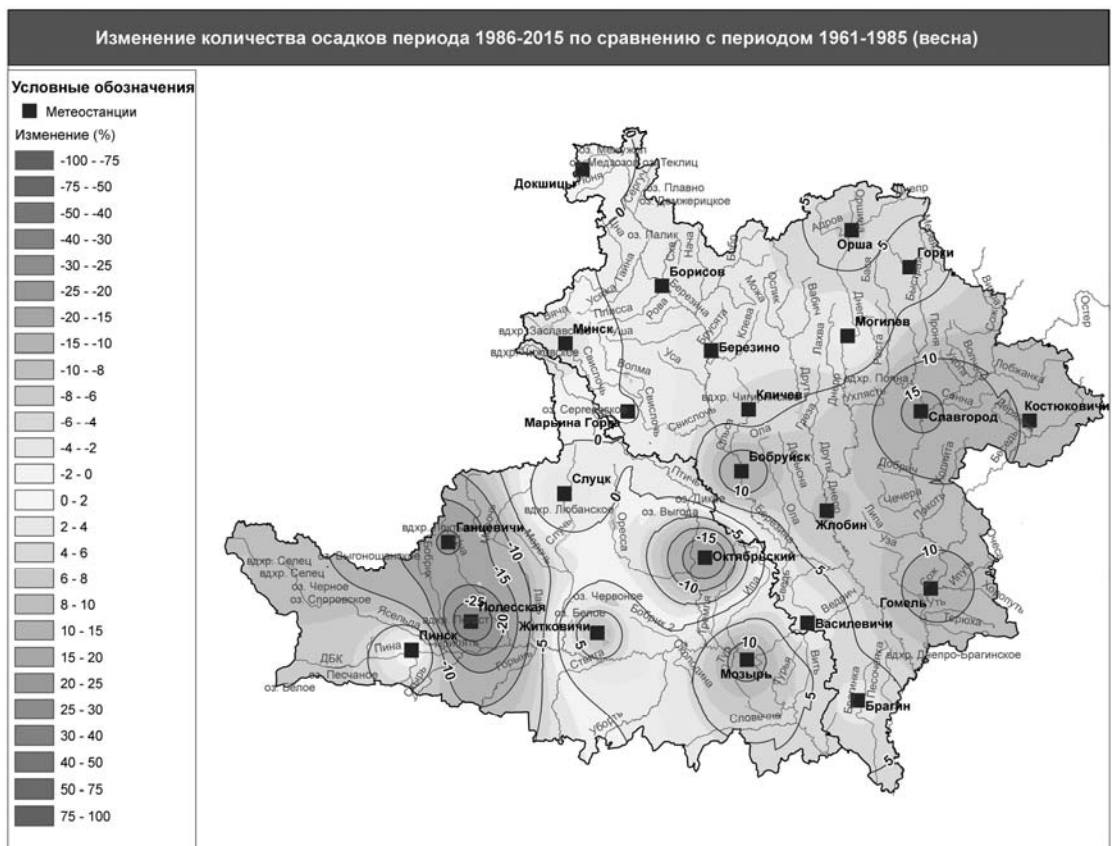


Рисунок А.8 – Картограмма изменения количества осадков за весенний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 гг.

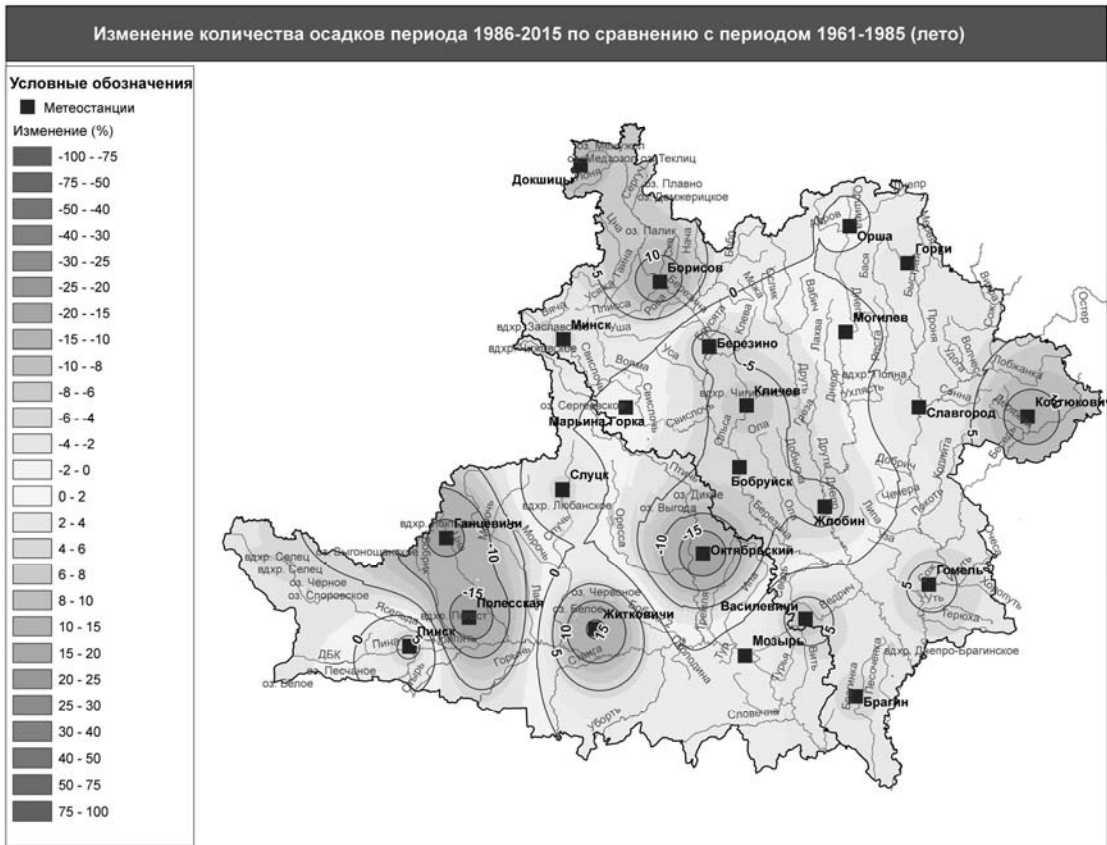


Рисунок А.9 – Картограмма изменения количества осадков за летний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 гг.

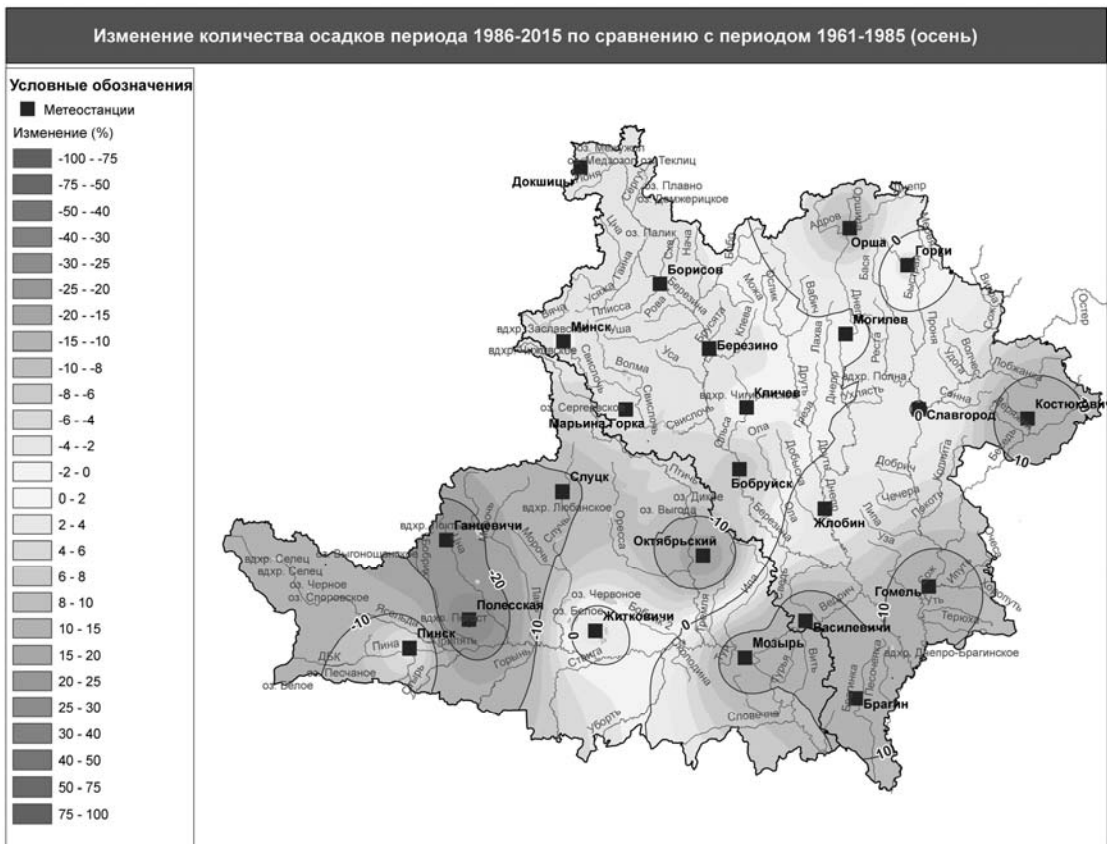


Рисунок А.10 – Картограмма изменения количества осадков за осенний период (%) в бассейнах рек Днепр и Припять за период с 1961 по 2015 гг.

Приложение Б. Прогноз изменения климата

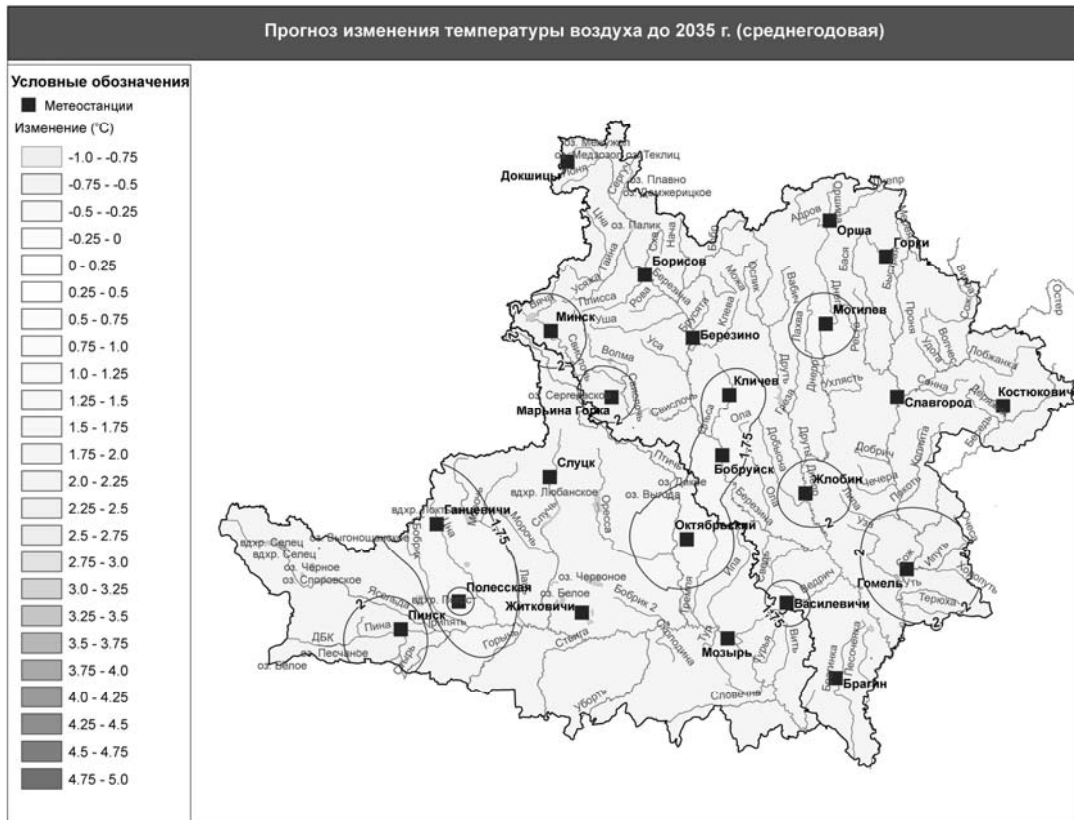


Рисунок Б.1 – Картограмма прогнозного изменения среднегодовой температуры воздуха (°C) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

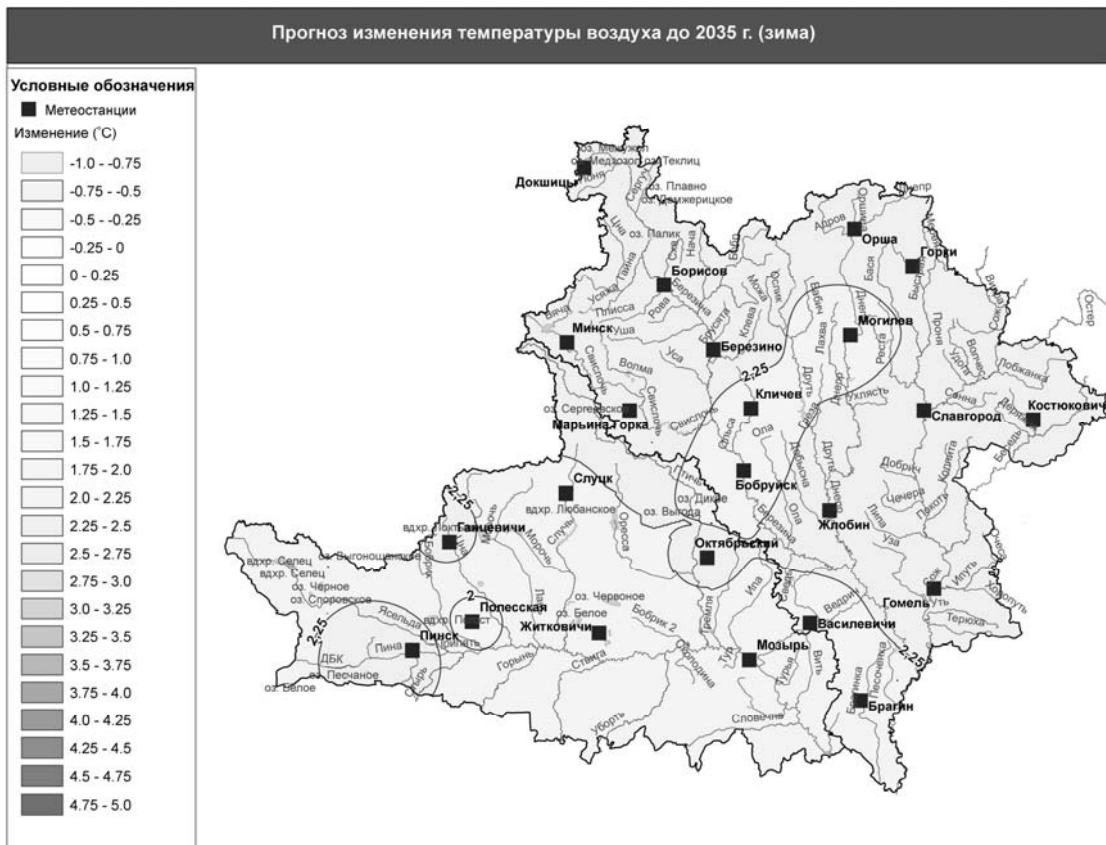


Рисунок Б.2 – Картограмма прогнозного изменения температуры воздуха (°C) за зимний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.



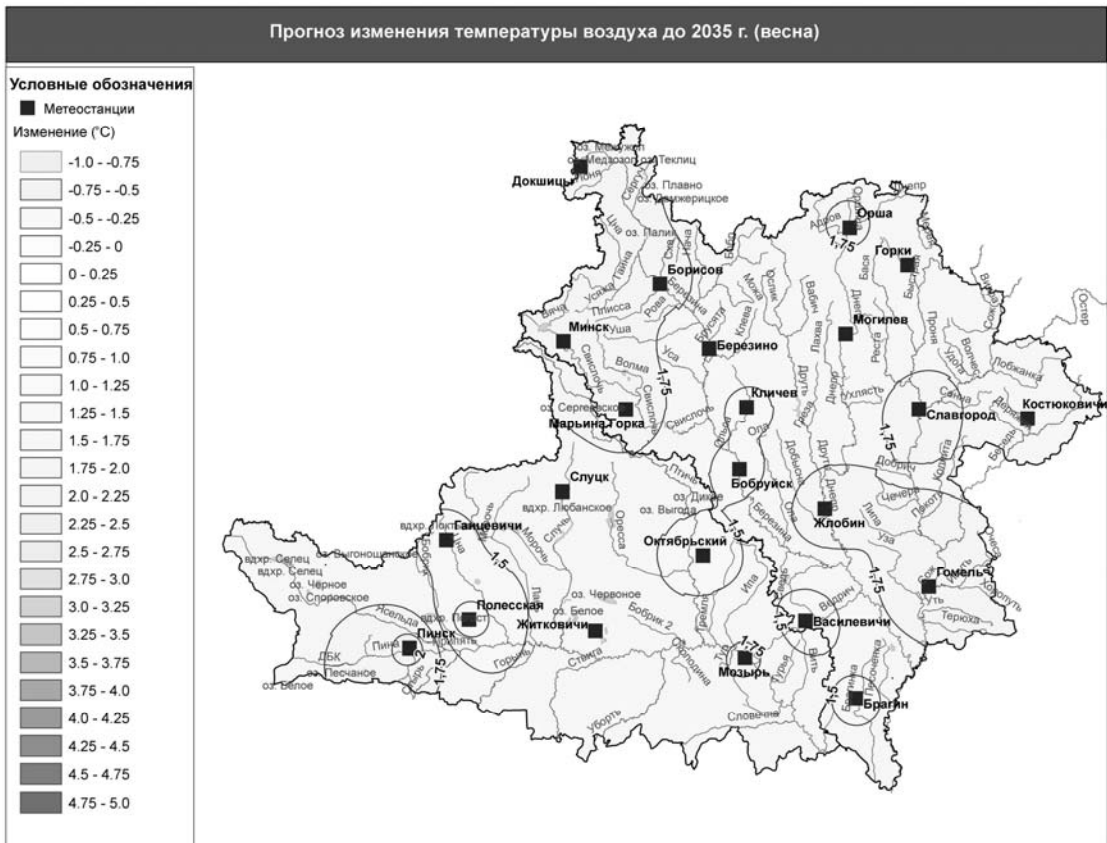


Рисунок Б.3 – Картограмма прогнозного изменения температуры воздуха (°C) за весенний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

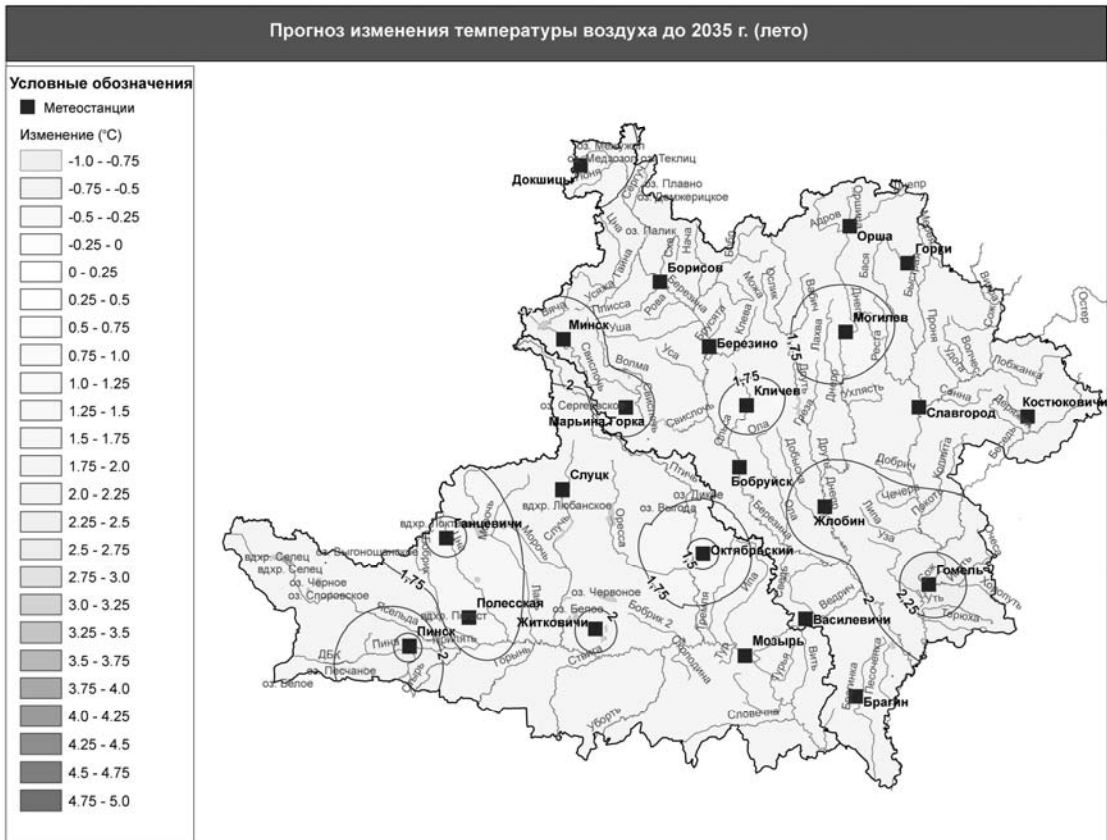


Рисунок Б.4 – Картограмма прогнозного изменения температуры воздуха (°C) за летний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

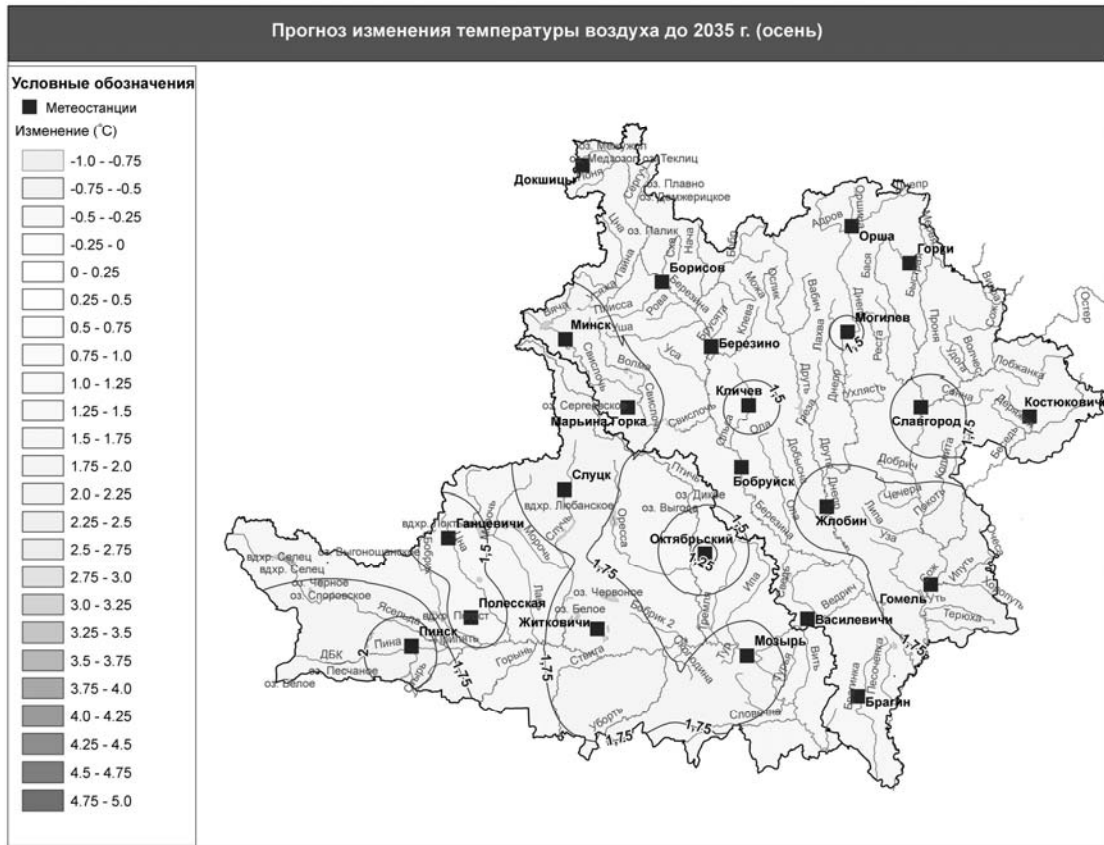


Рисунок Б.5 – Картограмма прогнозного изменения температуры воздуха (°C) за осенний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

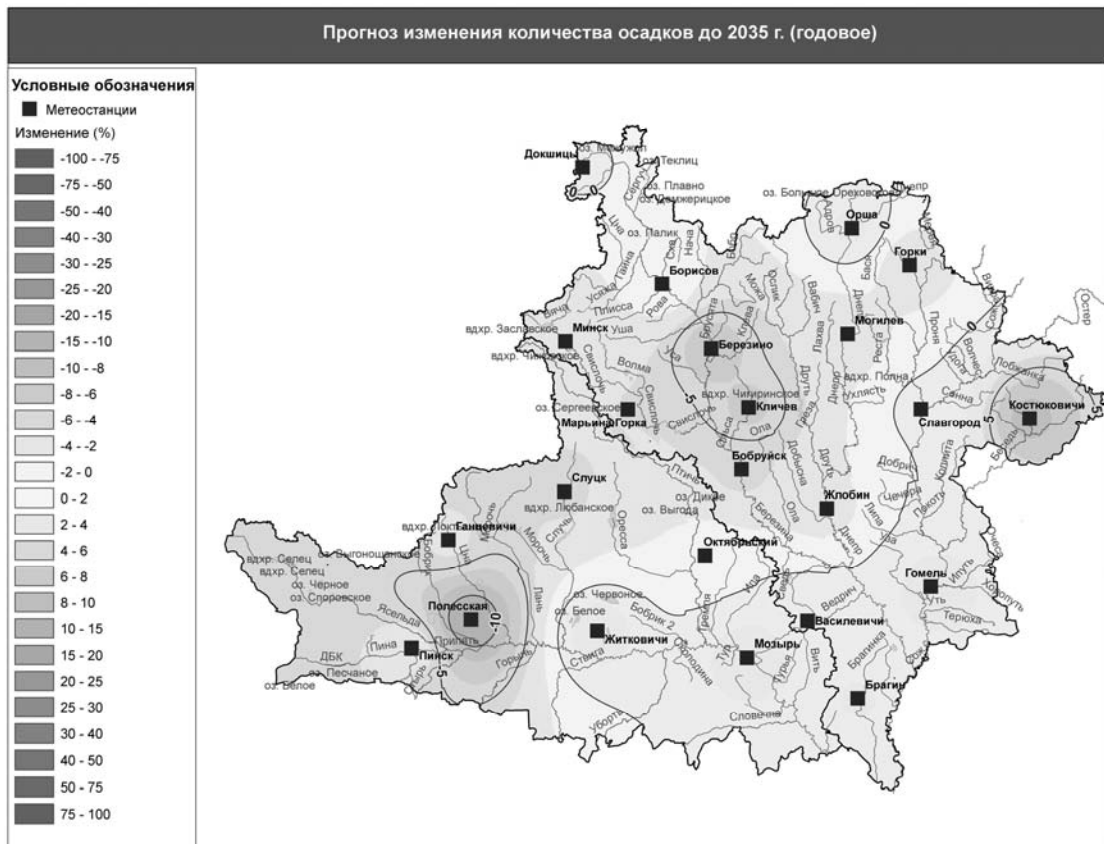


Рисунок Б.6 – Картограмма прогнозного изменения годового количества осадков (%) в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

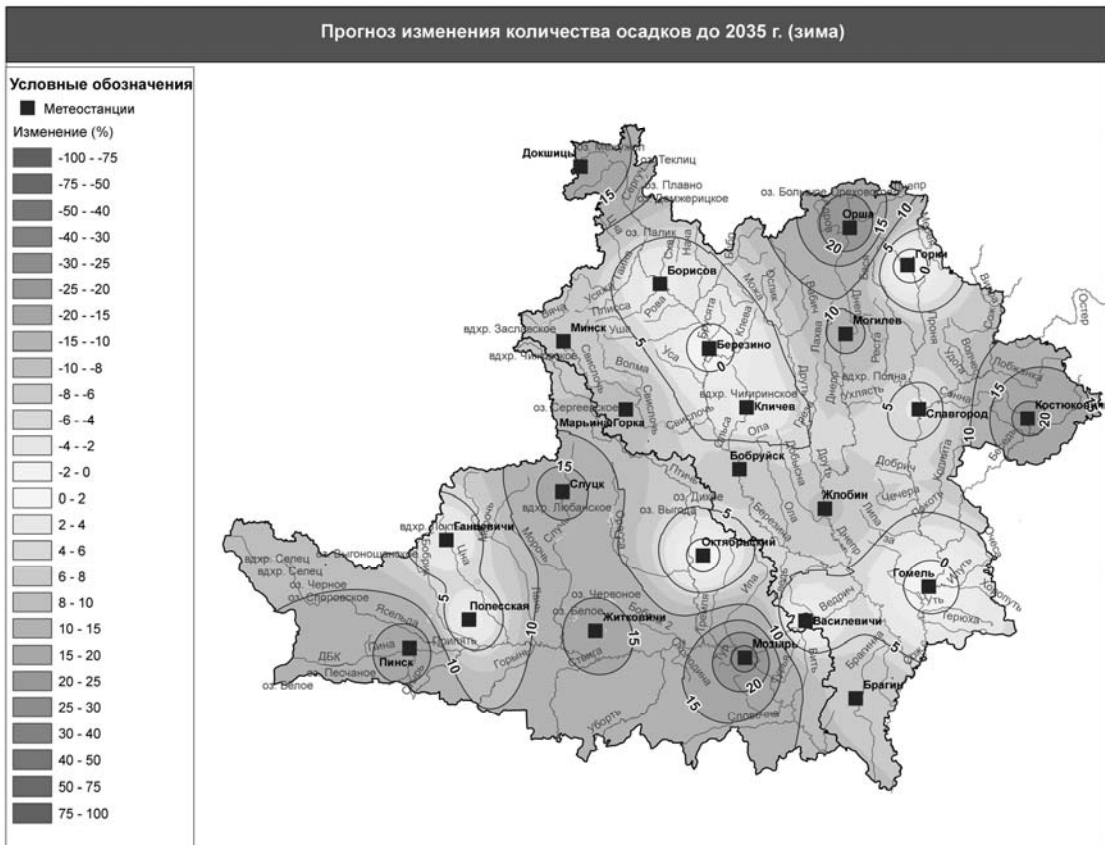


Рисунок Б.7 – Картосхема прогнозного изменения количества осадков (%) за зимний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

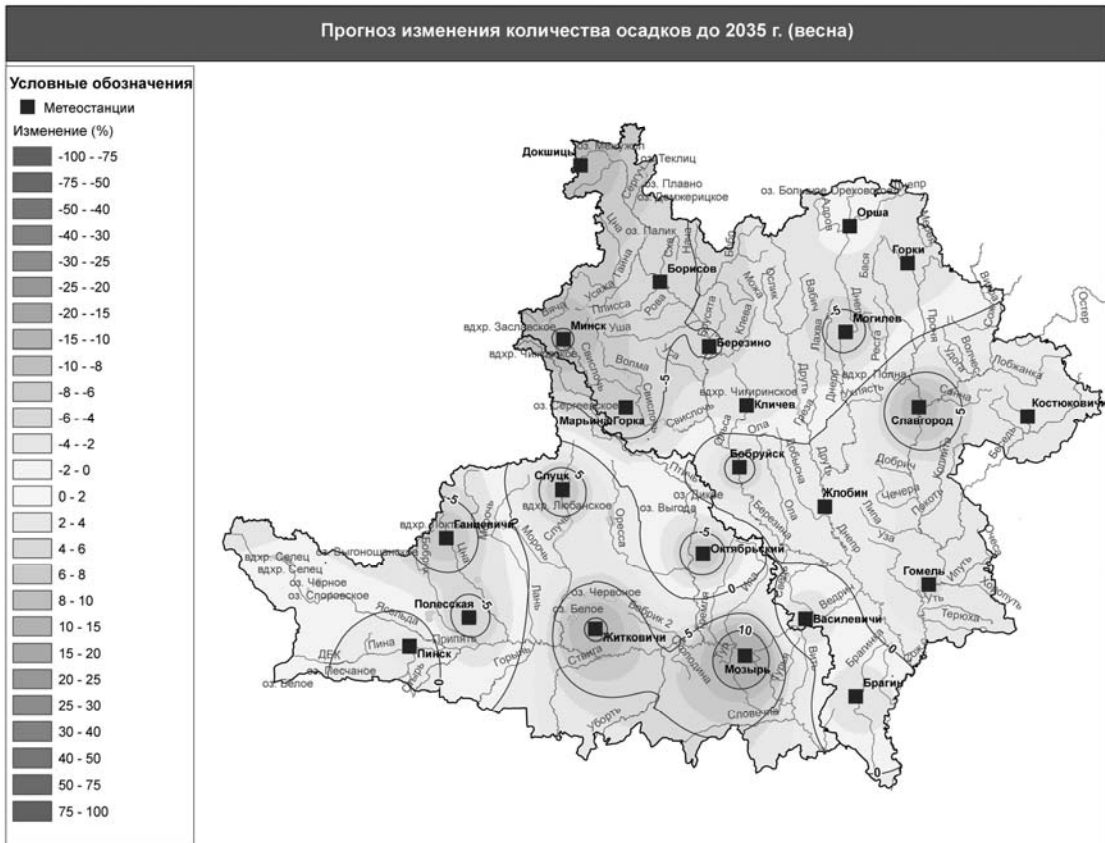


Рисунок Б.8 – Картосхема прогнозного изменения количества осадков (%) за весенний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

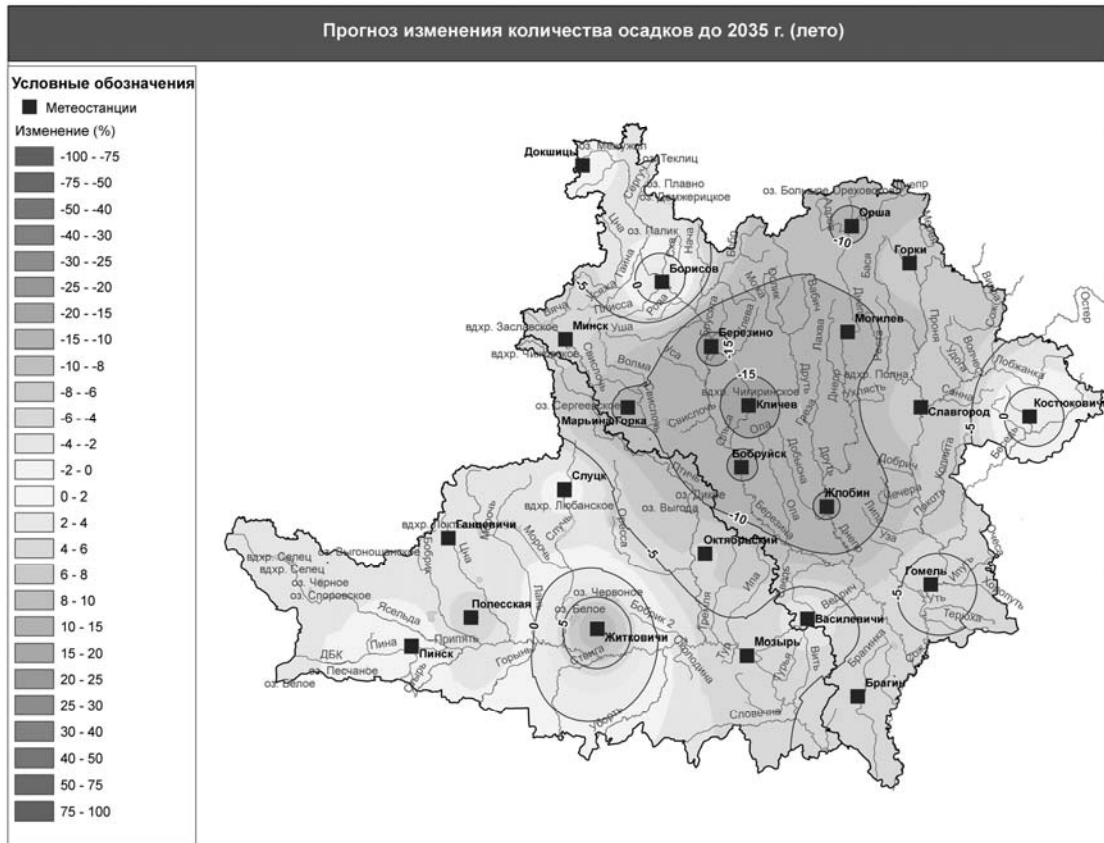


Рисунок Б.9 – Картограмма прогнозного изменения количества осадков (%) за летний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

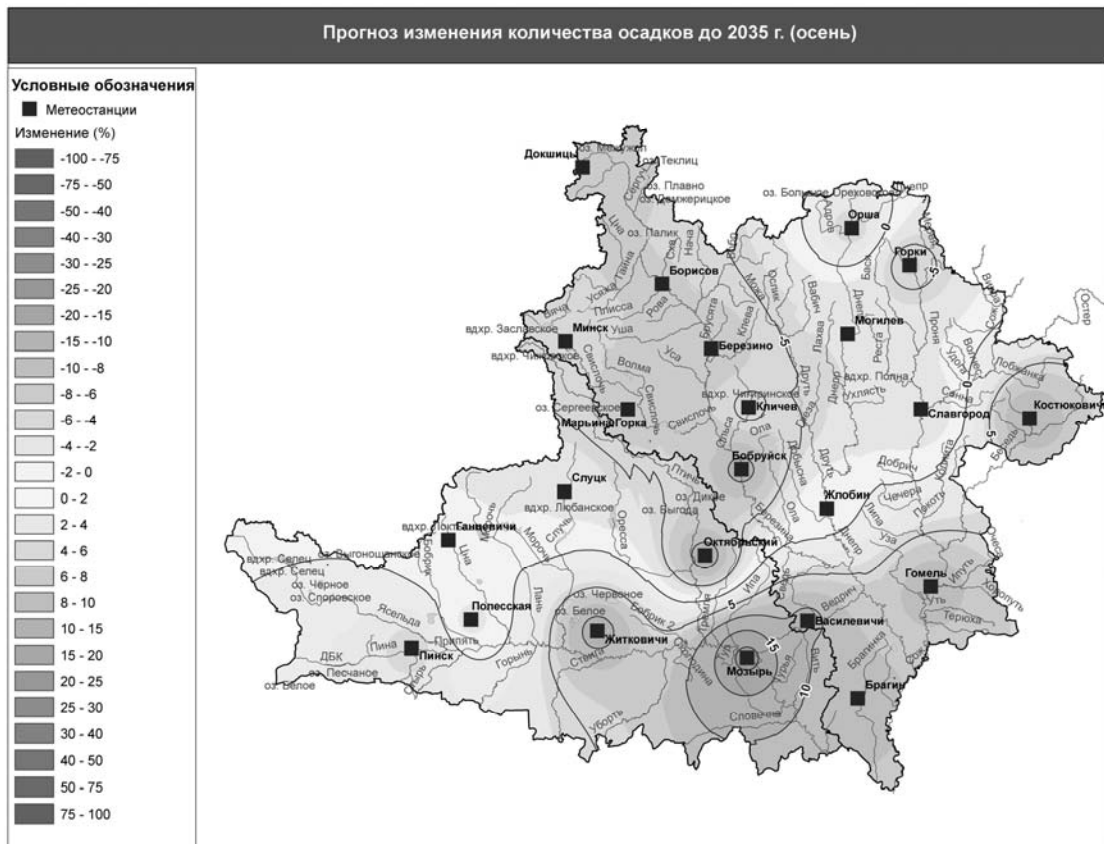


Рисунок Б.10 – Картограмма прогнозного изменения количества осадков (%) за осенний период в бассейнах рек Днепр и Припять на период до 2035 г.

**Алфавитный указатель авторов**

*Редакционная группа:*

**Мажайский Юрий Анатольевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Мещерского филиала ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, генеральный директор ООО «Мещерский научно-технический центр», Российская Федерация;

**Рокочинский Анатолий Николаевич** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры водной инженерии и водных технологий, Национальный университет водного хозяйства и природопользования (НУВХП), Украина;

**Волчек Александр Александрович** – доктор географических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии, УО «Брестский государственный технический университет» (БрГТУ), Республика Беларусь;

**Мешик Олег Павлович** – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой природообустройства, УО «Брестский государственный технический университет» (БрГТУ), Республика Беларусь;

**Ежи Езнах** – доктор технических наук, профессор, Варшавский университет естественных наук – SGGW, член президиума и ученый секретарь комитета агрономических наук Польской академии наук, Республика Польша.

*Авторы:*

**Абрамова Ирина Васильевна** – кандидат биологических наук, доцент, декан географического факультета УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор более 150 научных и учебно-методических публикаций. Сфера научных интересов: экология наземных позвоночных, биология и охрана редких видов птиц, охрана окружающей среды, краеведение, экотуризм. *E-mail:* iva.abramova@gmail.com.

**Басов Сергей Владимирович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инженерной экологии и химии УО «Брестский государственный технический университет». Область научных интересов: физико-химические и экологические аспекты информационных технологий; применение географических методов в науке и технике; сохранение и использование историко-культурного наследия. Член межведомственного координационного совета по охране историко-культурного наследия при Брестском облисполкоме.

**Блоцкая Елена Степановна** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности человека УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор более 100 научных публикаций. Область научных интересов: структура и динамика населения животных в экосистемах юго-запада Беларуси; охрана редких и исчезающих видов животных.

**Богдасаров Максим Альбертович** – доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор, заведующий кафедрой географии и природопользования. УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Стипендиат Президента Республики Беларусь (1999, 2011), лауреат премии Национальной академии наук Беларуси для молодых ученых. Награжден Почетной грамотой Министерства образования Республики Беларусь, Почетной грамотой Национальной академии наук Беларуси. Автор 240 научных и учебно-методических работ, в том числе 6 монографий и 3 учебных пособий с грифом УМО и Минобразования Республики Беларусь. Сфера научных интересов: геология и минералогия ископаемых смол, четвертичная геология, медицинская геология, экогеология.

**Бусько Евгений Григорьевич** – доктор биологических наук, профессор кафедры иммунологии и экологической эпидемиологии УО «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета». Область научных интересов: оценка экологического состояния охраняемых природных территорий Беларуси и их загрязнения промышленными выбросами; закономерности миграции техногенных поллютантов в природных комплексах; экономическая оценка экологических функции лесов. Автор более 120 научных работ.

**Валуев Владимир Егорович** – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры природообустройства УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 180 научных и учебно-методических работ. Награжден медалью «За доблестный труд», знаком «Отличник народного образования», грамотами Министерства образования Республики Беларусь, Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды и др. Научные интересы: рациональное природопользование и природообустройство, геоэкология, сельскохозяйственные мелиорации.

**Волчек Александр Александрович** – доктор географических наук, профессор, лауреат премии Национальной академии наук Беларуси, декан факультета инженерных систем и экологии УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 950 научных работ. Область научных интересов: изменение водного баланса речных водосборов, моделирование процессов формирования водного режима. *E-mail*: Volchak@tut.by.

**Волчек Анастасия Александровна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры природообустройства УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 100 научных работ. Область научных интересов: формирование половодий на реках Беларуси, их моделирование и прогноз. *E-mail*: VolchakAn@tut.by.

**Гайдук Василий Емельянович** – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоологии и генетики УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор более 300 научных публикаций. Область научных интересов: разработка фундаментальных и прикладных проблем экологии, зоологии, истории биологии, биоритмологии, охраны и рационального использования животных.

**Гречаник Николай Федорович** – кандидат географических наук, доцент кафедры географии и природопользования УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор 80 научных и учебно-методических работ. Сфера научных интересов: четвертичная геология, геохимия покровных отложений, современная динамика рельефа.

**Грядунова Оксана Ивановна** – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор 80 научных и учебно-методических работ. Сфера научных интересов: гидрология рек, минимальный и экологический сток рек, родники.

**Давыдова Инна Юрьевна** – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина». Имеет звание «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации», награждена знаком «В память 80-летия Рязанской области». Автор более 120 научных работ. Область научных интересов: влияние водного режима на изменение почв при техногенном воздействии, техногенез почв, экологические риски, оценка земель с учетом качества почв. *E-mail*: diu2004@mail.ru.

**Дереченник Станислав Станиславович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электронных вычислительных машин и систем УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 100 научных работ. Область научных интересов: генерация и применение шумовых сигналов; методы непараметрической статистики; статистическая идентификация изменчивости, стохастическое моделирование и вероятностное прогнозирование нерегулярных систем. *E-mail*: sm@brest.by

**Кирвель Иван Иосифович** – доктор географических наук, профессор, профессор Поморской академии (г. Слупск, Польша). Автор более 150 работ. Область научных интересов: малые водоёмы (пруды, водохранилища, озера), их гидрологический и гидрохимический режимы, интенсивность заиления и зарастания, влияние водоёмов на гидрологический режим водотоков и окружающую среду. Развил новое направление в гидрологии Беларуси – прудоведение. *E-mail*: kirviel@yandex.ru.

**Кирвель Павел Иванович** – кандидат географических наук, доцент кафедры экологии Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Автор более 80 научных работ. Область научных интересов: лимнология, гидрология озер. *E-mail*: pavelkirvel@yandex.by.

**Кожанов Юрий Дмитриевич** – магистр географических наук, учитель географии первой квалификационной категории ГУО «Средняя школа № 28 г. Бреста», аспирант кафедры географии и природопользования УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина».

**Корженевич Станислав Васильевич** – кандидат географических наук, доцент, преподаватель географии Пинского колледжа УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор более 60 научных публикаций. Область научных интересов: география населения.

**Корнеев Владимир Николаевич** – начальник отдела водного мониторинга и кадастра РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» (РУП «ЦНИИКИВР», г. Минск, Беларусь). Автор более 60 работ. Область научных интересов: гидродинамика, гидравлика, инженерная гидрология и их приложения при проведении оценки воздействия на

поверхностные воды инженерных мероприятий в бассейнах рек, оценке и прогнозировании водного режима и качества вод, оценки и картирования рисков наводнений. *E-mail*: v\_korn@ Rambler.ru.

**Кухарик Евгений Александрович** – магистр географических наук, аспирант лаборатории геодинамики и палеогеографии ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси».

**Мажайский Юрий Анатольевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», генеральный директор ООО «Мещерский научно-технический центр», почетный работник агропромышленного комплекса Российской Федерации. Является автором более 600 научных работ. Область научных интересов: режимы комплексных мелиораций деградированных и техногенно загрязнённых земель, экологическое обоснование технологий сохранения и восстановления плодородия почв. *E-mail*: mail@mntc.pro.

**Мельнов Сергей Борисович** – доктор биологических наук, профессор, директор РНИУП БелНИЦ «Экология». Научные интересы: генетические и фенотипические эффекты радиационных воздействий на человека; радиобиологические эффекты в клеточных популяциях; молекулярная и клеточная генетика процессов онкотрансформации, генетика опухолей; антропология и экология человека; биоэтические проблемы молекулярной генетики, биомедицинских исследований и нанотехнологий.

**Мешик Олег Павлович** – кандидат технических наук, доцент, заведующей кафедрой природообустройства УО «Брестский государственный технический университет». Автор 190 научных и учебно-методических работ. Область научных интересов: строительная климатология, агрометеорология, теплоэнергетические ресурсы климата, водные ресурсы, природообустройство. *E-mail*: omeshyk@gmail.com.

**Михальчук Николай Васильевич** – кандидат биологических наук, доцент, директор ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси». Автор 130 опубликованных научных работ, из них 4 монографий, 5 учебных пособий. Область научных исследований: биогеография, геохимия ландшафта, охрана биологического разнообразия флоры Белорусского Полесья, вопросы развития особо охраняемых природных территорий.

**Мялик Александр Николаевич** – магистр биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории оптимизации экосистем ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси». Автор более 50 научных работ. Область научных интересов охватывает флористическое разнообразие Полесского региона. *E-mail*: aleksandr-myalik@yandex.by.

**Натарова Оксана Николаевна** – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры геотехники и транспортных коммуникаций УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 15 работ. Область научных интересов: анализ колебаний сезонного стока рек Беларуси и его внутригодовое распределение.

**Омельянюк Александр Михайлович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой экономической теории и логистики УО «Брестский государственный технический университет». Автор около 100 научных работ, в том числе 4 монографий, 2 учебных пособий для вузов. Основное научное направление – институциональное развитие региональных логистических систем и оптимизация бизнес-процессов в цепях поставок.

**Павловский Александр Илларионович** – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой геологии и географии геолого-географического факультета УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины». Председатель Гомельского областного отдела ОО «Белорусское географическое общество». Автор более 240 научных и учебно-методических работ. Научные интересы: локальный мониторинг подземных вод, оценка и прогнозирование природных и техногенных рисков, исследование геоэкологических проблем региона, география Гомельской области, научное обоснование развития туризма в Гомельской области.

**Парфомук Сергей Иванович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 70 научных работ. Область научных интересов: анализ колебаний годового стока рек Беларуси, компьютерное моделирование и прогноз водного режима.

**Рокочинский Анатолий Николаевич** – доктор технических наук в сельском хозяйстве, профессор, профессор кафедры водной инженерии и водных технологий (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина). Является автором более 200 научных работ. Сфера научных интересов: разработка научных принципов, методов и моделей по обоснованию кли-

матологически оптимальной стратегии создания и управления сложными природно-техногенными объектами и комплексами в области водного хозяйства, охраны окружающей среды, агропромышленном и энергетическом комплексе. *E-mail*: a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua.

**Стефаненко Юрий Васильевич** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры природообустройства УО «Брестский государственный технический университет». Награжден грамотами Министерства образования СССР и БССР, Брестского областного и городского Советов депутатов и др. Является автором более 80 научных и учебно-методических работ. Сфера научных интересов: гидролого-климатическое обоснование водохозяйственных балансов отдельных территорий.

**Таратенкова Майя Александровна** – магистр технических наук, аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов УО «Брестский государственный технический университет».

**Токарчук Олег Васильевич** – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор более 100 научных публикаций. Область научных интересов: экологическая гидрология, гидрография территорий активного хозяйственного освоения, мониторинг поверхностных вод, экологическое картографирование современного состояния водного компонента геосистем, разработка и создание географических информационных систем.

**Токарчук Светлана Михайловна** – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор более 190 научных публикаций. Область научных интересов: геоэкологическая оценка состояния и антропогенного воздействия на окружающую среду, анализ природного разнообразия, атласное и электронное картографирование, разработка и создание географических информационных систем и картографических web-приложений.

**Тур Виктор Владимирович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии бетона и строительных материалов УО «Брестский государственный технический университет». Заслуженный работник образования Республики Беларусь, лауреат премии Совета Министров Республики Беларусь в области строительства и архитектуры. Награжден медалью «За трудовые заслуги». Автор более 200 научных работ. Область научных интересов: структурно-механическое моделирование строительных композитов, теория железобетона, теория надежности конструкций.

**Хандогий Александр Владимирович** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры морфологии и физиологии человека и животных УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка». Автор более 210 научных и научно-методических публикаций. Область научных интересов: исследование экологии и охраны позвоночных животных (рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы) естественных и антропогенных ландшафтов.

**Черноиван Анна Вячеславовна** – кандидат технических наук, доцент, заместитель декана строительного факультета, доцент кафедры экономики и организации строительства УО «Брестский государственный технический университет». Один из разработчиков Национального приложения к ТКП EN 1991-1-4 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4: Общие воздействия. Ветровые воздействия». Основные направления научной деятельности: нагрузки и воздействия на строительные конструкции; ветроэнергетика; экономическая оценка конструктивных решений зданий и сооружений.

**Шелест Татьяна Анатольевна** – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Автор более 50 научных работ. Область научных интересов: паводочный сток рек Беларуси, его изменение под влиянием природных и антропогенных факторов; моделирование и прогноз дождевого стока.

**Шешко Николай Николаевич** – кандидат технических наук, доцент, заместитель проректора по научной работе, доцент кафедры природообустройства УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 70 научных работ. Область научных интересов: методы гидрологических расчетов и дистанционных исследований, гидрогеологический режим особо охраняемых природных территорий. *E-mail*: optimum@tut.by.

**Шпока Дарья Александровна** – магистр технических наук, аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов УО «Брестский государственный технический университет».

**Шпока Ирина Николаевна** – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры природообустройства УО «Брестский государственный технический университет». Автор более 100 научных работ. Область научных интересов: закономерности формирования опасных метеорологических явлений на территории Беларуси, их формирование и прогноз.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО</b> .....	5
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	6
<b>Глава 1. ОБЩАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ</b>	
1.1. Физико-географические особенности ( <i>Шелест Т. А.</i> ) .....	7
1.2. Особо охраняемые природные территории ( <i>Бусько Е. Г., Волчек А. А., Мельнов С. Б., Михальчук Н. В.</i> ) .....	9
1.2.1. Национальный парк «Припятский» .....	9
1.2.2. Полесский государственный радиационно-экологический заповедник .....	26
1.2.3. Заказники .....	29
1.3. Исторические и культурные памятники ( <i>Басов С. В.</i> ) .....	51
1.4. Особенности промышленного развития и характер сельскохозяйственного освоения в разрезе отдельных единиц административно-территориального деления ( <i>Омельянюк А. М., Токарчук О. В.</i> ) .....	79
1.5. Территориальная организация населения ( <i>Корженевич С. В.</i> ) .....	90
<b>Глава 2. ПРИРОДНАЯ СРЕДА И РЕСУРСЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ</b>	
2.1. Геологические условия и минерально-сырьевые ресурсы ( <i>Богдасаров М. А., Гречаник Н. Ф., Павловский А. И., Шешко Н. Н., Кожанов Ю. Д., Кухарик Е. А.</i> ) .....	95
2.1.1. Геология и тектоника .....	95
2.1.2. Гидрогеология .....	96
2.1.3. Полезные ископаемые .....	97
2.1.4. Геоморфология .....	102
2.2. Ландшафты ( <i>Токарчук С. М., Токарчук О. В.</i> ) .....	107
2.2.1. Классификация ландшафтов Полесской физико-географической провинции ..	107
2.2.2. Ландшафтное районирование Полесской физико-географической провинции ..	111
2.3. Почвы Полесской провинции ( <i>Токарчук С. М., Шелест Т. А.</i> ) .....	113
2.4. Земельные ресурсы ( <i>Волчек А. А., Валуев В. Е., Мажайский Ю. А., Мешик О. П., Рокочинский А. Н.</i> ) .....	123
2.5. Разнообразие, современное состояние и тенденции развития растительного мира ( <i>Мялик А. Н., Михальчук Н. В.</i> ) .....	130
2.6. Позвоночные животные ( <i>Абрамова И. В., Блоцкая Е. С., Гайдук В. Е., Хандогий А. В.</i> ) .....	138
<b>Глава 3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ</b>	
3.1. Общие климатические условия ( <i>Шелест Т. А., Мешик О. П., Рокочинский А. Н.</i> ) ...	157
3.2. Климатический мониторинг ( <i>Мешик О. П.</i> ) .....	164
3.3. Теплоэнергетические ресурсы климата ( <i>Волчек А. А., Мешик О. П., Валуев В. Е.</i> ) ...	167
3.4. Циркуляционные факторы климата ( <i>Волчек А. А., Мешик О. П.</i> ) .....	176
3.5. Температурный режим ( <i>Мешик О. П., Валуев В. Е.</i> ) .....	181
3.6. Режим увлажнения ( <i>Волчек А. А., Мешик О. П., Валуев В. Е.</i> ) .....	194
3.7. Опасные метеорологические явления ( <i>Волчек А. А., Мажайский Ю. А., Мешик О. П., Шпока И. Н., Шпока Д. А.</i> ) .....	210
3.8. Агроклиматические ресурсы ( <i>Мешик О. П.</i> ) .....	229
3.9. Климатические воздействия на конструкции зданий и сооружений ( <i>Тур В. В., Дереченник С. С., Мешик О. П., Черноиван А. В.</i> ) .....	235
3.9.1. Снеговые нагрузки .....	235
3.9.2. Ветровые нагрузки .....	239
3.9.3. Температурные воздействия .....	242
3.10. Методика прогнозирования климата ( <i>Волчек А. А., Корнеев В. Н., Мешик О. П.</i> ) ...	246
3.10.1. Глобальные климатические модели .....	246
3.10.2. Региональные климатические модели .....	248
3.10.3. Анализ национального и мирового опыта по расчетам возможных сценариев изменения климата и его воздействию на водные ресурсы .....	248
3.11. Оценка изменения климата ( <i>Волчек А. А., Корнеев В. Н., Мешик О. П.</i> ) .....	253
3.12. Прогноз изменения климата ( <i>Волчек А. А., Корнеев В. Н., Волчек Ан. А.</i> ) .....	257

<b>Глава 4. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ</b>	
4.1. Гидрография ( <i>Волчек А. А., Волчек Ан. А.</i> )	264
4.2. Общая характеристика водного режима рек ( <i>Волчек А. А., Волчек Ан. А.</i> )	269
4.3. Ресурсы поверхностных вод	272
4.3.1. Годовой сток рек ( <i>Волчек А. А., Парфомук С. И.</i> )	272
4.3.2. Внутригодовое распределение стока рек ( <i>Волчек А. А., Натарева О. Н.</i> )	277
4.3.3. Половодья на реках ( <i>Волчек А. А., Волчек Ан. А., Стефаненко Ю. В.</i> )	283
4.3.4. Паводки на реках ( <i>Волчек А. А., Шелест Т. А.</i> )	290
4.3.5. Минимальный сток на реках ( <i>Волчек А. А., Грядунова О. И.</i> )	297
4.4. Качество поверхностных вод ( <i>Волчек А. А., Волчек Ан. А., Корнеев В. Н., Таратенкова М. А.</i> )	303
4.4.1. Трансформация гидрохимического режима воды рек	305
4.4.2. Современное состояние качества поверхностных вод	306
4.5. Экстремальные гидрологические явления на территории Белорусского Полесья ( <i>Волчек А. А., Волчек Ан. А., Шелест Т. А., Грядунова О. И.</i> )	319
4.6. Водноэнергетический потенциал рек ( <i>Волчек А. А., Кирвель И. И., Кирвель П. И.</i> )	321
4.7. Водные риски рек ( <i>Волчек А. А., Волчек Ан. А., Кирвель И. И., Мешик О. П., Парфомук С. И., Грядунова О. И., Корнеев В. Н., Шелест Т. А., Шешко Н. Н.</i> )	329
4.7.1. Наводнения	330
4.7.2. Маловодья и засухи	345
4.7.3. Экологический сток	349
4.7.4. Загрязнение природных вод	352
4.7.5. Антропогенные воздействия на речной сток	359
<b>Глава 5. ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ</b>	
5.1. Методология оценки влияния изменения климата на сток рек ( <i>Волчек А. А., Корнеев В. Н., Парфомук С. И.</i> )	360
5.2. Оценка изменения стока ( <i>Волчек А. А., Волчек Ан. А., Корнеев В. Н., Парфомук С. И.</i> )	364
5.2.1. Изменение стока рек бассейнов Днепра и Припяти	364
5.2.2. Изменение стока рек бассейна р. Западный Буг	370
5.3. Прогноз изменения речного стока ( <i>Волчек А. А., Корнеев В. Н., Парфомук С. И., Давыдова И. Ю.</i> )	371
<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	378
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	389
<b>Алфавитный указатель авторов</b>	399
<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b>	403

CONTENTS

<b>PREFACE</b> .....	5
<b>INTRODUCTION</b> .....	6
<b>Chapter 1. GENERAL PHISIOGRAPHIC FEATURES AND SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS OF BELARUSIAN POLESYE</b>	
1.1. Physiographic features ( <i>T. Shelest</i> ) .....	7
1.2. Specially protected natural reservations ( <i>Eu. Busko, A. Volchak, S. Melnov, M. Mikhalchuk</i> ) .....	9
1.2.1. Pripyatsky National Park .....	9
1.2.2. Polesye State Radiation-Ecological Reserve .....	26
1.2.3. Wildlife reserves .....	29
1.3. Historic and cultural monuments ( <i>S. Basov</i> ) .....	51
1.4. Industry and agriculture ( <i>A. Amelyaniuk, S. Tokarchuk</i> ) .....	79
1.5. Population ( <i>S. Korzhenevich</i> ) .....	90
<b>Chapter 2. ENVIRONMENT AND RESOURCES OF BELARUSIAN POLESYE</b>	
2.1. Geological conditions and mineral resources ( <i>M. Bogdasarov, N. Grechanik, A. Pavlovskiy, M. Sheshka, J. Kozhanov, E. Kuharik</i> ) .....	95
2.1.1. Geology and tectonics .....	95
2.1.2. Hydrogeology .....	96
2.1.3. Fossil minerals .....	97
2.1.4. Geomorphology .....	102
2.2. Landscape ( <i>S. Tokarchuk, O. Tokarchuk</i> ) .....	107
2.2.1. Classification of landscapes in Polesye .....	107
2.2.2. Landscape zoning in Polesye .....	111
2.3. Soils in Polesye province ( <i>S. Tokarchuk, T. Shelest</i> ) .....	113
2.4. Land resources ( <i>A. Volchak, V. Valujev, Yu. Mazhayskiy, A. Meshyk, A. Rokochynskiy</i> ) .....	123
2.5. Diversity, current state, trends in the development of flora ( <i>A. Mialik, M. Mikhalchuk</i> ) .....	130
2.6. Vertebrates ( <i>I. Abramova, E. Blotskaya, V. Gaiduk, A. Khandohiy</i> ) .....	138
<b>Chapter 3. CLIMATE RESOURCES IN BELARUSIAN POLESYE</b>	
3.1. General climate conditions ( <i>T. Shelest, A. Meshyk, A. Rokochynskiy</i> ) .....	157
3.2. Climate monitoring ( <i>A. Meshyk</i> ) .....	164
3.3. Thermal Resources of the Climate ( <i>A. Volchak, A. Meshyk, V. Valujev</i> ) .....	167
3.4. Circulation factors of climate ( <i>A. Volchak, A. Meshyk</i> ) .....	176
3.5. Temperature regime ( <i>A. Meshyk, V. Valujev</i> ) .....	181
3.6. Humidity regime ( <i>A. Volchak, A. Meshyk, V. Valujev</i> ) .....	194
3.7. Weather hazards ( <i>A. Volchak, Yu. Mazhayskiy, A. Meshyk, I. Shpoka, D. Shpoka</i> ) .....	210
3.8. Agro-climatic resources ( <i>A. Meshyk</i> ) .....	229
3.9. Climate impact on buildings and structures ( <i>V. Tur, S. Derechennik, A. Meshyk, H. Charnaivan</i> ) .....	235
3.9.1. Snow loads .....	235
3.9.2. Wind actions .....	239
3.9.3. Thermal actions .....	242
3.10. Methods of climate forecast ( <i>A. Volchak, V. Korneev, A. Meshyk</i> ) .....	246
3.10.1. Global climate models .....	246
3.10.2. Regional climate models .....	248
3.10.3. Analysis of national and world practices in assessing scenarios of climate change with its influence on water resources .....	248
3.11. Assessment of climate change ( <i>A. Volchak, V. Korneev, A. Meshyk</i> ) .....	253
3.12. Climate change forecast ( <i>A. Volchak, V. Korneev, An. Vouchak</i> ) .....	257
<b>Chapter 4 WATER RESOURCES IN BELARUSIAN POLESYE</b>	
4.1. Hydrography ( <i>A. Volchak, An. Vouchak</i> ) .....	264

4.2.	General characteristics of water regime of the rivers ( <i>A. Volchak, An. Vouchak</i> ) . . . . .	269
4.3.	Resources of surface water. . . . .	272
4.3.1.	Annual river runoff ( <i>A. Volchak, Parfomuk S.I.</i> ) . . . . .	272
4.3.2.	Intra-annual distribution of rivers runoff ( <i>A. Volchak, O. Natarava</i> ) . . . . .	277
4.3.3.	Spring high water ( <i>A. Volchak, An. Vouchak, Yu. Stefanenko</i> ) . . . . .	283
4.3.4.	Riverine floods ( <i>A. Volchak, T. Shelest</i> ) . . . . .	290
4.3.5.	Minimal river runoff ( <i>A. Volchak, O. Gryadunova</i> ) . . . . .	297
4.4.	Surface water quality ( <i>A. Volchak, An. Vouchak, V. Korneev, M. Taratsenkova</i> ) . . . . .	303
4.4.1.	Changes in hydro-chemical regime of river runoff . . . . .	305
4.4.2.	Current state of surface water quality. . . . .	306
4.5.	Hydrological hazards in Belarusian Polesye ( <i>A. Volchak, An. Vouchak, T. Shelest, O. Gryadunova</i> ) . . . . .	319
4.6.	Rivers hydropower potential ( <i>A. Volchak, I. Kirvel, P. Kirvel</i> ) . . . . .	321
4.7.	Rivers water risks ( <i>A. Volchak, An. Vouchak, I. Kirvel, A. Meshyk, S. Parfomuk, O. Gryadunova, V. Korneev, T. Shelest, M. Sheshka</i> ) . . . . .	329
4.7.1.	Catastrophic riverine floods. . . . .	330
4.7.2.	Low-water periods and droughts. . . . .	345
4.7.3.	Environmental flow. . . . .	349
4.7.4.	Water pollution. . . . .	352
4.7.5.	Man's impact on river runoff. . . . .	359
<b>Chapter 5. ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL FLOW IN THE RIVERS OF BELARUSIAN POLESYE</b>		
5.1.	Methods of assessment and forecast of climate change impact on river runoff ( <i>A. Volchak, V. Korneev, S. Parfomuk</i> ) . . . . .	360
5.2.	Assessment of changes in river runoff ( <i>A. Volchak, An. Vouchak, V. Korneev, S. Parfomuk</i> ) . . . . .	364
5.2.1.	Changes in the Dnieper and the Pripyat runoff. . . . .	364
5.2.2.	Changes in the Western Bug runoff. . . . .	370
5.3.	Forecast of changes in river runoff ( <i>A. Volchak, V. Korneev, S. Parfomuk, I. Davydova</i> )..	371
<b>LITERATURE</b> . . . . .		378
<b>ANNEXES</b> . . . . .		389
<b>AUTHORS IN ALPHABETIC ORDER</b> . . . . .		399
<b>CONTENTS</b> . . . . .		403

**Редакционная группа:**



**Юрий Мажайский**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», генеральный директор ООО «Мещерский научно-технический центр», почетный работник агропромышленного комплекса России.

Юрий Мажайский является автором более 600 научных работ. Область научных интересов – режимы комплексных мелиораций деградированных и техногенно загрязнённых земель, экологическое обоснование технологий сохранения и восстановления плодородия почв.

E-mail: [mail@mntc.pro](mailto:mail@mntc.pro)

---

Доктор технических наук в сельском хозяйстве, профессор, профессор кафедры водной инженерии и водных технологий (Национальный университет водного хозяйства и природопользования).

Анатолий Рокочинский является автором более 200 научных работ. Область научных интересов – разработка научных принципов, методов и моделей по обоснованию климатологически оптимальной стратегии создания и управления сложными природно-техногенными объектами и комплексами в области водного хозяйства, охраны окружающей среды, агропромышленном и энергетическом комплексе.

E-mail: [a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua](mailto:a.m.rokochinskiy@nuwm.edu.ua)



**Анатолий Рокочинский**

---



**Александр Волчек**

Доктор географических наук, профессор, лауреат премии Национальной академии наук Беларуси, декан факультета инженерных систем и экологии Брестского государственного технического университета.

Александр Волчек является автором более 950 научных работ. Область научных интересов – изменение водного баланса речных водосборов, моделирование процессов формирования водного режима.

E-mail: [Volchak@tut.by](mailto:Volchak@tut.by)

---

Кандидат технических наук, доцент, заведующей кафедрой природообустройства Брестского государственного технического университета.

Олег Мешик является автором 190 научных и учебно-методических работ. Область научных интересов – строительная климатология, агрометеорология, теплоэнергетические ресурсы климата, водные ресурсы, природообустройство.

E-mail: [omeshyk@gmail.com](mailto:omeshyk@gmail.com)



**Олег Мешик**

---



**Ежи Езнах**

Доктор технических наук, профессор (Варшавский университет естественных наук – SGGW), член президиума и ученый секретарь Комитета агрономических наук Польской академии наук.

Ежи Езнах является автором более 300 научных работ. Область научных интересов – инженерия, охрана и формирование окружающей среды, мелиорация и рекультивация земель.

E-mail: [jerzy\\_jeznach@sggw.pl](mailto:jerzy_jeznach@sggw.pl)

---

*Международное научное издание*

# ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО ПОЛЕСЬЯ

Книга 1. БЕЛОРУССКОЕ ПОЛЕСЬЕ

Том 1

ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

*Под общей научной редакцией*

Ю. А. Мажайского, А. Н. Рокочинского,  
А. А. Волчека, О. П. Мешика,  
Е. Езнаха

Печатается в авторской редакции  
Корректор С. А. Ардашева

*Авторы книги и редколлегия выражают благодарность коллективу  
ООО «Межерский научно-технический центр» за оказание методической  
и материальной помощи и надеются на дальнейшее сотрудничество.*

Тел.: +7 (4912) 27-50-76, эл. почта: [mail@mntc.pro](mailto:mail@mntc.pro)

Сайт: <http://mntc.pro/>

Подписано в печать 07.08.18. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная  
Гарнитура Таймс, Cambria. Печ. л. 51,0. Тираж 500 экз. Заказ №