

МУХАВЕЦ

Энциклопедия малой реки



Национальная академия наук Беларуси

Полесский аграрно-экологический институт

**Волчек А. А., Яромский В. Н.,
Михальчук Н. В., Калинин М. Ю.**

МУХАВЕЦ

Энциклопедия малой реки

Брест 2005

УДК 556.504.453.06

ББК

В68...

Рекомендовано к изданию Ученым Советом Полесским аграрно-экологическим институтом Национальной академии наук Беларуси. Протокол №7 от 7.12.2006 г.

Волчек А. А., Яромский В. Н., Михальчук Н. В., Калинин М. Ю.

В. МУХАВЕЦ. Энциклопедия малой реки. – Брест: Издательство «Академия», 2005. –436 с.: 99 ил. 76 табл.

ISBN 985-505-018-5

Книга содержит систематизированное изложение вопросов формирования водного режима р. Мухавец и обеспечения водой народного хозяйства западной части Брестской области и г. Брест в частности. В ней освещены количественные и качественные характеристики ресурсов поверхностных и подземных вод, условия их формирования, вопросы планирования их использования, охраны от загрязнения и истощения, меры борьбы с вредным воздействием вод, а также проблемы связанные с водными ресурсами.

Монография рассчитана на специалистов в области рационального использования природных ресурсов. Может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам водохозяйственных и географических специальностей.

Рецензенты:

Лопух П. С., доктор географических наук, заведующий кафедрой общего земледения Белорусского государственного университета;

Михневич Э. И., профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой водоснабжения Белорусского национального технического университета

Усенко В. С., профессор, доктор технических наук главный научный сотрудник геолого-экологического отдела ОАО «БелГОРХИМ-ПРОМ».

УДК 504.453.06

ББК....

ISBN 985-505-018-5

© А.А. Волчек, 2005

© В.Н. Яромский, 2005

© Н.В. Михальчук, 2005

© М. Ю. Калинин, 2005

© фотографии М. Ю. Калинин, 2005



Волчек Александр Александрович

1955 года рождения, окончил Брестский инженерно-строительный институт в 1978 г. по специальности гидрометеорология.

Кандидат географических наук, доцент. Заместитель директора по научной работе Полесского аграрно-экологического института Национальной академии наук Беларуси.

Автор более 350 научных работ, в т. ч. 5 монографий, 2 пособий, 5 учебных пособий для ВУЗов, 3 изобретений.

Основное направление работы – водные балансы речных водосборов, колебания и изменения их элементов

Яромский Виктор Николаевич

1950 года рождения, окончил Белорусский политехнический институт в 1972 г. по специальности водоснабжение и канализация

Кандидат технических наук, доцент. Заведующий лабораторией гидроэкологии и экотехнологий Полесского аграрно-экологического института Национальной академии наук Беларуси.

Автор более 150 научных работ, в т. ч. 1 монографии, 1 справочного пособия, 1 учебного пособия для ВУЗов, 15 изобретений и патентов.

Основное направление научной деятельности – охрана водных ресурсов и технологии очистки природных и сточных вод.



Михальчук Николай Васильевич

1958 года рождения, окончил Брестский государственный педагогический институт им. А. С. Пушкина в 1982 г. по специальности география и биология.

Кандидат биологических наук, доцент. Директор Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси.

Автор более 80 научных и научно-методических работ.

Основные научные интересы – сохранение ландшафтного и биологического разнообразия, развитие системы особо охраняемых природных территорий.



Калинин Михаил Юрьевич

1949 года рождения, окончил Киевский государственный университет в 1971 г. по специальности гидрогеология и инженерная геология.

Доктор технических наук. Директор Центрального научно-исследовательского института комплексного использования водных ресурсов Минприроды Республики Беларусь, член Международной ассоциации гидрогеологов, член Межгосударственного Днепроовского Совета Программы ПРООН-ГЭФ экологического оздоровления Днепра.

Автор более 300 научных работ, в том числе 10 монографий, 9 изобретений и 2 учебного пособия.

Направление научной деятельности – научное обеспечение рационального использования водных ресурсов и моделирование динамики подземных вод, устойчивое развитие территорий.



ВВЕДЕНИЕ

Среди разнообразных природных ресурсов вода занимает особое положение. Она непрерывно расходуется и возобновляется, объединяя в единый взаимосвязанный цикл все водные ресурсы атмосферы. Как писал В. И. Вернадский, вода определяет и создает всю биосферу, поэтому водные экосистемы должны вечно служить человеку, обеспечивая водой, как ресурсом, выступать производителем энергии, средством транспорта, обеспечивать условия воспроизводства рыб, птиц, млекопитающих и др.

Кроме того, водные ландшафты несут положительный эмоционально-психологический заряд, повышают настроение и общий тонус организма человека, а прибрежно-водные угодья представляют большой интерес в рекреационных целях.

Главным условием нормального функционирования любой речной экосистемы является не только достаточность в ней воды, но и ее качество. Река Мухавец является типичной рекой юга Беларуси. Она является не только главной водной артерией Брестского Полесья, но и важным социально-экономическим фактором развития запада Беларуси. На берегах р. Мухавец расположено четыре города, создавая им комфортное существование, обеспечивая их водой, прекрасными условиями для рекреации, судоходства, рыболовства, кроме того, река является основным приемником сточных вод.

Дальнейшее развитие этого региона зависит от состояния речной экосистемы бассейна р. Мухавец, поэтому главной задачей является комплексное изучение бассейна р. Мухавец и на базе этих исследований разработать программу развития реки, сохранив при этом всю ее уникальность.

Монография написана сотрудниками Полесского аграрно-экологического института Национальной академии наук Беларуси с привлечением специалистов сторонних организаций.

Авторы постарались, по мере возможности, изложить различные вопросы количественной и качественной оценки не только водных ресурсов, но и в целом природного потенциала. При этом большое внимание уделено особоохраняемым природным территориям, расположенным в бассейне р. Мухавец.

Подробно рассматриваются вопросы антропогенного воздействия на речную экосистему и показаны пути снижения антропогенной нагрузки.

Данная монография является, как бы продолжением начатых в Беларуси публикаций по речным бассейнам. Первой серьезной публикацией этого направления была монография 2003 года «Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять».

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензентам д. г. н. П. С. Лопуху, д. т. н. Э. И. Михневичу, д. т. н. В. С. Усенко за высказанные замечания и пожелания во время рецензирования рукописи.

1. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ Р. МУХАВЕЦ

Бассейн р. Мухавец расположен на западе Брестской области в верховье Прибужской равнины, в Брестском Полесье и занимает площадь 6600 км². Он вытянут с северо-востока на запад на 76 км, с севера на юг – на 102 км. Самым северным населенным пунктом является г. Пружаны (52°34' с. ш. и 24°27' в. д.), южным – д. Орехово Малоритского района (51°38' с. ш. и 23°56' в. д.), западным – г. Брест (52°05' с. ш. и 23°39' в. д.), а самым восточным – д. Ляховичи Дрогичинского района (52°03' с. ш. и 25°08' в. д.). Наибольшая высота над уровнем моря 184 м (д. Силичи Пружанского района), и самая низкая – 143 м (южнее д. Подземенье Кобринского района).

1.1. Климат

Водный режим бассейна р. Мухавец формируется под воздействием умеренно-континентального климата, который определяется взаимодействием множества факторов, основными из которых являются солнечная радиация и циркуляционные процессы атмосферы. Бассейн р. Мухавец расположен в переходной зоне (от морского климата к континентальному), где ведущим климатообразующим фактором становится атмосферная циркуляция. Чередование воздушных масс различного происхождения и направления формирует неустойчивый тип погоды. Усиление континентального восточного влияния обуславливает ясную солнечную погоду, летом – жаркую и сухую, зимой – морозную. Морское, западное влияние приносит влажную ненастную погоду, летом – прохладную, зимой – теплую, со снегопадами, метелями, гололедами.

Зима относительно мягкая, ее начало приходится на конец ноября, когда среднесуточная температура воздуха переходит через 0 °С в сторону понижения. Отмечается значительное число фазовых переходов воды (периодическая смена оттепелей и морозов). Нередки в зимний период жидкие осадки. Продолжительность зимы составляет 3 – 3,5 месяца. Начало весны (середина марта) связано с появлением устойчивых положительных среднесуточных температур воздуха. Летом активность циркуляции атмосферы снижается, и доминирует роль радиационных факторов в климатообразовании. Погода в этот период устойчивая, достаточно тепло и влажно. В то же время часты кратко-

временные обильные дожди и грозы. Началу лета предшествует цветение сирени в середине мая, когда среднесуточная температура воздуха переходит через 14 °С. Окончанию лета соответствует уменьшение и переход среднесуточных температур через 10 °С в сторону понижения в начале октября. Продолжительность лета составляет около пяти месяцев. В осенний период преобладает дождливая, пасмурная погода.

Первые метеорологические наблюдения организованы в г. Брест (устье р. Мухавец) в 1834 г., а к концу XIX века создана метеостанция в г. Пружаны (исток р. Мухавец). В разные годы проводились наблюдения за характеристиками климата на водосборе р. Мухавец на постах в Кобрине, Жабинке, Малых Радваничах, Малорите, Дивине и др. В настоящее время на водосборе р. Мухавец действующими являются метеостанции в гг. Брест и Пружаны.

Теплоэнергетические ресурсы климата

Сложные взаимодействия солнечной радиации с подстилающей земной поверхностью приводят к преобразованию лучистой энергии в тепловую, что в итоге обуславливает фазовые превращения воды, биологические и химические процессы. Помимо приходящей на земную поверхность коротковолновой солнечной радиации имеет место ее отток в виде эффективного излучения, приходящегося на инфракрасную длинноволновую область спектра диапазоном 5 – 100 мкм.

Алгебраическая сумма потоков поглощенной коротковолновой радиации и эффективного излучения выражается величиной радиационного баланса [Будыко, 1971]:

$$R = Q - A - E_{\text{эф}}, \quad (1.1)$$

где R – радиационный баланс; Q – суммарная коротковолновая радиация, слагающаяся из прямой и рассеянной радиации; A – альbedo как отражательная способность земной поверхности; $E_{\text{эф}}$ – эффективное излучение.

Радиационный баланс – знакопеременная величина как в сезонном, так и в суточном ходе. При положительной величине радиационного баланса, подстилающая поверхность поглощает большую долю суммарной коротковолновой радиации, чем ее уходит в виде длинноволнового (эффективного) излучения в радиационно-темное время суток. Происходит увеличение теплосодержания деятельного почвенного слоя и повышение температуры приземного слоя воздуха. В случае

отрицательной величины радиационного баланса преобладает эффективное излучение, тепло отдается атмосфере и понижается температура подстилающей поверхности.

Альbedo свойственны сезонные и суточные изменения. Сезонные – связаны с характером растительности, состоянием деятельной 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 альbedo резко уменьшается [Альbedo ..., 1981].

Эффективное излучение, входящее в уравнение (1.1), выражается зависимостью [Климат ..., 1996]

$$E_{эф} = E_3 - E_a, \quad (1.2)$$

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 (1.1). Но в переходные периоды, зимой и весной, при таянии снега и промерзшего слоя почвогрунтов, может иметь место соотношение $E_3 < E_a$ и величина эффективного излучения – отрицательна. На водосборе р. Мухавец 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 коротковолновой энергии в другие виды энергии. Как уже отмечалось выше, радиационный баланс имеет двузначный суточный и сезонный ход, это свойство присуще и его составляющим.

Заменяя скомпенсированные потоки энергии их суммами и группируя положительные и отрицательные потоки энергии, получаем развернутое уравнение теплоэнергетического баланса

$$R^+ + P^+ + B^+ + LC = R^- + P^- + B^- + LZ, \quad (1.3)$$

где $R^+ = Q_n$ – положительная составляющая радиационного баланса как приход коротковолновой радиации за вычетом эффективного излучения в радиационно-светлое время суток (поглощенная радиация); P^+ –

положительная составляющая турбулентного теплообмена; B^+ – увеличение теплосодержания поверхностного слоя почвы за счет теплоотдачи более глубоких слоев почвы в период их охлаждения; LC – тепло, выделяемое при конденсации водяных паров воздуха; $R = E_{эф}$ – отрицательная составляющая радиационного баланса, представляющая собой величину эффективного излучения при отсутствии притока коротковолновой радиации; P^- – отрицательная составляющая турбулентного теплообмена; B^- – уменьшение теплосодержания поверхностного слоя почвы за счет теплоотдачи в более глубокие слои почвы; LZ – тепло, затрачиваемое на суммарное испарение.

В левой части уравнения (1.3) представлены теплоэнергетические ресурсы климата, а в правой – расходные статьи теплоэнергетического баланса.

Графически, в векторной форме, теплоэнергетический баланс подстилающей земной поверхности представлен на рис. 1.2. Уравнение (1.3) является выражением закона сохранения энергии и справедливо для любых промежутков времени.

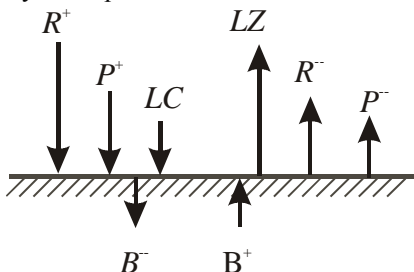


Рис. 1.2. Схема векторов теплоэнергетического переноса на уровне подстилающей земной поверхности

Ввиду отсутствия данных актинометрических наблюдений на метеостанциях, находящихся на водосборе р. Мухавец, радиационные характеристики и теплоэнергетические ресурсы климата определяются расчетным путем. В табл. 1.1 приведены показатели радиации, рассчитанные с использованием данных актинометрических наблюдений в Пинске [Климат ... , 1979].

В расчетах использовано альbedo площадки, покрытой в бесснежный период травой, а часть зимы – снегом табл. 1.2 [Климат ... , 1979].

Таблица 1.1. Месячные и годовые суммы радиации (мДж/м²) на горизонтальной поверхности при действительных условиях облачности для г. Бреста

Период осреднения												
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
Прямая радиация												
21,0	46,1	138	193	289	365	331	256	184	92,2	21,0	12,6	1949
Рассеянная радиация												
67,0	105	172	218	298	289	298	243	176	105	54,5	46,1	2072
Суммарная радиация												
88,0	151	310	411	587	654	629	499	360	197	75,4	58,7	4020
Поглощенная радиация												
33,5	62,9	189	331	457	511	494	394	281	151	54,5	33,5	2992
Эффективное излучение												
46,1	62,9	92,2	130	155	151	134	117	113	92,2	54,5	50,3	1198
Радиационный баланс												
-12,6	0,0	96,8	201	302	360	360	277	168	58,8	0,0	-16,8	1794

Таблица 1.2. Альbedo площадки для Бреста, в процентах

Месяц												
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
60	57	39	19	22	22	21	21	22	23	27	44	

Годовые суммы радиационного баланса рассчитаны как

$$R_{\Gamma} = 1,274 \cdot \sum_{>10^{\circ}C}^{0,447} t, \quad (1.4)$$

где $t_{>10^{\circ}C}$ – сумма температур больше 10°C.

В пределах водосбора р. Мухавец годовые суммы радиационного баланса изменяются с северо-востока на юго-запад в пределах от 1735 до 1785 мДж/м² (рис. 1.3).

Радиационный баланс водосбора р. Мухавец наибольший в Беларуси и превышает северо-восточные ее районы на 300 мДж/м² в год [Волчек, Калинин, 2002]. Годовые суммы поглощенной радиации водосбора изменяются в пределах 2950 – 2995 мДж/м² (в Бресте – 2992 мДж/м²). Эффективное излучение изменяется в пределах 1195 – 1210 мДж/м² (в Бресте – 1198 мДж/м²). Радиационный баланс положительный с марта по октябрь, и его максимальные значения приходятся на

июнь – июль. Наибольшие отрицательные значения приходятся на декабрь (табл. 1.1).

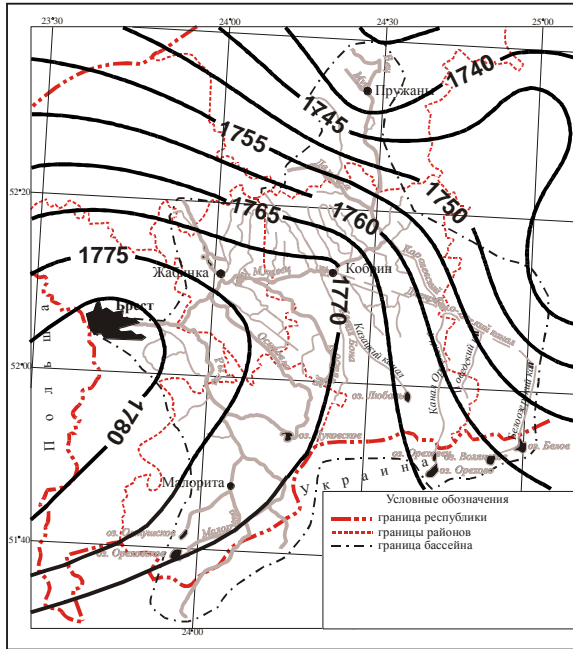


Рис. 1.3. Годовые суммы радиационного баланса, МДж/м²

В табл. 1.3 приведены годовые показатели турбулентного теплообмена, рассчитанные по формулам [Мезенцев, Карнацевич, 1969]:

$$P_{\Gamma}^{+} = 6,8 - 0,082 \cdot R_{\Gamma}; \quad (1.5)$$

[Мешик, 1998]

$$P_{\Gamma}^{-} = 45,94 - 0,016 \cdot \sum_{>10^{\circ}C} t^{*}, \quad (1.6)$$

Таблица 1.3. Годовые суммы турбулентного теплообмена, мДж/м²

Метеопункт	P^{+}	P	Метеопункт	P^{+}	P
Брест	139	205	Малорита	140	232
Кобрин	140	232	Пружаны	143	305

* Примечание: в формулах (1.4 – 1.6) теплоэнергетические составляющие в ккал/см² (1 ккал/см² = 41,9 мДж/м²).

Как видно из табл. 1.3, 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 (1.3).

Теплообмен в почве – 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, аккумулированное в деятельном слое почвы за теплый период, расходуется при теплоотдаче за холодный период года. По сравнению с радиационными характеристиками и турбулентным теплообменом величины теплообмена в почве малы, и часто в практических расчетах ими пренебрегают. Это относится также и к теплу, выделяемому при конденсации.

Как было отмечено выше, для водосбора р. Мухавец 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 (1.3) за годовой период тепло фазовых переходов не учитывается.

Большая часть приходных статей уравнения (1.3) расходуется на процесс суммарного испарения. Для определения затрат тепла заменяем суммарное испарение на максимально возможное испарение, 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 максимально возможное испарение равно $Z_m = 862$ мм, в Пружанах – $Z_m = 786$ мм [Волчек, Калинин, 2002]. Затраты тепла на процесс суммарного испарения на водосборе р. Мухавец составляют 1974 – 2165 мДж/м².

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 $0,12 \text{ кВт/м}^2$. Продолжительность солнечного сияния определяется временем, когда солнце находится над горизонтом, и облачностью [Климат ..., 1996]. Максимально возможная продолжительность солнечного сияния на водосборе р. Мухавец составляет около 4510 ± 5 часов в год. Действительная продолжительность солнечного сияния значительно меньше и определяется режимом облачности. Так, для г. Бреста средняя многолетняя годовая интенсивность солнечного сияния за период 1975 – 2004 гг. составила 1824 часа. В отдельные годы τ_r может быть менее 1500 часов, например, в 1980 г. в г. Брест $\tau_r = 1392$ часа. В 1980 г. лето в Бресте отличалось пасмурной погодой и обилием осадков. Начало XXI века характеризуется наибольшей продолжительностью солнечного сияния в г. Брест: 2000 г. – $\tau_r = 2119$ час.; 2002 г. – $\tau_r = 2010$ час.; 2003 г. – 2137 час.

Среднее квадратическое отклонение для τ_r составляет 148 часов. Распределение τ_r близко к нормальному, и можно считать, что примерно в 70 % случаев годовая продолжительность отличается от средней не больше, чем на указанную величину [Климат ..., 1996].

В табл. 1.4 приведены характеристики продолжительности солнечного сияния за период 1975 – 2004 гг., а также данные по другим источникам и периодам.

Таблица 1.4. Характеристики продолжительности солнечного сияния в Бресте

Период осреднения												
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
τ, 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
τ, часов за 1949-1963 гг. [Климат Бреста, 1979]												
43	66	141	181	246	269	262	239	199	129	42	33	1850
τ, часов за 1938-1980 гг. [Научно – прикладной ..., 1987]												
49	68	137	170	238	265	259	241	187	116	43	33	1806

Как видно из табл. 1.4, 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 τ приходится на май, а его значения в июне меньше июльских. Обнаруживается тенденция перераспределения продолжительностей солнечного сияния между смежными месяцами. Так, в феврале увеличиваются значений τ , а затем они снижаются в марте. Такая же картина наблюдается в мае – июне, августе – сентябре.

На рис. 1.4 приведен внутригодовой ход возможной и фактической продолжительности солнечного сияния в Бресте. Кривые практически следуют синхронно, за исключением снижения и увеличения τ в отмеченные месяцы. Указанные трансформации связаны с изменением режима облачности и, в итоге, режима выпадения атмосферных осадков.

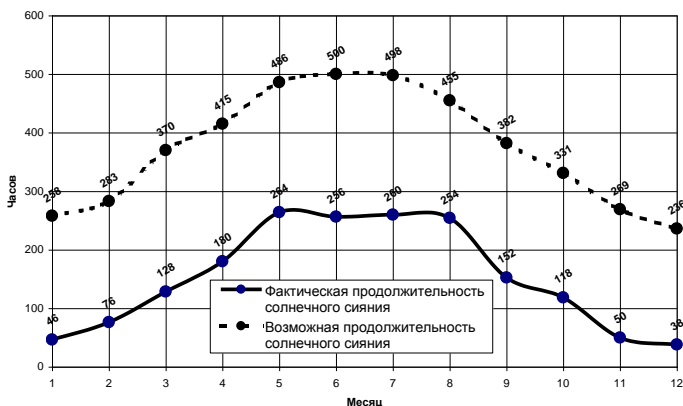


Рис. 1.4. Возможная и фактическая продолжительности солнечного сияния в Бресте, час

В 1960 г. 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 при этом 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 настоящее время под периодом для вычисления норм понимается определенный период времени, достаточный для определения 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 периода не может быть оговорена заранее. Она является функцией длительности периода, наличия внутрирядных связей и расположения периода во времени [Климат ..., 1996].

На исследуемой территории достаточно сложно подобрать ряды, имеющие статистическую однородность. Наличие большого количества длительных пропусков, корректировка методик регистрации инструментальных данных, замена приборов и др. не всегда позволят получить статистическую стабильность имеющегося ряда. В этой связи необходимо руководствоваться не только статистическими, но и физическими принципами. Рассматривая климатологию в прикладном аспекте, необходимо исходить из того, что осредненные климатические характеристики служат исходными данными при проектировании на водосборе р. Мухавец различных водохозяйственных, гидротехнических, сельскохозяйственных и др. объектов, срок службы которых ограничен. Большинство сооружений через 20 – 30 лет необходимо реконструировать, учитывая при этом изменившиеся климатические условия. Использование в инженерном проектировании длительных рядов наблюдений может изначально исказить фактическую ситуацию, так как сглаживаются тренды, сформировавшиеся в последние десятилетия. Авторы считают необходимым при вычислении климатических норм, используемых в инженерных расчетах, принимать ряды наблюдений за последние 30 лет (1975 – 2004 гг.). Это позволит учитывать трансформированные режимы формирования климатических характеристик и предусматривать адекватные компенсационные мероприятия.

Термические ресурсы

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

является средняя месячная температура воздуха. В табл. 1.5 приведены средние многолетние значения температуры воздуха для Бреста за 1975 – 2004 гг., а также данные по различным источникам и периодам.

Как видно из табл. 1.5, данные, полученные из различных источников, существенно разнятся между собой. Это связано прежде всего с большой изменчивостью средних значений. В частности, среднее квадратическое отклонение в рассматриваемом 30 – летнем периоде приведено в табл. 1.6.

Таблица 1.5. Средняя многолетняя месячная и годовая температура воздуха в Бресте, °С

Период осреднения												
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
1888 – 1960 гг. [Климат Бреста, 1979]												
-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. [Научно – прикладной ..., 1987]												
-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. [Климат ..., 1996]												
-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
Осредненные данные за 1975 – 2004 гг. по метеостанции Брест												
-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

Таблица 1.6. Среднее квадратическое отклонение средней месячной и годовой температуры воздуха за период осреднения 1975 – 2004 гг. в Бресте, °С

Период осреднения												
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	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 все колебания уровня ряда [Климат ..., 1996]. В то же время табл. 1.6 показывает существенные современные трансформации температур воздуха. Так,

наблюдается рост температур в холодный период года, что, в итоге, приводит к увеличению среднегодовой температуры. Увеличение температуры воздуха в марте связано с большим количеством малоснежных 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 на водосборе р. Мухавец. В частности рост зимних и весенних температур воздуха приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода сельхозкультур, вследствие чего юго-западная часть Беларуси получает выгодные термические ресурсы, необходимые для интенсификации сельхозпроизводства.

Максимальная средняя месячная температура воздуха на водосборе р. Мухавец 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) [Климат ..., 1979].

Изменение во времени средней месячной температуры воздуха достаточно хорошо описывается нормальным законом распределения, что позволяет по среднему квадратическому отклонению и среднему многолетнему значению температуры получить обеспеченные величины по формуле:

$$t_p^o = \bar{t}^o \cdot (\Phi_p \cdot \frac{\sigma}{\bar{t}^o} + 1), \quad (1.7)$$

где t_p^o – величина температуры воздуха расчетной обеспеченности; \bar{t}^o – среднемноголетнее значение температуры воздуха; Φ_p – нормированное отношение ординаты кривой обеспеченности.

Экстремальные значения средней месячной температуры воздуха за инструментальный период по метеостанции Брест приведены в табл. 1.7 [Климат..., 1996], т. е. вероятность их появления – примерно 1 раз в 100 лет.

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. Оценку среднедекадных (среднесуточных) 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 являются взаимосвязанными, между ними прослеживается четкая корреляция, постепенно затухающая в течение определенного периода времени, различного для конкретного гидрометеозлемента. Для прогностической оценки и восстановления пропусков в рядах наблюдений можно на практике формализовать Марковские процессы различных порядков

Таблица 1.7. Экстремальные значения средней месячной температуры воздуха (°C) по метеостанции Бреста за инструментальный период наблюдений (1888 – 1994 гг.)

Период осреднения											
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Минимальные наблюдаемые температуры воздуха											
-14,8	-15,5	-5,3	1,1	9,8	13,9	15,0	14,6	10,5	4,1	-3,2	-8,4
Максимальные наблюдаемые температуры воздуха											
2,3	4,6	6,4	10,9	17,6	20,7	21,9	21,6	16,4	12,0	7,8	2,6
Температуры воздуха обеспеченностью P=99%											
-12,9	-12,4	-5,5	3,1	9,6	13,2	15,4	14,6	10,0	3,7	-1,8	-7,6
Температуры воздуха обеспеченностью P=1%											
3,7	5,4	6,8	11,5	17,6	20,2	21,4	20,2	16,6	11,7	7,0	4,0

$$X_i = \sum_{k=1}^n a_k X_{i-k} , \tag{1.8}$$

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 интерпо-

ляцию или Фурье – анализ, так как исследуемые ряды содержат периодическую составляющую. При наличии большого числа гармоник во временном ходе значений гидрометеорологических величин следует использовать степенной полином вида:

$$f(X) = \sum_{i=0}^n a_j \cdot X^i, \quad (1.9)$$

где a_j – постоянные коэффициенты; n – показатель степени полинома.

Эмпирический или теоретический временной ряд можно разложить в ряд Фурье, сумма которого является функцией периода (2π)

$$f(X) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cdot \cos nX + b_n \cdot \sin nX), \quad (1.10)$$

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 гидрометеорологических элементов в Бресте представлены в табл. (1.8) [Исследование ..., 1996].

Таблица 1.8. Значения остаточной дисперсии для различных аппроксимирующих функций и элементов для Бреста

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 табл. 1.8 видно, что описание временных рядов основных гидрометеорологических элементов 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 аппроксимиро-

ванными 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. Кроме того, для распределения суточных температур, особенно в холодный период года, характерна значительная асимметричность (коэффициент асимметрии составляет $-0,5 \dots -1,0$) [Климат ..., 1996].

Большая изменчивость характерна для температур воздуха в течении суток. На рис. 1.5 показан внутрисуточный ход температуры воздуха для Бреста.

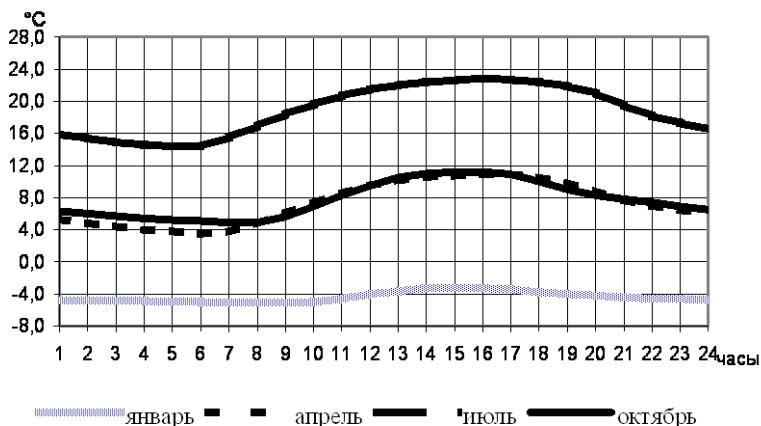


Рис. 1.5. Внутрисуточный ход температуры воздуха в Бресте, °C

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 на водосборе р. Мухавец носит во вторую половину весны и летом широтный характер, осенью и зимой температуры увеличиваются по направлению северо-восток – юго-запад.

Важными показателями, учитываемыми в агроклиматологии, являются даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через различные пределы (табл. 1.9) и суммы накопленных температур.

Таблица 1.9. Средние даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С в Бресте [Климат ..., 1996]

весна			
0	5	10	15
13.III	7.IV	27.IV	21.V
осень			
15	10	5	0
6.IX	4.X	1.XI	1.XII

На рис. 1.6 представлено пространственное распределение сумм накопленных температур воздуха более 10°C.

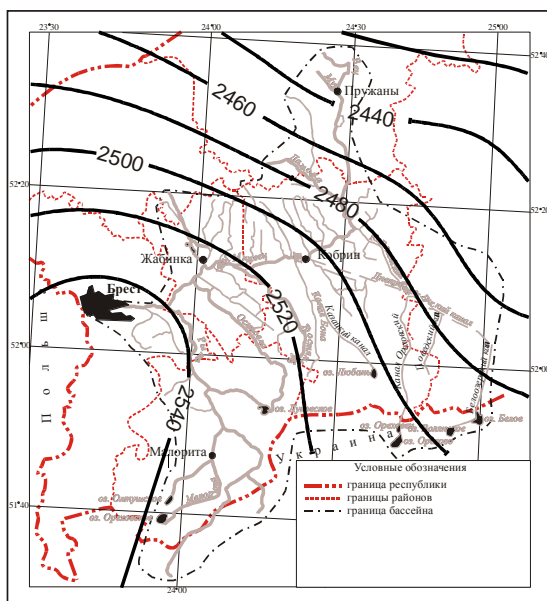


Рис. 1.6. Пространственное распределение сумм температур воздуха более 10°C

Как видно из рис. 1.6, наибольшими и достаточными термическими ресурсами для получения высоких урожаев сельскохозяйственных

культур, при обеспечении водой в требуемом количестве обладает юго-западная часть водосбора р. Мухавец.

Режим увлажнения

Распределение атмосферных осадков по описываемой территории представляет собой сложную картину «пятнистости», обусловленную определенным сочетанием физико-географических факторов водосбора р. Мухавец. 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 юго-западе, как и на всей территории Беларуси, 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 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 и термических условий. Сезонные колебания интенсивности влагопереноса в значительной мере синхронны годовому ходу температуры воздуха. Но эти процес-

сы происходят на фоне различного среднего уровня увлажненности атмосферы и скоростей переноса воздушных масс, менее зависимых от термических факторов. Пространственная изменчивость интенсивности влагопереноса особенно велика в зимний период. Летом, когда доля испарения с поверхности суши в увлажнении атмосферы соизмерима с адвекцией океанской влаги, интенсивность влагопереноса стабилизируется.

По количеству выпадающих осадков водосбор р. Мухавец 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 водосбора р. Мухавец характерен следующий режим выпадения осадков: максимум приходится на июль, минимум – на февраль-март. Однако в нехарактерные годы внутрigoдовой ход атмосферных осадков может быть иным. Число дней в году с осадками в Бресте – 178. Наиболее 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, когда 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 [Климат ..., 1979].

Годовые суммы атмосферных осадков значительно колеблются по годам, достигая амплитуды 600 мм и более. Наибольшая годовая сумма – 925 мм – зафиксирована на метеостанции Пружан в 1970 г., на метеостанции Брест максимум – 854 мм – пришелся на 1974 г. Минимальное годовое количество осадков на метеостанции Пружан составило 318 мм (1953 г.), на метеостанции Бреста – 379 мм (1971 г.).

В справочной литературе и других источниках приводятся средние многолетние данные (нормы) по месячным и годовым суммам осадков, существенно различающиеся между собой. Например, для Бреста приводится средняя годовая сумма, равная 540 мм [Шкляр, 1962] и 681 мм [Научно-прикладной ..., 1987]. Разность составляет 141 мм, что соизмеримо с оросительной нормой многолетних трав в среднезасушливый

год (75 % обеспеченности дефицитов водопотребления). Безусловно, отсутствие четкого, единого подхода к определению средних многолетних величин осадков влечет за собой серьезные просчеты при водохозяйственных и других мероприятиях на водосборе р. Мухавец. Проблема состоит в том, что в различных источниках приводятся данные, принятые по различным периодам осреднения и с использованием различных поправок к измеренным величинам атмосферных осадков. Исходные временные ряды осадков крайне неоднородные. Для некоторых станций началом наблюдений является 1891 г., однако войны (1914, 1941 – 1945 гг.) внесли большие пропуски в ряды наблюдений. Дождемеры с защитой Нифера были массово заменены осадкомерами Третьякова (Брест – 13.VI.1949 г., Пружаны – 31.VII.1950 г.), что потребовало введения переходных коэффициентов от показаний дождемера к показаниям осадкомера. С 1966 г. внедрена новая методика наблюдений за осадками, когда поправку на смачивание осадкомерного ведра стали вводить непосредственно при измерении осадков. Данные, приводимые с 1966 г., содержат эту поправку. Существует проблема, особенно в жаркий период, испарения части осадков из аккумуляющей емкости. Но, ввиду малых значений, на территории Беларуси такая поправка не вводится. При выполнении воднобалансовых расчетов с целью увязки стока и испарения, требуется введение к имеющимся данным поправок на ветровой недоучет, значения которых приведены в табл. 1.10 [Справочник..., 1966].

Таблица 1.10. Поправочные коэффициенты на ветровой недоучет атмосферных осадков

Месяц											
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Метеостанция Бреста											
1,41	1,41	1,28	1,06	1,03	1,02	1,02	1,02	1,03	1,05	1,15	1,25
Метеостанция Пружан											
1,42	1,43	1,28	1,07	1,03	1,02	1,02	1,02	1,03	1,05	1,18	1,29

В табл. 1.11 приведены средние многолетние величины месячных и годовых сумм атмосферных осадков за период 1975 – 2004 гг.

Сравнивая результаты табл. 1.11 с различными источниками, можно сделать вывод об уменьшении сумм осадков в последнее 30-летие. Наибольшая разность – свыше 10 мм – характерна для июня.

Отмечается большая изменчивость во времени месячных сумм атмосферных осадков, коэффициенты вариации которых изменяются в пределах 0,2 – 0,7 [Волчек, Калинин, 2002].

Таблица 1.11. Средние многолетние месячные и годовые суммы атмосферных осадков за период 1975 – 2004 гг., мм

Период осреднения												
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
Метеостанция Бреста												
36	31	30	41	56	67	80	71	55	39	39	42	588
Метеостанция Пружан												
36	29	33	37	59	74	85	63	58	38	40	42	596

Распределение величин месячных сумм атмосферных осадков имеет небольшую, как правило, положительную асимметрию, что исключает возможность использование нормального закона распределения для оценки изменчивости. Поэтому для определения обеспеченных месячных сумм атмосферных осадков использовано трехпараметрическое гамма-распределение. В табл. 1.12 приведены месячные значения вычисленных сумм атмосферных осадков по метеостанции Бреста различной расчетной обеспеченности.


В расчете использованы среднемесячные суммы атмосферных осадков с поправкой на смачивание осадкомерного ведра [Климат..., 1996]. Несоответствие сумм месячных величин атмосферных осадков за год и годовых значений вызвано внутригодовой асинхронностью.

На рис. 1.7 представлено пространственное распределение средних многолетних годовых сумм атмосферных осадков за период 1975 – 2004 гг. Распределение годовых сумм атмосферных осадков на водосборе р. Мухавец носит широтный характер. Осадки увеличиваются с возрастанием высоты местности над уровнем моря.

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, в день с осадками, 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 [Климат ..., 1996].

Таблица 1.12. Месячные суммы атмосферных осадков различной обеспеченности по метеостанции Бреста, мм

Метеостанция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Норма 	34	33	35	41	56	78	77	76	51	44	43	40	608
Коэффициент вариации (C_v)	0,59	0,49	0,55	0,50	0,47	0,47	0,57	0,56	0,67	0,82	0,46	0,51	0,19
Коэффициент асимметрии (C_s)	1,1	-0,2	0,4	1,0	0,8	0,4	0,8	,4	1,3	2,4	0,3	0,4	0,2
Принятое соотношение C_s/C_v	2	0,5	1	2	2	1	1,5	1	2	2,5	1	1	1
P=1 %	97	71	86	103	154	173	205	188	162	174	94	94	891
P=5 %	72	61	70	80	105	144	159	154	116	114	78	77	804
P=25 %	44	49	48	49	88	102	107	101	68	58	56	53	683
P=75 %	19	21	20	26	37	50	44	42	26	19	28	24	527
P=95 %	9	8	7	14	21	23	43	15	8	7	14	16	502
P=99 %	5	3	3	8	13	12	8	6	5	3	7	4	345

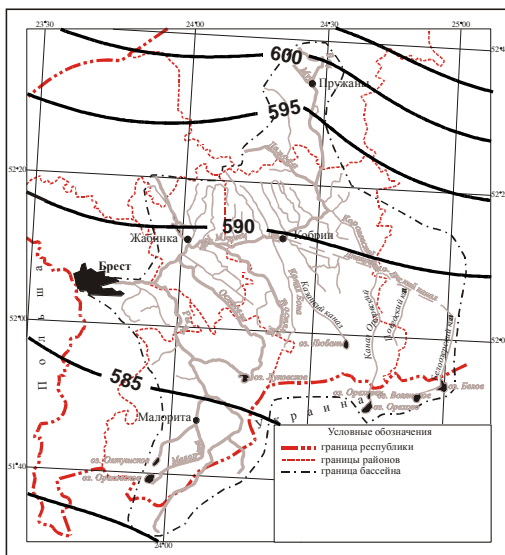


Рис. 1.7. Средние многолетние годовые суммы атмосферных осадков (1975 – 2004 гг.), мм

Снежный покров характеризуется твердыми осадками. 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 водосборе р. Мухавец характеризуется значительной неустойчивостью. Средняя дата образования снежного покрова в Бресте 29.XII, разрушения на 5.III. При этом продолжительность периода со снежным покровом составляет 66 дней. Наиболее раннее образование снежного покрова, наблюдаемое один раз в 20 лет, приходится на 28.XI, а позднее – 5.II. Наиболее ранняя дата разрушения снежного покрова – 7.II, поздняя, с такой же повторяемостью, – 3.IV. В Бресте устойчивый снежный покров разрушается, в среднем, на 7 дней ранее перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С [Климат ..., 1979].

На рис. 1.8 представлено среднее многолетнее распределение высоты снежного покрова в году за период 1975 – 2004 гг.

Как видно из рис. 1.8, в большую часть холодного периода средняя многолетняя высота снежного покрова на водосборе р. Мухавец для различных пунктов практически не меняется. Исключение составляют февраль и март, когда появляется некоторое расхождение, носящее широтный характер.

На рис. 1.9 представлено среднее многолетнее (за период 1987 – 2004 гг.) распределение средней из максимальных высот снежного покрова, где наблюдается расхождение около 2 см между гг. Пружаны и Брест.

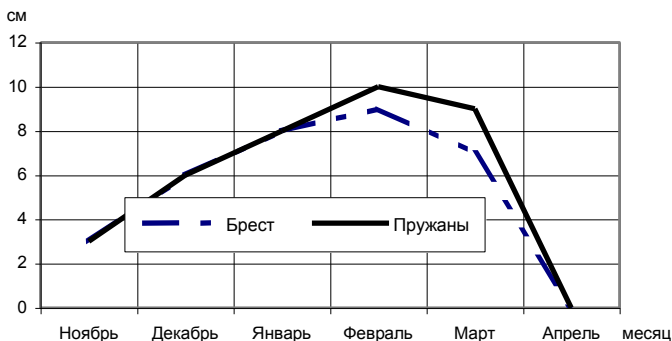


Рис. 1.8. Среднее многолетнее распределение высоты снежного покрова в году за период 1975 – 2004 гг., см

Плотность снежного покрова постепенно увеличивается к концу зимы от $0,12 - 0,17 \text{ г/см}^3$ до $0,29 - 0,36 \text{ г/см}^3$. 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, которую необходимо учитывать при прогнозировании половодий, воднобалансовых расчетах и др.

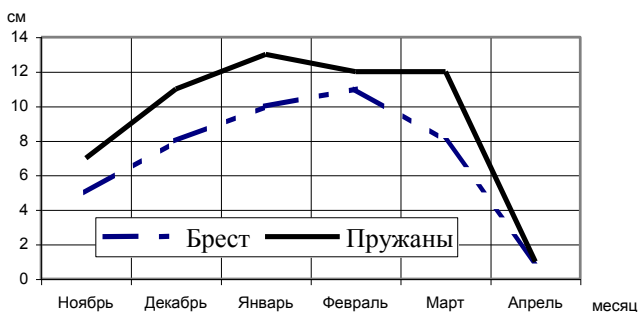


Рис. 1.9. Среднее многолетнее, за период 1987 – 2004 гг., распределение средней из максимальных высот снежного покрова, см

Достаточно большое количество выпадающих осадков, заболоченность водосбора, 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 рис. 1.10 представлен внутригодовой ход парциального давления водяного пара и дефицита насыщения в Бресте за период 1975 – 2004 гг. Представленные характеристики внутри года следуют практически синхронно и хорошо коррелируют с температурами воздуха. Пространственная изменчивость парциального давления водяного пара на водосборе р. Мухавец незначительная. Дефицит насыщения изменяется в более широких пределах. В Пружанах его значения ниже, чем в Бресте, на $0,12 - 0,15 \text{ гПа}$ в январе – декабре и на $0,89 - 0,91 \text{ гПа}$ – в мае-июле. Ярко выражен суточный ход дефицита насыщения летом. Максимум достигает пределов $18 - 25 \text{ гПа}$ и приходится на $13 - 15$ часов.

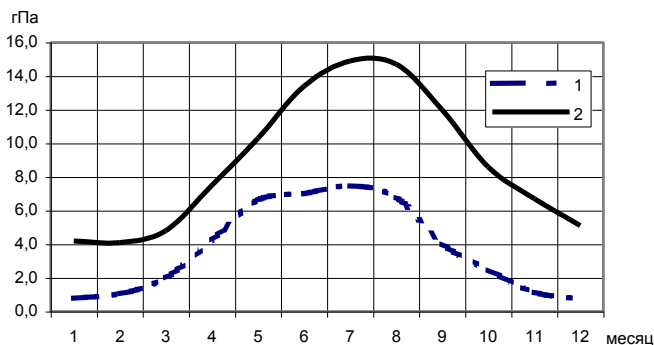


Рис. 1.10. Внутригодовой ход характеристик влажности воздуха в Бресте за период 1975 – 2004 гг.: 1 – дефицит насыщения; 2 – парциальное давление водяного пара

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 [Климат ..., 1996]. 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 табл. 1.13 приведены средние многолетние месячные и годовые величины относительной влажности воздуха за период 1975 – 2004 гг.

Таблица 1.13. Средние многолетние месячные и годовые величины относительной влажности воздуха за период 1975 – 2004 гг., %

Период осреднения													
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	
Метеостанция Бреста													
85	82	76	69	64	69	71	72	78	81	85	87	76	
Метеостанция Пружан													
87	84	79	73	69	72	74	74	80	83	87	88	79	

Среднее квадратическое отклонение месячных значений относительной влажности находится в пределах 12–15 %. Годовые значения устойчивы, среднее квадратическое отклонение составляет 1–2 %.

Внутригодовой ход относительной влажности обратно пропорционален ходу температур воздуха: с повышением температуры воздуха давление насыщенного водяного пара растет быстрее фактического, а относительная влажность при этом уменьшается. Наименьшие значения влажности приходятся 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 [Волчек, Калинин, 2002].

Циркуляционные факторы климата

Давление воздуха практически полностью определяется циркуляционными процессами атмосферы, зависит от географического положения 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*. На рис. 1.11 приведен внутригодовой ход давления воздуха в Бресте и Пружанах. Осреднение выполнено за период 1975–2004 гг.

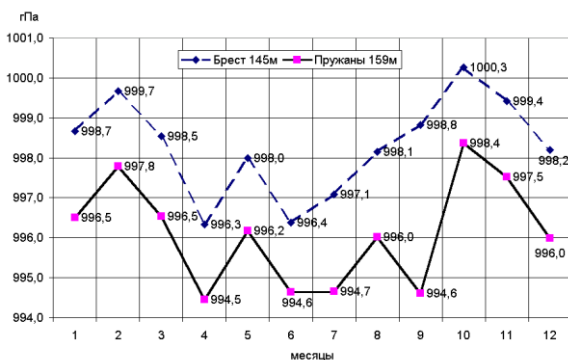


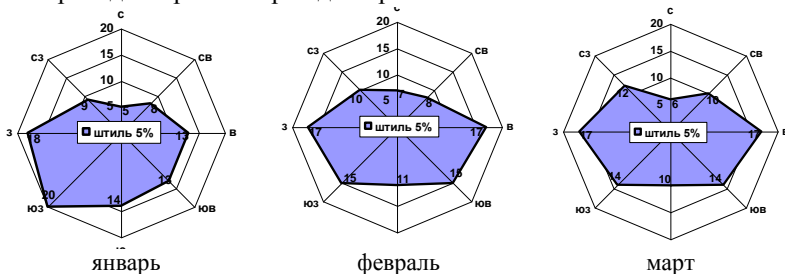
Рис. 1.11. Внутригодовой ход атмосферного давления на уровне станции, гПа

* Примечание. 1 гПа=1мб=0,75 мм рт. столба

Внутригодовой ход атмосферного давления на территории бассейна р. Мухавец имеет свои особенности: максимум – в октябре, минимум – в июне, в то время как для Беларуси максимум имеет место в наиболее холодном месяце – январе, а минимум – в наиболее теплом – июле, что соответствует континентальным районам умеренных широт Евразийского материка [Климат ..., 1996]. Октябрьский максимум для водосбора р. Мухавец 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 водосбора бассейна р. Мухавец 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 [Климат ..., 1996].

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.

Ветровой режим обуславливается атмосферной циркуляцией и определяется наличием стационарных барических центров. На рис. 1.12 приведены розы ветров для Бреста.



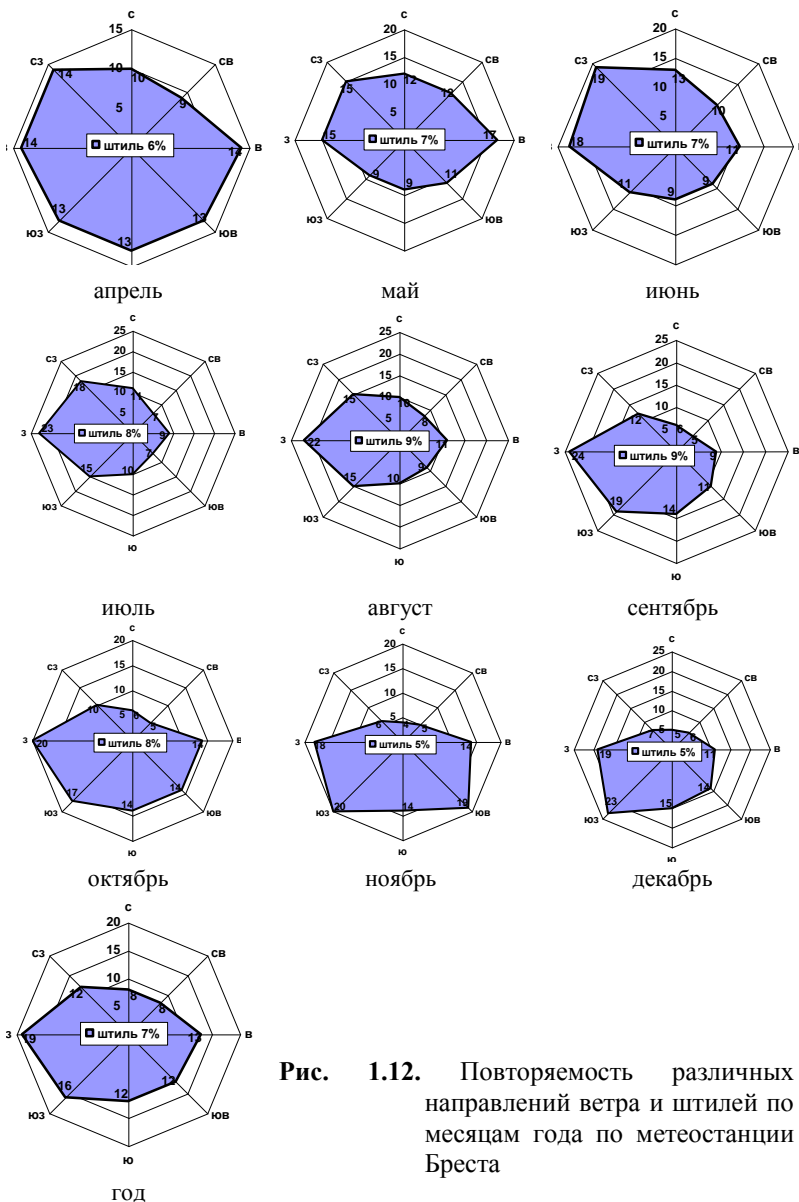


Рис. 1.12. Повторяемость различных направлений ветра и штилей по месяцам года по метеостанции Бреста

В течение всего года практически 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 % [Климат ..., 1979]. 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 мин. Иногда необходимо знать мгновенную скорость ветра, определяемую за интервал 2 – 5 с.

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 меняется. 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 ясной, установившейся погоде наблюдается ярко

выраженный суточный ход изменения скорости ветра. С утра до полуденных часов скорость ветра возрастает, затем ослабевает - иногда до полного затишья ночью. В этих условиях ветер усиливается до 14 - 15 час., а затем ослабевает. Очень слабый ветер обычно неустойчив.

На рис. 1.13 показаны зависимости скорости ветра от высоты для Бреста, построенные с использованием формулы [Климат ..., 1996]:

$$\frac{V_H}{V_h} = 1 + \alpha \left[1 - \left(\frac{H}{h} \right)^{-\beta} \right], \quad (1.11)$$

где V_H и V_h – скорость на высоте H и у земли h ; α , β – эмпирические коэффициенты, зависящие от периода осреднения и для июля-марта – 4,20; 0,23, а для апреля-июня – 2,46; 0,41 соответственно.

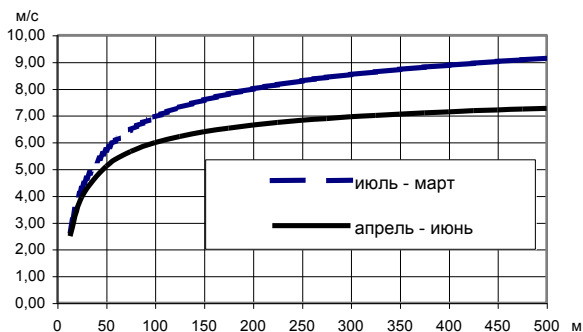


Рис. 1.13. Распределение скоростей ветра по высоте, для Бреста, м/с

В табл. 1.14 приведены средние значения скоростей ветра на метеостанции Бреста, определенные за различные периоды осреднения. Как видно из табл. 1.14, наблюдается устойчивое снижение скоростей ветра для всех месяцев и годового периода. Климатологи связывают снижение скорости ветра с изменением: в общем – циркуляционных процессов, в частности – увеличением повторяемости восточных форм циркуляции атмосферы в умеренных широтах [Волчек, Калинин, 2002]. Факт снижения скоростей ветра необходимо учитывать при воднобалансовых расчетах водосбора р. Мухавец, особенно при определении испарения.

На рис. 1.14 показано пространственное распределение скоростей ветра за средний годовой период на водосборе р. Мухавец.

Распределение средних годовых скоростей ветра на водосборе р. Мухавец носит широтный характер. Скорости ветра уменьшаются с севера на юг.

Таблица 1.14. Средняя месячная и годовая скорость ветра за различные периоды осреднения в Бресте, м/с

Период осреднения													
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	
1936 – 1960 гг.													
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 гг.													
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 гг.													
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 гг.													
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 гг.													
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	

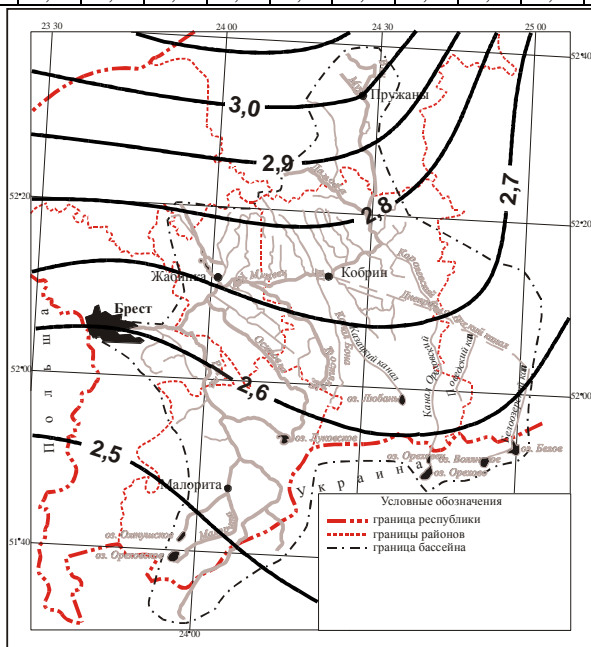


Рис. 1.14. Средняя годовая скорость ветра (1975 – 2004гг.), м/с

С точки зрения развития ветроэнергетики, водосбор р. Мухавец в настоящее время малоперспективен, так как средняя годовая скорость ветра не превышает 3 м/с. Экономическая целесообразность применения серийно выпускаемых ветроэнергетических установок определяется наличием средних годовых скоростей ветра ≥ 5 м/с.

Суммарное испарение

Суммарное испарение – один из основных расходных элементов водного баланса речных водосборов, причем его роль становится определяющей в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения. Сложность исследования суммарного испарения заключается в том, что в настоящее время нет приборов, которые бы напрямую измеряли его величины. Существующие косвенные методы измерения испарения, впрочем, как и расчетные методы, дают существенные ошибки. Кроме того, ограничивающим моментом является малый объем исходной выборки, вследствие чего неизбежно искажение статистических модельных представлений структуры испарения в точке. Для практических целей необходимо определить не структуру испарения в окрестностях отдельных метеостанций, а поле испарения как стохастическое формирование в целом. Данные отдельных лизиметров являются репрезентативными лишь для однородной по условиям формирования испарения территории. Поэтому в ряде случаев целесообразнее отказаться от измеренных величин и использовать рассчитанные величины, что и сделано в настоящей работе.

До настоящего времени не разработано теоретически обоснованной схемы, описывающей движение воды в почве при испарении. Существующие расчетные схемы включают ряд эмпирических параметров, точность определения которых существенно влияет на величины испарения. Необходимо критическое применение современных методов определения суммарного испарения. Во всех случаях практических расчетов необходим обязательный анализ погрешностей и сопоставление полученных результатов с данными о радиационном балансе, испаряемости и, конечно, с измеренными значениями суммарного испарения и данными воднобалансовых исследований.

С методологической точки зрения, можно выделить три направления (метода) количественной оценки суммарного испарения: статистические, балансовые и физические (рис. 1.15). Детальный анализ мето-

дов определения суммарного испарения и возможность их использования выполнен в работе [Волчек, Марчук, 1987].



Рис. 1.15. Граф-схема основных методов определения суммарного испарения

Методы определения суммарного испарения, не требующие дополнительных измерений, сопоставлялись между собой. Величины суммарного испарения, вычисленные различными методами, находятся в довольно широком диапазоне. В настоящей работе использован метод гидролого-климатических расчетов (ГКР), с помощью которого рассчитаны месячные величины суммарного испарения. Это позволило оценить величины суммарного испарения и их изменчивость.

Расчет суммарного испарения

Суммарное испарение по методу ГКР определяется по следующим уравнениям [Мезенцев, Карнацевич, 1969]:

$$E = E_0 \cdot \left(1 + V_{cp}^{-r} n \right)^{1/n}; \quad (1.12)$$

$$V_{cp}^r = \frac{\left(X + G \right) + V_i}{\frac{W_{HB}}{E_0} + V_i^{1-r}}; \quad (1.13)$$

$$V_{i+1} = V_i \cdot \left(\frac{V_{cp}}{V_i} \right)^r, \quad (1.14)$$

где E – суммарное испарение, мм; E_0 – максимально возможное испарение (испаряемость), мм; $W_{\text{НВ}}$ – значение наименьшей влагоемкости деятельного слоя почвы, мм; V_i, V_{i+1} – влажность деятельного слоя почвы на начало и конец расчетного периода в долях от $W_{\text{НВ}}$; $V_{\text{ср}}$ – средняя за расчетный период влажность почвы в долях от $W_{\text{НВ}}$; $k X$ – атмосферные осадки с учетом поправок на выдувание и смачивание, мм; G – грунтовая составляющая водного баланса, мм; r – параметр, зависящий от водно-физических свойств и механического состава почвогрунтов; n – параметр, учитывающий гидравлические условия стока.

Системы уравнений (1.12) – (1.14) относительно норм суммарного испарения решаются методом итераций.

На рис. 1.16 представлена карта годового суммарного испарения на территории Беларуси. Годовая величина суммарного испарения изменяется в небольших пределах и составляет 520 ... 590 мм, увеличиваясь с севера к центру страны, величина суммарного испарения достигает максимального значения и затем убывает к югу, так как на севере оно ограничено тепловыми ресурсами, а на юге – водными. Внутригодовое распределение суммарного испарения для всей рассматриваемой территории характеризуется максимумом в июне и минимумом в декабре, что соответствует экстремальным значениям теплоэнергетических ресурсов (табл. 1.15).

Таблица 1.15. Средние многолетние значения суммарного испарения на территории бассейна р. Мухавец, мм

Метеостанция	Месяц								Год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	
Пружаны	60	93	101	92	72	48	26	492	557
Брест	65	93	95	83	69	47	27	479	549

По методу гидролого-климатических расчетов определены месячные величины суммарного испарения за конкретные годы. Это позволило оценить изменчивость суммарного испарения, которая сравнительно невелика по отношению к стоку и атмосферным осадкам и составляет $C_v=0,12 \dots 0,15$, т. е. в среднем $C_v=0,13$. Коэффициенты вариации месячных величин суммарного испарения принимают еще большие значения, достигая $C_v=0,27$. Во внутригодовом разрезе наибольшая изменчивость наблюдается в июле $C_v=0,26$. Причина этого заключается в том, что к этому времени весенние влагозапасы уже, как пра-

вило, израсходованы, и суммарное испарение определяется, в основном, режимом выпадения атмосферных осадков (табл. 1.16).

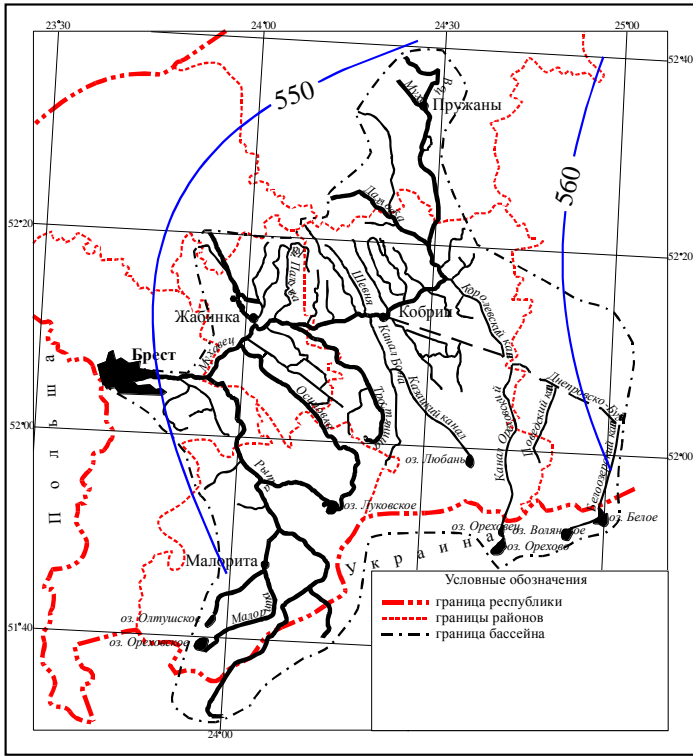


Рис. 1.16. Годовое суммарное испарение на территории бассейна р. Мухавец, мм

Таблица 1.16. Коэффициенты вариации суммарного испарения на территории бассейна р. Мухавец

Метеостанция	Месяц								Год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	
Пружаны	0,22	0,20	0,22	0,15	0,20	0,21	0,23	0,15	0,22
Брест	0,27	0,26	0,23	0,26	0,20	0,22	0,27	0,12	0,27

Стихийные метеорологические явления и опасные явления погоды

К стихийным явлениям относят: сильный мороз – понижение минимальной температуры воздуха до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже; сильную жару –

повышение максимальной температуры до 35 °С и выше; сильный дождь – выпадение осадков в количестве 50 мм и более за 12 часов или меньший интервал времени; сильный снегопад – выпадение твердых и смешанных осадков в количестве 20 мм и более за 12 часов или меньший интервал времени; сильный ветер – мгновенная скорость ветра 25 м/с и больше; сильные гололедно-изморозевые отложения – диаметр гололеда на проводе гололедного станка 20 мм и более, смешанного отложения – 35 мм и более; сильный туман – видимость 50 м и меньше, продолжительность не менее 6 часов; сильную метель – метель с усилением скорости ветра до 15 м/с и более, продолжительностью не менее 12 часов; суховейные явления – сохранение в течение не менее 3-х дней высокой температуры воздуха (в дневные часы 25°С и выше), низкой относительной влажности (в дневные часы не выше 30 %) при усилении скорости ветра до 5 м/с и более; засушливые явления – 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 [Стихийные..., 2002]. К неназванным опасным явлениям погоды можно также отнести заморозки, грозы, град и др.

Температура воздуха –35 °С и ниже неоднократно регистрировалась на всей территории водосбора р. Мухавец. Самая низкая температура (-37,7°С) зафиксирована в на метеостанции Пружан (январь, 1950). Повторяемость лет с температурами воздуха $\leq -35^{\circ}\text{C}$ невелика и не превышает 2% лет с явлением. На исследуемой территории имели место температуры воздуха, превышающие 35°С, наибольшая из них составила 36,6 °С на метеостанции Бреста (июль, 1959, август, 1892). Повторяемость температуры воздуха $\geq 35^{\circ}\text{C}$ на водосборе р. Мухавец наивысшая в Брестской области и составляет 9 %. В табл. 1.17 приведены абсолютные экстремумы температур воздуха на метеостанции Бреста [Климат ..., 1996].

На практике удобно пользоваться обеспеченными величинами, так как представленные в табл. 1.17 температуры могут быть исключительными, и последующие экстремальные значения в этом случае могут быть далекими от них. В табл. 1.18 представлена обеспеченность годовых абсолютных экстремумов температур воздуха [Климат ..., 1979].

Таблица 1.17. Абсолютные экстремумы температур воздуха на метеостанции Бреста, °С

Период осреднения												
январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
Минимум												
-36	-28	-23	-8	-4	2	6	1	-3	-14	-19	-26	-36
Максимум												
12	17	23	31	34	33	37	37	32	26	19	15	37

Таблица 1.8. Обеспеченность годовых абсолютных экстремумов температур воздуха в Бресте, %

Обеспеченность, %	5	10	25	50	75	90	95
Абсолютный минимум, °С	≤ -31	≤ -28	≤ -25	≤ -22	≤ -20	≤ -16	≤ -15
Абсолютный максимум, °С	≥ 37	≥ 36	≥ 35	≥ 34	≥ 33	≥ 32	≥ 31

Повторяемость сильных дождей на территории водосбора р. Мухавец составляет 11 – 14 % лет – наибольшая в районе Бреста. В то же время сильные снегопады с повторяемостью 6 % в Брестской области имеют место только в районе Пружан. Сильные дожди представляют собой серьезную опасность не только для сельского хозяйства, но и в целом для экономики региона. Опасными могут быть не только сравнительно кратковременные обильные дожди, но и продолжительные периоды с ежедневным выпадением осадков. Опасным считается уже декадный период с ежедневными осадками и общей суммой за 10 дней не менее 20 мм. Такие периоды наблюдаются в 40 – 60 % лет [Климат ..., 1996].

Сильный ветер ≥ 25 м/с на территории водосбора р. Мухавец имеет очень высокую повторяемость: сильных ветров – от 17 % в районе Бреста до 43 % лет в районе Пружан. В этом пункте одна из самых высоких повторяемостей в Беларуси сильного ветра (после г. Славгород). Максимальная мгновенная скорость ветра – 30 м/с – зафиксирована на метеостанции Пружан, причем это явление не является исключительным, так как наблюдалось неоднократно. В практике инженерных расчетов при определении ветровых нагрузок целесообразно принимать максимальную скорость ветра с заданной обеспеченностью (рис. 1.17).

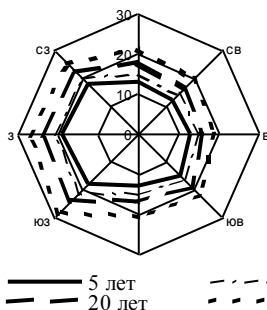


Рис. 1.17. Максимальные скорости ветра в Бресте, м/с, по направлениям и их повторяемости

Сильные гололедно-изморозевые отложения на исследуемой территории за период 1966 – 2000 гг. не регистрировались.

На водосборе р. Мухавец в холодный период года создаются наиболее благоприятные условия для образования так называемых адвективных туманов, когда теплый воздух с Атлантики или Средиземноморья поступает на охлажденную земную поверхность. Среднее число дней в году с туманами около 40 – 60. Причем сильные туманы редки, примерно 1 раз в 12 – 24 года, что является незначительной величиной.

Сильные метели являются довольно частым явлением на исследуемой территории. Их повторяемость доходит до 17 % лет. Наибольшее число дней с метелями составляет 3 – 8 в месяц. Наиболее сильные метели наблюдаются в январе и феврале. Ущерб от метелей отражается, прежде всего, на сельском хозяйстве. На полях происходит перераспределение снега, оголяются возвышенности, на которых вымерзают озимые сельхозкультуры, многолетние травы. В то же время, низины заполняются снегом, в которых весной образуются вымочки. Также метели создают проблемы для нормальной работы автомобильного и железнодорожного транспорта.

Суховейные и засушливые явления, несмотря на достаточное атмосферное увлажнение водосбора р. Мухавец, являются достаточно частыми. Их повторяемость для Бреста – 9 и 11 % лет соответственно. Критерием оценки засушливости служит гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК): отношение суммы осадков за определенный период к сумме температур за это же время, уменьшенной в 10 раз. Период считается засушливым, если $ГТК \leq 0,7$. Коэффициент рассчитывается для периодов более 30 дней, но растения могут начать испытывать недостаток влаги при отсутствии осадков и в течение более

короткого промежутка времени. Так, на легких почвах и торфяниках уже после 10 дней без осадков задерживается рост растений, происходит их угнетение. Ежегодно в период с апреля по октябрь повсеместно наблюдается в среднем 3 – 4 опасных периода без дождей. Средняя продолжительность бездождевых периодов – 14 – 18 дней [Климат ..., 1996].

Большую опасность для сельского хозяйства представляют собой заморозки. Ввиду высокой мелиорированности водосбора р. Мухавец отмечается увеличение частоты заморозков на мелиорированных торфяниках. Самые поздние заморозки весной приходятся на последнюю декаду мая – первую декаду июня. Самый поздний заморозок на высоте 2 см был зафиксирован в районе Бреста 17.06.1982 г. Самые ранние заморозки осенью приходятся на первую – вторую декаду сентября. Самый ранний заморозок осенью был зафиксирован на высоте 200 см 30.08.1966 г. на метеостанции Пружаны. Большой интерес представляет повторяемость с заморозками весной и поздней осенью до определенной даты, которые приведены в табл. 1.19 [Стихийные..., 2002].

Таблица 1.19. Повторяемость (%), лет с заморозками весной (после) и осенью (до определенной даты)

Метеостанция	Весенние заморозки (после)						Осенние заморозки (до)					
	30.IV	10.V	20.V	31.V	10.VI	20.VI	20.VIII	31.VIII	10.IX	20.IX	30.IX	
В воздухе на высоте 200 см												
Брест	35	10	4							5	20	
Пружаны	50	25	15	4				2	2	15	35	
В воздухе 2 см												
Брест	100	80	50	20	4			4	15	45	70	
Пружаны	85	60	40	10	4				10	40	65	
На поверхности почвы												
Брест	65	20	10	2					2	10	10	
Пружаны	65	25	15	2						10	45	

Град – явление, во всех случаях наносящее ущерб сельскому хозяйству, чаще возникает при грозах при прохождении холодных атмосферных фронтов в теплый период года. Град (при размерах градин 2 см и более) является особо опасным явлением погоды. В отдельно взятом пункте град выпадает в 6 – 7 годах из 10, особо опасный град имеет место один раз в 40 – 50 лет [Климат ..., 1996].

Изменение климата

Изменение климата Беларуси происходит на фоне глобальных изменений, связанных с естественными и антропогенными факторами. Как видно из рис. 1.18 – 1.20 (данные Департамента гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь), в последнее время существенно возросла среднегодовая температура воздуха, значительно уменьшилась годовая величина атмосферных осадков и особенно изменилась структура скорости ветра, что непременно сказалось на условиях формирования водного баланса Беларуси. Естественно, что и причины изменения регионального климата одновременно и глобальны, и региональны по масштабу. Как известно, «реки являются продуктом климата» (А. И. Воейков), а следовательно, изменения водного режима рек нужно искать в контексте региональных и глобальных изменений в атмосфере, гидросфере, криосфере, литосфере, литосфере и биосфере [Изменение..., 2003].

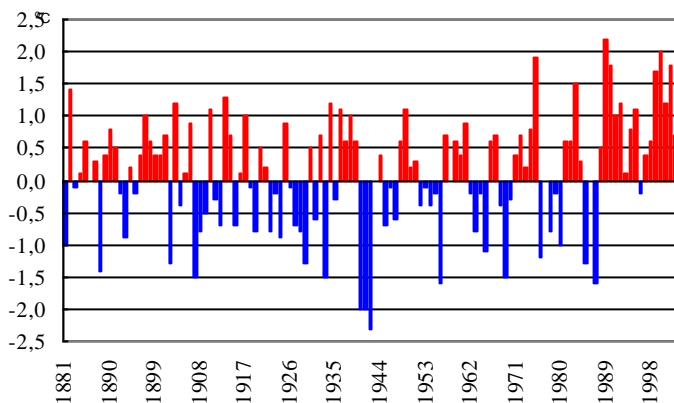


Рис. 1.18. Отклонение средней годовой температуры воздуха от средней многолетней за 1881 – 2003 гг. на территории Беларуси

Согласно литературным данным, в Северном полушарии самым теплым годом не только за последние 100 лет, но и за последнее тысячелетие признан 1998 г., а 1990-е годы признаны самым теплым десятилетием за указанные периоды. Десять самых теплых лет за время инструментальных наблюдений приходятся на период с 1983 г. по 2000 г., а 7 из них – на 1990-е годы [Изменение..., 2003].

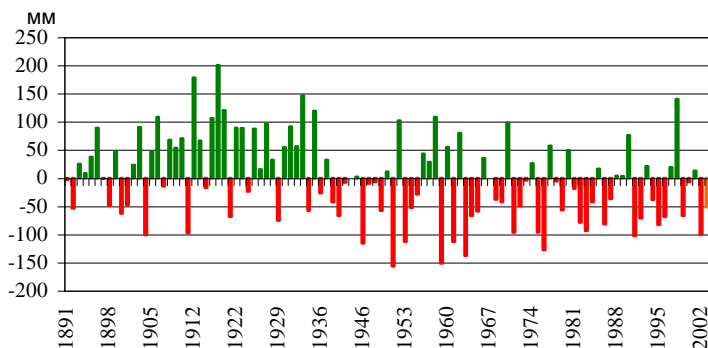


Рис. 1.19. Отклонения средней годовой суммы атмосферных осадков от нормы (1891 – 1990 гг.) за период 1891 – 2003 гг. на территории Беларуси

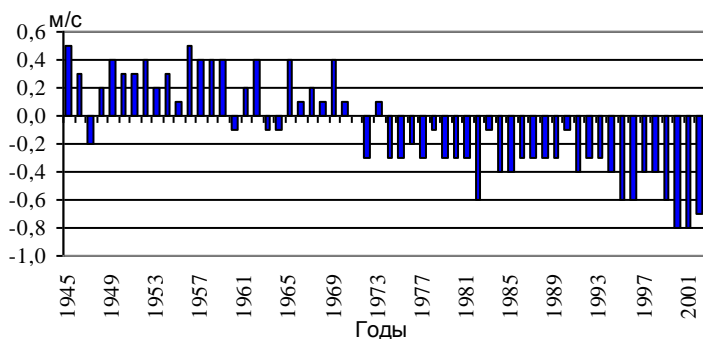


Рис. 1.20. Отклонение средней годовой скорости ветра от средней многолетней 1945 – 2003 гг. на территории Беларуси

Отмеченные выше изменения в определенной мере связывают с быстрым ростом парниковых газов, в том числе наиболее значимого для изменения климата и растениеводства углекислого газа. Концентрация CO_2 в последние годы росла со скоростью 1,5 ppmv/год [Изменение..., 2003].

Закономерности изменения климата в бассейне р. Мухавец подчиняются общим закономерностям, характерным для Беларуси в целом. Выпадает из общей картины характер изменения скорости ветра. По всей территории Беларуси отмечается заметное, статистически значимое уменьшение скорости ветра. Исключение составляет некоторый

коридор Полесская – Волковыск, где скорость не только не уменьшилась, но и в ряде пунктов имеет тенденцию к росту. В подтверждение к сказанному на рис. 1.21 приведен годовой ход средней скорости ветра за период май-октябрь по метеостанциям Бреста и Пружан. Если по метеостанции Бреста наблюдается четкая зависимость уменьшения скорости ветра, то по метеостанции Пружан сначала прослеживается уменьшение скорости ветра, затем, начиная с середины 70-х годов прошлого столетия, отмечается заметный рост скорости ветра.

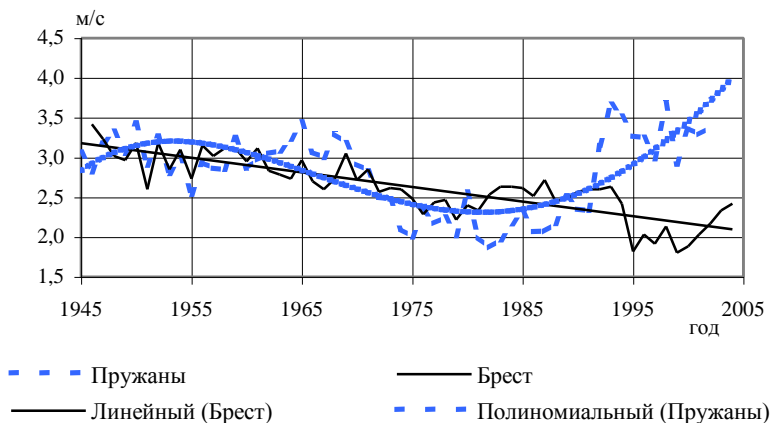


Рис. 1.21. Годовой ход средней (май-октябрь) скорости ветра по метеостанциям Бреста и Пружан и тренды, описывающие эти процессы

Широко распространено мнение, что за последние 100 лет климат, а также водные ресурсы существенно менялись и будут меняться, в первую очередь из-за антропогенных выбросов в атмосферу так называемых «парниковых» газов. Однако существует также точка зрения, согласно которой изменения климата определяются естественными факторами [Раткович, 2003]. По существующим оценкам, к настоящему времени температура приземного слоя воздуха в Северном полушарии уже поднялась на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с температурами конца 19 – начала 20 столетия, а к середине текущего столетия повысится еще на $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ или более [Метревели, Метревели, 2001].

Прогнозируемые изменения температуры неизбежно скажутся и на увлажнении настолько, что без их учета уже сейчас нельзя планировать долговременные водохозяйственные мероприятия. Следует учи-

тывать, что воздействие глобальных потеплений на увлажнение (осадки и речной сток) – процесс многосторонний. Он неоднозначно в зависимости от уровня потепления, его причины, района, сезона, динамики потепления. Ожидаемое потепление вызовет возрастание испарения с океанов, что, в свою очередь, повысит содержание влаги в атмосфере, а вместе с тем и интенсивность атмосферных осадков, а также поспособствует дальнейшему росту температур и развитию конвекций. Связанное с потеплением отступление полярных льдов, помимо дальнейшего усиления потеплений, уменьшает меридиональные контрасты температур между высокими и низкими широтами, чем ослабляет циклоническую деятельность в умеренных широтах континентов, а с ней и количество осадков, особенно в холодное время года. Уменьшение межширотных температур контрастов ослабляет скорости зональных переносов влаги с океанов внутрь материка, что может увеличить аридность в континентальных районах. Изменение концентрации CO_2 в атмосфере в основном меняет эффективное излучение. Влияние этого фактора равномерно распределяется по широтам. При потеплениях происходит сдвиг циркуляционных зон к северу. Это вызывает увеличение атмосферных осадков в одних районах и уменьшение в других, причем величина этих изменений зависит от уровня потепления.

Важнейшей особенностью потепления климата бассейна р. Мухавец, как и Беларуси в целом, является изменение годового хода температуры воздуха и атмосферных осадков [Природная..., 2002]. Главной особенностью изменения климата является частое появление «безъядерных зим», т. е. январь перестал быть самым холодным месяцем зимы. Амплитуда годового хода температуры уменьшилась; климат стал более морским, при этом также изменился характер годового хода выпадения атмосферных осадков. Прослеживается положительный тренд в изменении разности количества атмосферных осадков в мае-июне и июле-августе, который обуславливается в значительной степени уменьшением атмосферных осадков в июне-августе. При этом выделяются 18-21 летние колебания [Природная..., 2002]. Несмотря на то, что коэффициент природной увлажненности на территории бассейна равен единице, временная и пространственная неравномерность выпадения атмосферных осадков в ее пределах обуславливает образование засушливых периодов различной продолжительности. В бассейне Мухавца в среднем раз в 4 – 5 лет засушливым может быть лю-

бой из месяцев теплого периода, а один раз в 8 – 10 лет засушливым бывают два месяца подряд.

По данным академика В. Ф. Логинова, число экстремальных засушливых явлений с 1951 по 1999 гг. несколько увеличилось по сравнению с периодом с 1891 по 1950 гг. В период интенсивной мелиорации Полесья и до настоящего времени наблюдается рост экстремальных засушливых явлений, который был особенно заметен в августе и сентябре. В то же время в первую половину лета происходит некоторое уменьшение числа засушливых явлений.

За период инструментальных наблюдений засухи, охватывающие южную часть Беларуси, в мае-августе наблюдались 13 раз. В 1936 г. такая засуха отмечалась в мае, в июне засухи наблюдались в 1915, 1964, 1979, 1999 гг., в июле – в 1952, 1959, 1992, 1999 гг., в августе – в 1898, 1909, 1939, 1999 гг. Пять раз засухи охватывали центральный и южный район республики, они наблюдались в мае 1917, 1949, 1986 гг., июне 1940 г., и июле 1951 г. [Природная..., 2002].

Особо надо отметить засуху 1999 г., когда в течение всего летнего периода наблюдалась экстремальная температура воздуха, а атмосферные осадки оказались значительно ниже нормы. В среднем засухи повторяются 1 раз в 2–3 года.

За период инструментальных наблюдений повторяемость природно-масштабных засух существенно не изменилась, тогда как появление засух в августе в последнее тридцатилетие стало более частым.

Как известно, одним из главных антропогенных факторов в бассейне р. Мухавец является гидротехническая мелиорация. Широкомасштабная мелиорация оказала существенное влияние не только на микроклимат осушенных территорий, но и на региональный климат Полесья [Логинов, 1997].

Понижение уровня грунтовых вод на торфяно-болотных почвах Полесья в результате осушительной мелиорации привело к понижению их теплопроводности и повышению объемной теплоемкости. Это способствовало значительному увеличению прогрева почв в дневное время суток, и резкому охлаждению в ночные часы, и, как результат, увеличению количества заморозков. При этом происходит перераспределение поступающей на поверхность солнечной радиации вследствие увеличения альбедо, что вызывает уменьшение радиационного баланса: на осушенных болотах конденсация влаги на поверхности почвы в 1,5 – 3,5 раза больше, чем на естественном болоте. Это вызывает уси-

ление внутрисочвенной конденсации суммарного испарения и внутрисочвенного влагооборота в системе почва – атмосфера.

Проведенный академиком В. Ф. Логиновым анализ хода метеорологических изменений в районах массового осушения, в том числе и бассейне р. Мухавец, показал, что в период интенсивной мелиорации (1965 – 1984 гг.) и последующие годы температура воздуха в июне и июле уменьшилась на 0,2 – 0,7 °С, в августе ее снижение незначительно. Эти изменения можно отнести на счет влияния интенсивного осушения земель. Поскольку при интенсивном сельскохозяйственном использовании осушенных земель суммарное испарение и влажность воздуха увеличиваются в первую половину лета и уменьшаются во вторую, количество атмосферных осадков возрастает в первую половину лета. Общие изменения атмосферных осадков составят 10 – 31 мм [Природная..., 2002].

1.2. Рельеф

Современный рельеф бассейна р. Мухавец представлен преимущественно плоскими и плосковолнистыми низинами и равнинами, речными долинами и отдельными массивами гляцио-моренных образований. Вертикальное расчленение рельефа обычно не превышает 5 м и только местами в западной части бассейна превышает эту величину.

Длина гидрографической сети зависит от высоты местности: чем выше местность, тем ее расчлененность больше. Так, на низинах она наименее расчленена и густота эрозионной сети не превышает 0,1 – 0,2 км/км², на равнинах – 0,3 – 0,5 км/км², а на склонах краевых ледниковых гряд и возвышенностей – 1 – 2 км/км².

Основным рельефообразующим фактором на территории области является деятельность среднеантропогенных ледников – Днепровского и Сожского. Созданный в то время ледниковый рельеф был в той или иной степени преобразован эрозионной деятельностью временных и постоянных водотоков, эоловыми, гравитационными и карстовыми процессами. В последнее время важным рельефообразующим фактором стала антропогенная деятельность человека, которая приводит к изменению естественного рельефа, созданию большого количества искусственных прудов, карьеров, дамб, каналов и т.д.

Рельефообразующими породами на территории области являются отложения антропогенного и голоценового возраста, которые представлены флювиогляциальными, озерно-аллювиальными, аллювиаль-

ными, моренными, болотными генетическими типами. Значительное влияние на рельеф оказала литология доантропогенных пород, особенно моренно-меловых толщ, которые сопутствовали образованию карстовых форм.

Верховья р. Мухавец дренируют область равнин и низин Предпелесья, а основная часть бассейна расположена в пределах области Полесской низменности. Особенности рельефа во многом определяются тектоническими структурами. Они представлены такими морфоструктурами, как Подляско-Брестская впадина – основная часть бассейна, западная окраина Полесской седловины, с юго-запада внедряется Луковско-Ратновский горст Вольно-Азовской плиты. Тектоническая неоднородность во многом обусловила большую амплитуду мощности осадочного чехла.

Осадочный чехол представлен преимущественно породами меловой, палеогеновой, неогеновой и антропогенной систем. Под антропогенной толщей скрываются неогеновые кварцевые пески, алевроиты и глины, которые имеют наибольшее распространение в Подляско-Брестской впадине. Распространение песчаных разностей в коренных породах в некоторой степени определило специфику антропогенной седиментации, что явилось одной из причин последующего широкого распространения эоловых форм рельефа. Толщина антропогенных осадков колеблется в пределах 10 – 50 м. [Геоморфология..., 2000].

В настоящее время территория водосбора, в основном, представляет обширное плоское, слабо дренированное низменное пространство, подобно плоской чаше, вытянутой с востока на запад. Центральная часть, занимающая преобладающую площадь, наиболее понижена (абс. отметки высот 140 – 150 м), а северные и южные окраины повышены, с высотами до 200 м.

Поверхность низменности имеет ровный и весьма однообразный рельеф, представляющий систему плоских водно-ледниковых равнин и речных террас, понижающихся от 150 – 180 м с северо-запада до 120 – 140 м к югу. На ровной поверхности в большом количестве встречаются широкие заболоченные западины и небольшие блюдца, среди которых возвышаются небольшие дюнные всхолмления. Дюнные бугры наиболее часто встречаются на юге бассейна и представляют единичные и групповые бугры высотой 5 – 8 м. Сложены они из песка, нанесенного ветром.

Образование дюн, как известно, связано с деятельностью ветра. Передвигаемый ветром песок при встрече на своем пути какого-либо препятствия начинает откладываться на подветренной стороне в области ветровой тени. Так зарождается дюна. Дальнейший принос ветром песка приводит к ее росту и продвижению по направлению ветра. Образование групповых дюн, особенно вытянутой извилистой формы, может происходить вдоль опушки леса, подобно накоплениям сугробов снега. Дюны обычно состоят из песка, размер зерен которого находится в пределах от 0,1 до 0,5 мм, реже – до 1 мм.

Дюны встречаются повсеместно, как на водно-ледниковых равнинах, переработанных денудацией и водноаккумулятивными процессами, так и на речных разновозрастных долинах и пойменных террасах послеледникового времени.

Земная поверхность бассейна слабо приподнимается над долинами рек. Поймы рек широкие и плоские с большим количеством западин, заполненных водою. Переход в надпойменную террасу выражен слабо. Только в отдельных местах на небольшом протяжении имеются участки, где коренной берег сравнительно высоко поднимается над уровнем поймы.

Равнинность рельефа с небольшими плоскими понижениями, близость грунтовых вод и очень слабый сток приводят к заболачиванию территории. Поэтому в области широко распространены заторфованные поверхности низменных равнин.

Основные геоморфологические районы бассейна р. Мухавец представлены на рис. 1.22.

Верховья р. Мухавец расположены в пределах *Наревско-Ясельдинской озерно-аллювиальной низины*. Максимальные отметки (160 – 162 м) приурочены к Наревско–Ясельдинскому водоразделу, минимальные высоты отмечены у р. Ясельда (136 м). Общая амплитуда высот составляет 25 м с превышениями не более 1 – 2 м, изредка увеличиваясь на эоловых образованиях до 5 м. Густота расчленения – 0,2 км/км². Геоморфологическую основу района представляют разновозрастные ступени озерно-аллювиальной равнины, отражающие этапы формирования территории в поозерско-голоценовое время. Это была территория распространения крупных озер и речных долин северо-западной части Полесья, где отдельные участки древнебереговых образований переработаны эоловой деятельностью. Относительная высота отдельных массивов достигает 5 м. Характерной чертой района

высотой до 100 – 210 м на востоке и 80 м на западе. Они разделены ложбинами, врезанными (до 70 м) в кровлю коренных пород. В дневной поверхности наиболее приподнятой является северная часть междуречья рр. Соломенки и Правой Лесной, где расположена максимальная отметка – 192 м (гора Грабовская). В восточном направлении высоты постепенно убывают, за исключением крайнего северо-востока, где максимальные значения достигают 189 м (Бронная гора). Характерной чертой является распространение краевых образований сожского возраста по линии Шерешево-Пружаны и Малечь-Береза-Бронная гора. В геоморфологическом смысле интересен ледниковый комплекс, основу которого составляет Пружанский угловой массив, расположенный в междуречье рр. Ясельды и Поперечной. Здесь развит холмисто-грядовый рельеф с относительными превышениями 10 – 15 м. В юго-западном и юго-восточном направлениях от него отходят ветви конечно-моренных гряд. Западная ветвь – в виде дуги – тянется от п.г.т. Шерешево вдоль левобережья р.левой Лесной, затем правобережья р. Правой Лесной до горы Беловеж. Это аккумулятивная насыпная форма, в пределах которой встречаются камы и озы. Восточная ветвь относится к типу напорных. Центральную ее часть занимает Березовская гляциодислокация, протянувшаяся на 30 км. Она приурочена к возвышенной части ложа и имеет чешуйчато-надвиговое строение. В строении чешуи принимают участие породы мела, палеогена, антропогена. Вскрыты дислоцированные толщи с прослоями (7 – 8 м) писчего мела. Краевые ледниковые образования занимают верхний гипсометрический уровень до отметок 170 м. Средний ярус рельефа представлен моренной равниной, распространенной к северо-западу от г. Пружаны. Поверхность пологоволнистая (относительные превышения составляют 5 м), осложнена небольшими термокарстовыми понижениями. В южном направлении простираются водно-ледниковые равнины, снижающиеся до отметок 155 – 150 м. Неотъемлемым элементом рельефа являются многочисленные ложбины, расчленяющие поверхность равнин и краевых гряд. Днища многих из них заторфованы, унаследованы современными речными долинами, русла которых в большинстве канализованы. Ширина ложбин – 1,5 км, в местах озеровидных расширений – до 2 – 3 км. Реки Правая Лесная и Левая Лесная освоили маргинальную долину, их притоки заложились по гляциосубсеквентным ложбинам. В плане реки образуют радиально-центробежный, в центральной части района – параллельный рисунок

гидросети. Речные долины относятся к типу пойменных. В долинах рр. Левая Лесная и Правая Лесная встречаются фрагменты террас. Здесь проходит участок Черноморско-Балтийского водораздела. Густота речной сети – 0,4 – 0,5 км/км². Довольно широко представлены эоловые гряды, дюнные образования различной формы: прямолинейные, серповидные, параболические. Длина гряд – 250 – 500 м. Современная поверхность преобразуется под воздействием ветра, водной эрозии, биогенных процессов и деятельности человека.

Ниже по течению вдоль р. Мухавец и далее на правом берегу р. Западный Буг расположена *Брестская водно-ледниковая низина*. Максимальная протяженность низины около 110 км при ширине 40 км. Наибольшие абсолютные высоты достигают 164 – 168 м и приходится на центральную часть низины, минимальные, приуроченные к урезу воды в р. Западный Буг, колеблются в пределах 131 – 133 м. Основные черты рельефа Брестской низины определены деятельностью Днепровского ледника и водно-ледниковых потоков Сожского. В северной части низины в заторфованных днищах ложбин встречаются голоценовые озерные отложения, основные долинно-пойменные, выработанные, с небольшими перепадами продольного профиля. В южной части встречаются слабовыраженные речные долины с глубиной вреза до 1,5 м и единичными карстовыми озерами. Хорошо выражены эоловые формы в виде гряд и холмов с высотами до 5 м, длиной до 200 – 300 м.

Левые притоки р. Мухавец располагаются на *Верхнеприпятской озерно-аллювиальной низине*. Абсолютная высота дневной поверхности изменяется в пределах 150 – 160 м. Рельеф в основном плоский, приобретает мелкогрядово-бугристый характер в местах развития песчаных накоплений с относительными превышениями 5 – 10 м, густотой расчленения – 0,2 км/км². Гидрографическая сеть представлена заболоченными пойменными долинами притоков рр. Припяти и Мухавца. Одной из особенностей рельефа являются древние ложбины длиной до 10 км, шириной 1 – 2 км, с глубиной вреза до 5 м. Многие озера проточные, с низкими заболоченными берегами, косами и береговыми валами, с переваемыми песками. На приводораздельных участках широко распространены эоловые формы. Антропогенные ландшафты в виде осушительных систем значительно преобразовали естественный рельеф. В результате сокращаются и исчезают мелкие озера, изменяются русловые процессы, активизируется эоловая деятельность.

Геоморфологический район *Загородья* приурочен к Пино-Ясельдинскому междуречью. Он вытянут в субширотном направлении на 85 км при ширине 16 – 36 км. Абсолютные высоты территории колеблются в пределах 135 – 175 м. По геоморфологическому строению территория Загородья подразделяется на две части. Северная, повышенная часть с высотами 140 – 175 м, представлена холмисто-грядовым расчлененным рельефом с относительными высотами 3...9 м. Краевые образования представлены двумя гляциотектоническими напорными грядами. Поверхности гляциодислокаций относительно сглажены и возвышаются над озерно-болотной низиной на 10 – 25 м. Выделяется Мерчицко-Мотольский краевой комплекс, расположенный между напорными зонами, который состоит из трех параллельных гряд, разделенных участками водно-ледниковой равнины и ложбинами стока ледниковых вод. Выделяются невысокие песчаные холмы с округлыми вершинами, преобразованными эоловыми процессами, и суффозионные западины. Среди окружающих участков флювиогляциальных заторфованных низин встречаются единичные камовые образования. Для краевого комплекса характерны повышенные показатели глубины (до 25 м) и густоты ($2,6 \text{ км/км}^2$) расчленения, крутизны склонов (до 15°). В северной части геоморфологического района долины приурочены к ложбинам стока ледниковых вод и занимают межгрядовые понижения. Остальная территория Загородья сильно выположена, крутизна склонов редко превышает 2° . Долины рек унаследовали перигляциальные ложбины, соединяющие озерные понижения. На южных участках Загородья развиты эоловые грядово-холмистые формы, местами с переваемыми дюнными образованиями. Основу южной части Загородья составляет пологоволнистая водно-ледниковая равнина с остаточными формами краевых ледниковых образований. Равнина осложнена сухими перигляциальными долинами с выровненным дном и пологими склонами. Низинные пространства заторфованы и представляют собой довольно широкие участки осушенных озер. В пределах пологоволнистых пространств основным рельефообразующим процессом можно считать медленное смещение склонового материала, шлейфы которого перекрывают днища ложбин и террасированные участки склонов. У южной границы Загородья распространены линейные и серповидные гряды эоловых образований. Большое развитие получили сухие долины и овражно-балочные формы. Около 30 %

площади района заболочено. Часть болот в результате осушительных мелиораций превращена в сельскохозяйственные угодья.

На крайнем юго-западе бассейна расположена *Малоритская водно-ледниковая равнина* подобласти Украинского Полесья. Она вытянута в субширотном направлении на 35 км при ширине 20 км. Речная сеть соответствует геоструктурным элементам. Профили рек имеют ступенчатую форму. Густота расчленения – 0,4...0,5 км/км², с заболоченными понижениями, возникшими на месте спущенных озер, которые ограничиваются береговыми образованиями с эоловыми формами. Неотъемлемой чертой рельефа являются многочисленные цепочки озер, имеющими преимущественно карстовый генезис. В ряде случаев карстовые депрессии заполнены озерно-болотными отложениями голоцена. Наиболее значительны воронкообразные карстовые озера: Соминоское – с глубиной 33,5 м, Вульковское – 23,8 м, Мульное – 21 м и др. В рельефе Малоритской равнины сочетаются холмисто-грядовые формы, созданные в результате аккумуляции, напора и выдавливания днепровским ледниковым покровом. Отдельные толщи дислоцированы чешуйчатými надвиговыми формами. Ветвь краевых образований тянется на 50 км от долины р. Западный Буг на г. Малорита, вдоль которых на севере вытянут Олтушско-Малоритский массив с параллельно гривистыми формами. На границе с Украиной, в юго-восточном направлении тянутся насыпные краевые образования с абсолютными высотами до 199 м (гора Иосифа), с превышениями земной поверхности над прилегающей равниной до 25 м. На Зосинецком и Александровском участках водно-ледниковой равнины развиты грядово-холмистые формы ледникового и эолового генезиса, обусловленные блочными неотектоническими подвижками. Отдельные холмы достигают в поперечнике 100 – 200 м и имеют относительную высоту 3 – 8 м. Длина гряд составляет сотни метров при ширине 10 – 20 м. Из современных рельефообразующих процессов следует отметить карстовые, болотные и техногенные, связанные с мелиорацией и добычей стройматериалов.

1.3. Ландшафты

Современные ландшафты имеют многоступенчатую классификацию, в которой выделяются класс, тип, подтип, группа родов, род, подрод, вид. Территория бассейна относится к классу равнинных, умеренно континентального лесного типа ландшафтов. Северная часть

бассейна (Предполесье) относится к подтаежному (смешанно-лесного) подтипу, южная (Полесье) – к полесскому (широколиственно-лесному) подтипу ландшафтов. Среди 3-х групп родов ландшафтов, которые выделяются в Беларуси, для бассейна характерно абсолютное преобладание 2-х групп родов – средневысотные и низинные ландшафты.

Бассейн р. Мухавец лежит в пределах 4 ландшафтных районов (рис. 1.23). Районы индивидуальны, имеют собственные названия, в составе каждого из них насчитывается в среднем от 5 до 10 видов ландшафтов, создающих разнообразные комбинации. Доминирующие виды ландшафтов, занимающие более половины площади района, определяют его название. Границы районов не случайны, они обусловлены границами тех видов ландшафтов, которые входят в состав ландшафтного района.

В *Верхнеясельдинском районе* примерно одинаково участие ПТК с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей и поверхностным залеганием песков (41 и 38 % соответственно). На ПТК с поверхностным залеганием торфа и песков приходится значительно меньшая площадь (8 %). Повсеместное распространение рельефа с незначительными колебаниями относительных высот, наличие многочисленных котловин, ложбин стока с озеровидными расширениями обусловили широкое развитие дерново-подзолистых заболоченных почв. Автоморфные дерново-подзолистые, преимущественно супесчаные, почвы всюду распаханы. Торфяно-болотные (12 %) и аллювиальные (9 %) почвы заняты лугами, низинными болотами и коренными пушистоберезовыми лесами, удельный вес которых в структуре лесов достигает 12 %.

В *Пино-мухавецком районе* наиболее распространены ландшафты двух подродов: с поверхностным залеганием аллювиальных песков и прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, удельный вес которых составляет до 79 % площади районов. Им присущи в основном плосковолнистые и плоские, в меньшей мере – волнистые и плоскобугристые ПТК, а также волнисто-ложбинные ландшафты.

В структуре почвенного покрова отмечается высокий удельный вес дерново-подзолистых заболоченных (10 – 42 %), аллювиальных (10–36%) и торфяно-болотных (10 – 35 %) почв. Дерново-подзолистые почвы занимают меньшие площади (4 – 23 %). Распространение заболоченных почв затрудняет сельскохозяйственное использование территории. На сельскохозяйственные угодья с преобладанием пашни приходится от 28 до 56 % площади.

В составе лесов выделяются сосновые (36 – 57 %) и широколиственно-сосновые (8 – 46 %) формации. Довольно высок удельный вес лугов (7 – 24 %), а также болот (5 – 24 %)

В Прибужском районе, напротив, доминируют волнистые ПТК. Их отличительные особенности – расчлененность рельефа заболоченными ложбинами стока, меньший удельный вес полугидроморфных почв, значительное распространение дубрав. Типичными субдоминантными урочищами являются слабовогнутые ложбины стока с озеровидными расширениями, заторфованным днищем, вытянутые в субмеридиональном направлении. Их длина достигает 25, ширина – 2, в местах озеровидных расширений – 3,0 км, глубина врезания – 1,0–1,5, реже до 5 м. Следует отметить наличие в районе и дюн, выпуклые вершины которых покрыты лишайниковыми борами. Это разнообразные гряды и холмы длиной до 300 и высотой до 5 м.

1.4. Естественные и нарушенные болота

Болото – это достаточно однородный природный комплекс, занимающий некоторый участок земной поверхности, характеризующийся обильным застойным или слабопроточным увлажнением горизонтов грунта в течение большей части года, наличием процесса торфообразования и специфической болотной растительностью. Образуются при заболачивании почв или зарастании водоемов. На территории бассейна р. Мухавец преобладают болотные массивы низинного типа (рис. 1.24). Наиболее крупные заболоченные массивы с карбонатным засолением песчаных почв сосредоточены в водосборе Днепровско-Бугского канала (45 тыс. га). Это ненаселенные, практически не используемые в сельскохозяйственном производстве, сильно обводненные, равнинные (почти плоские), бессточные территории с овальными в плане взбугрениями, которые имеют диаметр от 0,1 до 0,6 километра и возвышаются на 0,7 – 0,9 метра над поверхностью низинных осоковых и тростниково-осоково-гипновых болот. Взбугрения занимают 30

– 40 % территории всего заболоченного массива. Они разбросаны по всему массиву, создавая неповторимую мозаику почвенного и растительного покрова. На таких взбугрениях широко представлены полесские карбонатно-кальциевые солончаки. Взбугрения встречаются на некотором удалении от границы обширного заболоченного участка. На окраинной полосе шириной примерно 1,0 – 1,5 км такого заболоченного массива взбугрений нет, к ней нередко приурочены заторфованные воронки и заросшие озера карстового происхождения.

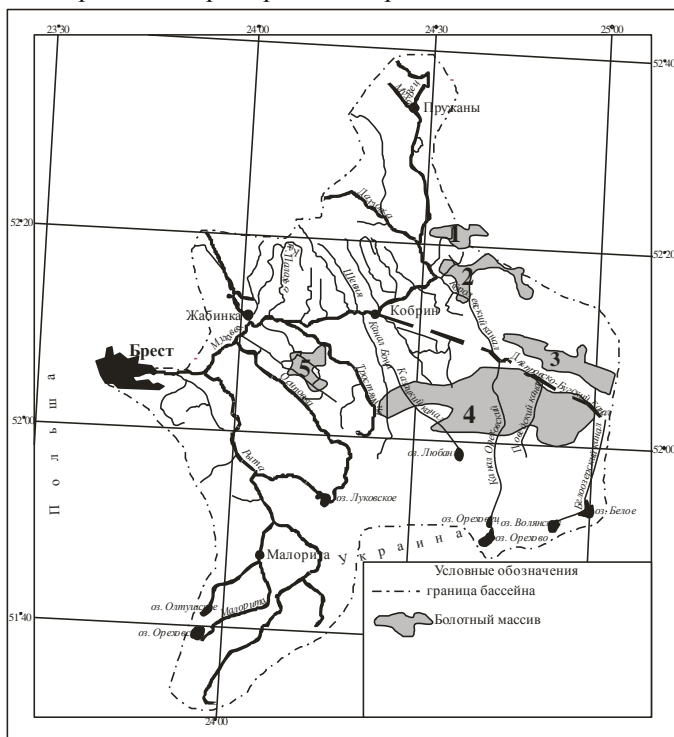


Рис. 1.24. Болота. 1 – Елка, 2 – Польское болото, 3 – Кутьково болото, 4 – Великий лес, 5 – Гатча-осовский массив

Сильная обводненность и трудная проходимость этой полосы создают иллюзию такой же исключительной заболоченности всего массива, протянувшегося на 15 – 40 км. Однако чем дальше в болото, тем больше взбугрений. В пределах территорий с карбонатным засолением, под песчаным покровным чехлом на глубине нескольких десятков метров залегают коренные мергельно-меловые отложения, территория

разбита на отдельные блоки глубокими тектоническими разломами, и здесь идет разгрузка глубинных, сильно минерализованных напорных вод. В результате происходит отложение карбоната кальция и постепенный рост первичного взбугрения. Естественные луга на взбугрениях с карбонатными солончаками, несмотря на видовое обилие (до 150 видов), отличаются очень низкой продуктивностью. [Киселев, 1979].

Гатча-осовское болото низинного типа, на юго-востоке Жабинковского района, на водосборах рек Осиповка и Тростяница. Площадь 3,7 тыс. га, в пределах промышленного заклада 3,2 тыс. га. Мощность торфа – до 3,8 м, средняя – 1,8 м, степень разложения 35 %, зольность 15 %. На неосвоенных землях лес и кустарник из березы, вербы, осины. Остальная часть болота осушена, используется под пашню и сенокос.

Великий лес, низинное болото на юге Кобринского (24,4 тыс. га) и Дрогичинского (15,7 тыс. га) районов, в водосборе Днепровско-Бугского канала и р. Мухавец. Площадь 40,1 тыс. га, в пределах промышленных отложений 24,8 тыс. га. Мощность торфа – до 5,6 м, средняя – 1 м, степень разложения – 41 %, зольность – 17 %. Большую площадь занимают заболоченные минеральные почвы и мелкозалежные торфяники. Местами есть сапрпель и мергель мощностью до 3 м. на неосушенных местах преобладают кустарник и мелколесье из вербы, ольхи, березы; травянистое покрытие преимущественно из осок. Микрорельеф кочковатый. Болото разделено песчаными грядами на несколько массивов. Отдельные гряды под лесом из ольхи и березы, кустарником из лещины и вербы, местами пашня.

Елка, низинное болото на северо-востоке Кобринского района, в водосборе р. Мухавец. Площадь 2,2 тыс. га, у пределах промышленного отложения – 1,7 тыс. га. Мощность торфа – до 3,8 м, средняя – 1,8 м, степень разложения – 34 %, зольность – 13,3 %. Осушено 0,3 тыс. га, используется под сенокос. На неосвоенной части растут преимущественно кустарники, осоки, мхи.

Польское болото низинного типа в Кобринском районе, в водосборе р. Мухавец. Площадь 2,5 тыс. га, в пределах промышленной толщи 2,1 тыс. га. Мощность торфа – до 3 м, средняя – 1,4 м, степень разложения – 37 %, зольность – 10 %. Болото осушено открытой сеткой, используется под пашню и сенокос. На 0,2 тыс. га после окончания добычи торфа проведена рекультивация.

Кутьково болото низинного типа в водосборе Днепровско-Бугского канала. Площадь 7,8 тыс. га, в пределах промышленной залежи 0,5 тыс. га. Мощность торфа – до 3,2 м, средняя – 0,9 м, степень разложения – 41 %, зольность – 13 %. Осушено открытой сеткой, используется под пашню и сенокос. [Энциклопедия ..., 1983-1986]

1.5. Геолого- тектоническое строение

Тектоника

В геоструктурном отношении бассейн р. Мухавец приурочен к Подляско-Брестской впадине, а в гидрогеологическом – к Брестскому артезианскому бассейну. Подляско-Брестская впадина расположена в юго-западной части Беларуси и в смежных районах Польши. Она простирается в субширотном направлении и имеет вид структурного залива, центриклинально замыкающегося на востоке по линии Дрогичин-Береза и открывающегося к западу. С севера и юга Подляско-Брестская впадина ограничена разломами субширотного простирания: Свислочским и Северо-Ратновским. Первый разлом отделяет ее от Белорусской антеклизы на севере, а второй – от Луковско-Ратновского горста на юге. Впадина вытянута на 350 км (140 км в пределах Беларуси), ширина ее изменяется от 90 до 130 км. Поверхность фундамента в пределах впадины погружается в западном направлении от 100 м до 9 км (Польша). Глубина погружения кристаллического фундамента на территории Беларуси (на крайнем западе) достигает 2 км.

Впадина выполнена образованиями рифейского и вендского комплексов верхнего протерозоя, кембрия, ордовика, силура, девона, карбона, перми, триаса, юры, мела, палеогена, неогена, антропогена. В платформенном чехле впадины, на основании региональных перерывов в осадконакоплении и структурных несогласий в залегании отложений, выделены следующие структурные комплексы, соответствующие основным тектоническим этапам развития региона: готский, нижнебайкальский, верхнебайкальский, каледонский, герцинский и киммерийско-альпийский.

В пределах Подляско-Брестской впадины имеется ряд разломов северо-восточного простирания, которые прослеживаются во внутренней структуре кристаллического фундамента (рис. 1.25). Они оказывают влияние на характер гидрографической сети южной части региона. Наиболее значительными по амплитуде и протяженности являются

Высоковский и Дивинский разломы. Амплитуда Высоковского разлома превышает 200 м, а протяженность достигает 57 км. Протяженность Дивинского разлома достигает 87 км, а амплитуда изменяется от нескольких десятков метров на востоке до 300 м на западе.

Менее протяженными являются Прибугский и Кустинский разломы. Протяженность Прибугского разлома примерно 22 км, амплитуда 200 м; Кустинского – 19 км, амплитуда не превышает 100 м.



Рис. 1.25. Тектоника и геологическое строение доантропогенных отложений в бассейне р. Мухавец и на прилегающей территории Беларуси

Геологическое строение

В геологическом строении Подляско–Брестской впадины принимают участие отложения от архей–нижнепротерозойского до антропогенного возраста. Отложения кристаллического фундамента (архей–нижний протерозой) в структурном отношении представлены образованиями Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса (западная часть впадины) и Центрально-Белорусской структурной зоны (восточная часть впадины). Они сложены как стратифицированными, так и нестратифицированными образованиями. Платформенный чехол представлен отложениями верхнего протерозоя, палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Юрская система представлена средним и верхним отделами, в которых соответственно выделяются келловейский и оксфордский ярусы. Отложения оксфордского яруса распространены более широко, чем келловейского, и сложены терригенными породами: глинами, песками, песчаниками, алевролитами. Отложения оксфордского яруса представлены известняками с прослоями мергелей и глин. На доантропогенную поверхность отложения верхней юры выходят на небольшом участке юго-западнее д. Рудня.

Меловая система представлена нижним и верхним отделами. Отложения меловой системы имеют повсеместное распространение. Они залегают трансгрессивно на разновозрастных породах – от верхнеюрских до архейских, перекрываются палеогеном, неогеном и антропогеном. Общая мощность отложений увеличивается к западу до 290 м.

Палеогеновая система представлена эоценом и олигоценом. В Подляско-Брестской впадине распространены отложения каневской и бучакской свит нижнего-среднего эоцена, киевской свиты нижнего эоцена, харьковской свиты верхнего эоцена-нижнего олигоцена (за исключением ее южной части), верхнего олигоцена (за исключением ее юго-западной части).

Неогеновая система представлена отложениями бриневской свиты нижнего и среднего миоцена, антопольской свиты верхнего миоцена, соколовской и грушевской свит плиоцена. Неогеновые отложения в Подляско-Брестской впадине распространены фрагментарно.

Четвертичные отложения сплошным чехлом перекрывают исследуемую территорию. В состав антропогена входит ряд горизонтов: от брестского до голоценового.

1.6. Гидрогеологические условия

На территории республики на основании структурно-геологического строения осадочной толщи и рельефа кристаллического фундамента выделяется ряд гидрогеологических таксонов второго порядка, к которым относится Брестский артезианский бассейн.

Брестский артезианский бассейн включает в себя юго-западную часть республики. Его границу условно можно провести по линии Пинск – Слоним–Волковыск. В разрезе бассейна можно выделить две разобщенные гидродинамические системы – верхнюю и нижнюю. Верхняя гидродинамическая система охватывает водоносные горизонты и комплексы антропогенных, палеоген-неогеновых, верхнемеловых, альбских и верхнеюрских отложений и характеризуется интенсивным водообменом, активной связью с поверхностным стоком и повсеместным развитием пресных вод. Питание всех водоносных горизонтов и комплексов верхней гидродинамической системы осуществляется за счет атмосферных осадков. Разгружаются подземные воды в реки, озерные водоемы и болотные массивы. Мощность верхней гидродинамической системы (зоны развития пресных вод) составляет 300-400 м, возрастая в западном направлении.

Нижезалегающая глинисто-мергельная толща ордовика и силура, а также слабообводненные глинисто-карбонатные образования перми и триаса представляют собой региональный водоупор, отделяющий верхнюю гидродинамическую систему от нижней. В нижней системе представлены водоносные горизонты и комплексы трещиноватой зоны кристаллического фундамента, верхнего протерозоя и кембрия. Нижняя гидродинамическая система характеризуется относительно замедленным водообменом. Ей свойственны солоноватые хлоридные натриевые воды с минерализацией до 12 г/дм^3 , которые можно рассматривать как продукт разбавления первичных седиментационных вод.

Учитывая тектонические особенности и геологическое строение Подляско-Брестской впадины, в верхней гидродинамической системе (зона активного водообмена) Брестского артезианского бассейна на водосборной территории р. Мухавец можно выделить водоносные и слабоводоносные горизонты и комплексы, их основные характеристики приведены в табл. 1.20.

Таблица 1.20. Основные характеристики водоносных и слабоводоносных горизонтов и комплексов

Название водоносного горизонта (комплекса)	Тип водовмещающих отложений	Глубина залегания, м	Мощность водоносного горизонта, м	Коэффициент фильтрации, м/сут	
Голоценовый болотный горизонт (bIV)	торф	неосушенные болота	0,0 – 0,5	1,0–1,5... 8–10	0,018–0,44... 10–20
		осушенные болота	0,5 – 1,5		
Голоценовый аллювиальный горизонт (aIV)	Пески, песчано-гравийные породы, супеси	до 1,5 – 2,0	2,0–3,0... 8–10	2...17	
Поозерский аллювиальный горизонт (aIIIpz)	Пески, галечники песчано-гравийные породы, супеси	до 2,5 – 3,0	3,0–4,0... 8–10	0,3 ... 27,2	
Поозерский озерно-аллювиальный горизонт (laIIIpz)	Пески, супеси, суглинки, мергели, илы	1,5–2,0 ... 3–4	3,0–4,0... 6–8	0,1 ... 2–3	
Сожский надпойменный флювиогляциальный горизонт (fIIsz ²)	Пески, песчано-гравийные породы, супеси	до 2-3	3.0-5.0... 8-10	0.3 ... 2.0	
Слабоводоносный сожский моренный комплекс (gIIsz)	Пески, песчано-гравийные и гравийно-галечные породы, супеси и суглинки валунные	от 2–6 и более	0,02 ... 2,0	-	
Днепровский-сожский водноледниковый комплекс (f,IgII-d-sz)	Пески, суглинки супесей, торф, гравийно-галечные породы	до 50 – 60	2,0 ... 20-30	0,2 ... 50 5...15 (в среднем)	
Днепровский надморенный водноледниковый комплекс (f,IgII-d ²)	Пески, песчано-гравийные породы, супеси и суглинки	до 6 – 8	2,0 ... 3,0	0,2 ... 26	
Слабоводоносный днепровский моренный комплекс (gII-d)	Пески, песчано-гравийные и гравийно-галечные породы, супеси и суглинки валунные	2,0 ... 10–12	0,5–1,0 ... 8–9	-	
Верхнемеловой терригенно-карбонатный комплекс (K ₂).	Трещиноватые и закарстованные мела, мергели, известняки	20 ... 230	до 200–290	0,1–0,5 ... 39	
Альбский и нижнеэоценоманский терригенный горизонт (Kal+s ₁)	Пески, слабоцементированные песчаники	150 – 230	10–20 ... 40	0,02... 62 1 – 20 (чаще всего)	

Название водоносного горизонта (комплекса)	Тип водовмещающих отложений	Глубина залегания, м	Мощность водоносного горизонта, м	Коэффициент фильтрации, м/сут
Верхнеюрский терригенно-карбонатный комплекс (J ₃)	Пески, слабоцементированными песчаниками, трещиноватыми и кавернозными известняками	175 ... 237 (кровля) 1 ... 19 (пьезометричуровня)	15 ... 85	0,1 ... 7,2

Описанные водоносные и слабоводоносные горизонты и комплексы, за исключением водоносного днепровского сожского водноледникового и слабоводоносного днепровского моренного комплексов, имеют тесную гидравлическую связь, общую свободную водную поверхность и образуют единый горизонт грунтовых вод. Абсолютные отметки поверхности грунтового водоносного горизонта изменяются от 170 м на участках выхода на дневную поверхность моренных образований сожского ледника до 140 м в долине р. Мухавец. Общее направление движения грунтовых вод от водораздела к долине.

2. ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БАССЕЙНА Р. МУХАВЕЦ

2.1. Водные ресурсы

Под водными ресурсами речного водосбора понимают запасы поверхностных и подземных вод. При количественной оценке водных ресурсов используют два понятия: статические (вековые) запасы и возобновляемые (динамические) водные ресурсы. Считается, что в современных климатических условиях статические запасы практически неизменны. Возобновляемые водные ресурсы изменяются во времени. Они возобновляются в процессе круговорота воды. Количество их оценивается годовым стоком рек.

В бассейне р. Мухавец водными ресурсами являются все воды гидросферы: рек, озер, каналов, водохранилищ, подземные воды, влага почвенная, водяные пары атмосферы. Основным источником водных ресурсов в бассейне р. Мухавец являются атмосферные осадки, которые образуют поверхностный сток, заполняют озерные котловины, пополняют запасы подземных вод.

2.1.1. Поверхностные воды

Основным показателем водных ресурсов рек является средняя многолетняя величина (норма) речного стока. Она определяется по данным непосредственных наблюдений за стоком. Ежегодно возобновляемые ресурсы речного стока обычно называют ресурсами поверхностного стока. В то же время русла рек представляют собой дрены, по которым стекает избыток поверхностных и подземных вод зоны активного их взаимодействия. Таким образом, возобновляемые ресурсы, которые оцениваются по данным о речном стоке, одновременно характеризуют ресурсы не только поверхностных, но и подземных вод. Доля подземной составляющей речного стока определяется расчленением годового стока на его генетические составляющие – поверхностную и подземную. В связи с неравномерным распределением стока на протяжении года, а также из года в год, практически может быть использована только часть среднего и годового стока. Поэтому данные о среднегодовом стоке характеризуют лишь потенциальные водные ресурсы и водообеспеченность. Реальные или эксплуатационные водные ресурсы в различных природных условиях составляют различную долю среднемноголетнего стока. Средние многолетние характеристики и

количественные значения водных ресурсов р. Мухавец в годы расчетных обеспеченностей ($P = 75$ и 95 %) приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Водные ресурсы р. Мухавец (устье) в характерные годы за весь период наблюдений до 1995 г.

Объем стока воды, млн м ³ /год			Расход воды, м ³ /с		
средние за многолетний период	обеспеченностью		средние за многолетний период	обеспеченностью	
	75 %	95 %		75 %	95 %
840	603	407	26,6	19,1	12,9

Основным инструментом исследования водного режима рек является воднобалансовый метод, в основе которого лежит закон сохранения вещества. Согласно этому закону, количество воды, поступившей в пределы какого-либо участка за рассматриваемый период времени, должно равняться количеству воды, ушедшей за пределы данного участка, с учетом изменения запасов влаги внутри рассматриваемого контура:

$$Y = X - E \pm \Delta W, \quad (2.1)$$

где Y – сток с рассматриваемого участка за расчетный период; X – атмосферные осадки, выпавшие на рассматриваемую территории за расчетный период; E – суммарное испарение за расчетный период с рассматриваемой территории; $\pm \Delta W$ – изменение почвенных влагозапасов на рассматриваемой территории за расчетный интервал.

Для среднего многолетнего годового периода уравнение водного баланса имеет следующий вид:

$$Y = X - E. \quad (2.2)$$

Составляющие среднемноголетнего водного баланса некоторых рек бассейна р. Мухавец приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Водный баланс отдельных участков бассейна

Основная река и приток	Площадь водосбора, км ²	Осадки, мм	Испарение, мм	Сток, мм
Бона (канал)	52	530	433	97
Осиповка	370	535	440	95
Рыта	1730	543	436	107
Паднево (канал)	90	540	430	110
Дахлувка	226	540	420	120
Шевня	66	540	420	120
Палахва (канал)	76	535	420	115

Уточненные естественные ресурсы речных вод Беларуси по бассейнам основных рек и по областям с учетом асинхронности стока приведены в табл. 2.3 [Плужников, Фадеева и др., 1996].

Таблица. 2.3. Ресурсы поверхностных вод Беларуси по бассейнам основных рек и административным областям

Река Область	Речной сток, км ³ /год							
	местный				общий			
	Пло- щадь водо- сбора, км ²	обеспеченность			Пло- щадь водо- сбора, км ²	обеспеченность		
		50 %	75 %	95%		50%	75%	95%
Зап. Двина с Ловатью	33,6	6,8	5,5	4,3	63,3	13,9	11,3	8,6
Неман/*	34,6	6,6	5,9	5,2	35,0	6,7	6,0	5,3
Виля	10,9	2,3	2,0	1,8	11,0	2,3	2,0	1,8
Зап. Буг*	10,7	1,4	1,1	0,8	10,7	1,4	1,1	0,8
Днепр	66,4	11,3	9,4	7,6	104,6	18,9	15,7	12,8
в т. ч.								
Березина	24,5	4,5	3,9	3,3	24,5	4,5	3,9	3,3
Сож	21,7	3,0	2,5	2,0	42,1	6,4	5,2	4,3
Припять	51,7	5,6	4,4	3,1	109,6	13,0	10,1	7,0
В целом по Беларуси	207,6	34,0	28,3	22,8	334,2	56,2	46,2	36,3
С учетом асинхронности			30,0	25,5			49,0	40,7
В том числе по областям**								
Брестская	32,3	4,0	3,2	2,4		9,7		
Витебская	40,1	8,0	6,6	5,2		19,3		
Гомельская	40,4	5,6	4,6	3,5		30,9		
Минская	40,8	6,7	5,6	4,6		7,4		
Могилевская	29,0	5,0	4,1	3,3		14,9		

* Общий сток приведен без учета транзитного стока р. Западный Буг

** Общий сток по административным областям учитывает транзитное поступление из соседних областей и из-за пределов страны

Как видно из табл. 2.2, из всех областей республики Брестская область, в т. ч. и бассейн р. Мухавец, меньше всего обеспечена водными ресурсами. Это связано прежде всего с небольшими атмосферными осадками и значительной величиной суммарного

испарения, которое за счет повышенных теплоресурсов больше, чем в других областях.

2.1.2. Почвенные воды

Водный режим почв вообще и режим увлажнения корнеобитаемого слоя почвы в частности, а также влагообеспеченность культур являются важнейшими параметрами для производства сельскохозяйственной продукции. Влажность корнеобитаемого слоя почвы является одним из показателей ее плодородия.

Сведения о балансе естественного увлажнения почвы крайне необходимы при решении задач моделирования и прогноза засушливых явлений погоды, а также погодных ситуаций, представляющих определенную опасность для сельскохозяйственного производства (эрозийноопасное состояние почвы, предпосылки к вымоканию, полеганию и болезням сельскохозяйственных культур).

Влажность почвы обладает большой инерционностью во времени. Уже по осенним влагозапасам в почве можно судить о степени их увлажнения к весне, если известны общие закономерности формирования влаги в почве в зимне-весенний период. Общие закономерности внутрипочвенного передвижения влаги проявляются в многолетнем режиме влажности почв, в динамике средних многолетних запасов продуктивной влаги в почве. Многолетние запасы продуктивной влаги и их пространственная изменчивость (карты) могут быть использованы для сравнительной оценки увлажнения почв каждого конкретного года. Такая оценка дает некоторое представление о влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в текущем году.

В современных условиях под влиянием антропогенных факторов происходят изменения в запасах продуктивной влаги. Это требует постоянного мониторинга для оперативного учета этих изменений и решения теоретических и практических задач: расчета и планирования использования пахотных земель и сельскохозяйственных угодий, планирования и проведения мелиоративных работ, а также мероприятий по охране окружающей среды.

Водный режим почвы может определяться как теоретическим (расчетным) путем, так и путем непосредственных замеров. Исходной информацией для исследования продуктивных влагозапасов послужили материалы многолетних наблюдений на опытных метеостанциях водосбора р. Мухавец. Влажность почвы описываемой территории весьма

изменчива. После весеннего снеготаяния, а также после обильных дождей почва насыщается влагой до наименьшей влагоемкости, такое увлажнение считается оптимальным для растений. При избытке почвенной влаги культурные растения угнетаются, их продуктивность снижается, а при длительном переувлажнении может наступить даже гибель.

К середине вегетационного периода (июнь – июль) вследствие расходования почвенной влаги на суммарное испарение запасы почвенной влаги снижаются. В отдельные периоды влагозапасы могут снижаться до влажности разрыва капиллярных связей, и почвенная влага становится мало доступной растениям – они начинают угнетаться. При дальнейшем уменьшении влажности растения могут погибнуть.

Распределение продуктивных влагозапасов минеральных почв водосбора р. Мухавец представлено на рис. 2.1 и 2.2. Для водосбора р. Мухавец характерна тенденция уменьшения продуктивных влагозапасов с северо-запада на юго-восток. Для метрового слоя она уменьшается от 90 мм до 74 мм (рис. 2.1).

Для минеральных почв (50-сантиметрового слоя) значения продуктивных влагозапасов представлены на рис. 2.2. Анализ многолетних наблюдений показывает, что для 50-сантиметрового слоя характерна общая тенденция изменения продуктивных влагозапасов с северо-запада на юго-восток, в этом направлении происходит уменьшение от 60 до 40 мм, для 20-сантиметрового слоя она имеет незначительное изменение – от 25 до 20 мм.

Сведения о временной изменчивости влажности почвы весьма актуальны, так как любые вероятностные характеристики являются в той или иной мере прогностическими. По аналогии с гидрологическими расчетами для установления распределения среднесезонных значений декадных влагозапасов, коэффициентов вариации, коэффициентов асимметрии и соотношения C_s/C_v используются математические кривые двух видов: биномиальная кривая распределения Пирсона III типа и трехпараметрическое гамма-распределение. Теоретические кривые сопоставлялись с непосредственными данными наблюдений. В результате установлено, что эмпирическим точкам распределения лучше всего соответствуют кривые трехпараметрического гамма-распределения. Параметры кривых распределения декадных значений продуктивной влажности минеральных почв водосбора р. Мухавец под

Таблица 2.4. Параметры распределения запасов продуктивной влаги в 20-сантиметрового (числитель) и 50-сантиметрового (знаменатель) слое дерново-подзолистых супесчаных почв по метеостанции Пружан

Декады	$\bar{W}, \text{ и}$	$W_{D=5\%}$	$W_{D=25\%}$	$W_{D=75\%}$	$W_{D=95\%}$	Cv	Cs/Cv
П.04	<u>38,4</u>	<u>45,0</u>	<u>41,1</u>	<u>35,7</u>	<u>32,0</u>	<u>0,17</u>	<u>3,5</u>
	91,0	106,6	97,4	84,8	76,1	0,16	5,0
Ш.04	<u>36,2</u>	<u>49,0</u>	<u>41,0</u>	<u>31,0</u>	<u>25,2</u>	<u>0,25</u>	<u>4,0</u>
	81,8	111,4	91,7	70,2	58,3	0,23	5,0
I.05	<u>34,4</u>	<u>45,8</u>	<u>38,9</u>	<u>29,6</u>	<u>23,2</u>	<u>0,26</u>	<u>0,5</u>
	75,9	89,0	81,3	70,7	63,4	0,20	1,5
П.05	<u>30,6</u>	<u>40,8</u>	<u>34,6</u>	<u>26,4</u>	<u>20,6</u>	<u>0,25</u>	<u>0,5</u>
	68,4	91,0	77,3	58,9	46,2	0,23	0,5
Ш.05	<u>25,9</u>	<u>45,2</u>	<u>31,9</u>	<u>18,3</u>	<u>11,5</u>	<u>0,47</u>	<u>2,0</u>
	60,2	92,9	71,1	47,2	34,0	0,36	3,0
I.06	<u>18,7</u>	<u>38,1</u>	<u>27,2</u>	<u>9,4</u>	<u>2,1</u>	<u>0,65</u>	<u>1,5</u>
	42,6	80,9	56,6	26,5	11,2	0,51	2,5
П.06	<u>23,0</u>	<u>42,9</u>	<u>31,1</u>	<u>14,1</u>	<u>5,0</u>	<u>0,55</u>	<u>1,5</u>
	45,5	84,6	61,4	27,9	10,0	0,53	2,0
Ш.06	<u>18,0</u>	<u>41,4</u>	<u>26,3</u>	<u>7,7</u>	<u>1,5</u>	<u>0,71</u>	<u>2,5</u>
	37,7	88,3	52,4	17,3	4,9	0,75	3,0
I.07	<u>23,2</u>	<u>43,3</u>	<u>31,4</u>	<u>14,2</u>	<u>5,1</u>	<u>0,55</u>	<u>1,0</u>
	43,7	91,7	60,7	23,1	6,9	0,61	1,0
П.07	<u>22,0</u>	<u>47,0</u>	<u>29,7</u>	<u>12,0</u>	<u>4,5</u>	<u>0,64</u>	<u>3,0</u>
	42,9	101,2	57,5	20,9	7,7	0,74	3,0
Ш.07	<u>22,5</u>	<u>53,3</u>	<u>30,2</u>	<u>11,0</u>	<u>4,0</u>	<u>0,76</u>	<u>4,0</u>
	40,7	112,1	54,2	15,7	5,2	0,95	4,5

Таблица 2.5. Параметры уравнения регрессии (2.2) 20-сантиметрового (числитель) и 50-сантиметрового (знаменатель) слоя дерново-подзолистых супесчаных почв по метеостанции Пружан

Декады	I.04- П.04	П.04- Ш.04	Ш.04- I.05	I.05- П.05	П.05- Ш.05	Ш.05- I.06	I.06- П.06	П.06- Ш.06	Ш.06- I.07	I.07- П.07	П.07- Ш.07
<i>a</i>	0,02	0,91	0,61	0,63	1,03	0,50	0,44	0,63	0,53	0,66	0,88
	0,43	0,79	0,33	0,63	0,67	0,48	0,55	0,77	0,69	0,77	0,99
<i>b</i>	36,29	1,62	12,78	9,52	7,227	7,10	11,93	6,48	11,06	7,32	1,77
	46,21	10,60	49,41	21,47	10,91	16,86	18,06	8,23	14,62	12,09	-4,19
<i>r</i>	0,04	0,70	0,59	0,72	0,72	0,48	0,45	0,66	0,47	0,65	0,72
	0,49	0,40	0,15	0,40	0,32	0,21	0,31	0,52	0,46	0,53	0,79

Исследования тенденции изменений влажности почвы осуществлялись с помощью линейных трендов продуктивных влагозапасов почвы

в 20-сантиметрового и 50-сантиметрового слое. Как показал анализ 20-ти см слоя, весенние влагозапасы второй декады апреля имеют тенденцию к уменьшению (рис.2.3), влагозапасы третьей декады мая характеризуются некоторым увеличением. В остальные декады каких-либо тенденций не установлено. При анализе 50-сантиметрового слоя, весенние влагозапасы первой и второй декад апреля имели тенденцию к уменьшению до 90-х годов, а позже к увеличению, влагозапасы третьей декады мая характеризуются некоторым увеличением. В остальные декады каких-либо закономерностей не установлено.

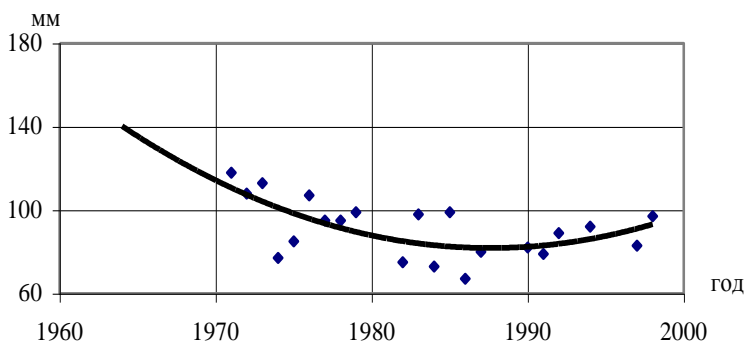


Рис. 2.3. Динамика влажности 50-сантиметрового слоя дерново-подзолистых почв Пружанского района

Проведенные исследования позволили установить закономерности изменения продуктивных влагозапасов минеральных почв 50 сантиметрового слоя водосбора р. Мухавец. По результатам выполненной работы нами сделано агрогидрологическое районирование водосбора р. Мухавец (рис. 2.4).

Большая часть водосбора р. Мухавец относится к району с относительно постоянными влагозапасами. Так как значения средних за вегетационный период продуктивных влагозапасов минеральных почв на протяжении 40 лет имеют статистически не значимые различия.

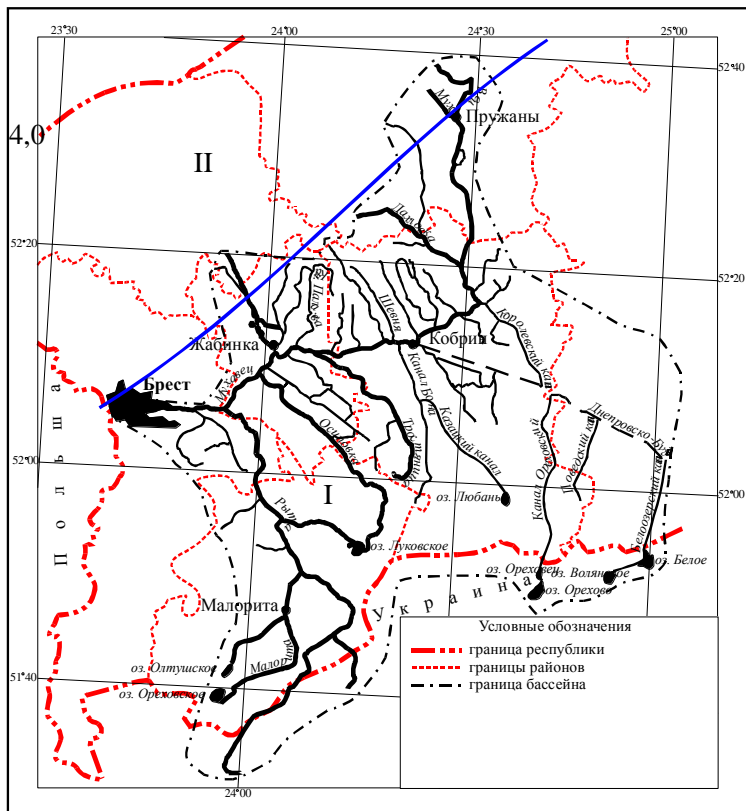


Рис. 2.4. Карта-схема районов изменения продуктивных влагозапасов минеральных почв водозабора р. Мухавец: I – район с относительно постоянными влагозапасами; II – район, где продуктивные влагозапасы почв увеличиваются

2.1.3. Подземные воды

Водоносный голоценовый болотный горизонт (bIV) приурочен к болотным массивам. По химическому составу воды горизонта гидрокарбонатные кальциевые. Для них характерно повышенное содержание органического вещества и железа. Общая минерализация болотных вод не превышает $0,3 \text{ г/дм}^3$. Питание болотных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, бокового притока

грунтовых и разгрузки напорных вод. Расходятся они, главным образом, на испарение и транспирацию.

Водоносный голоценовый аллювиальный горизонт (aIV) распространен в поймах рр. Мухавец, Малорыга и др. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые ультрапресные и пресные. Основными источниками питания грунтовых вод являются атмосферные осадки, боковой приток и разгрузка напорных вод. Расходятся воды на испарение, транспирацию и дренирование местной гидрографической сетью. В целях хозяйственно-питьевого водоснабжения не используются.

Водоносный поозерский аллювиальный горизонт (aIIIpz) имеет весьма ограниченное распространение. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые, пресные. Основными источниками питания грунтовых вод является инфильтрация атмосферных осадков и боковой приток, расходуются они, главным образом, на дренирование. Подземные воды эксплуатируются копаными колодцами для местного водоснабжения сельских населенных пунктов.

Водоносный поозерский озерно-аллювиальный горизонт (laIIIpz) широко распространен в юго-восточной части бассейна. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые и гидрокарбонатные кальциево-магниевого пресные. Основным источником питания грунтовых вод являются атмосферные осадки, расходуются они на испарение, транспирацию и дренирование местной гидрографической сетью. Используются с помощью копаных колодцев для местного водоснабжения сельских населенных пунктов.

Водоносный сожский надморенный флювиогляциальный горизонт (fIIIsz³) широко развит в центральной части бассейна. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевого с минерализацией от 0,1 до 0,3 г/дм³. Основными источниками питания горизонта являются атмосферные осадки. Расходятся они на испарение, разгрузку в местную гидрографическую сеть и перетекание в нижележащие напорные водоносные горизонты. Используются с помощью шахтных колодцев, изредка буровых скважин, для местного водоснабжения сельских населенных пунктов.

Слабоводоносный сожский моренный комплекс (gIIIsz) распространен в северной части бассейна. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией от 0,04 до 0,23 г/дм³. Основным источником питания комплекса являются

атмосферные осадки. Расходятся они, главным образом, на боковой отток и перетекание в ниже залегающие напорные водоносные горизонты. Эксплуатируются с помощью шахтных колодцев для водоснабжения сельских населенных пунктов.

Водоносный днепровский сожский водно-ледниковый комплекс (f,lgIIId-sz) распространен в северной части бассейна. В отличие от описанных выше он является первым от поверхности напорным водоносным комплексом, залегает под моренными образованиями сожского ледника и на дневную поверхность не выходит. По химическому составу воды комплекса преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Их минерализация не превышает 0,35 г/дм³. Питание комплекса осуществляется в результате перетекания грунтовых вод, а расходование подземных вод происходит в результате бокового оттока и перетекания в ниже залегающие напорные водоносные горизонты. Водоносный комплекс широко используется для водоснабжения сельских населенных пунктов, колхозных ферм и машинно-тракторных станций путем откачки из скважин.

Водоносный днепровский надморенный водно-ледниковый комплекс (f,lgIIId^s) в центральной и южной частях бассейна является безнапорным. По химическому составу воды комплекса гидрокарбонатные кальциевые и гидрокарбонатные кальциево-магниевые, пресные. Питание комплекса осуществляется в результате инфильтрации атмосферных осадков, а расходование подземных вод происходит в результате бокового оттока, перетекания в нижележащие напорные водоносные горизонты, испарения и транспирации. Эксплуатируются шахтными колодцами для местного водоснабжения сельских населенных пунктов.

Слабоводоносный днепровский моренный комплекс (gIIId) имеет повсеместное распространение, а в центральной и западной частях бассейна выходит на дневную поверхность. В северной части бассейна, в области распространения образований сожского горизонта, комплекс имеет напорный характер, а на остальной территории – свободную водную поверхность. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые и гидрокарбонатные кальциево-магниевые, пресные. Их минерализация не превышает 0,65 г/дм³. Питание комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Расходятся подземные воды в результате бокового оттока и перетекания в ниже-

лежащие водоносные горизонты. Эксплуатируется шахтными колодцами для местного водоснабжения населенных пунктов.

Водоносный верхнемеловой терригенно-карбонатный комплекс (K_2) имеет напорный характер и широко развит в бассейне. По химическому составу воды комплекса гидрокарбонатные кальциевые пресные. Питание водоносного комплекса осуществляется на водораздельных пространствах за счет перетекания из вышележащих водоносных горизонтов, разгрузка происходит в пределах речных долин. Достаточно широко используется в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения городов и промышленных предприятий путем откачки из скважин.

Водоносный альбский и нижнесеноманский терригенный горизонт ($Kal+S_1$) имеет повсеместное распространение. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниево-магниево-кальциевые, пресные. Питание комплекса осуществляется на водораздельных пространствах за счет перетекания из вышележащих горизонтов, разгрузка происходит в долинах рек. Комплекс широко используется для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Водоносный верхнеюрский терригенно-карбонатный комплекс (J_3) имеет широкое распространение. Водовмещающие породы представлены песками и слабо сцементированными песчаниками, трещиноватыми и кавернозными известняками. По химическому составу воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, пресные с минерализацией 0,2 – 0,9 г/дм³. Вода используется для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения.

2.2. Биоразнообразие экосистем бассейна р. Мухавец

Общая характеристика

В соответствии с геоботаническим районированием Беларуси рассматриваемая территория входит в подзону широколиственно-сосновых лесов. В целом данная территория характеризуется относительно низкой лесистостью – около 25 %. Формационная структура лесной растительности (в % от общей площади лесов) выглядит следующим образом (рис. 2.5).

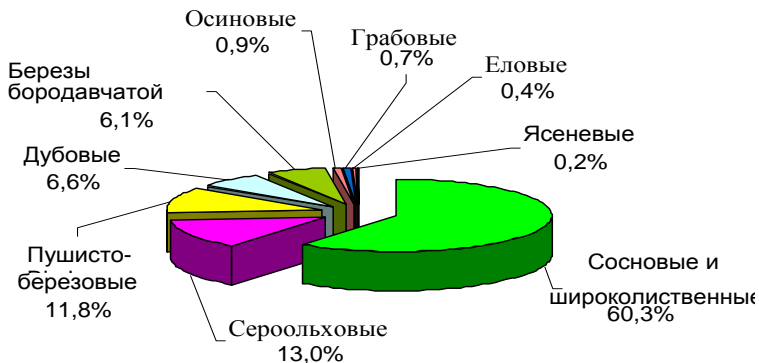


Рис. 2.5. Формационная структура лесной растительности в бассейне р. Мухавец

Пойменных лугов очень мало, среди них имеются мелкозлаковые и мелкотравные луга. Пойма р. Мухавец представляет собой гипново-злаково-разнотравно-осоковые болота, на заиленных участках встречаются заросли канареечника.

Пойменные луга на аллювиально-дерновых почвах сочетаются с участками травяных болот и пойменных лесов. Несмотря на высокую степень осушения болот в бассейне, которая в настоящее время составляет 26 % всей площади водосбора, и высокую распаханность территории (пахотные земли составляют до 40 – 45 % всего водосбора), значительную роль в экосистеме занимают низинные болота. Они играют роль зон, обеспечивающих сохранность водно-болотной фауны и флоры. Низинные торфяные болота расположены в центральной части бассейна р. Мухавец.

Среди освоенных торфяников и на примыкающих к ним водоразделах отмечаются процессы ветровой эрозии.

Хотя во флоре рассматриваемого района нет эндемичных видов, его территория представляет значительную ценность в фитогеографическом отношении.

Рыбы, земноводные и рептилии

Состав ихтиофауны как рек, так и озер представлен обычным для большинства водоемов комплексом пресноводных видов рыб, относимых к 8 семействам (табл. 2.6). Большинство видов представляют аборигенную ихтиофауну. Серебряный карась, карп, белый амур, пестрый

и белый толстолобик, сомик карликовый – вселенцы, появившиеся в некоторых озерах в результате рыбоводных работ, один вид – бычок-песочник – проник из бассейна р. Днепр в результате гидротехнического строительства и развития судоходства. Встречавшийся ранее в некоторых озерах угорь в настоящее время ни в промысловых, ни в любительских уловах не отмечен.

Таблица 2.6. Видовой состав и встречаемость ихтиофауны

Виды рыб	Реки	Озера
сем. <i>ESOCIDAE</i> – <i>ЩУКОВЫЕ</i>		
<i>Esox lucius</i> – Щука обыкновенная	+	+
сем. <i>CYPRINIDES</i> – <i>КАРПОВЫЕ</i>		
<i>Abramis brama</i> – Лещ	+	+
<i>Alburnus alburnus</i> – Уклейка	+	+
<i>Aristichthys nobilis</i> – Пестрый толстолобик	-	+
<i>Blicca bjoerkna</i> – Густера	+	+
<i>Carassius carassius</i> – Карась обыкновенный	-	+
<i>Carassius auratus gibelio</i> – Серебряный карась	+	+
<i>Stenopharyngodon idella</i> – Белый амур	-	+
<i>Cyprinus carpio</i> – Карп обыкновенный	-	+
<i>Gobio gobio</i> – Пескарь	+	-
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> – Белый толстолобик	-	+
<i>Leucaspis delineatus</i> – Верховка обыкновенная	+	+
<i>Leuciscus cephalus</i> – Голавль	+	-
<i>Leuciscus idus</i> – Язь	+	+
<i>Leuciscus leuciscus</i> – Елец обыкновенный	+	-
<i>Rhodeus sericeus</i> – Горчак обыкновенный	+	-
<i>Rutilus rutilus</i> – Плотва	+	+
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> – Красноперка	+	+
<i>Tinca tinca</i> – Линь	+	+
сем. <i>COBITIDAE</i> – <i>ВЬЮНОВЫЕ</i>		
<i>Cobitis taenia</i> – Щиповка обыкновенная	+	+
<i>Misgurnus fossilis</i> – Вьюн	+	+
сем. <i>SILURIDAE</i> – <i>СОМОВЫЕ</i>		
<i>Silurus glanis</i> – Европейский сом	+	-
сем. <i>LOTIDAE</i> – <i>НАЛИМОВЫЕ</i>		
<i>Lota lota</i> – Налим	+	-
сем. <i>GASTEROSTEIDAE</i> – <i>КОЛЮШКОВЫЕ</i>		
<i>Gasterosteus aculeatus</i> – Колюшка трехиглая	+	-

Виды рыб	Реки	Озера
сем. <i>PERCIDAE</i> – <i>ОКУНЕВЫЕ</i>		
<i>Perca fluviatilis</i> – Речной окунь	+	+
<i>Stizostedion lucioperca</i> – Судак обыкновенный	+	-
<i>Gymnocephalus cernus</i> – Ерш обыкновенный	+	+
сем. <i>GOBIIDAE</i> - <i>БЫЧКОВЫЕ</i>		
<i>Neogobius fluviatilis</i> – Бычок песочник	+	-

Земноводные или амфибии представлены в бассейне 11 видами:

- тритоны, обыкновенный и гребенчатый, играют важную роль в трофических цепях водных экосистем. Ими питаются рептилии (ужи, гадюки), аисты, цапли, выпи, утки; хорь, норка, выдра и др;
- жерлянка, одна из наиболее мелких амфибий размером 30 – 40 мм, обитает в мелководных водоемах;
- чесночница, (40 – 70 мм), выделяет ядовитый секрет, имеющий запах чеснока, обитает в поймах рек и озер;
- обыкновенная или серая жаба (100 – 120 мм) обитает в поймах рек, в мелиоративных каналах, влажных лесах и на огородах;
- зеленая жаба (50 – 80 мм) встречается в поймах рек и озер, на полях и огородах;
- камышовая жаба (40 – 60 мм) напоминает зеленую, встречается редко;
- квакша (35 – 45 мм);
- озерная лягушка (60 – 130 мм), обитательница озер и водохранилищ;
- прудовая лягушка (40 – 70 мм);
- остромордая лягушка (40 – 70 мм) – самый многочисленный вид среди герпетофауны республики; достигает 350 экз/га в пойменных лугах;
- травяная лягушка (50 – 80 мм).

Все виды земноводных играют важную роль в трофических цепях водных экосистем. Ими питаются рыбы (сом, щука, окунь, судак, налим), рептилии (ужи, гадюки, болотные черепахи), птицы (чайки, аисты, цапли, выпи, врановые), млекопитающие (водяная полевка, ондатра, бурозубка, крыса, ласка, хорь, норка, куница, выдра, лисица, волк, барсук).

Рептилии, обитающие в бассейне – уж обыкновенный, медянка, гадюка и болотная черепаха.

Водоплавающие и околотоводные птицы

В бассейне реки типичны следующие водоплавающие: кряква, красноголовый нырок, хохлатая чернеть. Шилохвость и свиязь, а также белолобый гусь встречаются на пролетах. В 1968 г. начал гнездиться лебедь–шипун.

Белый аист является характерным представителем белорусской орнитофауны и культурного ландшафта. Орнитофауна в бассейне является сравнительно молодой и характеризуется отсутствием эндемиков. Современный облик она приобрела в послеледниковый период. Преобладающими исходными местами обитания являлись лесные и водно-болотные угодья, сохранившие эти экологические комплексы до настоящего времени. Однако в результате хозяйственной деятельности человека почти полностью исчезли беркут, лапландская неясыть. Часть птиц – черный аист, орлан–белохвост, змеяд, скопа – приобрели статус очень редких. Интересно подчеркнуть одну особенность: почти исчезнувшая популяция баклана начала восстанавливаться во всех регионах Беларуси, что можно объяснить увеличением кормовой базы за счет рыбоводческих хозяйств, широко проводимой в республике природоохранной деятельностью, включая расширение сети заказников и национальных парков, улучшением системы ведения охотничье-промыслового хозяйства и возможной адаптацией вида к антропогенной деятельности.

Наземные и околотоводные млекопитающие

В настоящее время наиболее распространенные виды наземной фауны – лось, косуля, кабан, заяц-русак, барсук, черный хорь, белка, лесная куница, лисица, волк. Околотоводные млекопитающие – водяная полевка, выдра, европейская норка, горноста́й, ондатра (акклиматизированный вид), бобр.

Оценка состояния популяций и их охраны

Международным союзом охраны природы (МСОП) было принято разделение всех видов растений и животных на 5 категорий состояния популяций и их охраны.

В Красную книгу Республики Беларусь (2004, 2005) занесен ряд видов растительного и животного мира, распространенных на территории бассейна. Информация приведена в табл. 2. 7.

Таблица 2.7. Элементы биоразнообразия Красной книги Республики Беларусь на территории бассейна р. Мухавец

Название видов				
сосудистые растения	млекопитающие	птицы	земноводные, пресмыкающиеся	насекомые
I. Категория (CR*) Виды, имеющие очень низкую или быстро сокращающуюся численность, вследствие чего могут исчезнуть в ближайшее время; их спасение невозможно без осуществления комплекса специальных мер				
клопогон европейский; осока Дэвелла		белоглазая чернеть; большой подорлик		
II. Категория (EN) Виды, имеющие низкую численность, тенденцию к неуклонному сокращению численности и/или ареала и прогнозируемое в ближайшем будущем ухудшение статуса; при правильно организованной охране могут сохраниться в естественных местообитаниях				
равноплодник василистниковый; альдрованда пузырчатая; плющ обыкновенный; мытник скипетровидный; кострец Бенекена		орлан-белохвост; змеяед; дупель; малая крачка; сипуха; филин; вертлявая камышевка		
III. Категория (VU) Виды, не находящиеся под прямой угрозой исчезновения, но подверженные риску вымирания в перспективе, если факторы, вызванные сокращением их численности, будут продолжать действовать				
кувшинка белая; ива черничная; одноцветка одноцветковая; горечавка крестообразная; кадило сарматское; скерда мягкая; лук медвежий (черемша); венерин башмачок настоящий; дремлик темно-красный; кокушник длиннорогий; любка зеленоцветковая; пальчатокоренник майский; пыльцеголовник красный; тайник яйцевидный; пушица стройная	ночница Брандта; северный кожанок; обыкновенный хомяк; барсук	большая выпь; большая белая цапля; черный аист; полевой лушь; пустельга; малый подорлик; коростель; серый журавль; большой веретенник; большой кроншнеп; обыкновенный зимородок; хохлатый жаворонок; белая лазоревка	камышовая жаба; болотная черепаха; медянка	сфагновая водомерка; золотистоямчатая жужелица; бражник Прозерпина; красивая пяденица; черноватая голубянка; мнемозина или черный аполлон; ранняя шапечница; муравей-амазонка
IV. Категория (NT) Виды с невысокой степенью риска исчезновения, имеющие неблагоприятные тенденции на окружающих территориях или зависимые от осуществляемых мер				
ликоподиела заливаемая, салвиния плавающая, ветреница лесная, прострел луговой, волдырник	ночница Наттерера, орешниковая соя	серошекая поганка; серый гусь; чеглок; малый погоньш; белоше-		решетчатая жужелица; шагреновая жужелица

Название видов				
сосудистые растения	млекопитающие	птицы	земноводные, пресмыкающиеся	насекомые
ягодный, зубянка клубноносная, дрок германский; лилия кудреватая; касатик сибирский; шпажник черепитчатый; осока теневая		кряквы; белоспинный дятел; усатая синица		

* Категории МСОП: CR – критически уязвимый; EN – уязвимый, VU – уязвимый, NT – потенциально уязвимый.

Влияние хозяйственной деятельности на компоненты живой природы

С начала XVII века на территории Беларуси исчезло более 20 видов позвоночных животных, в т. ч. и в бассейне р. Мухавец. Особенно сильное воздействие на снижение численности и деградацию популяций животных оказали: крупномасштабная осушительная мелиорация (проводимая как на территории республики, так и соседних стран, в частности Украины и Польши), интенсивное загрязнение водотоков и водоемов в результате интенсификации развития промышленности и сельского хозяйства, сведение лесов и их трансформация в результате изменения уровня грунтовых вод, строительство водохранилищ на водотоках и водоемах, в том числе в соседних странах (Украине, Польше).

Исследования ряда авторов показали, что при мелиорации и освоении верховых болот сохраняется 19 % от первоначального состава птиц, при освоении низинных болот – 21 %. На первой стадии освоения низинного болота перестают гнездиться кряквы, дупель и появляются перевозчик и белая трясогузка. На второй стадии освоения резко уменьшаются как видовой состав, так и численность популяций. Выпадают – журавль, кряквы, дупель, бекас, тетерев и др. Состав птиц меняется и в зависимости от того, под какие сельскохозяйственные культуры используются осушенные массивы болот. Снижение численности водоплавающих птиц, в том числе речных и нырковых, под влиянием осушительной мелиорации отмечается повсеместно, что обусловлено фактором беспокойства, вызванного хозяйственной деятельностью человека.

Осушение болот и их освоение существенно влияют на население мелких млекопитающих как на болотах, так и в прилегающих лесах.

На болотах уменьшается число видов и увеличивается численность и биомасса зверьков. При этом численность полезных форм (насекомоядных) снижается, а вредных (мышевидных) возрастает.

Однако для некоторых видов животных осушительная мелиорация способствовала увеличению их поголовья. Так, бобры увеличили свое поголовье вследствие заселения ими осушительной гидромелиоративной сети. Произошло также увеличение численности лисицы, так как она предпочитает селиться на местообитаниях в условиях низкого стояния уровней грунтовых вод.

Рыбные запасы наиболее ценных проходных и полупроходных видов страдают от перегораживания рек плотинами, а также интенсивного загрязнения как в результате сбросов сточных вод предприятиями (что еще можно как-то контролировать), так и поступления загрязнений от диффузных источников (сельхозугодий, городских территорий, животноводческих комплексов).

2.3. Лесные ресурсы

Местоположение бассейна р. Мухавец в лесной зоне определяет основной зональный тип растительности – леса. Леса имеют большое хозяйственное значение, являются источником многих ценных продуктов, местом отдыха населения. Средняя лесистость бассейна составляет около 25 %, что ниже лесистости Беларуси (38,0 %). Территория бассейна отличается неравномерным распределением лесопокрытых площадей, что связано с пестротой почвенного покрова, различной степенью хозяйственной освоенности и различной площадью земель, отведенных под сельскохозяйственные нужды. Наибольшей лесистостью обладает Малоритский (40,6 %) район, а минимальной – Жабинковский (16,4 %) и Кобринский (19,9 %). С 1987 по 2003 гг. лесистость практически не изменилась (табл. 2.8). Северная часть бассейна – верховья р. Мухавец – находится в границах *Западно-Предполесского района Неманско-Предполесского округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов*, а основная часть – в пределах *Бугско-Припятского района Бугско-Полесского округа подзоны широколиственно-сосновых лесов* (табл. 2.9).

Таблица 2.8. Состояние лесного фонда в бассейне р. Мухавец

Общая площадь района (тыс. га)	1987 г.		1997 г.		2003 г.	
	Лесопокрытая площадь (тыс. га)	Лесистость, %	Лесопокрытая площадь (тыс. га)	Лесистость, %	Лесопокрытая площадь (тыс. га)	Лесистость, %
Брестский						
163,4	51,3	31,4	53,2	32,0	52,1	38,0
Жабинковский						
68,4	11,2	16,4	13,0	19,0	11,6	20,3
Кобринский						
201,5	40,1	19,9	50,6	24,8	49,0	26,1
Малоритский						
137,4	55,8	40,6	57,4	41,8	59,9	46,9
Пружанский						
282,6	110,7	39,2	111,9	39,5	114,6	43,7

Влияние леса на природные воды выражается через его водоохранную и водорегулирующую (способствуют переводу склонового и руслового стоков в почвенный) функции. Лес повышает влажность воздуха, способствует перераспределению выпадающих атмосферных осадков, увеличению запасов воды и проникновению ее в почву, замедляет поверхностный сток (переводит его в грунтовый), препятствует формированию катастрофических наводнений. Над лесом выпадает атмосферных осадков больше на 8 – 15 % (иногда до 25 %), чем над безлесым пространством (рис. 2.6) [Калинин, 1950; Костин, 1948].

Таблица 2.9. Состав лесов геоботанических районов (% от общей площади лесов района)

Вид леса	Западно-Предполесский	Бугско-Припятский
Хвойные леса	75,5	61,1
в т. ч.:		
сосновые	68,3	60,2
еловые	7,2	0,9
из них хвойных болотных	1,9	1,4
Широколиственные производственные леса	2,2	6,0
в т. ч.:		
дубовые	1,8	5,3
Мелколиственные производ-	10,0	12,2

ственные леса		
в т. ч.:		
бородавчатоберезовые	8,9	11,5
осиновые	0,9	0,7
Листоенные болотные леса	12,3	20,7
в т. ч.:		
черноольховые	10,0	13,9
пушистоберезовые	2,3	60,8

Часть осадков, проходя через просветы в пологе леса, достигает лесной подстилки, часть задерживается на поверхности деревьев и растений нижних ярусов. Разность между осадками над пологом леса и достигшими поверхности почвы называется интерцепцией. В еловых лесах она достигает 30 – 40 %, в лиственных – 10 – 20 %; объем влагозадержания соответственно 7 и 3 мм. Сток по стволам, например у березы, достигает 3 – 4 % осадков, задержание которых подлеском, подростом, травяным и моховым покровом может быть весьма значительным. Покров из зеленых лесных мхов задерживает до 4 мм осадков, из кукушкина льна и сфагнома – до 5 – 6 мм. Лесная подстилка может аккумулировать до 10 мм дождевой или талой воды. Конденсируемая из воздуха влага усиленно осаждается на наземных частях леса. Эта прибавка составляет около 10 % суммы атмосферных осадков [Молчанов, 1960]. Древесные формации характеризуются потенциально большим суммарным испарением, которое в значительной мере зависит от свойств самого леса.

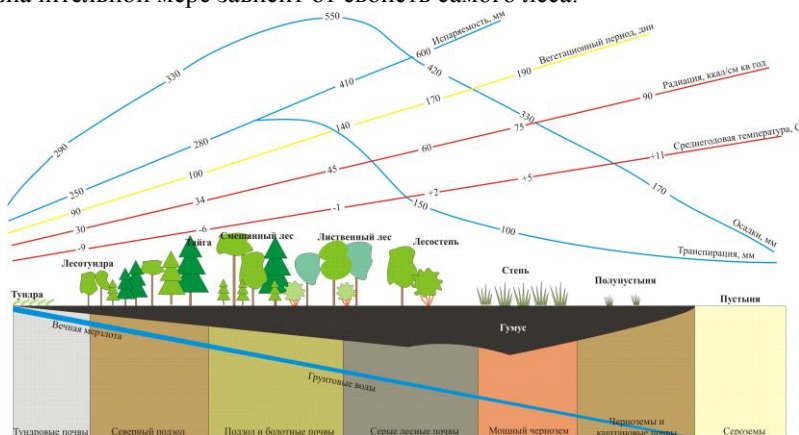


Рис. 2.6. Связь водопотребления растений с почвенно-климатическими факторами (по В. Н. Сукачеву и В. Лархену)

Существует мнение, что максимум водопотребления (и, соответственно, минимум стока) наблюдается в 40 – 60-летних хвойных насаждениях. Так как на данный момент в бассейне р. Мухавец преобладают средневозрастные (до 50 % и более) леса, то естественно предположить, что годовой сток сократился (рис. 2.7). Сокращение площади спелых и перестойных лесов и накопление молодых и средневозрастных приводит к некоторому повышению расхода влаги на испарение и к уменьшению стока. Вместе с тем замена хвойных насаждений лиственными может привести к некоторой компенсации расхода воды за счет уменьшения количества осадков, задержанных кронами деревьев, и сокращения сезона вегетации (рис. 2.8). В лесу происходит интенсивный процесс накопления снеготаяния. Они могут превышать снеготаяния в поле в 2 – 4 раза. Накопление снега в лесу идет равномернее; плотность его небольшая, а мощность больше, чем в поле. Это, наряду с разрыхляющим действием корневой системы деревьев, наличием лесной подстилки, благоприятно сказывается на инфильтрационной способности лесных почв, которая примерно в 10 – 20 раз больше, чем полевых почв. В лесу снег тает медленнее – приведем данные по запаздыванию снеготаяния: лиственный лес – 10 дней, сосновый лес – 18 – 20 дней, еловый – около 25 дней. Высокая инфильтрационная способность лесных почв обеспечивает перевод основной части поверхностного стока талых и дождевых вод в подземный сток, что обуславливает увеличение меженного питания рек. Положительна роль леса в снижении максимальных расходов, некотором увеличении минимальных и более выровненное внутригодовое распределение стока. В. В. Рахманов обосновал положение, согласно которому леса являются водоохранными факторами, поддерживающими высокую водность рек и способствующими пополнению запасов грунтовых вод. Он доказал, что с увеличением залесенности бассейнов рек объем годового стока возрастает. Следовательно, лес выполняет не только водорегулирующие, но и водоохранные функции.

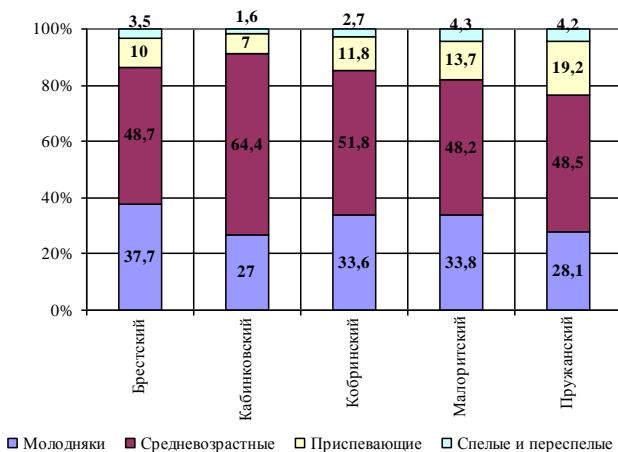


Рис. 2.7. Возрастной состав лесов бассейна р. Мухавец по районам на 2003 г.

Главные лесообразующие породы участвуют в формировании основных типов лесов: сосновых, березовых, черноольховых, дубовых, еловых. Кроме них встречаются грабовые, ясеневые, осиновые леса. Леса *Предпоlessья* отличаются абсолютным преобладанием суходольных сосняков. Второе место по значимости занимают ельники. Характерной особенностью лесов *Полесья* является широкое распространение формаций сосновых (58,7 %), а также черноольховых лесов (13,5 %). В послевоенное время массивы торфяных болот, особенно прилегающих к мелиоративным системам, начали активно зарастать березовым мелколесом. Прекращение сенокосения ускорило этот процесс, и сейчас пушисто-березовые осоковые с ивовым ярусом леса на торфяно-болотных почвах в совокупности с березняками других типов весьма широко распространены в регионе (15,3 %). Вместе с тем на карбонатных небольших возвышениях-островах среди болот произрастают различные типы дубовых и грабовых лесов. Чаще отмечаются дубняки кисличные, снытевые и крапивные. Грабовые леса чаще представлены дубово-грабовыми, сосново-дубово-грабовыми, липово-дубово-грабовыми и ясенево-дубово-грабовыми фитоценозами. Редко, но встречаются монодоминантные грабовые рощи. Пестрота почвенного покрова на островах, различия в увлажнении и обусловленное ими разнообразие типов древесной растительности предопределили

своеобразие напочвенного травянистого покрова лесов. В его составе сохранились высокоспециализированные и поэтому редкие виды растений, особенно из семейства Орхидные.

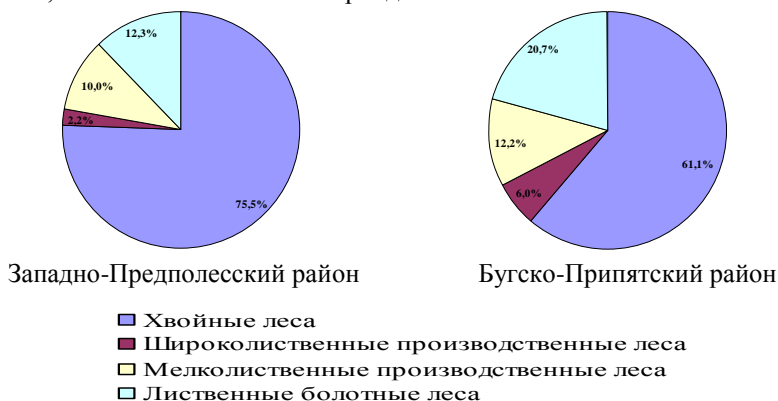


Рис. 2.8. Состав лесов геоботанических районов

К хвойным относятся сосновые (боры) и еловые леса. Сосновые леса занимают разнообразные условия произрастания (от сухих песчаных дюн до верховых болот), так как сосна обыкновенная отличается неприхотливостью к почвенно-климатическим условиям и потому растет как на сухих песчаных почвах, так и на заболоченных участках. На супесчано-суглинистых почвах получают развитие боры-зеленомошники с вереском, можжевельником или черничником. Это наиболее продуктивные формации сосновых лесов. При увеличении увлажнения развиваются боры-длинномошники, в которых появляются хвощи, осоки. Сильное переувлажнение ведет к развитию сфагновых сосняков.

Еловые леса распространены в верховьях р. Мухавец и имеют значительную примесь широколиственных пород – граба, липы, клена, орешника. В более увлажненных местах к ели примешивается черная ольха. По территории Брестской области, примерно по линии Ружаны – Ганцевичи, проходит южная граница повсеместного распространения ели европейской, поэтому в пределах основной части бассейна еловые леса встречаются в островных лесах, где преобладает быстрорастущая карпатская раса ели европейской. Речь идет о Пожежинских (71,7 га) и Малоритских (13,2 га) ельниках. Еловые леса растут на хо-

рошо увлажненных, но не заболоченных почвах, развитых на моренных и лессовидных суглинках и супесках или песках, подстилаемых мореной. Ель требовательна к почвенно-грунтовым условиям. Отличительной особенностью ели является высокая теневыносливость, поэтому еловые насаждения в основном представлены коренными породами. По причине значительного затемнения подлесок и травяно-моховый ярус разрежены. В подлеске растут теневыносливые кустарники. Обычными спутниками еловых лесов среди трав являются кислица, майник. Моховое покрытие хорошо развито, в зависимости от степени увлажнения почвы оно образуется из зеленых мхов, реже встречается сфагнум. Среди смешанных насаждений ели преобладают елово-сосновые, елово-дубовые, елово-осиновые и елово-березовые леса. Еловые леса подразделяются на субореваемые, судубравные и дубравные.

Среди *широколиственных* лесов наиболее распространены дубравы, а также встречаются грабовые и ясеневые леса. Ареал распространения дуба перекрывается ареалами сосны, ели, граба и других пород, и поэтому часто образуются смешанные древостои. Дуб образует дубово-грабовые, дубово-сосновые и дубово-еловые насаждения. Дубравы растут на более возвышенных участках, на автоморфных супесчаных или суглинистых почвах. В широколиственных лесах хорошо развиты подлесок и напочвенный покров трав. Подлесок складывается преимущественно из орешника, свидины, бересклета с примесью крушины ломкой, рябины, черемухи, калины, малины и других. Травяное покрытие в широколиственных лесах характеризуется разнообразием. Светлюбивые травы (медуница узколистная, ветреница дубравная, чистотел весенний, чина весенняя, хохлатка плотная) развиваются весной до появления листьев на деревьях, а теневыносливые (сныть обыкновенная, крапива двудомная, виды подмаренников, пролесник многолетний и др.) – летом. В травяном покрытии широколиственных лесов много западноевропейских видов (василистник водосборолистный, зубянка клубненосная, кадило сарматское). Моховое покрытие в широколиственных лесах развито слабее, чем в смешанных.

К *мелколиственным* относятся березовые, черноольховые, осиновые леса. Они развиваются на вырубках, пожарищах, речных долинах, низинных болотах и около озер. В качестве примеси в них встречаются черемуха, крушина, калина, рябина, а иногда широколиственные и хвойные деревья. Ареал распространения березы широк – она имеет

практически повсеместное распространение и отсутствует только на бедных сухих песках, сфагновых и низинных болотах. Такой широкий ареал распространения березы обусловил разнообразие типов березовых лесов. Выделяют боровые, суборовые, судубравные и дубравные. В основном березовые типы леса являются производными от сосновых, еловых и дубовых лесов. Березовые леса растут на хорошо освещенных участках, потому преобладают на начальном этапе зарастания вырубок и пожарищ. Черноольховые леса растут на переувлажненных почвах, причем с увеличением проточности воды увеличивается их продуктивность. На местах застойного увлажнения ольха черная заменяется березой пушистой. В основном они произрастают на богатых низинных болотах, а также на сырых и частично влажных дубравных и судубравных почвах. На низинных болотах черноольховые насаждения представлены коренными типами, а на сырых и влажных почвах – производными от еловых и дубовых типов растительности. Черноольховые насаждения подразделяются на суборовые, судубравные и дубравные. Осина очень требовательная к почвенно-грунтовым условиям, поэтому порода имеет ограниченный ареал распространения. Осиновые насаждения занимают богатые супесчаные и суглинистые почвы и возникают как производные типы растительности после сплошной рубки еловых и дубовых насаждений. Осиновые леса разделяются на суборовые, судубравные и дубравные.

Остальные породы не получили широкого распространения, и зачастую встречаются в единичных экземплярах. Породный состав лесов – самый устойчивый показатель, характеризующий лесную растительность. Для коренного изменения растительного покрова необходимо изменение природных условий, которое происходит в течение длительного времени, либо широкомасштабное антропогенное воздействие.

Между водопотреблением растений и их продуктивностью существует связь. При достаточном увлажнении лесные древесные растения расходуют органические вещества более экономично, чем сельскохозяйственные культуры. Например, на создание 1 г вещества древесные породы расходуют воды (г): дуб – 340, береза – 320, бук – 170, сосна – 300, лиственница – 260, ель – 230. Эти величины зависят от погодных условий: при небольшом недостатке влаги в атмосфере они снижаются, при сильной засухе могут повышаться в 2 раза. Теневыносливые породы используют воду более продуктивно, чем светолю-

бивые. Сведения о запасах древесины можно проследить по данным табл. 2.10.

Таблица 2.10. Сведения о запасах древесины

Район	Запас древесины, тыс. м ³								Общий средний прирост насаждений тыс. м ³
	общий	из них спелых и перестойных	из общего запаса						
			хвойные породы	из них спелых и перестойных	твердо- лиственные поро- ды	из них спелых и перестойных	мягколиственные породы	из них спелых и перестойных	
Брестский	8019,1	704,4	5736,2	154,2	338,3	37,0	1944,6	513,2	164,9
Жабинковский	1949,9	44,0	1418,0	18,5	94,7	0,2	437,2	25,3	41,6
Кобринский	7082,0	335,1	3763,4	37,5	136,5	3,9	3182,1	293,7	163,8
Малоритский	8643,5	594,3	5140,0	91,9	467,2	58,5	3036,3	443,9	190,4
Пружанский	23000,6	4911,9	17550,6	2987	429,4	131,2	5020,6	1793,7	391,5
в т. ч. возмож- ных для экс- плуатации									
Брестский	6725,9	642,1	4791,9	134,4	260,6	35,1	1673,4	472,6	136,7
Жабинковский	1624,9	42,0	1190,4	16,5	68,	0,2	366,5	25,3	34,7
Кобринский	6653,0	310,0	3555,5	34,1	126,5	3,4	2971,0	272,5	154,7
Малоритский	7946,9	473,3	4801,9	63,7	366,8	18,2	2778,2	391,4	176,3
Пружанский	7345,8	519,1	5401,1	178,9	46,0	4,0	1898,7	336,2	139,7

2.4. Земельные ресурсы

Территория бассейна р. Мухавец расположена в двух почвенных провинциях: Центральной (Белорусской) и Южной (Полесской).

Так, верховье реки расположено в *Западном округе Центральной провинции, Гродненско-Волковыско-Лидского района* дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почв. Характерной особенностью этого района являются выходы на поверхность мела, иногда со значительной примесью кремнистого щебня и глауконитовых песков. Почвообразующие породы возвышенностей представлены моренными средnezавалуненными суглинками и песчанистыми, засоренными камнями супесями. Выровненные пространства, где преобладает широко-волнистый рельеф, покрыты водно-ледниковыми супесями и песками. На этой территории доминируют дерново-подзолистые средне- и глубокоподзоленные почвы, развивающиеся на водно-ледниковых слабовалуненных супесях, часто легких и средних моренных суглинках. Супеси, как правило, подстилаются в пределах 1 м суглинком. В ме-

стах выхода на поверхность мела или карбонатных пород встречаются перегнойно-карбонатные почвы. По понижениям и ложбинам распространены почвы, которые в различной степени переувлажнены, поэтому на них широко развиты процессы заболачивания.

В среднем и нижнем течении территория бассейна расположена в *Южной провинции, Юго-западного округа, Брестско-Дрогичинско-Ивановского района* дерново-подзолистых заболоченных супесчаных почв. В условиях выровненной поверхности, образованной водно-ледниковыми и донно-моренными отложениями, характерны дерново-подзолистые слабоподзоленные, местами слобозеродированные почвы на водно-ледниковых супесях, подстилаемых моренными суглинками, местами песками. Выровненность территории района создает условия для широкого развития болотного процесса почвообразования. Так, более полувека назад переувлажненные в разной степени почвы в Кобринском районе составляли 82,8 %, а заболоченность пахотных угодий превышала 80 %.

Сложность почвенного покрова определяет мелкоконтурность угодий и почвенных выделов. В этих районах на 100 га приходится в среднем 9,6 почвенного контура. По механическому составу почвы района подразделяются на суглинистые (5 %), супесчаные (78 %), песчаные (10 %), торфяные (7 %). Агрохимическая характеристика их следующая: кислые почвы составляют свыше 50 %, слабообеспеченные фосфором — около 70 %, калием — около 80 %. Средневзвешенное содержание в 100 г почвы подвижных форм фосфора не превышает 7,9 мг; калия — 6,3 мг.

Левые притоки протекают в пределах *Малоритского подрайона* заболоченных дерново-подзолистых песчаных и торфяно-болотных почв, расположенного на территории *Ганцевичско-Лунинецко-Малоритско-Столинско-Пинского района* торфяно-болотных почв *Юго-западного округа Южной провинции*.

На территории района преобладают дерново-подзолистые глееватые и глеевые почвы, а также дерново-подзолистые почвы с иллювиально-гумусовым горизонтом, развивающиеся на водно-ледниковых и древнеаллювиальных песках, переходящие с глубины 6,5 м в рыхлые мощные пески. Значительные площади заняты торфяно-болотными почвами низинного типа, преимущественно развивающимися на осоковых и осоково-тростниковых торфах. В некоторых местах среди песчаных лесных почв формируются торфяно-болотные почвы верхо-

вого типа на сфагново-пушицевых торфах, которые называют «имша-рины».

По механическому составу почвы подразделяют на песчаные (70 %) и торфяные (30 %). Пахотные почвы района обладают низким плодородием, как правило кислые и слабо обеспеченные фосфором (7,9 мг) и калием (4,5 мг) на 100 г почвы.

Согласно картосхеме [Почвы ..., 1974] преобладающими почвообразующими породами территории бассейна р. Мухавец являются ледниковые и водно-ледниковые образования. Наиболее распространены супеси водно-ледниковые и древнеаллювиальные, также встречаются торф и пески водно-ледниковые и озерно-ледниковые.

Совокупность факторов и условий почвообразования способствует развитию в основном подзолистого, дернового и болотного процессов в чистом виде или их сочетаний, реже – карбонатного. При развитии болотного процесса почвообразования роль минеральной материнской породы проявляется слабее, чем при формировании дерново-подзолистых почв. В почвах избыточного увлажнения ее роль заключается в совместном с почвенно-грунтовыми водами влиянии.

На описываемой территории процессы заболачивания протекают как временно, так и постоянно. Временные процессы заболачивания чаще всего обусловлены понижением рельефа, способствующим избыточному увлажнению почв весной, после снеготаяния, летом, после длительных и обильных дождей, а также после осенних дождей. При подсыхании почвы в ней улучшается воздушный режим и активизируются окислительные явления, что ведет к образованию гидратов окиси железа в виде железистых прожилок, ржавых пятен, трубочек и т. п. Эти новообразования являются непроверяемыми признаками явлений временного избыточного увлажнения.

При постоянном избыточном увлажнении ионы двухвалентного железа вступают в реакцию с кремнеземом и глиноземом, образуя вторичные алюмоферросиликаты. Эти минералы имеют сизую, грязно-зеленоватую или голубоватую окраску; при накоплении их в почве образуется глеевый горизонт.

Территория бассейна р. Мухавец – район распространения песчано-болотных и озерно-ледниковых равнин, следовательно, он не опасен для водной эрозии, однако при осушении и неправильном использовании почвы могут подвергаться ветровой эрозии.

Почвы бассейна р. Мухавец находятся в разной степени увлажнения и характеризуются как автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные и заболоченные [Оценка..., 1989; Смеян, 1990]. Для всей территории бассейна р. Мухавец, как и для почв области в целом, характерно отсутствие глинистых и суглинистых полугидроморфных почв.

В связи с тем, что в полугидроморфных почвах, развитых на легких породах, процессы заболачивания протекают в нижней части их профиля, они не так пагубно сказываются на росте и развитии сельскохозяйственных культур.

Гранулометрический состав пахотных почв бассейна отличается большим разнообразием. Среди них встречаются песчаные, супесчаные, суглинистые и торфяные органогенные почвы, которые в пределах почвенного профиля часто имеют различное строение.

Среди минеральных почв наибольшим плодородием отличаются легко- и среднесуглинистые, которые обладают довольно устойчивым водным режимом и характеризуются сравнительно большими запасами питательных веществ. Однако удельный вес таких почв в составе пахотных угодий районов бассейна р. Мухавец невелик. Значительно чаще встречаются песчаные почвы: от 37,5 % – в Пружанском и до 82,0 % – в Малоритском районах.

Сравнительную оценку производительной способности этих почв в сельском и лесном хозяйстве называют бонитировкой. Она базируется на объективных признаках и свойствах почв, отражающих уровень их плодородия и имеющих наиболее важное значение для роста и развития культурных растений.

Бонитировка почв с установлением их бальной оценки с учетом пригодности для выращивания сельскохозяйственных культур является важной агрономической характеристикой почв и проводится с целью рационального использования и улучшения земель.

При изучении и оценке почв Беларуси была применена 100-бальная закрытая оценочная шкала. Результаты третьего тура исследований бонитировки почв административных районов бассейна р. Мухавец отражены в табл. 2.11 [Оценка..., 1989].

В целом качество почв бассейна практически не отличается от среднего – 33 балла – и характеризуется не столь высокими показателями по 100-бальной шкале. Считают, что резерв повышения качественного состояния почв пашни состоит в регулировании водно-

воздушного режима, проведении культуртехнических работ и противоэрозионных мероприятий. Это может поднять бонитет почв на 10 баллов, причем наибольшее увеличение плодородия пахотных почв может быть достигнуто путем улучшения агрохимических свойств – 7,2 балла [Оценка..., 1989].

Таблица 2.11. Бонитировка почв сельскохозяйственных угодий в бассейне р. Мухавец, фактическая и перспективная оценка

Район	Сельско-хозяйственные угодья		В том числе					
			пашни		многолетние насаждения		кормовые угодья	
	фактич.	перспект.	фактич.	перспект.	фактич.	перспект.	фактич.	перспект.
Брестский	32	48	33	43	33	46	30	56
Жабинковский	35	48	35	44	27	42	35	58
Кобринский	33	48	35	46	32	46	30	50
Малоритский	29	42	29	40	24	36	28	44
Пружанский	34	49	34	44	30	44	33	57

В связи с тем, что торфяные почвы, характеризующиеся наибольшим плодородием, имеют достаточно высокий удельный вес в общей структуре площадей пашни исследуемых территорий, их использование и состояние представляют значительный интерес.

По мнению А. П. Лихацевича [Лихацевич, Мееровский и др., 1997], с осушением торфяных болот начались обеднение и деградация природной среды и почв целых регионов, к которым относится и бассейн р. Мухавец. Значение осушения торфяных месторождений и, в особенности, сложных почвенных комплексов для увеличения производства сельскохозяйственной продукции оказалось несколько преувеличенным, а некоторые экономические и водохозяйственные расчеты явились следствием явно необоснованного расширения площадей потенциального мелиоративного фонда. Анализ многолетнего опыта мелиорации и сельскохозяйственного использования торфяных месторождений требует переоценки взглядов на роль и последствия осушения торфяных болот.

Проблема использования торфа и торфяных месторождений в народном хозяйстве перестала быть только технической и экономической, но и превратилась в социально-экологическую. В настоящее время в бассейне происходят процессы интенсивного расходования вековых запасов торфяных ресурсов, не компенсируемые приростом

торфа на оставшихся целинных болотах. Следовательно, в основу охраны и дальнейшего использования торфяных ресурсов должны быть положены мероприятия по улучшению баланса органического вещества, энергетическая и экономическая эффективность и экологическая сбалансированность. В табл. 2.12 приведены расчеты ежегодной убыли органического вещества с используемых торфяных почв в различных районах бассейна р. Мухавец [Лихацевич, Мееровский и др., 1997].

Таблица 2.12. Вариантная оценка ежегодных потерь органического вещества, сухого вещества и торфа 40 % условной влажности, тыс. т

Районы	Органическое вещество			Сухое вещество			Торф 40 % условной влажности		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Брестский	16	18	15	18	20	17	30	33	28
Жабинковский	11	14	12	13	16	14	22	27	23
Кобринский	74	90	70	84	102	80	140	170	133
Малоритский	41	52	39	47	59	44	78	98	73
Пружанский	115	164	123	131	186	140	218	310	233

Наименьшие запасы торфяных почв (2,3 % – 658 га) и, соответственно, его потери (24 тыс. т) зафиксированы в Жабинковском районе. Тем не менее, хотя в Пружанском районе торфяные пашни занимают 9,2 тыс. га (12,1 %), потери торфа здесь максимальные – в среднем 253,7 тыс. тонн ежегодно. Это в 1,7 раза больше, чем в Кобринском районе, имеющем 15,1 % торфяных почв в составе пашни.

В результате уменьшения объема органического вещества торфяных почв значительно изменилась и структура почвенного покрова. Остаточный органогенный слой торфянисто-глеевых почв за постмелиоративный период перемешался с подстилающей породой и трансформировался в органо-минеральные грубогумусные почвы на песках. Содержание органического вещества в пахотном слое таких почв снизилось в 2 – 3 раза по сравнению с характерным для первоначальной их морфологии. Массивы торфяно-глеевых почв трансформировались в группу более бедных по плодородию торфянисто-глеевых почв. Одновременно все органо-минеральные почвы, сформировавшиеся до 1985 г., продолжали эволюционировать в группу минеральных остаточно-торфяных почв с невысоким содержанием органического вещества (около 15 %) [Лихацевич, Мееровский и др., 1997].

Интенсивной сработке (деградации) торфяных почв способствовала неправильная система их использования, противоречащая декларированным в Беларуси направлениям и рекомендациям науки. Так, в Кобринском, Малоритском и других районах Брестской области 25 – 40 % преимущественно мелкозалежных торфяных почв отводилось под пашню, причем доля пропашных культур достигала 20 – 30 %. Уменьшение содержания органического вещества будет продолжаться до тех пор, пока не наступит равновесие между наличием органического вещества и способностью связывать его в более устойчивые к разложению формы почвенной матрицей, т. е. стабилизация этого процесса произойдет лишь после достижения новой почвой свойств, характерных для почв природного аналога. В процессе сельскохозяйственного использования торфяной почвы идет постепенное истощение ресурсов естественного плодородия, аккумулированного в природных запасах органического вещества [Лихацевич, Мееровский и др., 1997].

С полным расходом этих ресурсов торфяная почва безвозвратно деградирует и прекращает свое существование в прежнем качестве. Характерной особенностью профиля антропогенных почв является то, что они полностью утратили признаки исходной торфяной почвы. Их агропроизводственные свойства и уровень плодородия определяются, главным образом, гранулометрическим составом подстилающей минеральной породы, на которой они формируются, остаточными запасами органического вещества и состоянием водного режима. В условиях Беларуси только около 10 % торфяных почв подстилается связными минеральными породами, остальные – песчаными отложениями, не обладающими способностью связывать органическое вещество в устойчивые к разрушению органо-минеральные соединения [Белковский, Даутина и др., 2000; Эволюция ..., 2000].

Анализируя баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения, Н. Н. Бамбалов считает, что осушение торфяных почв коренным образом изменяет экологическую обстановку в их профиле и создает благоприятные водно-воздушные условия для развития почвенной биоты [Бамбалов, 1984]. Известно, что почвенная микрофлора активно участвует во всех физико-химических процессах, происходящих в почве, и обуславливает ее плодородие. С увеличением интенсивности осушения и улучшением водно-воздушного режима возрастает интенсивность развития микроорганизмов-деструкторов органического вещества, однако, подбором соответствующих уровней

можно создать благоприятные условия для развития полезной деятельности микроорганизмов и роста сельскохозяйственных растений при возможно максимальном сохранении органического вещества [Зименко, 1977; Лупинович, 1969].

За последнее время научными исследованиями и практикой накоплен определенный опыт применения ряда приемов, направленных на рациональное использование и сохранение органического вещества торфяных почв в процессе их эксплуатации: регулирование водно-воздушного режима, внесение минерального грунта, различного рода структурообразователей, ингибиторов нитрификации, глубокая мелиоративная вспашка, применение сапропелей, органических и сидеральных удобрений и др., а также осуществление ряда организационных мероприятий и принятие соответствующих законодательных актов [Зименко, 1977; Лихацевич, Мееровский и др., 1997; Белковский, Даутина и др., 2000].

Проведение указанных мероприятий на фоне сбалансированного внесения удобрений, известкования, правильной обработки почв и т. д. будет способствовать не только сохранению и восстановлению плодородия этих почв, но и продлению сроков их использования.

2.5. Полезные ископаемые

В пределах бассейна выявлено большое количество месторождений минерального строительного сырья и месторождений торфа, но только незначительная часть из них представляет промышленный интерес.

Размещение минерально-сырьевых ресурсов бассейна р. Мухавец представлено на рис. 2.9.

Топливные полезные ископаемые

Среди углепроявлений Кобринской группы наиболее значительны следующие: *Еремичи-Минянка, Подберье, Луцевчи, Быстрица, Лепесы*. В целом они расположены в восточной части Брестской впадины и в неотектоническом отношении приурочены в основном к Кобринской площади новейших поднятий. Угольные отложения связаны с формированием древней речной сети и процессами карстообразования, интенсивность которых определялась проявлением неотектонических движений в позднем олигоцене и миоцене. Антопольская группа углепроявлений приурочена к Антопольской площади неотектонических поднятий. Наиболее значительным является углепроявление *Рожок*. Пружанская группа состоит из углепроявления *Пружаны*, располо-

женного в восточной части Брестской впадины [Неотектоника ..., 1984].

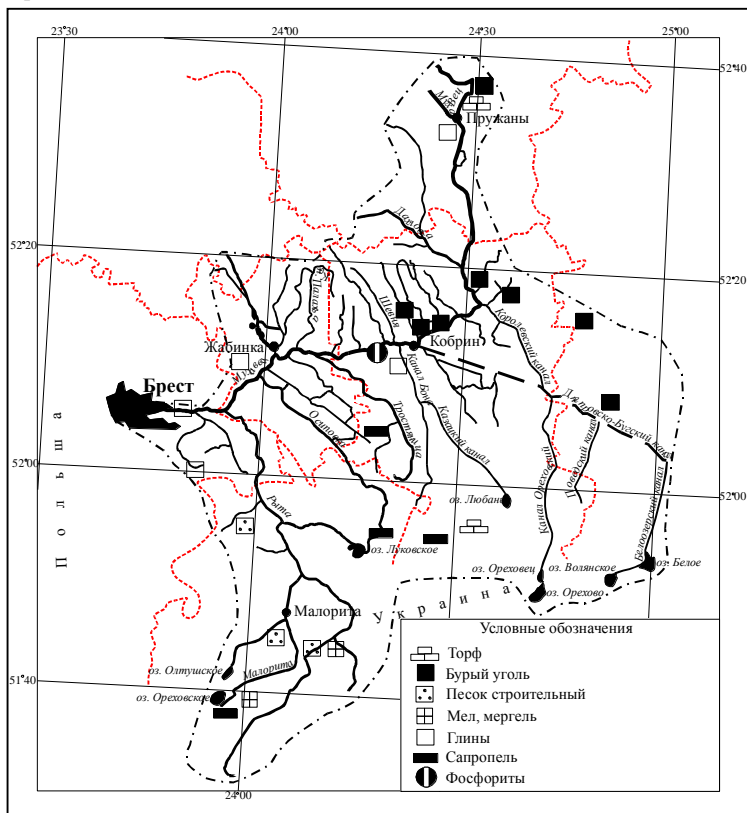


Рис. 2.9. Полезные ископаемые бассейна р. Мухавец

Торфяные ресурсы. Залежи торфа на территории бассейна р. Мухавец имеют широкое распространение. Преобладающая их часть осушена и используется как сельскохозяйственные угодья. Толщина пласта торфа на разведанных торфомассивах, разработка которых экономически целесообразна, должна составлять 2,0 – 2,49 м. В настоящее время промышленная добыча торфа значительно ограничена. Торф в последние десятилетия используется только как местное топливо в виде торфобрикета и как удобрение в сельском хозяйстве. Затопленность территории составляет около 21,1 %, заторфованность – 15,13 %,

что выше по сравнению с любым другим регионом Беларуси. Наименьшая заторфованность характерна для Брестского (2,68 %), Жабинковского (6,29 %), Малоритского (7,08 %) районов. По данным А. П. Пидопличко [Пидопличко, 1961], из семи торфяно-болотных районов Белорусского Полесья два частично находится в пределах бассейна р. Мухавец: Каменецко-Малоритский и Кобринско-Пружанско-Ганцевичский.

Каменецко-Малоритский торфяной район характеризуется невысокой степенью заторфованности (7,2 %). В его пределах практически отсутствуют верховые торфяники и почти нет переходных. Болота расположены на плоских междуречьях или в поймах рек. Кобринско-Пружанско-Ганцевичский торфяной район занимает значительную часть Балтийско-Черноморского водораздела. Заторфованность по району составляет 26,3 %. Средняя глубина торфяной залежи 1,48 м. Торфяной фонд состоит в основном из низинного торфа (96,2 %). Насчитывается 35 массивов с площадью промышленной залежи более 1000 га, в том числе 9 – свыше 5000 га каждый. Среди них имеются массивы с запасами сырья для сельскохозяйственных нужд (Великий Лес Кобринского района и др.).

Наибольшее количество торфяных месторождений сосредоточено в Кобринском (39), Пружанском (38) районах, чуть меньше в Малоритском (35) и Брестском (32). Наименьшими запасами торфяных ресурсов на сегодняшний день обладают Брестский, Жабинковский и Малоритский районы.

Для бассейна характерно преобладание низинных месторождений. Общее количество последних превышает 500, верховых – 13, переходных – 9. Месторождения с переходным типом торфяной залежи расположены в Малоритском и Брестском районах. Доминируют торфа со средней и сильной степенью разложения, а по составу – гипновый, осоково-гипновый, осоково-сфагновый. Теплотворная способность торфа – 16540 – 29400 кДж/кг.

Средняя мощность торфяного слоя на месторождениях составляет 1,4 м. Абсолютно преобладают залежи низинного типа (88,2 %), доля залежей переходного типа составляет 8,4 %, верхового – 3,4 %. Преобладают месторождения с площадью от 100 до 300 га и от 301 до 1000 га (130).

Нерудные полезные ископаемые

Данная группа полезных ископаемых является наиболее важной для хозяйства, а такие виды строительных материалов, как мел имеют не только областное, но и республиканское значение.

Месторождения строительных материалов приурочены к верхней части разреза четвертичной толщи.

Залежи глинистого сырья распространены очень широко, но это преимущественно небольшие по запасам месторождения. Крупные месторождения имеют запасы в несколько млн м³. Полезная толща большинства месторождений обводнена.

Широко распространены залежи строительных песков. Пески выявленных и разведанных месторождений залегают вблизи дневной поверхности на глубине от 0,1 до 2,0 м, реже – глубже. Большая часть месторождений маленькие и не представляют промышленного интереса. В нижней части территории песчаные толщи сильно обводнены.

Месторождения песчано-гравийного материала распространены преимущественно в северной и северо-западной части территории. Полезная толща большинства этих месторождений не обводнена или обводнена в нижней части. В основном это мелкие залежи, не имеющие промышленного значения.

Меловые отложения, залегающие близко от дневной поверхности, широко распространены в южной части бассейна. Кровля мела залегают на глубине от 1,5 м и глубже. Полезная толща обводнена.

Легкоплавкие глины и суглинки приурочены к моренным, озерно-ледниковым, озерно-аллювиальным отложениям и встречаются преимущественно в зонах конечно-моренных гряд и моренных равнин (Брестский и Кобринский районы). В сравнении с другими районами страны данный вид сырья встречается реже. Глины относятся к легкоплавким (температура плавления 1000 – 1400°С) и используются для производства кирпича, черепицы, гончарных изделий, строительных блоков, цемента.

Всего в бассейне выявлено 15 месторождений глин с промышленными запасами. Месторождения обычно небольшие, объемом в десятки тысяч кубических метров. Крупнейшие месторождения легкоплавких глин и суглинков – *Подземье* (21,6 млн м³) Кобринского района. Площадь месторождений в отдельных случаях достигает 50 – 70 га, мощность продуктивного горизонта – до 10 – 12 м. *Щебринское* ме-

сторожение глин приурочено к Брестской впадине. Запасы глин разведаны на площади 154,7 га и составляют 3260 тыс. м³. Залегание глин пластообразное, горизонтальное. Иногда в толще глин залегают пролои и линзы супеси и песка мощностью 0,2 – 0,5 м.

Мел и мергельно-меловые породы на территории бассейна приурочены преимущественно к ледниковым гляциодислокациям. В плане месторождения представляют собой открытые к северу дуги, в разрезе наблюдается чередование наклоненных к северу складок и чешуй мергельно-меловых, палеоген-неогеновых и антропогенных пород. Отдельные глыбы мела в отторженцах могут достигать размеров 1000 на 350 м при мощности до 50 м. Запасы обычно небольшие.

Крупнейшее в Беларуси месторождение коренного залегания мела – Хотиславское в Малоритском районе, открыто в 1975 г., детально разведано в 1992 г. Полезное ископаемое представлено мелом (102938 тыс. т) и кварцевыми песками (37927 тыс. м³). Мел приурочен к озерно-аллювиальным отложениям поозерского горизонта четвертичной системы. Предлагаемый для эксплуатации карьер размером 1x2 км имеет запасы около 500 млн т. Общая площадь месторождения в пределах контура подсчета запасов 295,4 га. Мел залегает пластом толщиной 90 м и имеет размеры порядка 10x20 км. Подготовлено к эксплуатации и является самым крупным в Беларуси. Мел на месторождении белый, плотный, писчий. Он может быть использован для производства строительной извести 1-3 сортов, в химической и лакокрасочной промышленности, парфюмерии и для раскисления почв в сельском хозяйстве.

Строительные пески распространены по всей территории бассейна. Абсолютное большинство месторождений имеет водно-ледниковый, аллювиальный и озерно-аллювиальный генезис. Применяются строительные пески для производства растворов, бетона, строительных блоков. Из 99 месторождений строительных песков, находящихся на балансе, 8 расположено в бассейне р. Мухавец. Крупнейшие месторождения приурочены к водно-ледниковым отложениям сожского оледенения. Мощность полезной толщи в месторождениях составляет от 1,5 м да 22 м, залегают породы обычно на поверхности.

В табл. 2.13. приведен каталог основных промышленных месторождений полезных ископаемых в бассейне р. Мухавец.

Таблица 2.13. Каталог основных месторождений

Название месторождения и местоположение	Площадь месторождения, га	Степень освоённости
<i>Глины кирпичные, гончарные и др.</i>		
Малые Взводы, Брестский р-н	–	разрабатывается
Гершоны – Митьки, Брестский р-н	13,5	разрабатывается
Вычулки, Брестский р-н	69,6	законсервировано
Щебрин, Брестский р-н	154,7	разрабатывается
Заречное, Брестский р-н	95	не разрабатывается
Бульково, Жабинковский р-н	83	не разрабатывается
Ровбицк, Пружанский р-н	–	выработано
Ровбицкое – II, Пружанский р-н	Более 15	разрабатывается
Обережа, Пружанский р-н	Около 10	не разрабатывается
Победа (Клетное), Пружанский р-н	2,9	разрабатывается
Тевлинское, Кобринский р-н	59	не разрабатывается
Коскивщина, Кобринский р-н	6,1	разрабатывается
Именин, Кобринский р-н	Более 15	разрабатывается
Малые Лепесы, Кобринский р-н	-	выработано
Богуславичи, Жабинковский р-н	Более 10	не разрабатывается
Пески, Кобринский р-н	1,2	не разрабатывается
Сычевское, Жабинковский р-н	Более 15	не разрабатывается
Подземье, Кобринский р-н	59,5	разрабатывается
Городец, Кобринский р-н	1,45	выработано
<i>Пески строительные</i>		
Муховецкое, Состоит из участков: Вычулки, Каменка, Ялено, Щебрин, Брестский р-н	Более 150	разрабатывается
Жабинка, Жабинковский р-н	-	выработано
Ляхи, Пружанский р-н	25,5	не разрабатывается
Хотиславское, Малоритский р-н	Более 80	разрабатывается
<i>Песчано – гравийный материал</i>		
Вельямовичи, Брестский р-н	Более 10	законсервировано
<i>Мел</i>		
Хотиславское, Малоритский р-н	Более 80	не разрабатывается
Орехово, Малоритский р-н	36	разрабатывается
Кошары, Брестский р-н	124	не разрабатывается
<i>Торф</i>		
Гнилица, Пружанский р-н	301	не осушено, не разрабатывается
Бузуны, Пружанский р-н	1314	осушено, не разрабатывается
Завидовка, Пружанский р-н	1883	осушено, не разрабатывается

Название месторождения и местоположение	Площадь месторождения, га	Степень освоённости
Польское Болото, Кобринский р-н	2128	осушено, не разрабатывается
Лыщицы, Брестский р-н	640	нет данных
Гатча-Осовское, Кобринский р-н	3173	осушено, не разрабатывается
Ель, Кобринский р-н	1748	разрабатывается
Купчицкое, Жабинковский р-н	95	осушено, не разрабатывается
Завитовичи, Кобринский р-н	216	осушено, не разрабатывается
Великий Лес, Кобринский р-н	217	осушено, не разрабатывается
Черняны, Малоритский р-н	240	осушено, не разрабатывается
Страдечь, Брестский р-н	976	частично осушено, не разрабатывается
Маслятино - Могилище, Малоритский р-н	1112	Осушено, не разрабатывается
Городятино, Малоритский р-н	1399	осушено, не разрабатывается
Мачка, Малоритский р-н	1199	не осушено, не разрабатывается
Селятино, Малоритский р-н	1589	осушено, не разрабатывается
Брестский Лесхоз, Брестский р-н	87	не осушено, не разрабатывается

Запасы *бурого угля* имеют верхнеолигоцен-неогеновый возраст и приурочены к зоне сочленения Подляско-Брестской впадины, Белорусской антеклизы и Полесской седловины. Выделяются Кобринская, Антопольская, Дрогичинская и Пружанская группы угленакопления [Неотектоника ..., 1984]. Угли относятся к пойменно-аллювиально-карстовому и пойменно-карстовому типам. Мощность угленосных отложений составляет 15 – 70 м, мощность угольных пластов достигает 20 м, глубина залегания 40 – 100 м. Угли олигоцен-неогенового возраста характеризуются низким качеством, зольность углей составляет около 31 %, теплотворная способность 4040 ккал/кг. Они не имеют промышленного значения и относятся к забалансовым.

Янтарь на территории бассейна выявлен в глауконитово-кварцевых песках палеогена и неогена, а также в переотложенном виде в породах

антропогена. Территория бассейна относится к Западной янтареносной зоне [Полезные ..., 2002]. К этой зоне относятся Брестская, Кобринская и Дрогичинская площади. Наиболее перспективны проявления Гатча (Жабинковский и Кобринский районы).

Агрохимическое сырье. Из этой группы полезных ископаемых широко распространены сапропели. На территории бассейна известны сапропели четырех классов: органический, кремнеземистый, карбонатный и смешанный. Используются в качестве удобрения и для подкормки животных. На территории области выделяются два типа месторождений: открытых озерных водоемов и погребенных под торфом. Разведанные запасы озерных сапропелей составляют 122,4 млн м³, месторождений, погребенных под торфом – 123 млн м³. В первой группе месторождений преобладает сапропель органического типа, во второй – карбонатного (табл. 2.14).

Таблица 2.14. Распределение балансовых запасов сапропелей по административным районам бассейна р. Мухавец

Район	Месторождение	Запасы, млн м ³
Жабинковский	Гатча-Осовское	8
Кобринский	Великолесское	108,8
Малоритский	Олтушское	6,7
	Ореховское	8,668
	Малоозерское	0,292
	Луковское	4,9

Из 16 сапропелевых месторождений Беларуси на территории бассейна расположена одно: Брестско-Малоритское. В структуре запасов преобладают сапропели органического типа. В настоящее время построены участки для разработки сапропелей на 6 озерах Брестской области, в том числе на озере Олтушское.

Подземные воды области связаны с комплексом пород разного возраста – от пород кристаллического фундамента до антропогеновых включительно. Основная часть рек бассейна р. Мухавец дренирует Брестский гидрогеологический бассейн, а левые притоки – Полесский гидрогеологический район. В пределах Брестского бассейна на глубине 400 – 450 м и глубже распространяются гидрокарбонатно-кальциевые и натриевые пресные воды, водоупором для которых яв-

ляются пермские, триасовые и юрские глинистые породы. Глубже залегают минерализованные хлоридно-натриевые воды (до 7 – 12 г/дм³), температура которых на глубине 1500 – 1800 м повышается до 35 – 40 °С. Они используются в качестве минеральной воды «Брестская», а также в лечебных целях.

Таким образом, в недрах бассейна р. Мухавец сконцентрирован комплекс полезных ископаемых; некоторые используются в хозяйстве области, другие еще не имеют промышленного значения и относятся к забалансовым.

2.6. Охраняемые природные территории и объекты

В пределах бассейна р. Мухавец имеется 3 заказника республиканского (общей площадью 18,9 тыс. га) и 6 – местного значения (общей площадью 11,06 тыс. га), 14 памятников природы республиканского и 9 – местного значения (рис. 2.22). Все заказники республиканского значения, относятся к группе биологических заказников. В соответствии с действующим законодательством Республики Беларусь биологические заказники создаются для сохранения и восстановления ценных в хозяйственном, научном и культурном отношении, а также редких и исчезающих видов растений и животных. На их территории могут быть установлены различные ограничения хозяйственной деятельности, в том числе и мелиоративные работы.

Биологический заказник республиканского значения «Званец»

Заказник «Званец» расположен на территории Дрогичинского района; создан в 1996 г. с целью сохранения уникальных для Беларуси и, как выяснилось позже, для всей Европы орнитокомплексов, приуроченных к крупным массивам мезотрофных болот. Соответствует критериям, установленным для ключевых орнитологических территорий (IBA,s) не только национального, но и международного статуса охраны. В 2002 г. Беларусь направила в бюро «Конвенции о водно-болотных угодьях, которые имеют международное значение ...» обоснование придания территории заказника статуса Рамсарского угодья. В 2004 г. данное предложение было принято. Всего на болоте Званец (общая площадь 15873 га, охраняемая – 10460 га) гнездится 110 видов птиц, из которых 21 вид занесен в Красную книгу РБ. Международное значение заказника определяется в первую очередь поддержанием крупнейшей в мире популяции вертлявой камышевки (*Acrocephalus*

разной растительности болот на минеральных повышениях зачастую формируются богатейшие флористические комплексы, насчитывающие до 200 и более видов. Около 20-ти из них занесены в республиканскую Красную книгу (горечавка крестообразная, зубянка клубеносная, пыльцеголовник красный, тайник яйцевидный и др.). Особый интерес представляют местонахождения венерина башмачка настоящего (*Surgipedium calceolus*). На мониторинговом участке в урочище «Голубовское» (в юго-восточной части заказника, 0,6 км к западу от Белоозерского канала) ценогическая популяция (ЦП) насчитывает от 51 (2002 г.) до 87 (2005 г.) побегов; относительная жизнеспособность ЦП колеблется от 0,42 до 0,54, т.е. является довольно низкой. Основная причина – долговременное дренирующее влияние Белоозерского канала (проложен в 1905 – 1910 гг.) и нарушение гидрологического режима под воздействием прилегающих мелиоративных систем.

В целом, под влиянием указанных факторов ландшафт в данной части заказника приобретает своеобразный лесостепной облик: участки преимущественно мелкоконтурных ксерофитных лугов на карбонатных буграх (в том числе на месте сведенных широколиственных лесов), а также площади подсушенных торфяно-болотных почв с мезофильной растительностью сочетаются с островными дендроучастками. Их характерная растительность – свидиново-орешниковые (часто с примесью жостера слабительного) сообщества, над которыми возвышаются отдельные экземпляры широколиственных пород. Стабилизация экологической ситуации в данном секторе и на остальной территории заказника возможна при возобновлении гидрологического режима, близкого к ранее существовавшему. С этой целью в рамках разработанного в 2001 г. плана управления заказником «Званец» на некоторых мелиоративных каналах сооружены плотины-подпоры; предложено также расширить площадь заказника на весь болотный комплекс.

Биологический заказник республиканского значения «Луково»

Территория заказника расположена в центральной части Малоритской равнины, на северо-востоке одноименного административного района. Образован в сентябре 1994 г., занимает площадь 1523 га и находится в юго-западной части четырехугольника с деревнями Грушка, Черняны, Доропеевичи.

Примерно в 1,0 км от его южной границы расположено водохранилище «Луково». Основной землепользователь – Чернянское лесничество Кобринского лесхоза.

Дневная поверхность имеет слабый уклон в северном направлении. Через р. Осиповка, пересекающую участок с юго-востока на северо-запад, происходил сток Луковского озера в р. Мухавец; в настоящее время он зарегулирован. В структурно-геоморфологическом отношении местность представляет собой систему линейно-древовидных замкнутых или полузамкнутых ложбин вклинивающихся в «тело» низких водоразделов.

Поэтому в переходной зоне между древнеозерными заторфованными депрессиями и песчаными суходолами, как правило, расположены полуостровные лопатные (часто удлиненные) плоские гряды с дерново-карбонатными почвами выпотного генезиса. На узких (в поперечнике не более 40 – 50 м) грядах кальцификация субстрата отмечается повсеместно, на более широких – в виде поясов по периферии гряд.

Подобные местообитания хорошо репрезентируют эдафически обусловленные варианты грабовых дубрав с высокими уровнями биологического разнообразия флоры. Так, если в напочвенном покрове зональных типов широколиственных лесов насчитывается до 40 видов, то в характеризующих достигает 80-ти и более.

Среди них до 25 – ценные в соэкологическом отношении виды, в том числе занесенные в Красную книгу Республики Беларусь: ветреница лесная, зубянка клубненосная, ирис сибирский, лилия саранка, кадило сарматское, одноцветка одноцветковая, тайник яйцевидный, пыльцеголовник красный и др. Кроме того на территории заказника выявлено 14 местообитаний венерина башмачка настоящего. Общая численность растений столь редкого и повсеместно охраняемого вида превышает здесь 2,5 тыс. экземпляров, что характеризует данную популяцию как одну из самых многочисленных в Беларуси. Численность побегов в пределах экотопических популяциях варьирует от 37 до 376; средняя относительная жизнеспособность популяций – $0,59 \pm 0,2$. (2002 г.) Учитывая, что максимальных значений (до 0,83) данный показатель в Белорусском Полесье достигает в относительно ненарушенных местообитаниях, следует признать, что природные комплексы заказника испытывают последствия антропогенной деятельности, прежде всего – изменения гидрологического режима на прилегающих мелиорированных территориях.

Биологический заказник республиканского значения «Радостовский»

Заказник создан в 1978 г. на юго-западе Дрогичинского района. Южная граница заказника совпадает с государственной границей Беларуси и Украины, западная – с административной границей Дрогичинского и Кобринского районов, на востоке по побережью озера Белое и Белоозерскому каналу. Северная граница проходит по краю лесного массива заказника южнее дд. Рожное и Радостов. Общая площадь заказника составляет 7000 га, в том числе в пределах Повитьевского лесничества – 5284 га, Белоозерского – 1716 га.

Территория заказника расположена в пределах озерно-аллювиальной низменности. Рельеф плоский, слабовогнутый, преобладают абсолютные отметки меньше 150 м. Максимальные отметки рельефа (155 м, Кривая Гора) приурочены к мелкогрядово-бугристым песчаным аккумуляциям на северо-западе заказника. Характерны заторфованные ложбинные понижения, пересекающие район в северо-восточном направлении, и озеровидные заболоченные расширения.

Речная сеть отсутствует. Относительно крупное озеро на юго-востоке заказника – Белое – имеет площадь 5,2 км², максимальную глубину 11,6 м.

В почвенно-географическом отношении заказник относится к Малоритскому подрайону Полесской провинции. Почвенный покров пестрый. Характерны дерново-подзолистые заболоченные, глееватые и глеевые почвы на песках и супесях в сочетании с дерново-подзолистыми слабоподзоленными почвами на древнеаллювиальных песках, местами – торфяно-болотные низинные почвы.

Заказник создан с целью сохранения произрастающих лекарственных видов растений – толокнянки, ландыша, крушины, черники, валерианы лекарственной, вахты трехлистной, зверобоя.

На территории заказника лесничествам разрешен сбор и заготовка лекарственного сырья, в том числе зверобоя, багульника, черники, клюквы, чабреца, плодов рябины, подорожника, бессмертника, коры крушины и ивы, ромашки.

Местные заказники

В водосборе р. Мухавец расположено 6 местных заказников общей площадью 11,06 тыс. га, что составляет 1,7 % площади водосбора (табл. 2.20). Все они учреждены как биологические, из которых самый

большой по площади (Гусак) является специализированным клюквенным.

Площадь, занятая лесом, в заказниках местного значения достаточно велика, в некоторых она достигает 80 % общей площади. Но, как и в заказниках республиканского значения, основную часть их составляют молодняки и средневозрастные насаждения. Спелых лесов практически нет.

Заказники местного значения оказывают заметное влияние на стабилизацию экологической ситуации в бассейне р. Мухавец; роль заказников «Гусак», «Дивин-Великий лес», «Выдренка» в регулировании водного режима р. Мухавец наиболее выражена.

*Биологический (зоологический) заказник местного значения
«Брестский»*

Заказник создан в 1990 г. для сохранения в естественном состоянии мест обитания животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Расположен на восточной окраине г. Брест.

Площадь заказника составляет 67 га, но в 1995 г. для его расширения зарезервирована территория и на западной окраине Бреста. Общая площадь заказника составляет 315 га. Заказник полностью расположен в пойме или в ближайших припойменных угодьях р. Мухавец.

Главной особенностью «Брестского» является то, что это второй по счету среди заказников Беларуси, созданный в черте города.

Согласно критериям Рамсарской конвенции заказник «Брестский» рекомендован как водно-болотное угодье национального значения.

На территории заказника отмечены объекты или явления, представляющие зоогеографический и общебиологический интерес: экспансия чечевицы обыкновенной, бычка песочника, ондатры; случаи обитания в естественных условиях среднеазиатской черепахи, хоряфреты, нутрии; специфические адаптации и стабильное гнездование в природных условиях фазана обыкновенного, синантропизация вяхиря, дрозда-рябинника и ряд других явлений. Интересна и растительность заказника. В староречье р. Мухавец сохраняется типичный пойменно-болотный ландшафт, отражающий флористические особенности Брестского Полесья. Здесь произрастают редкие типы леса – ветляники, выявлены заросли редкого у нас переступеня белого, отмечены другие примечательные растительные объекты.

Биологический заказник местного значения «Выдренка»

Заказник расположен в Пружанском районе, занимает площадь 2437,1 га. Территория объявлена заказником согласно решению Пружанского райисполкома в 1992 г. и передана под охрану основным землепользователям: в прошлом колхозам «Ленинский путь» и имени «Дзержинского», Линовскому и Городечненскому лесничествам Пружанского лесхоза.

В физико-географическом отношении охраняемая территория представляет собой водораздел рр. Мухавец и Лесная, проходящий по Наревско-Ясельдинской водно-ледниковой равнине. В соответствии с существующим геоботаническим районированием участок находится на стыке Беловежского и Западно-Предполесского геоботанических районов Неманско-Предполесского округа. Преобладают широколиственно-сосновые леса, сохранились ценные массивы сложных елово-грабовых дубрав. По пойме реки Выдренка произрастают черноольховые, пушистоберезовые леса. Луга пойменные разнотравно-мелкозлаковые.

Пойма реки Выдренка с прилегающими лесами расположена в окружении территорий, подвергшихся сильному антропогенному воздействию.

Сохранение поймы в естественном состоянии, относительно стабильный гидрологический режим на охраняемой территории обуславливает многообразие видов флоры и фауны. Пойма и прилегающие участки служат миграционными коридорами для диких животных.

Согласно Положению о биологическом заказнике «Выдренка» в целях поддержания природного комплекса в естественном состоянии на его территории запрещается проведение мелиоративных и других работ, связанных с изменением естественного ландшафта (выпас скота, нарушение почвенного покрова, разработка полезных ископаемых, охота и другие виды деятельности, нарушающие и угрожающие состоянию природных объектов).

Биологический (клюквенный) заказник местного значения «Гусак»

Заказник создан в 1989 г. в центральной части Малоритского района в лесо-болотных угодьях Великоритского, Пожежинского и Малоритского лесничеств. Общая площадь заказника 4566 га. Расположен

он в среднем течении р. Рыта, а собственно клюквенник – на левобережье реки.

Цель создания заказника – сохранение в естественном состоянии обширного болотного массива как регулятора водного режима территории и места произрастания клюквы болотной.

Территория заказника расположена в пределах Малоритской водноледниковой равнины. Она апплицируется на центральную часть Луковско-Ратновского горста. Разломами северо-восточного простирания он разбит на отдельные блоки, в том числе и Хотиславский. Поэтому большинство звеньев гидросети этой части Малоритчины, в том числе и р. Рыта (особенно в верхнем течении), заложено не по общему уклону поверхности, а в соответствии с направлением трещиноватости – явление довольно редкое. В своем среднем течении р. Рыта выглядит узким водотоком шириной 6 – 7 метров. Ширина долины 0,6 – 0,7 км. В пределах заказника «Гусак» сохранился естественный участок русла и поймы р. Рыта. Вся остальная ее часть спрямлена и, по сути, стала магистральным мелиоративным каналом.

Согласно существующему геоботаническому районированию территория заказника находится в пределах южной подзоны широколиственно-сосновых лесов, где выделен Бугско-Полесский округ грабовых лесов. Около 70 % заказника составляют лесопокрытые площади. В границах заказника сохранились островные локалитеты ели европейской (*Picea abies*) – примерно в 100 км к югу от границы бореальной области сплошного распространения данного вида. Отмечено [Козловская, Парфенов, 1972], что на южной границе и в островных местобитаниях ель избирает наиболее благоприятные для ее роста условия, в связи с чем отличается хорошим развитием. Такая ситуация до недавнего времени была характерна и для заказника «Гусак». К сожалению, в последние десятилетия наблюдается явление прогрессирующего усыхания ельников. Вызваны они, по-видимому, совпадением во времени изменений гидрологического режима в результате крупномасштабных осушительных мелиораций и общего потепления климата. Эти же причины обусловили повсеместную деградацию клюквенников характеризуемого заказника.

В то же время по-прежнему высокую жизненность демонстрируют сложные сообщества елово-грабовых дубрав в северном секторе заказника. Эта часть заказника отличается и более высокими уровнями биологического разнообразия флоры с представительством редких видов –

любки зеленоцветковой, кадила сарматского, пыльцеголовика красного и др.

Поражает своим величием дуб-гигант, произрастающий в квартале 31 Пожежинского лесничества. В народе его называют «царь-дуб»! Это самое старое на Беларуси дерево дуба черешчатого. В 1964 г. объявлен памятником природы республиканского значения.

Биологический заказник местного значения «Дивин-Великий лес»

Заказник создан в декабре 1997 г. в Кобринском районе. Расположен севернее озера Любань и западнее дамбы, окантуривающей мелиорированные земли КУСП «Днепробугское». Основной землепользователь – Дивинское лесничество Кобринского лесхоза; площадь около 3,0 тыс. га.

Заказник создан с целью сохранения одного из наиболее репрезентативных фрагментов Днепровско-Бугского болотно-карбонатно-солончакового ландшафтно-мелиоративного комплекса, в пределах которого в лесных островных сообществах выявлены крупнейшие из известных в Беларуси и за ее пределами ценопопуляции редчайшей орхидеи – венериного башмачка настоящего (желтого).

Территория заказника находится в зоне разгрузки грунтовых напорных вод, обогащенных гидрокарбонатом кальция, в практически бессточном плоском понижении. Современный рельеф представлен хаотически расположенными на почти безуклонной заторфовой низине взбугрениями с гидрогенным накоплением лугового мергеля.

В соответствии с геоботаническим районированием территория относится к Бугско-Припятскому району Бугско-Полесского геоботанического округа подзоны широколиственно-сосновых лесов. Около 85 % местности составляет лесопокрытая площадь. Физиономический облик лесной растительности складывается из пушистоберёзового мелколесья.

Значение биологического заказника «Дивин-Великий лес» как особо охраняемой природной территории определяется следующим:

1. Создание заказника призвано предотвратить дальнейшее расчленение некогда единых ценологических и популяционных группировок биоты региона, их дробление и усиление островизации. С этой точки зрения лесные фитоценозы заказника выступают как связующее звено в системе лесов Брестского Полесья.

2. В пределах заказника выявлены места распространения редчайшей орхидеи – венериного башмачка настоящего. По количеству ценопопуляций (около 20) и учтенных растений (около 6000) данная находка не имеет аналогов на территории Беларуси. Кроме того, на участке представлены не менее 24 видов животных и растений из охраняемых категорий Красной книги Республики Беларусь. Заказник претендует на роль ключевой ботанической территории.

3. В состав заказника включена значительная часть торфяного месторождения «Великий лес», занесенного в «Схему рационального использования и охраны торфяных ресурсов...» в качестве объекта перспективного природоохранного фонда.

4. В непосредственной близости от заказника расположены наиболее крупные в регионе водоемы – оз. Любань и водохранилище Ореховское, что создает необходимые предпосылки как для сохранения, так и восстановления в перспективе отдельных компонентов биоразнообразия Брестского Полесья.

Мониторинг 6-ти экотопических популяций *S. calceolus* в территориально удаленных частях заказника выявил у 2-х из них низкий уровень относительной жизнестойкости, у остальных он оказался средним (0,47 – 0,54). Данное обстоятельство подтверждает вывод В. Н. Киселева [Киселев, 1987] о том, что изучаемая территория издавна подвергается хозяйственному воздействию человека. В частности, проложенные около 100 лет назад Дивинский и Казацкий каналы кроме водорегулирующей имели и лесосплавную функцию, что повлекло практически повсеместное сведение на «островах» спелых древостоев широколиственных пород. В то же время потенциал вторично-сукцессионных сообществ заказника в поддержании элементов регионального биологического разнообразия остается по-прежнему достаточно высоким.

Биологический заказник местного значения «Клища»

Заказник расположен в Кобринском районе, занимает площадь 12 га. Образован в сентябре 1990 г. и передан под охрану основному землепользователю – КУСП «Днепробугское». Заказник создан с целью создания благоприятных условий для произрастания уникального для флоры Белорусского Полесья вида орхидей – венериного башмачка настоящего.

В состав заказника включены два островных лугово-лесных участка. Совместно с прилегающими массивами торфяников образуют де-

прессионно-островные системы. Площадь южного «острова» составляет 6,6 га; площадь спорадической встречаемости *S. calceolus* – 1,7 га. Количество побегов, как правило, превышает сотню, достигая 158 (1998 г.). Однако в 2005 г. оно снизилось до 67 растений. Относительная жизненность на границе средней и низкой – 0,48. Охраняемые виды представлены также тайником яйцевидным и зубяной клубненой.

Площадь северного острова (Бишовский лес) 5,4 га; мониторинг экотопической популяции *S. calceolus* осуществляется на площади 1,35 га, где насчитывается в среднем около 610 растений. Относительная жизненность популяции низкая – 0,45. Кроме венерина башмачка и тайника яйцевидного отмечаются бедренец большой и пыльцеголовник красный.

Результаты мониторинговых исследований свидетельствуют о глубокой трансформации островных агроландшафтных сообществ вследствие изменения гидрологического режима, повлекшего среди других последствий усиление карбонатно-кальциевого засоления эдафотопов.

Биологический заказник местного значения «Непокойчицы»

Заказник расположен в западной части Жабинковского района в виде двух территориально разобщенных секторов в долине р. Мухавец. Общая площадь заказника 368,8 га.

Памятники природы – это ценные в научном, культурно-познавательном и оздоровительном отношении природные объекты (леса, болота, озера, геологические обнажения, отдельные деревья, участки редких растений, парки и др.). Подразделяются на ботанические памятники природы, геологические памятники природы, комплексные (исключительные по красоте уникальные или типичные ландшафты) и гидрологические (уникальные источники, озера, болота и др.). На территории водосбора р. Мухавец насчитывается 21 биологический (ботанический) и 2 геологических (геоморфологических) памятников природы (табл. 2.15).

Таблица 2.15. Перечень заказников и памятников природы

Заказники республиканского значения			
<i>Биологические</i>		Площадь, га	Год создания
Званец	Дрогичинский	10460	1996
Луково	Малоритский	1523	1994

Радоставский	Дрогичинский	6857	1978
Заказники местного значения			
<i>Биологические</i>			
Брестский	Брестский	65	1995
Выбранка	Пружанский	2667,8	1997
Гусак	Малоритский	4566	1989
Дивин-Великий лес	Кобринский	3049	1997
Клища	Кобринский	12	1990
Непокойчицы	Жабинковский	368,8	1995
Памятники природы республиканского значения			
<i>Биологические</i>			
Островные ельники	Малоритский, Пожеженское лесничество	71,7	1966
Островные ельники	Малоритский, Малоритское лесничество	13,2	1966
Бук лесной	Малоритский, д. Великорита		1996
Дуб Великан	Жабинковский, пос. Ленинский		1971
Дуб черешчатый Пожеженский	Малоритский, Пожеженское лесничество		1996
Дуб черешчатый Петровичский 1	Жабинковский, д. Петровичи		1996
Дуб черешчатый Петровичский 2	Жабинковский, д. Петровичи		1996
Елка обыкновенная (зеемвидной формы)	Брест, городской парк		1963
Липа мелколистная	Жабинковский, Петровичское лесничество		1996
Парк им. Суворова	Кобрин, с 1748	19	1963
Сосна веймутова	Жабинковский, Петровичское лесничество		1996
Суворовский дуб	Кобринский, д. Дивин		1963
Царь-дуб	Малоритский, Пожеженское лесничество		1963
<i>Геологические и геоморфологические</i>			
Мокранская выдма (днона)	Малоритский, д. Мокраны	160	1997
Памятники природы местного значения			
<i>Биологические</i>			
Бук лесной	Брест		1999
Вишня птичья	Брест		1999
Дуб черешчатый	Брест		1999
Парк «Отчизна»	Жабинковский, пос. Ленин-	7,3	1976

	ский, 1880		
Парк «Великорита»	Малоритский, д. Великорита, 1830-1836	5,2	1976
Парк «Малые Сехновичи»	Жабинковский, д. Сехновичи		1995
Парк г. Пружаны	Пружаны, середина XIX в.	48	1977
Площ обыкновенный	Брест		1999
<i>Геологические и геоморфологические</i>			
Хотисловская дюна	Малоритский, д. Хотислов	600	1997

3. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

3.1. Общая характеристика водного режима рек

По своеобразию режима стока, характеру его связи с определяющими факторами и величине стока бассейн р. Мухавец относится к VI (Припятскому) гидрологическому району, подрайону «в» (рис. 3.1), характеристика которого приведена в табл. 3.1.

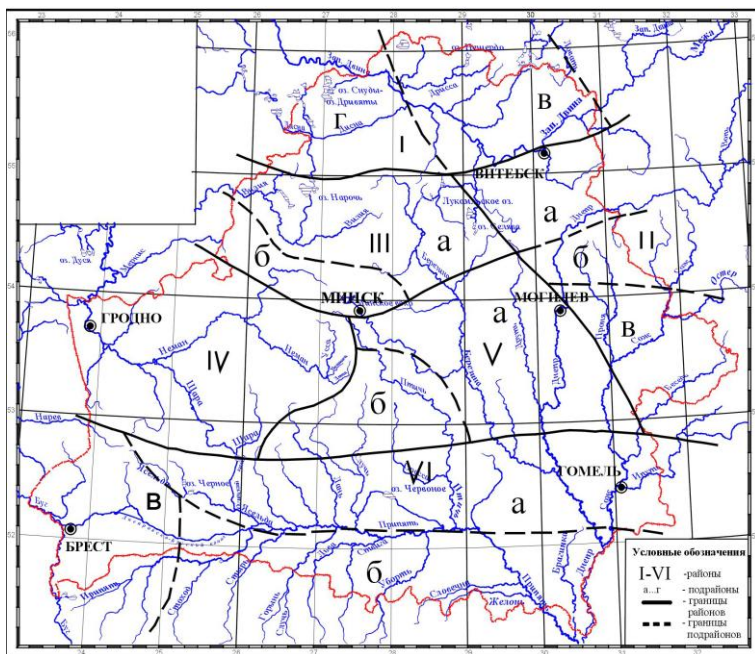


Рис. 3.1. Схема гидрологических районов и подрайонов Беларуси

Таблица 3.1. Основные характеристики Припятского гидрологического района, подрайона «в»

Средний многолетний годовой модуль стока л/(с·км ²)	Сезонный сток в % от годового		
	весна (III – V)	лето – осень (VI – XI)	зима (XIII – II)
3,6	49	28	23

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. Для района характерно высокое залегание зеркала подземных вод (на глубине 0,1 – 3 м) от поверхности земли. Грунтовые воды являются основными источниками подземного питания рек, однако вследствие неглубокого эрозионного вреза последних и очень малых уклонов подземный сток здесь очень замедленный.

Густота речной сети района по сравнению с остальной частью Беларуси самая низкая – около 0,30 км/км². Реки характеризуются крайне малыми падениями уровня, широкими, плоскими, слабо выраженными долинами, низкими заболоченными берегами, извилистостью, разветвленностью и неустойчивостью русел, медленным течением.

В отдельные годы наблюдается пересыхание рек, имеющих площадь водосбора до 1000 – 1200 км² и промерзание – с площадью до 54 км².

Средняя многолетняя норма годового стока рек района – 3,6 (л/с км²) является минимальной на территории Беларуси, что обусловлено выпадением небольшого количества атмосферных осадков. Сток в течение года выровнен, весной он в среднем составляет 49 % от годового стока.

Реки района, расположенные в условиях равнинной, сильно заболоченной местности, протекающие в широких долинах с обширными поймами, отличаются наибольшей сглаженностью хода уровней, невысоким, очень растянутым половодьем и неясно выраженными паводками. Из-за отсутствия устойчивого снежного покрова роль дождей в питании этих рек возрастает.

Реки бассейна р. Мухавец принадлежат к типу равнинных с преобладанием снегового питания.

Режим стока в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней меженью, периодическими летними и осенними паводками.

В осенне-зимний период обычно наблюдается несколько повышенная водность рек в результате значительных осадков.

Замерзание рек начинается обычно в начале декабря, толщина льда нарастает постепенно и во второй половине февраля достигает наибольших значений.

Нарастание льда находится в прямой зависимости от понижения температуры воздуха. На интенсивность прироста льда (помимо ряда других факторов) заметное влияние оказывает высота снежного покрова. В некоторые зимы ледостав не наблюдается. Осенний ледоход обычно начинается в первой декаде декабря.

Основные характеристики ледового режима приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Характеристика ледовых явлений в бассейне р. Мухавец

Период	Дата		Толщина льда, см	
	появления ледовых явлений	становления ледостава	средняя	максимальная
1946 – 1997 гг.	2.12	20.12	12	64
Наиболее ранняя	01.11.53	27.11.53		
Наиболее поздняя	01.01.50	09.02.55		

В связи с наступлением положительных температур перед вскрытием на подавляющем большинстве рек толщина льда заметно уменьшается. Очищение ото льда происходит в основном в третьей декаде марта. Однако в отдельные годы в мягкие зимы и очищение некоторых рек от ледяных образований может произойти в начале года.

Образование зажоров обусловлено морфологическими и гидродинамическими условиями (извилистостью русла, глубиной, уклоном, скоростью течения). Специальных наблюдений за явлением зажоров на рассматриваемой территории не производилось, имеющиеся сведения о них ограничиваются лишь записями в сроки наблюдений за уровнями.

Следует отметить, что образование зажоров приурочено к участкам с наличием растительности в руслах, которая чаще всего не отмирает до появления ледяных образований, а на отдельных реках сохраняется и в зимнее время.

Заторообразование для территории не является характерным. Как правило, заторы образуются в те годы, когда зима более суровая, а весна дружная. Отмечены заторы у с. Малые Радваничи – р. Рыта в те же годы. Тогда максимальный подъём заторного уровня составил 10 и 36 см соответственно. Достоверных сведений о последствиях заторов и зажоров не имеется.

3.2. Гидрографическая сеть

Гидрографическая сеть бассейна р. Мухавец представлена на рис. 3.2. Главная р. Мухавец берет свое начало при слиянии рр. Муха и Вец в г. Пружаны, и впадает в г. Бресте в трансграничную р. Западный Буг, являясь ее правым притоком. Длина реки 112,6 км, со средним уклоном водной поверхности 0,2 ‰ [Блакiтная ..., 1994]. Гидрографическая сеть представлена сетью малых рек и густой сетью каналов. Информация по гидрографии приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Характеристика бассейна р. Мухавец

Длина реки в пределах участка, км	Суммарная длина притоков более 10 км, км	Площадь водосбора в пределах РБ, тыс. км ²
112,6	1346	5,4 (6,6)

Западный Буг, являющийся водоприемником р. Мухавец, протекает по Украине, Беларуси и Польше, является левым притоком р. Нарев. Начинается Западный Буг на западных склонах Подольской возвышенности около д. Верхобуж Львовской области, впадает в Загжинское водохранилище на р. Нарев (Польша). Далее в Вислу и Балтийское море. Длина реки составляет 772 км, площадь водосбора 39,4 тыс. км². Среднегодовой расход воды на границе Беларуси и Украины около 50 м³/с, при выходе за границу республики – 100 м³/с, возле г. Вышков (Польша) – 127 м³/с. Средний наклон водной поверхности 0,3 ‰. Среднее течение проходит по Брестскому Полесью и Прибужской равнине. Длина в границах Беларуси 154 км, площадь водосбора около 10,4 тыс. км². Долина реки шириной 3 – 4 км. Пойма низкая, широкая, часть сливается с прилегающей территорией. Ширина реки 50 – 75 м, на отдельных участках 200 – 300 м. Замерзает в конце декабря, лед держится до 2-й половины марта. Весеннее половодье продолжительностью 1 – 2 месяца обычно наступает в начале марта, наибольший уровень половодья – от 3 м до 6 м. Летом и осенью наблюдаются дождевые паводки, зимой смешанные (от таяния снега при оттепелях и от дождей). Межень короткая, прерывистая. Западный Буг через Мухавец, Днепровско-Бугский канал и р. Пина связан с Припятью, через Нарев – с р. Черная Ганча (приток Немана). Судходство осуществляется в нижнем течении. На реке находится Брестский порт.

Кобрина до Бреста река зарегулирована, ширина в период межени в верхнем течении – 4 – 8 м, ниже впадения Днепровско-Бугского канала река имеет ширину 20 – 35 м, в устье – 60 – 70 м. берега высотой 0,5 – 2 м, обрывистые, ниже впадения Рыты разрушаются, на судоходном участке обвалованные. Среднегодовой расход воды возле Бреста – 34,9 м³/с, наибольший 269 м³/с (1979 г.), наименьший – 3,4 м³/с (1971 – 1972 гг.). Наивысший уровень половодья наблюдается в середине марта, средняя высота над меженным уровнем 1,5 – 2,4 м, наибольшая – 2 – 3,8 м (1951, 1958 гг.). Замерзает река в середине декабря, лед держится до 2-й половины марта. Судоходство на реке осуществляется от г. Кобрин (в 64 км от устья), продолжительность навигационного периода 230 – 240 суток. На реке расположены гг. Брест (порт при впадении Мухавца в р. Западный Буг), Пружаны (в истоке), Жабинка (при впадении р. Жабинка в Мухавец), Кобрин (в слиянии Мухавца и Днепровско-Бугского канала) [Блакiтная ..., 1994].

Река *Осиповка* протекает в Малоритском и Жабинковском районах, является левым притоком р. Мухавец. Длина реки составляет 38 км, площадь водосбора – 534 км². Среднегодовой расход воды в устье равен 1,5 м³/с. Средний уклон водной поверхности 0,4 ‰. Начинается Осиповка в Малоритском районе из канала, вода подается из Луковского водохранилища через коллектор. Устье реки находится возле д. Петровичи Жабинковского района. Протекает река по Брестскому Полесью. Долина реки невыражена. Основным притоком является канал Бона (справа). Русло канализированное на всем протяжении. В верхнем течении до д. Черняны проходит через лесной массив и не обслуживается. Русло засорено, по берегам заросло кустарниками, деревьями. Ниже д. Черняны река используется в качестве водоприемника мелиоративных систем.

Река *Верхняя Рыта* протекает в Малоритском районе, является левым притоком р. Малорыта (бассейн Западного Буга). Длина составляет 24,5 км. Река начинается из оз. Крымно (Украина), в границах Малоритского района используется в качестве водоприемника мелиоративной системы «Вир» и источника орошения. Основной сток направлен в Малорыту, при необходимости часть стока направляют в р. Рыта, которая имеет самостоятельный водоток. Русло канализированное на всем протяжении.

Река *Дахловка* протекает в Пружанском и Кобринском районах, является правым притоком р. Мухавец. Начинается возле южной окраи-

ны д. Поддубно (Пружанский район). Длина реки составляет 24 км, площадь водосбора – 226 км². Средний уклон водной поверхности 0,5 ‰. В верхнем течении называется Городечно. Русло канализированное на всем протяжении.

Река *Жабинка* протекает в Каменецком и Жабинковском районах, является правым притоком р. Мухавец. Начинается в 2,5 км северо-западнее д. Пелище Каменецкого района (до начала мелиорации началась от д. Житин), устье находится в пределах г. Жабинка. Длина реки равна 25 км, площадь водосбора – 228 км², средний уклон водной поверхности 0,5 ‰. Протекает по Прибужской равнине. Русло канализированное на всем протяжении. Возле д. Соколово Жабинковского района протекает через сажалки рыбхоза «Соколово». Верхнее течение на протяжении 10 км называется «канал Жабинка».

Река *Каменка* протекает в Брестском районе, является левым притоком р. Мухавец. Длина реки 17 км, площадь водосбора 194 км², средний уклон водной поверхности – 0,9 ‰. Начинается возле южной окраины д. Подлесье-Каменецкое, устье расположено в 1 км южнее д. Ямно. Русло канализированное.

Река *Лепесовка* протекает в Кобринском районе, является правым притоком р. Мухавец. Начинается в 1,6 км северо-восточнее д. Новоселки (Тевельский сельсовет), устье находится возле юго-западной окраины д. Лепесы-Большие. Длина реки составляет 17 км. Русло канализированное.

Река *Малорыта* протекает в Малоритском районе по Брестскому Полесью, является левым притоком р. Рыта. Начинается в 2 км севернее д. Орехово от автодороги Орехово-Олтуш и является продолжением канала Средний Ров (раньше вытекала из Ореховского озера, но в результате мелиоративных работ исток реки был засыпан). Длина реки составляет 30,5 км, площадь водосбора 602 км², среднегодовой расход воды в устье – 2,5 м³/с, средний уклон водной поверхности 0,2 ‰. Устье расположено в 2 км северо-восточнее д. Замшаны. Долина реки невыразительная. Склоны пологие, изрезаны сеткой мелиоративных каналов, под лесом и распаханые. Пойма двухсторонняя, низкая, осушенная, шириной 1 – 1,5 км. Русло на всем протяжении канализированное, ширина его 6 – 8 м. Берега выровненные, высотой до 2 м. Река принимает сток мелиоративных каналов. На реке расположен г. Малорита.

Река *Минянка (Миянка)* протекает в Кобринском районе, является правым притоком р. Мухавец. Начинается в 0,5 км севернее д. Стрии, устье находится в 3 км северо-восточнее д. Минянка. Длина реки составляет 7 км. Русло канализированное.

Река *Паднево* протекает в Малоритском и Брестском районах, является правым притоком р. Каменка. Длина реки составляет 16 км, русло канализированное. Начинается Поднева в 2 км севернее д. Пожежин Малоритского района, устье находится в 1 км севернее д. Закий Брестского района.

Река *Пожежинка (канал Пожежинка)* протекает в Малоритском районе, является левым притоком р. Верхняя Рита. Начинается в 2,5 км южнее д. Струга, устье расположено в 0,5 км севернее д. Лешница. Длина реки составляет 9,8 км. Русло канализированное.

Река *Рыта* протекает в Малоритском и Брестском районах, является левым притоком р. Мухавец. Начинается от трубы-регулятора возле д. Сушитница Малоритского района. Раньше начиналась из оз. Кримно (Украина), после мелиоративной реконструкции верхнее течение переведено в р. Малорыта (при необходимости часть стока можно направлять в Рыту). Протекает по Брестскому Полесью. Устье реки расположено на восточной окраине д. Литвины Брестского района. В 2 км выше автодороги Ляховцы-Мокраны часть стока Рыты направляется в Луковское водохранилище, ниже устья Малориты русло принимает природные параметры. Длина реки составляет 62 км, площадь водосбора 1730 км², среднегодовой расход воды в устье – 5,9 м³/с, средний уклон водной поверхности 0,6 ‰. Пойма двухсторонняя, низкая, заболоченная (ширина 0,3 – 0,5 км), пересеченная мелиоративными каналами, в верхнем и среднем течении мелиорирована. Русло канализированное почти на всем протяжении, за исключением 3,5 км выше устья. Берега крутые, местами обрывистые. Замерзает в 3-й декаде декабря, лед держится до середины марта. Весенний ледоход продолжается 7 суток. Наивысший уровень половодья в начале 3-й декады марта. Рыта принимает сток из мелиоративных каналов.

Река *Студенка (Пудричица, канал Пудричица)* протекает в Кобринском районе, является левым притоком р. Мухавец. Длина реки составляет 7,2 км. Начинается в 1,5 км западнее д. Борки, устье расположено в 2 км восточнее д. Лушки, возле моста по автодороге Береза-Кобрин. Русло канализированное.

Река *Тростяница (Тростеницкий канал)* протекает в Малоритском, Кобринском и Жабинковском районах по Брестскому Полесью, является левым притоком р. Мухавец. Длина реки составляет 34,3 км, площадь водосбора – 224 км². Среднегодовой расход воды в устье равен 0,78 м³/с. Средний уклон водной поверхности 0,2 ‰.

Начинается Тростяница на окраине леса в 1,7 км севернее д. Малый Павлополь Малоритского района. Устье реки находится в 2 км северо-восточнее д. Филипповичи Жабинковского района. Долина реки в среднем и нижнем течении невыраженная. Русло (шириной 6 – 8 м) канализованное. Берега пологие, высотой до 1 м.

Река *Шеметовка (Шеметовский Ров)* протекает в Дрогичинском и Кобринском районах, является правым притоком р. Мухавец. Длина реки составляет 27 км. Начинается возле д. Менежев Дрогичинского района. Раньше вытекала из Мазурского болота и пропадала в болоте Ель возле д. Кустовичи Кобринского района. После осушения болота Ель сток из Шеметовки направлен по Скидному каналу в канал Мухавец (Королевский канал). Устье находится восточнее д. Октябрь Кобринского района. Русло канализованное.

Река *Шопск* протекает в Кобринском районе по Прибужской равнине, является правым притоком р. Мухавец. Начинается западнее д. Лука, устье расположено в 3 км восточнее д. Речица. Длина реки составляет 13,8 км, площадь водосбора – 67 км², средний уклон водной поверхности 0,4 ‰. Русло канализованное. Река принимает сток из мелиоративных каналов.

Река *Шевня* протекает в Кобринском районе по Прибужской равнине, является левым притоком р. Мухавец. Начинается в 4 км северо-восточнее д. Рынки (раньше, до мелиорации, начиналась из болота Шевня, в 1 км западнее д. Рынки), устье расположено возле восточной окраины д. Мазичи. Длина реки равна 19,2 км, площадь водосбора – 66 км², средний уклон водной поверхности 0,6 ‰. Русло канализованное.

Днепровско-Бугский канал является транспортной артерией, соединяя р. Пину и р. Мухавец. Длина канала – 196 км, в т. ч. искусственная часть составляет 105 км. Глубина канала в рабочем состоянии составляет 1,6 м, при ширине 22 – 28 м. Площадь водосбора 8,5 тыс. км².

Канал *Бона*, первый мелиоративный канал в Беларуси созданный по приказу Королевы Боны в 1549 ... 1557 гг., протекает по Малоритскому и Кобринскому районам, левый приток р. Мухавец. Начинается

канал в 2 км на юго-востоке от деревни Заорье и впадает в р. Мухавец на западной окраине г. Кобрин (длина 34 км).

Канал *Кобринка* протекает в Кобринском районе, является левым притоком р. Мухавец. Исток реки находится около д. Изобелин, а устье в черте г. Кобрин. Длина канала 11,5 км при площади водосбора 23 км² и среднем уклоне водной поверхности 0,5 ‰.

Мелиоративный канал *Казацкий* находится в Кобринском районе и является правым притоком канала Бона. Протяженность канала 22,5 км. Исток канала расположен возле деревень Любань и Дивин, устье находится около 2 км юго-западнее д. Плоское.

Канал *Вец* протекает в Пружанском районе, сливаясь с р. Муха, на западной окраине Пружан образует р. Мухавец. Длина канала составляет 14 км. Исток канала расположен около д. Нестерки.

Гусацкий мелиоративный канал находится в Малоритском районе. Протяженность канала составляет 15 км, начинается он с Подводящего канала Луковского водохранилища, впадает в сажалку рыбхоза «Соколова» около д. Гусак.

Мелиоративный канал *Низовский* расположен в Кобринском районе, является правым притоком канала Бона. Длина канала 18,6 км. Исток канала расположен около д. Борисовка, устье в 4 км севернее д. Бельск.

Палахва канал в Жабинковском районе, правый приток р. Мухавец. Длина канала составляет 18 км. Начинается в 1,5 км юго-восточнее д. Свище, устье находится около д. Здитаво.

Черный Ров – мелиоративный канал, находящийся в Кобринском и Жабинковском районах, правый приток р. Осиповка. Длина 20,7 км. Начинается в 2,7 км северо-восточнее д. Ольховка Кобринского района, устье находится в 1,5 км юго-западнее д. Федькавичи Жабинковского района.

Количественная характеристика основных параметров водосборов в бассейне р. Мухавец приведена в табл. 3.4.

Таблица 3.4. Характеристика водосбора

Средняя высота над уровнем моря, м абс.	Средняя ширина, км	Густота речной сети, км/км ²	Скорость течения, средняя (максимальная), м/с.	Площадь (%), занятая				Средне-взвешанная озерность, %	Коэффициент извилистости реки
				озерами	болотами и заболоченными землями	лесом и кустарником	пашней		
р. Рыга									
162	20	0,28	0,1 (0,8)	4	37	30	25	0,35	1,51
р. Малорыга									
162	12	0,38	0,1 (0,4)	10	26	23	35	2,74	1,24
р. Мухавец									
154	71	0,36	0,1 (0,2)	2	30	25	45	2	1,50

3.3. Мониторинг гидрологического режима поверхностных вод

Отдельные наблюдения за стоком рек Белорусского Полесья были начаты в конце XIX столетия. Первые расходы р. Припять у г. Мозыря были измерены в 1873 г. До воссоединения Западной Беларуси с Россией водный режим рек практически не изучался. В остальной части Беларуси регулярные наблюдения за гидрологическим режимом начались где-то с начала XIX века. И только в послевоенный период изучение стока получило широкое развитие. Накопленные данные измерений расходов воды как обследованных рек позволили произвести вычисления ежедневного стока воды и получить характерные значения стока.

Основные характеристики водного режима

Поступление в водотоки природных вод различного происхождения поверхностными и подземными путями называют питанием рек. В питании рек участвуют воды, находящиеся в жидком и твердом состоянии, а также подземные воды. В связи с этим различают дождевое, снеговое, ледниковое и подземное питание рек. Наиболее быстро реагируют реки на выпадающие в бассейне жидкие осадки. Подземное питание отличается наибольшей устойчивостью, поэтому подземный сток имеет особую практическую ценность. *Водным режимом* называют изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в реках и почвогрунтах. Более общий процесс – гидрологический режим, включающий водный, термический, ледовый и русловой режимы.

Главная количественная характеристика водного режима рек – *гидрограф* – хронологический график изменения расходов воды в данном

сечении потока дает полное представление о внутригодовом распределении стока, т. е. распределении стока по календарным периодам или сезонам года. Генетический анализ гидрографов позволяет количественно оценить долю различных видов питания рек в годовом объеме стока. Графическое выделение на гидрографе объемов воды, обусловленных различными источниками питания, называют расчленением гидрографа.

Еще одной важной характеристикой водного режима являются графики колебания уровней воды, которые представляют интерес для оценки ледовых явлений на реках, когда уровни могут изменяться (при неизменном расходе воды) вследствие скопления льда в русле реки, а также для паводковых процессов и меженных периодов.

В гидрологических расчетах применяют различные характеристики, которые можно объединить в четыре группы:

- 1) собственно гидрологические характеристики, базирующиеся на данных гидрометрических измерений в пунктах наблюдений;
- 2) морфометрические характеристики рек, водоемов и их бассейнов;
- 3) метеорологические характеристики, основанные на данных метеорологических измерений на сети пунктов наблюдений;
- 4) статистические характеристики и параметры, используемые при анализе рядов гидрометеорологических наблюдений и описывающие эти ряды.

Каждая группа характеристик имеет свои особенности определения, поэтому целесообразно в разрезе данной главы рассмотреть подробно только первую группу.

Основной гидрологической характеристикой, с которой обычно начинают и нередко заканчивают расчеты, является *расход воды* Q ($м^3/с$). При очень малом стоке расход воды можно выражать в литрах за 1 с ($л/с$). Исходным для расчетов обычно является расход воды, измеренный или подсчитанный за 1 сутки и соответствующий наблюдаемому уровню воды, помещенному в таблицах ежедневных расходов воды за конкретный год. В гидрологических расчетах обычно используют статистические характеристики расхода воды, осредненные за сутки, месяц, сезон, год или другие периоды в многолетнем разрезе. Расход воды является базовой характеристикой для определения таких гидрологических характеристик, как модуль, слой и объем стока.

Модуль стока q , или M л/(с·км²) – это количество воды, стекающей в единицу времени с единицы площади водосбора. При очень больших значениях модуль стока можно выражать в метрах кубических за 1с·км². Чаще всего на практике модуль стока рассчитывают по соотношению

$$q = 10^3 \cdot Q / A, \quad (3.3)$$

где A – площадь водосбора, км², 10^3 – коэффициент перевода 1 м³ в 1 л.

Модуль стока широко применяют при анализе изменений количества стока по территории, сопоставлении стока различных рек, исследовании связи стока с определяющими его физико-географическими факторами и построении карт стока.

Слой стока h , или Y мм – количество воды, стекающей с водосбора за определенный период времени и равномерно распределенной по площади водосбора. Слой стока можно определить через расход воды

$$h = Q \cdot t / (10^3 \cdot A), \quad (3.4)$$

где t – время, с.

Слой стока обычно применяют при воднобалансовых расчетах и построении карт стока.

Объем стока W км³ или м³ (для малых рек) – количество воды, протекающее через расчетный створ водотока (или в пункте наблюдения) за какой-либо период времени t . Формула для расчета имеет вид:

$$W = Q \cdot t. \quad (3.5)$$

Объем стока обычно используют при количественной оценке водных ресурсов территорий и в гидроэнергетике.

Расход наносов Q_s кг/с – суммарное количество наносов, проносимых потоком в расчетном створе, складывающееся из взвешенных и влекомых (донных) наносов.

Модульный коэффициент K – отношение i -того значения стока к его среднему значению, например $K = Q_i / \bar{Q}$.

При определении гидрологических характеристик водного режима применяют главным образом методы статистического анализа с использованием законов теории вероятностей и методы гидролого-географического анализа с учетом генезиса стока. Эти методы требуют различной исходной гидрометеорологической информации и наличия гидрографических, морфометрических и других данных. В основе гидрологических расчетов водного режима лежат, прежде всего, гидро-

метрические данные о речном стоке и количественные характеристики бассейна реки или водоема.

К настоящему времени учреждениями гидрометеорологической службы Беларуси накоплен довольно большой фактический материал по речному стоку, хотя для территории бассейна р. Мухавец он все же недостаточен. Это связано, прежде всего, с закрытием многих гидрометрических постов и соответственно прекращением наблюдений за водным режимом рек и озер.

Список гидрологических постов на реках и каналах по состоянию на 01.10.2005 г., а также ранее продолжительно действующих, но в настоящее время закрытых приведен в табл. 3.5. В бассейне р. Мухавец наблюдений за гидродинамическим режимом подземных вод не ведется, нет также и озерных гидрологических постов.

Таблица 3.5. Перечень гидропостов в бассейне р. Мухавец

№ поста	Наименование реки – створ	Период наблюдений
	Жабинка – с. Малая Жабинка	1950 – 1986 (закрыт)
	Каменка – пос. Мухавец	1979 – 1988 (закрыт)
104	кан. Винец – с. Рыгали	1962 – 2000
49	Малорыга – г. Малорита	1972 – 2000
45	Мухавец – г. Брест	1955 – 2000
46	Мухавец – г. Брест	1955 – 2000
	Мухавец – г. Пружаны	1947 – 1976 (закрыт)
48	Рыта – с. Малые Радваничи	1952 – 2000

3.4. Анализ гидрометеорологической информации

Для расчета гидрологических характеристик используют данные наблюдений прежде всего на станциях и постах Департамента по гидрометеорологии и, при необходимости, данные других ведомств, инженерно-гидрометеорологических изысканий (экспедиционные), литературные и архивные материалы, особенно за периоды до начала систематических гидрометеорологических наблюдений в исследуемом регионе. Наиболее надежными можно считать данные, публикуемые в изданиях Департамента по гидрометеорологии, особенно после 60-х годов (в это время производилась их массовая проверка). Однако при необходимости, особенно при использовании архивных материалов, данные гидрометрических наблюдений надо проверять.

Основными статистическими параметрами и характеристиками, используемыми в гидрологических расчетах и применяемыми при анализе гидрометеорологической информации, являются:

- 1) математическое ожидание (среднее арифметическое);
- 2) коэффициенты вариации (изменчивости) и асимметрии;
- 3) среднеквадратическое отклонение (погрешность);
- 4) коэффициенты корреляции и автокорреляции;
- 5) критерии значимости, применяемые при статистической проверке исходной гидрометеорологической информации.

Одной из основных характеристик гидрологического режима рек является средняя многолетняя величина или *норма стока*. *Нормой годового стока* называется его среднее значение за многолетний период при неизменных географических условиях и одинаковом уровне хозяйственной деятельности в бассейне реки, включающий несколько (не менее двух) четных замкнутых циклов колебаний водности.

При наличии данных гидрометрических наблюдений согласно Пособию к СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик» [Пособие..., 2000] норма годового стока определяется по формуле:

$$\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (3.6)$$

где \bar{Q} – норма годового стока, m^3/c ; Q_i – годовые значения стока за длительный период (n , лет), при котором дальнейшее увеличение ряда наблюдений не меняет или мало меняет среднюю арифметическую величину \bar{Q} .

Вследствие недостаточной длины фактических рядов наблюдений за годовым стоком среднее значение, полученное по формуле (3.6), отличается от нормы стока, т. е. рассчитывается с некоторой относительной средней квадратической ошибкой:

$$\delta_{\bar{Q}} = \frac{C_V}{\sqrt{n}} \cdot 100\%, \quad (3.7)$$

где C_V – коэффициент изменчивости (вариации) ряда годовых величин стока за n лет, можно определить методом моментов по формуле:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (K_i - \bar{K})^2}{n - 1}}, \quad (3.8)$$

где K_i – модульный коэффициент, определяемый по формуле:

$$K_i = \frac{Q_i}{Q}. \quad (3.9)$$

Продолжительность периода считается достаточной, если рассматриваемый период репрезентативен (представителен), а величина средней квадратической ошибки нормы стока не превышает 10 % [Пособие..., 2000]. При невыполнении этих условий расчетный ряд считается недостаточным, и его необходимо привести к многолетнему периоду с привлечением реки-аналога.

Коэффициент корреляции r – мера тесноты связи между рассматриваемыми характеристиками (переменными). Частный коэффициент корреляции изменяется в пределах от -1 до 1 – чем ближе к единице, тем теснее связь.

Коэффициент автокорреляции $r(\tau)$ – характеризует связь ряда гидрологических величин с этим же рядом, сдвинутым на некоторый интервал времени τ . Коэффициент автокорреляции позволяет судить о случайности и независимости значений характеристики ряда. Значения $r(\tau) \leq 0,2$ считаются несущественными.

При водохозяйственном использовании реки необходимо знать не только среднюю величину (норму стока), но и сток различной вероятности превышения (обеспеченности), т. е. возможные его колебания на весь запланированный период службы сооружения.

Для определения годового стока различной вероятности превышения используются кривые распределения или обеспеченности. В общем случае, если рассматривать изменяющийся (вариационный) сток, вид кривой обеспеченности зависит от следующих статистических параметров ряда: средней арифметической величины ряда (нормы стока \bar{Q}), коэффициента вариации (C_v) и коэффициента асимметрии (C_s).

Коэффициент вариации (изменчивости) (C_v) – безразмерный статистический параметр, характеризующий изменчивость гидрометеорологической величины относительно ее среднего значения.

Коэффициент асимметрии (C_s) – безразмерный статистический параметр, характеризующий степень несимметричности распределе-

ния ряда рассматриваемой гидрометеорологической величины относительно ее среднего значения и который можно определить методом моментов по формуле:

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{C_v^3 \cdot (k - 1) \cdot (k - 2)}, \quad (3.10)$$

Для построения эмпирических (по данным наблюдений) кривых обеспеченности необходимо определить обеспеченность каждого члена стокового ряда. *Ежегодная вероятность превышения (обеспеченность) расхода воды (P, %)* – это вероятность появления расхода, равного или превышающего заданное значение. Определяется по формуле:

$$P = \frac{m}{n + 1} \cdot 100, \quad (3.11)$$

где m – порядковый номер членов ряда соответствующей гидрологической характеристики, расположенной в убывающем порядке; n – общее число членов ряда.

Чем больше вероятность превышения, тем меньше значение гидрометеорологической характеристики и наоборот.

Анализ исходной гидрометеорологической информации при наличии данных наблюдений

Методика расчета основных гидрологических характеристик зависит от вида и объема исходной гидрометеорологической информации. В практике гидрологических расчетов встречаются три случая: достаточный период наблюдений за гидрологическими характеристиками (репрезентативный период), недостаточный период наблюдений и отсутствие данных гидрометрических измерений. При достаточном периоде наблюдений расчеты производят непосредственно по имеющемуся ряду эмпирических значений стока с использованием методов вероятностно-статистического анализа. При недостаточном периоде наблюдений статистические характеристики или данные наблюдений приводят к многолетнему периоду, используя метод гидрологической аналогии и пункты-аналоги с длительным периодом наблюдений. При отсутствии данных гидрометрических наблюдений расчеты производят по формулам и картам, основанным на обобщении данных наблюдений на сети гидрологических станций и постов на обширных терри-

ториях, привлекая при необходимости данные инженерно-гидрометрических изысканий и метеорологических наблюдений. При обобщениях используют методы географической интерполяции и гидрологической аналогии.

Для получения достоверных данных наблюдений за водным режимом средних значений стока за многолетний период и расчетных обеспеченных значений вся гидрометеорологическая информация должна подвергаться тщательному анализу, так как статистически обрабатываемые ряды должны быть генетически однородны.

Проследить изменения физико-географических характеристик водосборов под влиянием всего комплекса мероприятий, проводимых на водосборе, практически невозможно. Наиболее существенное влияние на сток в целом и максимальные расходы и слои весеннего половодья в частности оказывают изменения водосборной площади.

Анализируя данные о строительстве мелиоративных объектов и используя обновленные карты масштаба 1:25000 и 1:10000, выполнено уточнение водосборных площадей ряда рек.

Так, установлено, что водосборная площадь р. Мухавец для створа г. Брест изменилась от 6810 км² в 1955 - 1969 гг. до 6590 км² в 1970 - 1980 гг.; р. Рыта для створа Малые Радваничи уменьшилась от 1440 км² в 1952 - 1964 гг. до 1200 км² в 1965 - 1972 гг., 1170 км² в 1973 - 1974 гг., и вновь возросла до 1230 в 1975 - 1980 гг.

Надежные данные по стоку за репрезентативный период образуют статистический ряд, у которого среднее значение и коэффициенты вариации и асимметрии являются параметрами кривой обеспеченности. С помощью этих параметров можно определить расчетное (обеспеченное) значение гидрологической характеристики.

Приведение к многолетнему единому периоду выполнено путем годичного восстановления пропущенных (или недостающих) наблюдений по методике ГГИ* в редакции А. А. Волчека, разработанной в составе программного комплекса автоматизированных расчетов «Гидролог» по заказу проектного института «Полесьегипроводхоз».

Для сопоставимости получаемых результатов все исследуемые ряды приведены к единому периоду наблюдений, равному 56 годам (1945 – 2000 годы). Продолжительность репрезентативного периода установлена по разностным интегральным кривым с учетом многолет-

* ГГИ – Государственный гидрологический институт (г. Санкт – Петербург)

них колебаний исследуемой величины. Продление выполнено для годового, максимального весеннего и минимального летнего речного стока. Результаты продления для годового стока приведены в табл. 3.6.

Что касается рядов максимальных (весеннего половодья) и минимальных (летне-осенней межени) значений речного стока, то картина продленных (восстановленных) рядов приблизительно аналогична рядам годового стока.

Таблица 3.6. Основные характеристики исходных (в числителе) и продленных (в знаменателе) рядов годового стока

Наименование реки – створа	Норма, м ³ /с	Коэффициент		
		вариации	асимметрии	автокорреляции
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,64/0,61	0,45/0,40	1,09/1,47	0,07/0,08
Каменка – пос. Мухавец	0,31/0,30	0,37/0,47	0,29/1,01	-0,09/0,04
Малорыта – г. Малорита	1,87/1,89	0,46/0,48	1,31/0,81	-0,04/-0,04
Мухавец – г. Брест	26,2/24,6	0,57/0,54	2,62/2,77	0,14/0,10
Мухавец – г. Пружаны	0,34/0,36	0,41/0,33	1,29/0,99	0,01/0,09
Рыта – с. Малые Радваничи	4,16/4,13	0,47/0,44	0,97/1,03	0,04/0,05

3.5. Анализ восстановленных рядов речного стока и расчеты по оценке их однородности

Оценка однородности (стационарности) рядов гидрометрических наблюдений осуществляется на основе генетического анализа условий формирования речного стока путем выявления причин, обуславливающих неоднородность исходных данных наблюдений.

Оценка однородности выборочных средних выполняется по t -критерию Стьюдента; t -критерий Стьюдента рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{n_x \hat{\sigma}_x^2 + n_y \hat{\sigma}_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_x \cdot n_y \cdot (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}}, \quad (3.12)$$

где \bar{x} и \bar{y} – выборочные средние; $\hat{\sigma}_x$ и $\hat{\sigma}_y$ – выборочные дисперсии; n_x и n_y – объемы выборок.

Оценка однородности выборочных средних из асимметрично распределенных совокупностей выполняется аналогичным образом при тех же значениях t_{α} . Полученное значение t -критерия Стьюдента срав-

нивается с его критическим значением при заданном уровне значимости $\alpha \leq 5\%$. Если $t < t_{\alpha}$, принимается гипотеза однородности двух выборочных средних.

Критерий однородности Фишера F служит для оценки однородности средних квадратических отклонений двух выборок (или двух частей одной выборки). Гипотеза однородности выборочных дисперсий отвергается, если имеет место неравенство $F > F_{\alpha}$, где F_{α} – критическое значение критерия однородности Фишера, или принимается, если знак неравенства меняется на противоположный, т. е. $F \leq F_{\alpha}$. В последнем случае считается, что данные наблюдений не противоречат выдвигаемой гипотезе. Критерий однородности Фишера рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{\hat{\sigma}_x^2}{\hat{\sigma}_y^2}, \quad (3.13)$$

где $\hat{\sigma}_x^2$ и $\hat{\sigma}_y^2$ – выборочные дисперсии; в числителе берется большая из дисперсий.

Так как наиболее вероятным переломом в формировании водного режима рек Беларуси можно считать 1966 г. – начало массовой осушительной мелиорации, то ряды речного стока разбивались на две части: первая – 1945 - 1965 гг., вторая – 1966 - 2000 гг. Далее был произведен расчет всех параметров для нахождения критериев Фишера и Стьюдента для каждого исходного ряда речного стока.

В табл. 3.7 приведены значения критерия Стьюдента и Фишера, рассчитанные для восстановленных рядов годового стока, а также их критические значения.

Частично ненарушенный режим рек (гипотеза однородности принимается по критерию Стьюдента, отвергается по критерию Фишера или наоборот) наблюдается для 14 исследуемых рек-створов, что можно объяснить естественными колебаниями водности или сопоставимыми с ним незначительными антропогенными воздействиями на водный режим рек.

Полностью однородные ряды годового стока для 14 из проверенных рек-створов свидетельствуют о ненарушенном водном режиме или его сглаживанием гидромелиоративными мероприятиями. Также возможна гипотеза о синхронности антропогенных воздействий и колебаниях водного режима, т. е. при одновременном увеличении водно-

сти рек и интенсивности осушительных мелиоративных мероприятий и одновременном спаде этих двух процессов водность реки практически не изменилась, и ряд остался однородным.

Таблица 3.7. Рассчитанные и критические значения критериев Стьюдента и Фишера для оценки однородности восстановленных рядов

Река–створ	Период (годы)	Критерий		Подтверждение гипотезы об однородности ряда	
		Стьюдента, t	Фишера, F		
				по t	по F
Жабинка – с. М. Жабинка	1945 – 1965	1,444	1,445	Да	Да
	1966 – 2000			Да	Да
Каменка – пос. Мухавец	1945 – 1965	0,501	1,060	Да	Да
	1966 – 2000			Да	Да
Малорыта – г. Малорита	1945 – 1965	1,360	1,130	Да	Да
	1966 – 2000			Да	Да
Мухавец – г. Брест	1945 – 1965	1,162	2,753	Да	Да
	1966 – 2000			Да	Нет
Мухавец – г. Пружаны	1945 – 1965	4,002	1,397	Нет	Да
	1966 – 2000			Нет	Да
Рыта – с. М. Радваничи	1945 – 1965	0,914	1,070	Да	Да
	1966 – 2000			Да	Да

Примечание. Критический критерий Стьюдента для периода 1945 - 1965 гг. – $t_{кр}=2,03$; для периода 1966 – 2000 гг. – $t_{кр}=1,99$; критический критерий Фишера – $F_{кр}= 2,74$ и $F_{кр}= 2,10$ соответственно.

Из всех проанализированных рек-створов минимальным нарушением однородности выделяются рр. Каменка – пос. Мухавец и Рыта – с. Малые Радваничи. Значения критериев Стьюдента и Фишера для этих рек значительно меньше критических.

3.6. Водный режим р. Мухавец и его притоков

3.6.1. Среднегодовой сток

На рис. 3.3 приведена карта среднемноголетнего годового модуля стока рек бассейна р. Мухавец. Общее понижение годовой величины стока наблюдается в направлении с севера на юг и обусловлено уменьшением объема весеннего половодья и увеличением испарения в теплую половину года, а уменьшение стока с северо-востока на юго-

запад увязывается с распределением годовых осадков и максимальных запасов воды в снежном покрове.

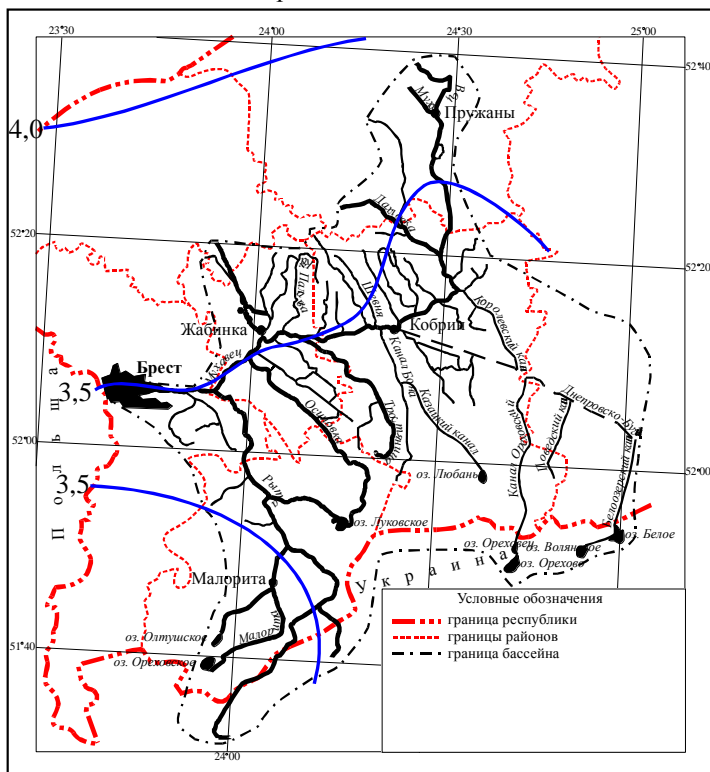


Рис. 3.3. Карта среднемноголетнего годового стока рек бассейна Мухавец, л/(с·км²)

Наибольшая величина стока наблюдается на севере бассейна и достигает 3,8 л/(с км²), минимальные модули стока формируются на юге бассейна и составляют 3,4 л/(с км²).

Наибольшая доля грунтового стока (37 – 40 %) и в то же время наименьшая доля весеннего стока (36 – 49 %) характерна для рек бассейна р. Мухавец, благодаря тому, что в районе преобладают песчаные и супесчаные хорошо водопроницаемые почвы, которые способствуют значительной инфильтрации снеговых и дождевых вод, их аккумуляции и отдачи в реки в период межени. На рис. 3.4 приведена карта многолетнего годового поверхностного стока рек бассейна р. Мухавец.

с водной поверхности вследствие расширения площади акватории в черте г. Бреста.

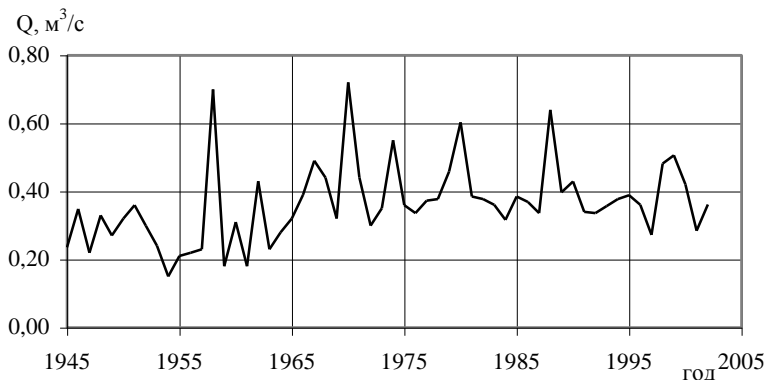


Рис.3.6. Гидрограф годовых расходов воды р. Мухавец – г. Пружаны

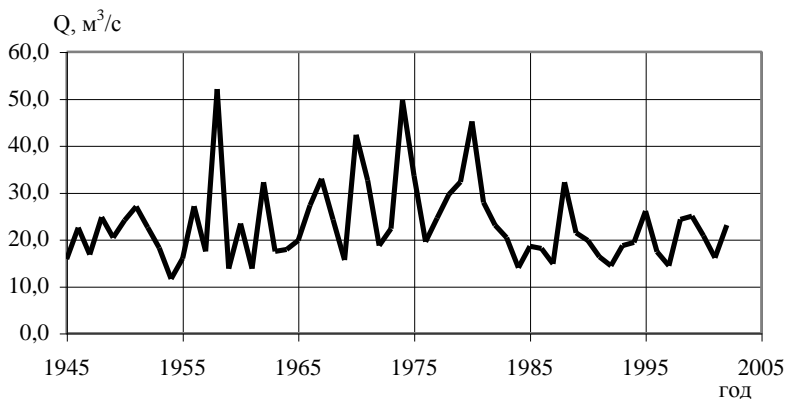


Рис. 3.7. Гидрограф годовых расходов воды р. Мухавец – г. Брест

В табл. 3.8 Приведены основные гидрологические характеристики годовых расходов воды р. Мухавец и его притоков, даны также расходы воды расчетной обеспеченности. Расчетный период принят с 1945 по 2000 гг.

Таблица 3.8. Основные гидрологические характеристики рек

Река – створ	Норма стока, м ³ /с	К-т вариации	Соотношение C _v /C _s	Значения расходов (м ³ /с), обеспеченностью, %				
				5	25	50	75	95
Жабинка – с. М. Жабинка	0,620	0,42	5,0	1,11	0,732	0,563	0,441	0,325
Каменка – пос. Мухавец	0,308	0,49	3,0	0,714	0,399	0,258	0,160	0,074
Малорыта – г. Малорита	1,89	0,5	2,5	3,48	2,34	1,74	1,27	0,79
Мухавец – г. Брест	25,3	0,56	6,0	48,0	29,9	22,3	17,2	12,4
Мухавец – г. Пружаны	0,367	0,34	4,0	0,653	0,438	0,336	0,261	0,185
Рыта – с. М. Радваничи	4,20	0,47	3,5	7,47	5,05	3,86	2,97	2,06

3.6.2. Внутригодовое распределение стока

Помимо годовых величин стока, большой практический интерес представляет его внутригодовое распределение. В первую очередь распределения 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 внутригодового распределения стока зависит от назначения и схемы его использования, а также от типа его распределения в году. Таким образом, расчет внутригодового распределения стока 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 внутригодового распределения стока: метод компоновки и метод реального года. Метод компоновки является ос-

новным для расчета календарного внутригодового распределения стока.

Реки бассейна Мухавца относятся к рекам с весенним половодьем, для которых характерны следующие сезоны: весна, лето – осень, зима. На рис. 3.8 приведен средний многолетний гидрограф за водохозяйственный год по р. Мухавец – г. Брест, на котором выделены нелимитирующий период (весна: март – май), лимитирующий период (лето – осень, зима: июнь – февраль) и лимитирующий сезон (лето – осень: июнь – ноябрь).

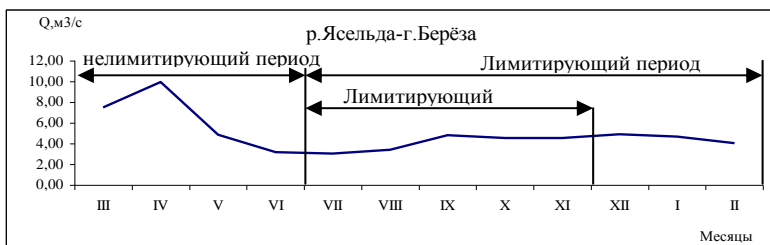


Рис. 3.8. Средний многолетний гидрограф стока р. Мухавец – г. Брест

Методом компоновки сезонов рассчитано внутригодовое распределение стока р. Мухавец для истока и устья и представлено на рис. 3.9 и рис. 3.10, для р. Рыта – д. Малые Радваничи расчеты представлены в табличной форме (табл. 3.9). Расчеты выполнены для пяти характерных лет (5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности) с использованием программного комплекса «Гидролог» [Пособие..., 2000].

На малых реках и искусственных водотоках, где не ведутся гидрометрические наблюдения, для определения внутригодового стока рек используются типовые схемы (табл. 3.10).

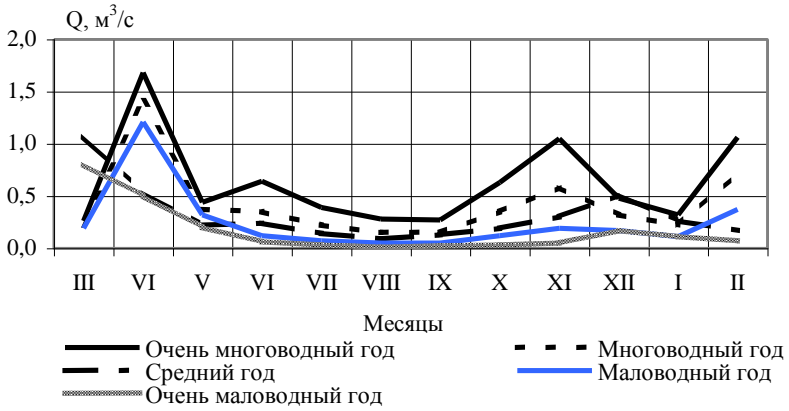


Рис. 3.9. Внутригодовое распределение расходов воды р. Мухавец – г. Пружаны для различных по водности лет

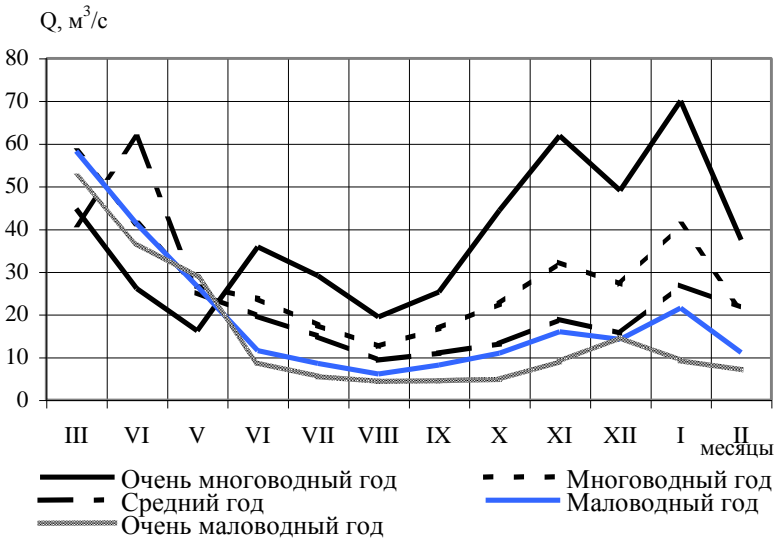


Рис. 3.10. Внутригодовое распределение расходов воды р. Мухавец – г. Брест, для различных по водности лет

Таблица 3.9. Распределение месячного и сезонного стока р. Рыга – д. Малые Радваничи (числитель – в % от годового, знаменатель – в м³/с)

Интервал осреднения	Водность года									
	очень многоводный		многоводный		средний		маловодный		очень маловодный	
	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%
Весна	20,81	23,22	24,14	39,36	22,72	48,10	20,33	55,43	86,35	63,68
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
Лето–осень	40,53	45,23	27,17	35,40	14,51	30,71	9,85	26,85	5,83	22,701
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
Зима	28,27	31,55	15,48	25,24	10,01	21,19	6,50	17,72	3,50	13,62
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

Таблица 3.10. Типовое внутригодовое распределение стока рек бассейна р. Мухавец

Водность года	Месячный сток в процентах									
	весна			лето-осень						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
VI Припятский район										
подрайон в										
A=100 км ²										
Очень многоводный	22,6	9,2	3,9	10,7	6,3	3,7	1,6	6,6	12,6	
Многоводный	27,4	11,1	4,7	8,5	5,1	3,0	1,3	5,2	10,1	
Средний	31,1	12,7	5,3	7,0	4,1	2,4	1,1	4,3	8,2	
Маловодный	35,5	14,4	6,1	5,4	3,2	1,9	0,8	3,3	6,4	
Очень маловодный	42,0	17,1	7,1	3,1	1,9	1,1	0,5	1,9	3,7	
A=1000 км ²										
Очень многоводный	20,4	10,2	5,1	9,3	5,7	4,5	2,8	6,2	12,1	
Многоводный	24,7	12,4	6,1	7,6	4,6	3,7	2,3	5,0	10,0	
Средний	27,7	13,9	6,9	6,4	3,9	3,1	1,9	4,3	8,5	
Маловодный	31,5	15,7	7,8	5,2	3,2	2,5	1,6	3,4	6,7	
Очень маловодный	36,7	18,3	9,1	3,5	2,1	1,7	1,0	2,3	4,6	

Продолжение таблицы 3.10

Водность года	Месячный сток в процентах				Сезонный сток в процентах	
	зима				VI-XI	XII-II
	XII	I	II	III-V		
1	11	12	13	14	15	16
VI Припятский район						
подрайон в						
A=100 км ²						
Очень многоводный	13,8	5,7	3,3	35,7	41,5	22,8
Многоводный	14,3	5,9	3,4	43,2	33,2	23,6
Средний	14,4	6,0	3,4	49,1	27,1	23,8
Маловодный	14,0	5,7	3,3	56,0	21,0	23,0
Очень маловодный	13,1	5,4	3,1	66,2	12,2	21,6
A=1000 км ²						
Очень многоводный	12,4	6,5	4,8	35,7	40,6	23,7
Многоводный	12,3	6,5	4,8	43,2	33,2	23,6
Средний	12,2	6,4	4,8	48,5	28,1	23,4
Маловодный	11,7	6,1	4,6	55,0	22,6	22,4
Очень маловодный	10,8	5,7	4,2	64,1	15,2	20,7

3.6.3. Максимальный сток

Режим рек рассматриваемого района имеет свои особенности, обусловленные главным образом неустойчивыми погодными условиями зимы и весны, благодаря чему на реках в одни годы формируется режим половодья, в другие же годы – типично паводочный. Паводочный режим формируется в годы с мягкой оттепельной зимой, когда устойчивый снежный покров отсутствует, весенние паводки образуются в основном за счет дождей. Весеннему половодью часто предшествуют довольно высокие уровни, а в годы с более значительными оттепелями формируются зимние паводки, связанные с интенсивным таянием снега.

Различают два вида высокого подъема воды: половодье и паводок.

Половодье – это фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и выпадением атмосферных осадков. Обычно половодье сопровождается выходом воды из русла и затоплением пойм.

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.

Обычные ежегодные затопления пойм рек не только не опасны, но приносят пользу. Во время разлива рек на пойме откладываются продукты эрозии почв, обеспечивающие повышение плодородия земель. Происходит влагозарядка пойменных почв. Паводки способствуют санитарной промывке пойм, они нужны для обводнения нерестилищ рыб и т. д.

К стихийным гидрологическим явлениям, *наводнениям*, относятся высокие уровни воды в период половодий, паводков, при которых наблюдаются затопления населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, автомобильных дорог, причиняется материальный ущерб, наносится урон здоровью населения или гибель людей, которые повторяются не чаще, чем 1 раз в 10 лет.

Половодье

Половодье в бассейне р. Мухавец ежегодно формируется весной в результате снеготаяния и выпадения дождей при снеготаянии. Невысокое растянутое половодье и неустойчивая межень характерны для рек данного района. На отдельных участках рек естественный режим уровней воды искажается действием гидротехнических сооружений. Начало весеннего половодья на рассматриваемой территории приходится в среднем на первую декаду марта, хотя ранние сроки наступления половодья приходятся на первую декаду февраля, а поздние – на первую декаду апреля. Пик половодья приходится на начало апреля. Продолжительность половодья в среднем составляет 40 – 60 дней, на заболоченных водосборах – 70 – 80 дней. Заканчивается половодье в среднем в последней декаде апреля, а на заболоченных водосборах в конце мая. Превышение максимального весеннего уровня над низшим многолетним в среднем составляет 1,4 – 2 м, а в годы с высоким половодьем – 2 – 3,8 м.

Доля весеннего стока от годового для рассматриваемой территории колеблется в пределах 40 – 60 %. Большое влияние на величину весеннего половодья оказывают климатические факторы, формирующие дружность весеннего половодья. Например, 1951 г. характеризовался

дружным развитием весенних процессов, обусловивших формирование высокого половодья. В 1952 г., наоборот, развитие весенних процессов происходило очень вяло, недружно. Несмотря на то, что запас воды в снеге был того же порядка, что в 1951 г., половодье сформировалось крайне низкое из-за больших потерь талых вод на инфильтрацию. Большим потерям способствовала не только слабая интенсивность снеготаяния, но и создавшиеся благоприятные условия для просачивания талых вод, так как промерзания почвы происходило при весьма незначительной ее увлажненности.

Пик половодья на преобладающем числе рек приходится на конец марта – начало апреля. Подъем уровня воды зависит в первую очередь от водности, а также от строения речной долины или ее отдельного участка. Высшие уровни весеннего половодья, как правило, являются наивысшими в году.

В практической жизни нас больше интересует не процессы формирования половодья, а его высота, так сказать, высокие, очень высокие и катастрофические наводнения. За весь период систематических наблюдений за весенним стоком такие половодья наблюдались в 1967, 1970, 1974, 1979 годах. Величина максимального стока весеннего половодья колеблется от 120 до 140 мм, меньшее значение наблюдается в центре водосбора, а большие на периферии. По абсолютной величине слой максимального стока весеннего половодья почти в два раза меньше аналогичных характеристик севера республики.

Значительно меньшие величины весеннего половодья в средние по водности годы и составляют в среднем 50 мм слоя воды (рис.3.10).

Наиболее значительные наводнения, вызванные весенним половодьем за период инструментальных наблюдений на р. Мухавец приведены в табл. 3.11.

Таблица 3.11. Годы с наводнениями в период весенних половодий на р. Мухавец – г. Брест (н/б)

Характеристика наводнения		
катастрофическое $P_{\%} < 1 - 1\%$	выдающееся $P_{\%} = 1 - 2\%$	большое $P_{\%} = 3 - 10\%$
–	1974, 1979	1967, 1970

В табл. 3.12 приведены максимально опасные уровни воды весеннего половодья за период наблюдений на р. Мухавец.

Наиболее важной фазой уровенного режима является весеннее половодье, которое сопровождается разливами и затоплениями пойм, а в отдельные годы – затоплениями населенных пунктов, расположенных в пониженных местах. На рис. 3.11 представлен гидрограф максимальных расходов воды весеннего половодья р. Мухавец в г. Брест за период с 1951 по 2000 гг. (недостающие значения восстановлены с помощью программного комплекса «Гидролог»).

Таблица 3.12. Максимальные опасные уровни воды на р. Мухавец – г. Брест за период наблюдений

Опасный высокий уровень		Максимальный уровень воды в год			Максимальный уровень весеннего ледохода		Количество дней в году с опасным уровнем			
Н, см	Р, %	Н, см	дата	Р, %	Н, см	дата	наибольшее	год	наименьшее	год
350	10	416	30.31.03 1979	2	415	30.03 1979	17	1979	5	1970

Как видно из рис. 3.11, максимальный расход наблюдался в 1978 г. и составил $269 \text{ м}^3/\text{с}$ (1.04.79), что соответствует 2,7 %-ой обеспеченности. Начиная с 80-х гг. прошлого столетия максимальный сток весеннего половодья находится ниже среднего значения за рассматриваемый период, что составляет $95,7 \text{ м}^3/\text{с}$. В последние 50 лет выше нормы были наводнения 1958, 1962, 1967, 1971 и 1974 гг. Основные характеристики весеннего половодья приведены в табл. 3.13.

О пространственной структуре распределения весеннего половодья в год 1 %-ной обеспеченности можно судить по карте стока весеннего половодья рек бассейна Мухавец, представленной на рис. 3.12 [Пособие..., 2000].

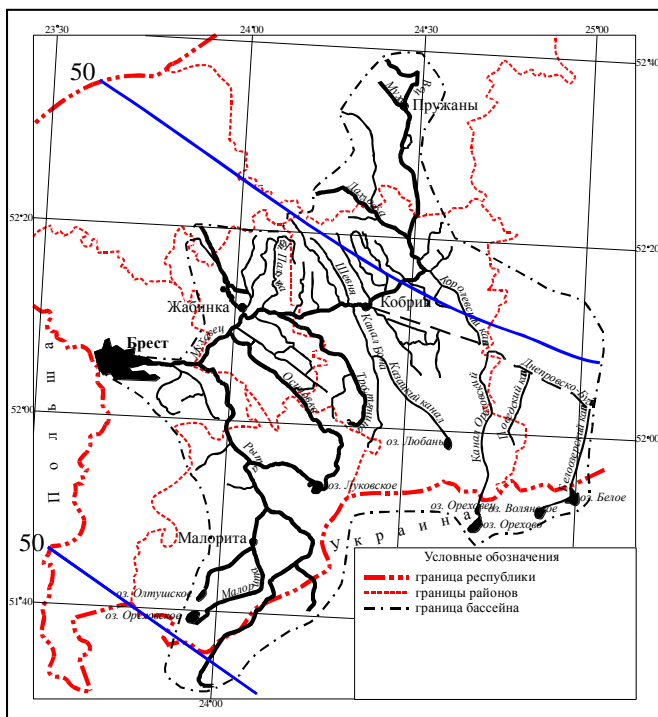


Рис. 3.10. Карта среднемноголетнего слоя стока весеннего половодья рек бассейна Мухавец, мм

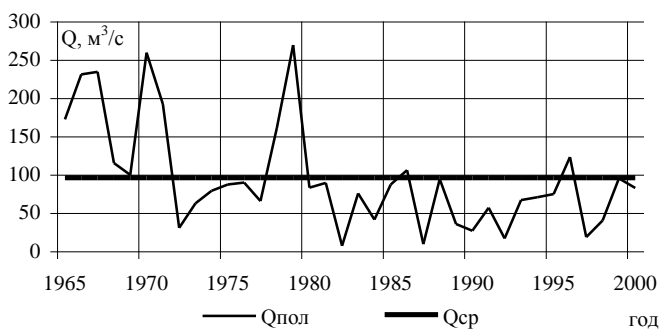


Рис. 3.11. Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Мухавец – г. Брест

Для бассейна р. Западный Буг, в отличие от бассейнов других рек Беларуси, характерно то, что продолжительные весенние половодья наносят меньший экономический ущерб, чем дождевые паводки.

Полученные с использованием расчетных методик данные об ущербах, причиняемых наводнениями, приведены в табл. 3.14. Они характеризуют величину среднегодового ущерба при естественном состоянии водотоков [Рутковский, 2001].

Таблица 3.14. Расчетные суммарные среднегодовые значения ущербов для рек водосбора р. Западный Буг

Площадь затопления, км ²			Затапливаемые объекты	Расчетный ущерб от наводнений, тыс. руб. (в ценах)		
P=50 %	P=25 %	P=1 %		P=50 %	P=25 %	P=1 %
3,8	13	519,6	жилой фонд	—	30	70
			сельхозугодья	0,8	4,6	45,8

Наиболее ощутимы последствия наводнений на Полесье. Это связано с равнинным низинным рельефом местности, а также малой врезаемостью рек и, как следствие, малыми уклонами и малой пропускной способностью русел рек.

Паводки

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. Однако по величине максимальных расходов и уровней воды они существенно меньше снеговых паводков. Летне-осенняя межень часто нарушается дождевыми паводками. Осенние паводки имеют четко выраженную волну и обычно продолжаются 15 – 20 дней. Наиболее высокий дождевой паводок отмечен в начале ноября 1974 г. на реках бассейна Мухавца и в сопредельных районах Польши. Подъем воды во время этого паводка достиг высоты весеннего половодья, многие сельские населенные пункты, сельскохозяйственные угодья, запасы сена и картофеля оказались под водой. В отдельные годы осенние паводки достигают высоты весеннего половодья.

Паводки, в отличие от половодий, возникают нерегулярно. Паводки могут наблюдаться в различное время на протяжении всего лета. В наиболее дождевые годы (1908, 1917, 1927, 1928, 1923, 1952, 1979) почти на всех реках проходило от 4 до 9 паводков, а на реках Полесья

– 3 – 4 паводка в сезон. Средняя продолжительность летних паводков около 15 дней.

В табл. 3.15 приведены максимально опасные уровни паводков на р. Мухавец за период инструментальных наблюдений.

Таблица 3.15. Максимально опасные уровни воды паводков на р. Мухавец – г. Брест (нижний бьеф) за период наблюдений

Опасный вы- сокий уровень		Максимальный уровень воды паводка					
		зимнего			летне-осеннего		
Н, см	Р, %	Н, см	дата	Р, %	Н, см	дата	Р, %
350	10	–	–	–	391	06.11.1974	0,9

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.

3.6.4. Минимальный сток

Весеннее половодье на реках сменяется летне-осенней меженью, когда уровни воды достигают наиболее низких значений. Ее продолжительность – 135 – 165 суток. Бывают случаи пересыхания малых рек в жаркую летнюю межень на срок до 3,5 месяцев.

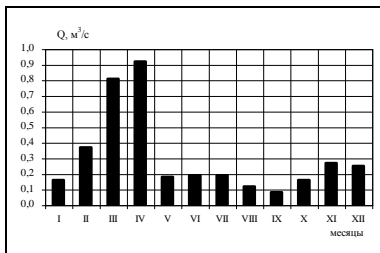
Минимальный сток является одной из главных характеристик стока рек. Характеристики минимального стока являются расчетными при гидрологическом обосновании различных водохозяйственных и водоохраных проектов, при разработке мероприятий по охране рек от истощения и загрязнения.

Условия формирования меженного стока рек рассматриваемой территории можно считать в целом благоприятными. Бассейн р. Мухавец находится в зоне избыточного увлажнения, где отток подземных вод в речную сеть более или менее длителен и постояен. Поэтому питание поверхностных водотоков подземными водами в этой зоне постоянное.

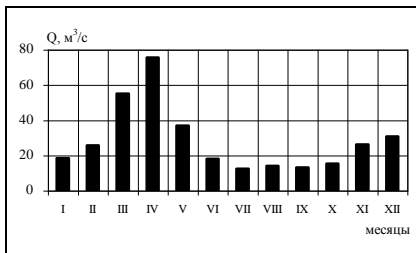
Для рек бассейна р. Мухавец характерно наличие двух периодов низкого стока в году – летне-осеннего и зимнего (рис. 3.14). Летне-осенняя межень наступает в конце мая – середине июня и заканчивается в октябре (около 170 суток). В отдельные годы при отсутствии осенних паводков летне-осенняя межень может продолжаться до появления ледовых образований и заканчивается в конце ноября – середине декабря. Наиболее маловодный период летне-осенней межени в основном наблюдается в июле – августе, реже в сентябре. Зимняя ме-

жень обычно устанавливается в конце ноября – середине декабря. Она более устойчивая, но с большими расходами. В отдельные годы межень прерывается зимними паводками и состоит из 2 – 4 периодов продолжительностью 5 – 15 дней.

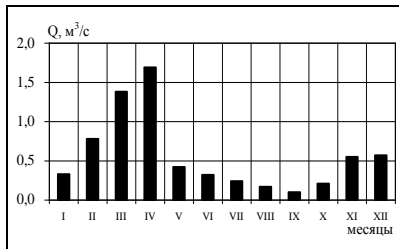
а



б



в



г

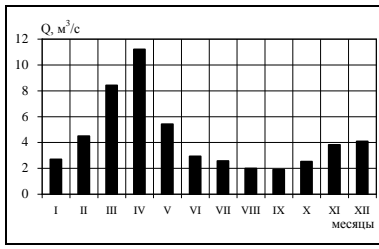


Рис. 3.15. Распределение по месяцам годового расхода воды: **а** – р. Мухавец – г. Пружаны; **б** – р. Мухавец – г. Брест; **в** – р. Жабинка – с. Малая Жабинка, **г** – р. Рыга – с. Малые Радваничи

В основу анализа положены временные ряды летне-осенних и зимних минимальных расходов воды р. Мухавец и его притоков за период с 1922 по 2000 гг. Гидрограф минимального стока р. Мухавец показывает наличие групп маловодных (1949 – 1970 гг., 1990 – 2000 гг.) и многоводных лет (1922 – 1948 гг., 1971 – 1989 гг.). Продолжительность этих периодов неодинакова. Наглядное представление о циклах колебаний водности рек дают нормированные разностные кривые (рис. 3.16). Анализ рис. 3.16 показал наличие двух циклов водности (1922 – 1967 гг., 1968 – 2000 гг.) на р. Осиповка – с. Петровичи, р. Рыга – с. Малые Радваничи, р. Мухавец – г. Брест и один цикл (1922 – 1987 гг.) на р. Мухавец – г. Пружаны, кан. Ореховский – с. Меленково, р. Жабинка – с. Малая Жабинка.

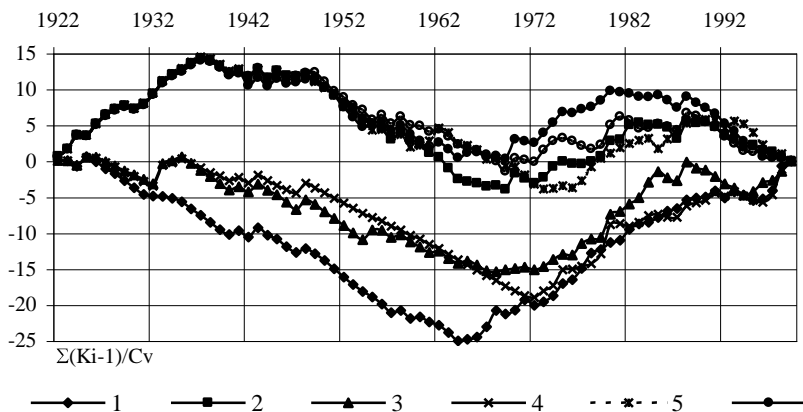


Рис. 3.16. Нормированные разностные интегральные кривые минимального летне-осеннего стока: 1 – р. Мухавец – г. Пружаны; 2 – р. Мухавец – г. Брест; 3 – кан. Ореховский – с. Меленково; 4 – р. Жабинка – с. Малая Жабинка; 5 – р. Осиповка – с. Петровичи; 6 – р. Рыта – с. Малые Радваничи

В табл. 3.16 представлены выборочные оценки основных статистических параметров временных рядов летне-осеннего и зимнего минимального стока р. Мухавец и его притоков. Коэффициент вариации изменяется от 0,70 до 1,54 для зимнего минимального стока и от 0,47 до 1,7 для летне-осеннего минимального стока. Коэффициент асимметрии изменяется от 2,04 до 6,14 (для зимнего минимального стока) и от -0,60 до 3,41 (для летне-осеннего минимального стока).

За периоды наблюдений наиболее низкими величинами летне-осеннего минимального стока отличались 1952 и 1992 гг., наибольшие минимальные значения превышали наименьшие в 15 раз и более в 1980 и 1988 гг.

Исследования показали, что в условиях изменения гидрографической сети (увеличение густоты водопроводящей сети, спрямление речных русл, их обвалование и, как следствие, улучшение условий дренирования грунтовых вод и облегчение стока летних осадков) минимальный сток р. Мухавец и притоков возрастает [Клюева, Покумейко, 1977; Фащевский, 1996.]. На малых реках в летне-осенний период отмечено повышение уровня воды за счет того, что русло зарастает высшей водной растительностью.

Таблица 3.16. Основные статистические характеристики минимального стока р. Мухавец и притоков

Реки – пост	Q _{ср.} м ³ /с	C _g /C _v	Расходы (м ³ /с) обеспеченностью (%)		
			75%	90%	95%
Летне-осенний минимальный сток					
Мухавец – г. Пружаны	0,039	1,9	0,015	0,006	0,002
Мухавец – г. Брест	6,287	3,0	3,446	2,154	1,554
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,085	4,0	0,004	0,0003	–
Осиповка – с. Петровичи	0,671	1,3	0,430	0,256	0,175
Рыга – с. Малые Радваничи	0,984	2,5	0,580	0,355	0,254
Малорита – г. Малорита	0,373	2,8	0,168	0,122	0,110
Зимний минимальный сток					
Мухавец – г. Пружаны	0,101	4,0	0,014	0,005	0,002
Мухавец – г. Брест	12,61	3,5	6,760	4,616	3,657
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,130	3,5	0,029	0,008	0,003
Осиповка – с. Петровичи	0,735	4,0	0,297	0,158	0,105
Рыга – с. Малые Радваничи	1,539	4,0	0,666	0,416	0,315
Малорита – г. Малорита	0,814	4,0	0,358	0,224	0,170

В табл. 3.17 приведены минимальные среднемесячные расходы различной обеспеченности р. Мухавец – устье.

Таблица 3.17. Минимальные среднемесячные расходы различной обеспеченности р. Мухавец – устье, м³/с

Летний период			Зимний период	
50%	75%	95%	50%	95%
6,26	4,44	3,67	8,28	4,27

Пространственная структура меженного стока рек бассейна Мухавец представлена на рис. 3.17. Величина модуля стока колеблется от 2,0 до 2,5 л/(с км²) и уменьшается с северо-востока на юго-запад.

около 40 пойменных озер и староречий расположены в долине р. Мухавец на участке от устья до впадения канала Мухавец.

По генезису котловин озера относятся к пойменным (в долине р. Мухавец), карстовым (Любань, Луково, Песчаное) и так называемым озерам - разливам (Ореховское, Олтушское). В период мелиоративного преобразования гидросети на базе озер были созданы водохранилища (Луковское). Возникновение котловин современных озер связано с активизацией движения восходящих потоков подземных вод, в конце плейстоцена (AL – DR-3). Возраст торфа (C_{14}) в основании озерных отложений близлежащих озер датируется: Бобровичское – 11320+187 (GSB-884), Песчаное – 11750.

Морфология и морфометрия котловин выступает ведущим фактором, формирующим лимнический режим водоемов. Территория, окружающая озера, представляет собой участки плоской водно-ледниковой равнины, осложненной заболоченными понижениями, возникшими на месте бывших озер, сложена песчаными и торфяными породами, преимущественно распаханна. Котловины озер слабо врезаны в поверхность и имеют низкие нечетко выраженные склоны. Относительные превышения высот составляют 2 – 5 м.

Площадь зеркала озер изменяется от 0,1 (Рыбное) до 5,2 км² (Белое – Дрогичинский р-н), объем воды – от 0,14 до 12,19 млн м³. Котловины озер имеют форму двух типов. Наиболее часто встречается округлая или овальная в плане с простым строением подводной части – полого вогнутой для озер-разливов и параболоидной для карстовых. Пойменные озера характеризует узкая серповидная форма. Мелководные озера имеют слабо выраженные элементы подводной части, карстовые имеют крутую литораль и сублитороль и воронкообразной профундаль. По глубине озера относятся к мелководным (максимальная глубина Олтушского – 3,0 м, Ореховского – 2,1 м) и неглубоким (Белое – 11,6 м). Отличительной особенностью строения дна мелководных озер с большой площадью (Ореховское, Олтушское) является асимметрия поперечного профиля котловины – наличие вытянутого вдоль юго-восточного берега узкого понижения, к которому приурочены максимальные глубины, выстланного опесчаненными разностями осадков. Понижение возникло в результате переноса и переотложения у противоположного берега придонными течениями взмученных верхних слоев пелогена при ветровом нагоне.

Площадь водосборов озер изменяется от полного отсутствия (Луковское) до 302 км² (Олтушское), и в зависимости от этого характер связи с гидрографической сетью изменяется от низкой (бессточное – Заловичи) до высокой (высокопроточные – Свинойейка, Любань, Олтушское) озера. Все водоемы отличаются замедленным водообменом ($V_{\text{оз}}/W_{\text{приг.}} 0,1 - 0,9$)*.

По химическому составу вода озер относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Ионный состав выражается рядом: $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$

Общая минерализация воды имеет диапазон изменения от 92 мг/дм³ (Олтушское) до 336 мг/дм³ (Белое), преобладающее количество озер имеет повышенную (около 300,0 мг/дм³) минерализацию за счет притока поверхностных и грунтовых вод. В вертикальном распределении ионов в водной толще отмечается увеличение их содержания от поверхности ко дну. Пределы колебания ионов HCO_3^- в воде составляют 57 мг/дм³ – 219 мг/дм³ и закономерности распределения аналогичен величине общей минерализации. Содержание иона Ca^{2+} в солевом составе от 17 мг/дм³ (Олтушское) до 78 мг/дм³ (Белое), Mg^{2+} – 0,9 мг/дм³ – 11,4 мг/дм³, ионов Cl^- – 4,8 мг/дм³ – 20,1 мг/дм³, иона SO_4^{2-} – соответственно 2,3 мг/дм³ – 53,4 мг/дм³, и их концентрация значительно выше в проточных озерах в период поступления вод с мелиорированных территорий. Концентрация биогенных элементов в воде озер имеет широкий диапазон изменчивости, от низкого (Заловичи) до высокого в озерах, подверженных антропогенному эвтрофированию (Ореховское). Содержание кремния изменяется от 0,01 мг/дм³ до 4,8 мг/дм³, азота аммонийного в водах озер – в пределах от 0,01 до 2,2 мгN/ дм³, содержание PO_4^{3-} в воде в летнее время изменяется от полного отсутствия до 0,12 мгP/ дм³.

Из физических параметров, определяющих качество воды карстовых озер, наибольшее значение имеют: температура, величина pH, прозрачность, концентрация растворенных газов. Отличительной чертой водной массы мелководных озер является отсутствие четкой вертикальной температурной и газовой стратификации. Летняя температура воды изменяется от 4 – 14 °С в придонных слоях, до 18 – 28,8 °С на поверхности, насыщение воды кислородом варьирует от полного

* Водообмен озера характеризуется отношением объема воды в озере к притоку воды в озеро за 1 год.

отсутствия (в придонных слоях) до величины сильного перенасыщения в результате цветения водорослей в высокоэвтрофных. Величина водородного показателя рН воды озер изменяется от 5,8 (Белое) до 8,8 (Олтушское). Летняя прозрачность воды изменяется от 0,4 (Ореховское) до 2,5 м (Луково), наиболее распространены озера с летней прозрачностью 1,5 – 2,5 м. Показатель цветности вод колеблется в пределах от 20° до 120° по шкале Pl – Co°; половина обследованных озер имеют значения цветности воды около 50°. Содержание органического вещества в воде, характеризует показателли перманганатной окисляемости, пределы изменения составляют 4,1 мгО/дм³ (Луково) – 25,6 мгО/дм³ (Олтушское) и бихроматной окисляемости (пределы изменения 24,0 – 854,0 мгО/дм³).

По видовому составу и количественному развитию гидробионтов карстовые озера относятся к дистрофным (Заловичи) и эвтрофным в различной степени. Величина летней биомассы фитопланктона колеблется в пределах 2,0 – 21,5 г/м³, в видовом составе доминируют сине-зеленые (Любань, Ореховское, Олтушское), диатомовые (Луковское). Биомасса зоопланктона озер изменяется в пределах 1,3 – 4,3 г/м³, доминируют *Cladocera* (до 63 %) и *Copepoda* (до 34 %). В видовом составе зообентоса преобладают Chironomidae, общая биомасса составляет 2,0 – 6,61 г/м², доминируют *Mollusca* (до 42 %) и *Hirudinea* (до 30 %), *Chironomidae* (до 20 %)

Ихтиофауна озер бедная, окунево-плотвичного типа с потенциальной величиной промыслового запаса до 100,0 кг/га. В видовом составе преобладают: *Rutilus rutilus* (L.), *Scardinius erythrophthalmus* (L.), *Tinca tinca* (L.), *Carassius auratus gibelio* (Bloch), *Gobio gobio* (L.), *Perca fluviatilis* (L.), *Gymnocephalus cernuus* (L.), *Esox lucius* (L).

Водная растительность в озерах благодаря их мелководности развита хорошо. Гелофитные растения *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Acorus calamus* L., *Typha angustifolia* L., *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., *Echium vulgare* L., *Sagittaria sagittifolia* L., и *Equisetum* произрастают широкой (100 – 150 м, нередко до 200 м) полосой. Гидрофитные растения (ширина полосы до 300 – 1000 м нередко полностью покрывают дно (Олтушское, Ореховское)) представлены: *Potamogeton lucens* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton gramineus* L., *Potamogeton crispus* L., *Potamogeton pusillus* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Stratiotes aloides* L., и Characeae

sp. Растения с плавающими листьями представлены (*Nuphar lutea L.*, *Potamogeton natans L.*, *Persicaria amphibia (L.) S.F. Gray*, *Nymphaea candida Presl.*, *Hydrocharis morsus-ranae L.*, *Lemna minor L.*) и произрастают в зарослях надводных растений и укрытых заливах.

Для донных отложений озер характерны особенности: в среднеглубоких (Белое, Луковское) – четкая дифференциация по глубине и концентрическое распространение различных типов (фаций) осадков на поверхности дна, в мелководных озерах отсутствует четкая стратификация. В составе осадков преобладают два типа озер: накопители органических и органно-минеральных сапропелей (зольность до 46,7 %, $C_{орг.}$ до 26,1 %, Al_2O_3 до 6,5 %, SiO_2 до 78,8 % SO_3 до 5,0 %). Встречаются озера с повышенным содержанием CaO (9 – 12 % – Белое) и Fe_2O_3 (до 10 % – Любань) в осадках. Максимальная мощность озерных отложений 10 – 15 м (при средней мощности 6 – 7 м). В стратиграфических разрезах осадки представлены снизу вверх: разнозернистые песками, редко встречаются прослой торфа (Олтушское), прослоями ила гумусированного, перекрытыми слоем тонкодетритового или кремнеземистового сапропеля.

Наиболее значительную угрозу природе озер представляют: гидромелиорация водосборов, истощение и загрязнение вод коммунальными и сельскохозяйственными стоками, браконьерство. Негативное воздействие на режим озер проявилось в нарушении морфоэдафических характеристик, водного баланса, состава вод, изменении продукции гидробионтов и трофического статуса озер. Для озер отмечены: уменьшение площади водосбора (Ореховское, Олтушское – в 17 – 40 раз, Луково – исключен полностью), снижение уровня воды (на 0,5 – 0,7 м) В результате притока дренажных вод минерализация воды увеличилась на 80 – 100 мг/дм³, в структуре ионов возросла доля сульфатов (до 20 мг/дм³) и хлоридов (до 40 мг/дм³), содержание общего железа (в 3 – 10 раз). Зарегистрированы случаи «цветения» воды, вызванного развитием сине-зеленых водорослей, сокращение площади зарастания водной растительности, возникновение «летних и зимних заморгов».

Традиционными видами использования озер в народном хозяйстве являются рыбный промысел и гидромелиорация. В качестве водоприемников осушительной сети и аккумуляторов весеннего стока озера стали использоваться с 70-х годов XIX в., наибольший размах гидромелиорация получила в четвертой четверти XX в. Озера богаты сапропелями, имеющими широкое применение в качестве удобрения или

лечебных грязей (Олтушское, Ореховское; запас около 20 млн м³). Высокое биологическое разнообразие, в основном за счет видов орнитофауны, на озере Ореховское делает его перспективным для организации особо охраняемой природной территории – республиканского биологического заказника.

3.8. Пруды

Начало регулирования местного стока небольшим водохранилищами уходит в глубину тысячелетий [Водохранилища, 1979, Glymph, 1973]. История строительства этих водоемов в нашей стране самым тесным образом связана с их использованием местным населением. Пруды – искусственные водоемы, аккумулирующие местный сток, полный объем которых не превышает 1 млн м³. Они предназначены для широкого использования в межень.

Впервые они упоминаются в «Литовском статусе», датированном 1588 г. [Браім, 1976]. В XVIII столетии пруды строились в крупных поместьях, для целей рекреации и выращивания рыбы. С начала XX столетия в ряде мест было сооружено большое количество мельничных прудов. Часто один мельничный пруд приходился в среднем на 4 – 5 км русла малой реки.

В 1926 г. насчитывалось 643 водные мельницы, а к началу 1941 г. действовало уже 1094, из них в западных областях – 511 [Хржаноўскі, Нісневіч, 1929]. Во время Великой Отечественной войны и после нее их постепенно стали ликвидировать. Строительство прудов стало особенно интенсивно развиваться в 70-90-е годы прошлого столетия в связи с задачами комплексного использования местного стока, в первую очередь для орошения.

Использование для этих целей незарегулированных водотоков осложняется неравномерностью стока в году: половодье проходит весной, когда нет потребности в воде, а в межень, когда вода нужна для полива, реки имеют небольшой сток или вообще пересыхают. В этих условиях регулирование стока водотоков путем аккумуляции его в водохранилищах разного размера представляет единственно возможный путь обеспечения необходимого запаса воды [Широков, Кирвель, 1987].

Последний учет, проведенный Белгидрометом, показал, что общее количество прудов в республике составило 1306 единиц, общей площадью водного зеркала 156,25 км² и полным объемом 266,1 млн м³

[Изменения..., 1999]. В бассейне р. Мухавец расположено 34 пруда, общей площадью водного зеркала 222,1 га (табл. 3.18). Полный перечень водоемов расположенных в бассейне р. Мухавец, приведен в приложении А.

Деление прудов на отдельные группы позволит использовать результаты изученных прудов при проектировании новых.

В бассейне р. Мухавец можно разделить пруды по местоположению их на водосборе (речные) русловые, наиболее распространенный тип, чаще всего лентовидной формы; овражно-блочный – менее распространен; наливные – где вода подается насосом из источника; карьерные.

Таблица 3.18. Морфометрические показатели прудов в бассейне р. Мухавец

Кол-во прудов	Общая площадь, га	Средняя площадь, га	Общий объем, тыс. м ³	Средний объем, тыс. м ³	Средняя глубина, м	Ср. густота расположения, ед. на 1000 км ²
34	222,1	6,5	3959,4	116,45	1,8	0,5

Пруды в гидрографической сети, по характеру питания делятся на две группы: питание поверхностным стоком (русловым и склоновым), подземным (грунтовым, родниковым).

До последнего времени нет единой классификации прудов по морфометрическим показателям, хотя она необходима для оценки потенциальной возможности их использования с той или иной целью. Пруды в бассейне по величине площади водного зеркала и объема разделены на группы: малые (до 10 га и менее 100 тыс. м³), средние (10,1 – 30 га и 101 – 300 тыс. м³), и большие – более 30 га и 300 тыс. м³ (табл. 3.19). Большинство действующих прудов относится к малым 82 %, средним 15 и только 3 % (один пруд) – к большим. Средняя площадь зеркала малых прудов составляет 1,9 га, средних – 21,8 га и больших – 60 га. Следует отметить, что большинство малых прудов располагается в верхней части бассейна, что подтверждает необходимость их строительства.

В бассейне реки функционируют рыбхозы: «Новоселки», «Руда» и «Соколово». Площадь водного зеркала рыбхоза «Новоселки» составляет 1010 га, и полным объемом 25 млн м³, а «Руда» – 367 и 5,8 соответственно. Пруды с меньшей площадью зеркала при прочих равных условиях характеризуются более высокой продуктивностью, чем водо-

емы больших размеров [Scaperclaus, 1976]. Характерно, что в западных областях Беларуси, где культура прудового рыболовства насчитывает несколько столетий, преобладают нагульные пруды (до 25 га). Наоборот, в центральных и южных районах площадь зеркала нагульных прудов в среднем достигает 100 – 250 га. Правильные и научно обоснованные рекомендации Г. И. Шпейта о целесообразности строительства небольших прудов до сих пор слабо учитываются в практике рыбохозяйственного строительства в Беларуси [Шпейт, 1964].

Таблица 3.19. Морфометрические показатели прудов в бассейне р. Мухавец

Количество,		Общая площадь,		Средняя площадь,	Общий объем,		Средний объем,	Средняя глубина,
га	%	га	%	га	тыс. м ³	%	тыс. м ³	м
Малые пруды								
28	82	53,2	24	1,9	1608,3	41	57,4	3,0
Средние пруды								
5	15	108,9	49	21,8	199,1	50	398,2	1,8
Крупные пруды								
1	3	60	27		360,0	9		0,6

Принято считать, что пруды уменьшают сток водотоков, на которых они расположены, за счет разницы между испарением суши и с водной поверхности пруда. Однако уже первые воднобалансовые исследования малых озер и прудов лесной зоны [Прыткова, 1988; Прыткова, Широков, 1992] показали, что сброс воды из водоемов превышает сток водотока выше водоема. Следовательно, на участке этих водоемов происходит не уменьшение, а увеличение стока за счет таких элементов приходной части водного баланса, как боковая приточность, осадки на зеркало, приток грунтовых вод. Более того, по длине водотока при каскадном размещении прудов происходит увеличение стока в связи с поступлением фильтрационных вод из вышерасположенных прудов [Прыткова, 1981]. Поэтому рекомендуемый для оценки влияния прудов на сток коэффициент стока [Методические..., 1958] фактически отражает только влияние заполнения прудов на сток, но не действительные изменения стока на участке пруда.

Его значение вычисляется по формуле:

$$R = 1 - \frac{W}{Q_e} = 1 - \frac{W}{W + Q_c} = \frac{Q_c}{Q_e}, \quad (3.14)$$

где Q_e – объем естественного стока, млн m^3 ; Q_3 – объем наблюдаемого зарегулированного стока, млн m^3 ; W – объем ежегодных изъятий из естественного стока, приравненный к общему объему прудов, млн m^3 .

Объем задержанного прудами стока оказывает наибольшее влияние на сток р. Мухавец, для которой относительная емкость водоемов (отношение объема прудов к объему стока) в зависимости от водности года составляет 3,36 – 9,14 и увеличивается с уменьшением последней (табл. 3.20).

Таблица 3.20. Показатели зарегулированности местного стока

Характеристика	Бассейн р. Мухавец	Бассейн р. Западный Буг
общий объем, млн m^3	34,76	40,03
Годовой объем стока (млн m^3) обеспеченностью		
25 %	1033	1740
50 %	0,737	1430
95 %	0,375	900
Относительная емкость водоема (%) при стоке обеспеченностью		
25 %	3,36	2,3
50 %	4,70	2,8
95 %	9,14	4,44
Коэффициент уменьшения годового стока (%) обеспеченностью		
50 %	0,91	0,97
95 %	0,90	0,96

Учитывая малую зарегулированность местного стока, можно утверждать, что их дальнейшее строительство с сезонным регулированием стока возможно во всем бассейне. Следует иметь в виду, что суммарная емкость искусственных водоемов в бассейне малой реки не должны превышать 70 % объема годового стока 95 % обеспеченности [Булавко, Плужников, 1982]. При спусках в нижний бьеф в меженный период не допускается повышения уровня воды в реке более чем на 30 см. с целью недопущения процесса переработки русла. При этом природоохранный расход в реке должен быть не менее 75 – 80 % минимального среднегодового расхода 95 % обеспеченности. Для предотвращения уменьшения минимального стока рек необходимо устройство водоемов с интервалом между регулируемыми сооружениями [Кирвель и др., 1989; Кирвель, 1992; Фашевский, 1989], при этом полное прекращение стока малой реки является недопустимым.

Пруды бассейна служат базой для развития таких отраслей народного хозяйства, как орошение, рыборазведение, рекреация, а также

используются как противопожарные водоемы и для различного хозяйственно-бытовых нужд (табл. 3.21). Особенностью современного периода строительства прудов является их комплексное использование. В бассейне р. Мухавец 41 %: используются в орошении, 44 – в хозяйственно-бытовых целях, 12 – в рыборазведении и 3 % – в рекреации.

Таблица 3.21. Использование прудового фонда в бассейне р. Мухавец

Использование	Количество, шт.	%	Общая площадь, га	%	Общий объем, тыс. м ³	%
Орошение	14	41	47,7	21,5	1296,6	32,7
Хозяйственно-бытовые нужды	15	44	68,3	30,4	1659,7	41,9
Рыборазведение	4	12	76,1	34,4	603,1	15,2
Рекреация	1	3	30,0	13,6	400,0	10,2

Развитие орошения в бассейне лимитируется не недостатком пригодных для этой цели площадей, а необеспеченностью некоторых территорий водными ресурсами. Это приводит к выборочному орошению в местах, удаленных от водных артерий. На основании водохозяйственных расчетов установлено, что для орошения 100 га овощей необходимо иметь пруд объемом 220 – 250, а для той же площади пастбищ – 190 – 220 тыс. м³ [Маловский, Высокоморный и др., 1975]. Для орошения используется 33 % объема зарегулированной воды и 22 % их площади. Наибольшая часть суммарного водозабора в Беларуси для увлажнительных мероприятий в сухие годы приходится на водохранилища, часто достигая 70 %, на озера и реки – не более 10 и 20 %, на пруды – до 15 %, на болотные системы – 5 % и на подземные воды – до 10 % [Широков, 1986; Широков и др., 1993]. Поскольку в будущем главным потребителем зарегулированных вод в бассейне будет орошение, необходимо тщательное технико-экономическое обоснование масштабов и объемов его развития.

Использование прудов в колхозах и совхозах для целей рыборазведения в целом не получило надлежащего развития и отстает от других отраслей сельского хозяйства. Это обусловлено недостатком рыбопосадочного материала, нехваткой воды в маловодные годы, нарушением технологии выращивания рыбы из-за отсутствия специалистов – рыбодоводов, отсутствием рыбопропускных каналов и донного водовыпусков и др. При расширении прудового рыбоводства в бассейне следует учитывать положительный опыт использования для этой цели прудов

Польши. Хотя и в бассейне используется 15 % объема зарегулированной воды и 34 % их площади (за исключением рыбхозов), этого явно недостаточно.

Для целей рекреации в бассейне р. Мухавец создан один пруд площадью 30 га. Кроме того, для отдыха используются и другие пруды, созданные для других целей. Ограничение существует для рыбоводческих прудов с глубинами до 1 м и противопожарных. Обязательной составной частью проектирования зон отдыха должны быть разработки мероприятий по сохранению как самих водоемов, так и прилегающих к ним территорий суши. Типы ландшафтов в зоне прудов играют весьма важную роль и оказывают существенное влияние на рекреационное использование водоемов и близлежащих территорий. Пруды должны вписываться в картину ландшафта. Весьма важным вопросом проектирования зоны отдыха в районе прудов является акваториальная планировка. Нужно учитывать динамику природных процессов в водоеме: переформирование берегов, заиление, зарастаемость, состав воды и др. Микроклиматическое влияние прудов распространяется на прилегающую территорию шириной 50 – 75 м. Летом температура воздуха у пруда на 0,8 – 2°С ниже, чем на удаленной от водоема территории, а разница в значениях относительной влажности воздуха достигает 8 – 12 %.

В береговой зоне прудов развиваются процессы обрушения берегов и подтопления территорий, хотя масштабы этих явлений несравнимо меньше, чем на крупных водохранилищах. Процесс переработки берегов носит нестационарный характер, и в процессе эксплуатации прудов среднегодовая потеря объема водоема в связи с абразией берегов уменьшается. Средняя годовая скорость отступления берегов прудов Беларуси составляет 0,1 – 0,4 м. Берегоформирование на прудах занимает 8 – 10 лет. Протяженность береговой линии, подверженной переработке, составляет 750 – 250 м. Абразии подвергаются отдельные участки прудов длиной от 10 – 20 м до 50 – 150 м. Пруды в зависимости от продолжительности эксплуатации теряют в год от 0,05 до 0,24 % своего объема только за счет абразии берегов.

Продолжительность жизни прудов различна. Она зависит от правильной эксплуатации и охраны. Интенсивность заиления прудов (отношение первоначального объема пруда к годовому стоку наносов) изменяется от 1,5 до 5 % в год.

Вместе с водой и наносами пруды аккумулируют биогенные элементы, обуславливающие их эвтрофирование. Пруды удерживают 14 – 27 % поступающего в них общего азота, 21 – 60 общего фосфора и 58 – 70 % железа [Кирвель и др., 1989]. Таким образом, они способствуют снижению содержания биогенных элементов в нижнем бьефе, выполняя природоохранную роль.

Подтопление береговой полосы связано с подпором грунтовых вод в берегах пруда. Наблюдение за УГВ в береговой части и уровнем воды в прудах показали, что ширина полосы подтопления не превышает на пологих береговых склонах 10 – 15 м и только на больших прудах достигает 20 – 30 м [Кирвель, 1995].

Пруды нередко становятся приемниками неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, с которыми в водоемы поступает дополнительное количество солей и загрязнений. Сброс сточных вод в пруды приводит к тому, что часть загрязняющих веществ аккумулируется в донных отложениях. Такие отложения становятся при определенных условиях в пруду источником вторичного загрязнения водной массы. Все это вызывает необходимость охранять пруды. В целях борьбы с загрязнением и заилиением прудов необходим целый ряд мероприятий, как в самом водоеме, так и на его водосборе. Вопросы охраны хорошо изучены рядом исследователей и опубликованы в «Правила использования и охраны водных ресурсов прудов на территории Белорусской ССР».

В первую очередь нужно установить зону строгой охраны и зону ограничения, а также 30 – метровую зону строгой охраны вдоль водотока, питающего пруд. Ширину водоохранной зоны, в которой запрещается хозяйственная деятельность, кроме сенокосения, следует определять в зависимости от крутизны склонов вести отсчет от уреза максимального горизонта воды в водоеме (табл. 3.22).

Таблица 3.22. Показатели зоны строгой охраны

Крутизна склона, град	Ширина водоохранной зоны пруда, м
до 5	30
от 5 до 8	40
от 8 до 10	55
от 10 до 13	70
от 13 до 15	85
свыше 15	100 – 150

В заключение следует отметить, что сеть прудов на малых реках в целом в Беларуси должна привлечь внимание исследователей не только к вопросам повышения их хозяйственной эффективности, но и к изучению их гидрологического режима, влиянию водоемов на прилегающие территории и наоборот. Все это необходимо для научно обоснованного проектирования и эксплуатации прудов. Это обстоятельство особенно важно в связи с возросшим интересом к малой гидроэнергетике.

3.9. Родники

Источником (родником, ключом) называется естественный выход подземной воды на земную поверхность. Выход подземных вод на поверхность обуславливается тремя часто связанными между собой факторами:

- расчленением местности, т. е. пересечением водоносных горизонтов эрозионными и другими отрицательными формами современного рельефа — речными долинами, балками, оврагами, распадками, озерными котловинами и т. п.;
- структурно-геологическим строением местности, т. е. наличием открытых тектонических трещин, зон тектонических нарушений, антиклинальных складок с нарушенными сводами, крыльями и пр.;
- наличием в районе интрузий¹ и даек², в зонах контактов которых с осадочными породами могут образоваться открытые трещины, выводящие на поверхность подземные воды.

Интерес к изучению родников вызван ландшафтным и хозяйственным их значением. Выходы подземных вод на поверхность не только создают предпосылки развития гидрологической сети, но и обуславливает своеобразие условий увлажнения, что отражается в почвообразовательном процессе и характере растительного покрова. Родниковая фауна является важным компонентом общего биологического разнообразия водоемов. Вокруг родников формируются уникальные растительные сообщества, где произрастают редкие виды растений. Родники имеют большое значение в процессе поддержания стабильности окру-

¹ Интрузия – процесс внедрения в толщу земной коры расплавленной магмы.

² Дайка – пластикообразное геологическое тело, ограниченное параллельными плоскостями и секущие, вмещающие породы.

жающих их наземных биоценозов, а также формирования болотных, аллювиальных и озерных ландшафтов. В сельской местности родники часто используются в качестве источника питьевой воды. Вода, как правило, в родниках чистая, имеет хороший вкус и может быть лечебной. Кроме гидрологических функций родники играют значительную роль в социальной и духовной жизни людей. В недалеком прошлом родники были объектами поклонения со стороны человека в силу своей целительности.

Анализ родников бассейна р. Мухавец по морфологии выходов подземных вод на поверхность позволяет разделить их на три типа: собственно родники (реокрены), ключи (лимнокремы) и топи (геокрены) [География ..., 2002]. Топи, наиболее широко распространенные в бассейне родники, находятся в заболоченных понижениях. Собственно родники (реокрены) образуются на пересеченной местности и имеют четко выраженный выход грунтовых вод на поверхность. В связи с густой гидрографической сетью, относительно ровной местностью и высокой заболоченностью в области имеется значительное количество лимнокренов. Они представляют собой выход грунтовых вод в виде ключей на дне водоемов (рек, озер, мелиоративных каналов и т. д.).

Среди родников бассейна наибольшее распространение, наряду с каптажными и переливающимися, получили эрозионные родники, появившиеся в результате активных антропогенных воздействий в системе речной сети и устройстве мелиоративной сети, вызвавших вскрытие водоносных горизонтов.

Питание родников в основном осуществляется за счет грунтовых вод. Гидрограф дебита родников имеет выраженный сезонный характер.

Температура воды в родниках течение года мало меняется (колеблется от +7 до +10°С), что позволяет отнести их по температурному режиму к холодным источникам.

В настоящее время воды многих из родников используются на хозяйственные нужды. Родники, расположенные вблизи населенных пунктов, используются для питьевых нужд не только местными жителями, но и приезжими. В ряде мест территория вокруг родников обустроена не только для забора воды, но и оборудована местами для отдыха. Хотя такая картина бережного обращения наблюдается не повсеместно. Родники за пределами населенных пунктов – в лесах, на лугах, в мелиоративных каналах, у берегов малых рек – находятся в

естественном состоянии или только частично благоустроены деревянными срубами. Эксплуатируются такие источники эпизодически для питьевых нужд во время полевых работ, туристических походов, сбора грибов и ягод и т. п. Деревянные срубы не всегда своевременно обновляются, и у многих родников они уже разрушены. Очень редко оборудуются подходы к родникам, что ведет к ускорению эрозионных процессов на склонах. Доступ к ним на заболоченной местности часто заглублен. Немногие из родников имеют ограждение и приспособления для отбора воды, хотя такой элемент обустройства необходим в населенных местах для сохранения воды.

Мелиоративные преобразования территории существенно отразились на состоянии родников. Общее снижение уровня грунтовых вод явилось одной из основных причин ухода воды из целого ряда родников. Характеристика некоторых родников бассейна р. Мухавец, составленная по данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, приведена в табл. 3.23, а схема расположения – на рис. 3.18.

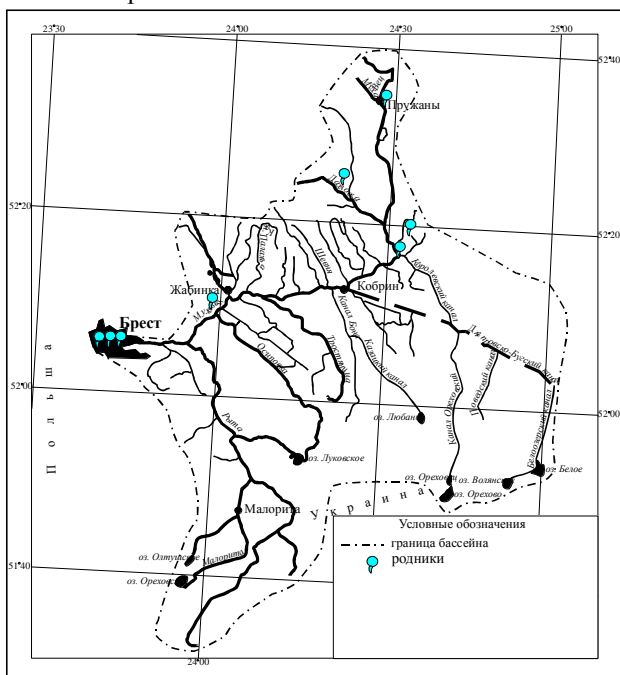


Рис. 3.18. Схема расположения родников в бассейне р. Мухавец

Таблица 3.23. Перечень родников в бассейне р. Мухавец

Местонахождение родников	Состояние родников
Кобринский район	
Остромичский с/с, д.Запруды, в 150-200 м западнее школы.	Вытекает из чугунной трубы в мелиоративном канале
Остромичский с/с, д.Остромичи, на улице Центральной по дороге на д. Лучики, между домами № 53 и № 55.	Вытекает из-под плиты рядом со шлюзом
Пружанский район	
Пружаны, на южной окраине парка, на левом (северо-восточном) склоне канала Вец, на расстоянии около 70 м к юго-востоку от пешеходного мостика через канал.	Обустроен горизонтальным ж/б кольцом.
Городеченский с/с, д.Сосновка, в урочище «Груд» в 2,5 км к северо-востоку от д.Сосновка.	Обустроен деревянной полусгнившей бочкой
Брест	
Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речица»	Обустроен, установлен шахтный колодец
Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речица»	Не обустроен
Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речица»	Не обустроен

Остановимся на характеристике некоторых из родников:

Пружанский район, д. Верчицы: вода из родника соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к поверхностным водам, за исключением содержания меди (при норме 0,001 мг/дм³ содержится 0,005 мг/дм³, что составляет 5 ПДК). Характеризуется относительно низкой общей минерализацией и незначительной жесткостью, низким содержанием основных микроэлементов;

Пружанский район, д. Смоляница: вода из родника по химическим показателям соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к поверхностным водам, за исключением содержания ионов меди (при норме 0,001 содержится 0,007, что составляет 7 ПДК); и по железу (при норме 0,1 мг/дм³, содержится 0,15 мг/дм³, что составляет 1,5 ПДК); характеризуется низкой общей минерализацией и незначительной жесткостью, низким содержанием основных микроэлементов;

Пружаны, городской парк; вода из родника по химическим показателям соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к поверхностным водам, за исключением содержания ионов меди (при норме 0,001 содержится 0,004, что составляет 4 ПДК); и по

железу (при норме $0,01 \text{ мг/дм}^3$, содержится $0,35 \text{ мг/дм}^3$, что составляет 3,5 ПДК).

Кобринский район, д. Остромичи: вода из родника по химическим показателям соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к поверхностным водам, за исключением содержания ионов меди (при норме 0,001 содержится 0,003, что составляет 3 ПДК); и по железу (при норме $0,1 \text{ мг/дм}^3$, содержится $1,28 \text{ мг/дм}^3$, что составляет 12,8 ПДК); характеризуется низкой общей минерализацией и незначительной жесткостью, низким содержанием основных микроэлементов;

Кобринский район, д. Запруды: вода из родника по химическим показателям соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к поверхностным водам, за исключением содержания ионов меди (при норме 0,001 содержится 0,002, что составляет 2 ПДК); и по железу (при норме $0,1 \text{ мг/дм}^3$, содержится $2,57 \text{ мг/дм}^3$, что составляет 25,7 ПДК); характеризуется низкой общей минерализацией и незначительной жесткостью, низким содержанием основных микроэлементов;

Брест, ул. Ключевая: вода из родника по химическим показателям соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к поверхностным водам за исключением содержания сульфатов (при норме 100 мг/дм^3 , содержится 170 мг/дм^3 , что составляет 1,7 ПДК), достаточно велика и общая минерализация.

Обладая несомненными уникальными качествами, родники до настоящего времени изучены недостаточно и используются не в должной мере. Кроме того, в силу различных причин, одной из которых является неграмотный каптаж, значительное количество родников в настоящее время быстро деградирует. В этой связи остро встает вопрос об изучении и составлении государственного кадастра, а также принятии научно-обоснованных мер по восстановлению и охране родников, в противном случае большинство источников качественной уникальной воды будет утеряно безвозвратно.

Особое внимание при охране необходимо уделить малым родникам как наиболее уязвимым, но тем не менее обеспечивающим водой места обитания редких видов животных и растений.

Вокруг родников, выходов подземных вод и родниковых ручьев необходимо выделять прибрежные полосы и водоохранные зоны, в которых установить жесткие ограничения хозяйственной деятельно-

сти. Кроме того, необходимо законодательно запретить действия, приводящие к изменению естественного состояния родников, находящихся вне населенных пунктов. Речь идет о неграмматном подходе к каптажу и обустройству родников, которые вызывают негативные последствия функционирования. Работы по оборудованию родников проводятся специалистами по проектам. Необходимо организовать систему постоянного мониторинга состояния родников, охватывающего всю территорию области, выделить ряд уникальных родников, находящихся в различных аграрно-географических регионах, экологические системы которых отличаются стабильностью и могут рассматриваться как эталонные при оценке воздействия антропогенных факторов. В перспективе уникальные родники Брестской области могут рассматриваться не только как национальное достояние, но и как потенциальные объекты на включение их в Мировой список природного наследия ЮНЕСКО.

3.10. Изменение водного режима рек бассейна р. Мухавец

Как было отмечено в главе 1, на территории бассейна р. Мухавец происходят существенные климатические колебания, а это не могло не сказаться на водном режиме рек рассматриваемого бассейна. Для выявления пространственной структуры изменения стока малых рек имеющиеся ряды наблюдений разбиты на два периода: с начала наблюдений по 1965 г. (начало крупномасштабных осушительных мелиораций) и с 1966 г. по настоящее время. При этом выбраковывались ряды с продолжительностью наблюдений менее 15 лет хотя бы за один из периодов. После выбраковки определены относительные изменения годового стока как $k_i = \frac{Q_{cp2} - Q_{cp1}}{Q_0}$, где Q_{cp1} и Q_{cp2} – средние значения годового стока за период до 1965 г. и с 1966 г. до настоящего времени соответственно; Q_0 – норма годового стока воды. Полученные коэффициенты были картированы с использованием координат центров водосборов рек.

Изменения стока по бассейнам средних и малых рек, охваченных гидрометрическими наблюдениями, имеющих репрезентативный многолетний период, можно охарактеризовать следующим образом. Наиболее трансформирован сток р. Мухавец на его водораздельном участке в связи с подпиткой Днепровско-Бугского водного канала из р. Припять. На рр. Жабинка, Рыга установлено существенное увеличе-

ние на 70 – 80 % меженного стока вследствие коренного преобразования водосборных территорий и их гидрографической сети.

Анализ пространственной структуры изменения годового стока (рис. 3.19) показывает, что наблюдается повсеместное его увеличение и связано это, в первую очередь, с масштабными осушительными мелиорациями. Осушительные каналы значительно увеличили густоту речной сети, что способствует ускорению поверхностного стока, а также дренированию более глубоких водоносных горизонтов. Максимальное увеличение годового стока до 30 % приходится на восточную часть водосбора и уменьшается до 20 % на стальной части.

Аналогичные карты построены и для стока весеннего половодья рек бассейна р. Мухавец, минимального летне-осеннего и минимального зимнего стоков (рис. 3.20; 3.21 и 3.22).

Анализ пространственной структуры изменения стока весеннего половодья рек бассейна р. Мухавец показывает неоднородность этого процесса по территории, хотя и повсеместно наблюдается уменьшение стока. Наиболее существенно этот процесс отмечается на западной части бассейна, где уменьшение максимальных расходов воды весеннего половодья достигает 30 %. Такое повсеместное уменьшение максимального стока нельзя объяснить влиянием мелиорации или другими антропогенными факторами, в данном случае имеют место глобальные процессы, которые влияют на формирование максимального стока. В частности, увеличение количества оттепелей, в результате которых частично, а в отдельные периоды и значительно расходуются снеговые запасы воды зимой, вызывая повышение зимней межени, а порой и приводя к зимним паводкам. Этот процесс наблюдается повсеместно, что наглядно представлено на рис. 3.22.

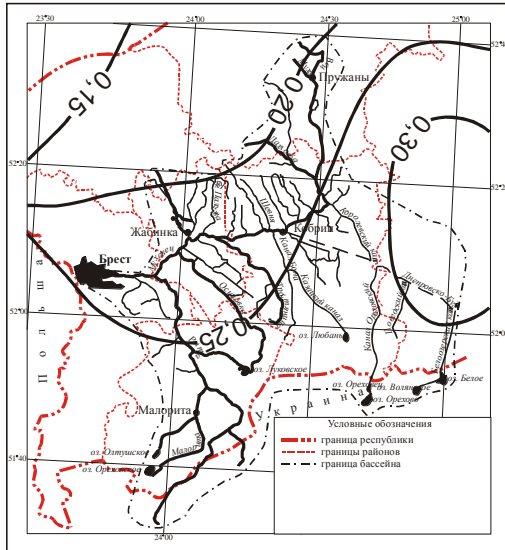


Рис. 3.19. Пространственная структура изменения годового стока воды рек бассейна Мухавца

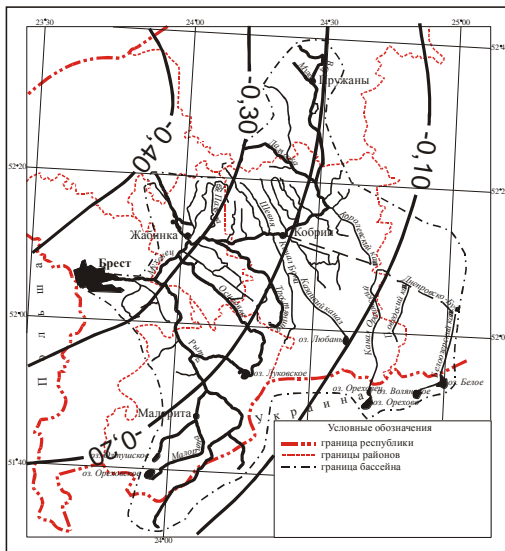


Рис. 3.20. Пространственная структура изменения максимальных расходов воды весеннего половодья рек бассейна Мухавца

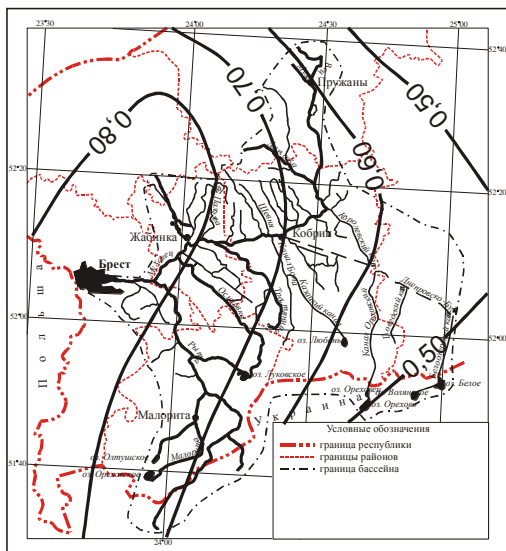


Рис. 3.21. Пространственная структура изменения минимальных летне-осенних расходов воды рек бассейна Мухавца

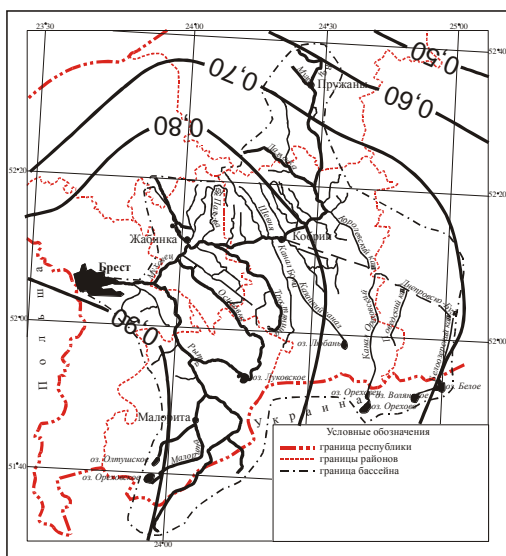


Рис. 3.22. Пространственная структура изменения минимальных зимних расходов воды рек бассейна Мухавца

Противоположная картина наблюдается с минимальным летне-осенним стоком рек. Здесь наблюдается повышение стока лишь в пределах Полесской низменности. На остальной территории изменений, в основном, не произошло. Увеличение минимального летне-осеннего стока связано с осушительными мелиорациями, в результате которых были сброшены частично вековые запасы грунтовых вод верхнего горизонта. Кроме того, произошло сгущение проводящей сети. Ранее влага накапливалась в торфяном болоте и расходовалась на испарение, после устройства осушительных каналов уменьшились пути фильтрации и поверхностного стока, воды быстрее попадают в систему мелиоративных каналов, что приводит к увеличению минимального летне-осеннего стока и уменьшению суммарного испарения.

Таким образом, изменения годового и минимального летне-осеннего стока рек коснулось, в основном, зоны крупномасштабных осушительных мелиораций, которые внесли определенный вклад в увеличение годового и минимального летне-осеннего стока путем углубления вертикальной зоны дренирования верхних водоносных горизонтов земной поверхности на территории Полесья. Увеличение зимней межени и уменьшение максимальных расходов воды весеннего половодья – это взаимосвязанные процессы, и их основной причиной является глобальное и региональное потепление климата.

3.11. Трансформация водного режима рек при различных сценариях климата будущего

В настоящее время существует три основных направления прогнозирования изменения климата [Дроздов, 1990]:

– сложные модели общей циркуляции атмосферы, которые удовлетворительно описывают общие закономерности изменений климата при больших потеплениях, при этом прогноз деталей изменения климата весьма проблематичен;

– палеогеографические аналоги в климатах прошлого и настоящего, как правило, никогда не бывают полными из-за изменений в геологическом прошлом географических и геофизических условий важных для климата исследуемой территории;

– данные инструментальных наблюдений, показывающие закономерности формирования современной климатической системы, особенно важны для оценки условий, складывающихся на начальном этапе глобального потепления. При этом модели могут не отражать осо-

бенности поведения климатической системы, возникшие при быстром потеплении.

Исходя из литературных данных [Гриневич, Плужников, 1997], можно полагать, что для водосбора р. Мухавец ожидается увеличение температуры воздуха на 0,3 – 3 °С, а изменение атмосферных осадков (увеличение или уменьшение) на 0 – 15 % от современного уровня.

Для оценки возможных изменений водных ресурсов рек бассейна Мухавца в зависимости от тех или иных гипотез антропогенного изменения климата и воздействия на характеристики водосборов была разработана многофакторная модель [Логинов, Волчек и др., 2003], в основе которой лежит стандартное уравнение водного баланса участка суши с независимой оценкой основных элементов баланса (атмосферные осадки, суммарное испарение и климатический сток) в годовом аспекте.

Для проведения численного эксперимента возможного антропогенного влияния на водные ресурсы рек бассейна Мухавца нами выбраны 2 створа. Основываясь на анализе существующих в настоящее время оценок возможного антропогенного изменения климата и водосборов рек, численный эксперимент проведен по следующим вариантам:

Вариант 1 – средняя годовая температура воздуха увеличивается на 2°С по сравнению с современным уровнем при неизменном количестве атмосферных осадков;

Вариант 2 – уменьшение годовых атмосферных осадков на 10 % с неизменной температурой воздуха;

Вариант 3 – годовые атмосферные осадки уменьшаются на 10 %, а средняя годовая температура воздуха увеличивается на 2°С;

Вариант 4 – заболоченность (осушение) и залесенность (вырубка леса) водосбора уменьшаются, а густота речной сети (создание несовершенных мелиоративных систем) и распаханность (интенсивное выращивание сельскохозяйственных культур) увеличиваются на 5, 10, 20 и 30 % от существующих в настоящее время при неизменных климатических условиях.

Использование вышеперечисленных 4 вариантов позволит комплексно оценить трансформацию речного стока с точки зрения климатических условий (1, 2, 3 варианты) и антропогенного воздействия на водосборы рек (хозяйственная деятельность человека).

Изменения водных ресурсов в результате антропогенных воздействий выражаются далее в относительных величинах – в процентах по отношению к современным условиям, т. е. рассчитывается относительное увеличение или уменьшения речного стока.

Исходя из расчетов на основе указанных выше уравнений с принятыми гипотезами, сделаны следующие выводы.

По первому варианту (увеличение температуры на 2°C) речной сток уменьшится в среднем на 10 %, а суммарное испарение может увеличиться в среднем до 4,5 % (табл. 3.24).

Таблица 3.24. Величины изменения речного стока (в числителе) и суммарного испарения (в знаменателе) по *варианту I*, в % к существующему

Река-створ	месяц								год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	
Мухавец	-8,1	-18,4	-22,0	-22,0	-19,3	-17,0	-14,3	-15,3	-10,7
г. Пружаны	8,4	5,2	3,1	2,4	3,2	3,9	5,7	4,2	4,8
Рыга	-12,1	-23,9	-24,8	-22,6	-20,0	-17,1	-14,3	-16,9	-10,7
с. М. Радвичи	7,5	2,7	1,7	2,1	3,0	4,0	5,3	3,6	4,2

Анализ табл. 3.24 дает ясное представление об уменьшении речного стока при увеличении температуры, так как при этом увеличивается суммарное испарение, особенно в летние месяцы (июнь, июль, август). Можно отметить также асинхронность в изменениях величин среднемесячного речного стока и суммарного испарения, например, в апреле при среднем уменьшении стока на 10 % испарение увеличилось на 8,0 %, что можно объяснить пиком весеннего половодья (интенсивное таяние снегов при прохождении максимальных расходов) и повышенной влажностью воздуха в этот период.

По второму варианту (уменьшение осадков на 10 %) речной сток может уменьшиться на 24,5 %, а суммарное испарение – в среднем, на 5,4 %. При этом максимальное уменьшение стока наблюдается в июле (29,7 %), а минимальное – в апреле (23,8 %), а суммарное испарение, соответственно, в июле (7,0 %) и апреле (4,2 %). Здесь можно отметить синхронное уменьшение речного стока и суммарного испарения при уменьшении величин атмосферных осадков, так как количество поступающей влаги уменьшилось, соответственно, уменьшилась и возможность ее испарения, что можно объяснить меньшей влажностью почвы и увеличением ее водопоглощающей способности.

По третьему варианту (уменьшение осадков на 10 % и увеличение температуры на 2°C) сток уменьшился в среднем на 29,3 % (июль – 45,2 %, апрель – 26,6 %), а суммарное испарение увеличивается в апреле на 5,5% и уменьшается в июле на 5,4 %, при среднем уменьшении около 1,2 %. Картина хода изменения суммарного испарения по варианту 3 приведена в табл. 3.25.

Таблица 3.25. Величины изменения суммарного испарения по *варианту 3*, в % к существующему

Река-створ	месяц								год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	
Мухавец г. Пружаны	6,5	0,5	-3,2	-4,8	-4,1	-3,0	-0,9	-1,7	-0,6
Рыта с. М. Радваничи	4,6	-3,3	-5,7	-6,0	-5,1	-3,7	-1,3	-3,0	-1,7

Речной сток оказался очень чувствительным к одновременному уменьшению количества атмосферных осадков и увеличению температуры воздуха, значения стока существенно уменьшились: для июня на 44,9 %, для июля – на 45,2 %, для августа – на 43,9 %, это можно объяснить небольшими расходами во время летней межени и большим (по отношению к остальным месяцам года) абсолютным уменьшением количества осадков (в летние месяцы выпадает наибольшее количество осадков).

По четвертому варианту (заболоченность и залесенность водосбора уменьшаются, а густота речной сети и распаханность увеличиваются на 5, 10, 20 и 30 % соответственно) средние значения изменений речного стока для исследуемых рек-водосборов приведены в табл. 3.26.

Таблица 3.26. Средние величины изменения величины речного стока по *варианту 4*, в % к существующему.

Степень антропогенного воздействия	месяц								год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	
5%	-2,48	-0,41	-1,08	-0,4	1,9	2,24	1,29	-0,25	-0,69
10%	-4,88	-1,03	-2,16	-0,8	3,81	4,93	2,59	-0,50	-1,38
20%	-9,48	-2,47	-4,32	-2,41	7,14	9,87	5,18	-1,49	-2,98
30%	-13,9	-4,74	-7,19	-4,82	10,48	15,25	7,44	-2,72	-4,82

Анализ табл. 3.26 позволяет выявить тенденцию постепенного перехода от уменьшения стока в апреле-июле к его увеличению в августе-октябре, при этом переход через «нулевые» значения изменений приходится на вторую половину июля. Можно отметить, что одновременные осушение болот, вырубка леса, создание новых мелиоративных систем и увеличение процента пахотных земель уменьшают речной сток весеннего половодья и увеличивают его в осенние месяцы. Хотя влияние этих антропогенных воздействий на речной сток не однозначно, возможно покомпонентное исследование влияния каждого из них на сток рек и прогнозирование количественного изменения среднемесячных расходов рек бассейна Мухавца. Явно прослеживается тенденция увеличения средних величин изменений речного стока в зависимости от степени антропогенных воздействий, но 20 – 30 %-ное изменение параметров водосбора при существующем состоянии экономики нереально, поэтому хозяйственная деятельность в бассейнах рек не повлияет существенным образом в ближайшем будущем на речной сток.

Таким образом, наиболее неблагоприятным прогнозом развития изменения речного стока для рек бассейна Мухавца является третий вариант (уменьшение стока достигает 45,2 %). При наложении на этот вариант 10 %-го антропогенного воздействия на водосбор реки уменьшение среднего годового стока может достигнуть 50 %.

Полученные результаты моделирования изменения стока рек бассейна Мухавца в зависимости от варианта воздействия хорошо коррелируют с выводами авторов работы [Возможные ..., 1996], которые провели исследования изменения стока для рек бассейна Днепра. Их прогноз изменения стока р. Днепра составил от 25 до 40 % и более в зависимости от вариантов воздействия. Их прогноз основывался на моделях общей циркуляции атмосферы, глобального потепления климата и росте содержания CO_2 в атмосфере.

Прогнозируемое потепление климата вызовет существенные изменения водного режима рек. Дальнейшее развитие работы связано с совершенствованием воднобалансовых моделей и детализацией зависимостей «климат-сток» для получения более надежных оценок и выводов по проведению мероприятий своевременной адаптации водного хозяйства к изменениям условий формирования местных водных ресурсов.

4. КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

4.1. Гидрохимический мониторинг водных ресурсов

Создание Водного Кадастра СССР положило начало развитию системы гидрохимического мониторинга поверхностных вод. В 30-х годах прошлого столетия появились первые единичные сведения о химическом составе поверхностных вод Беларуси.

В конце 40-х – начале 50-х годов Гидрометслужбой БССР были организованы стационарные гидрохимические наблюдения на гидрологических постах, которые охватывали 13 водных объектов.

С 1972 г. изменения гидрохимического состава поверхностных вод фиксируются на стационарной гидрохимической сети Департамента гидрометеорологии [Природная ..., 2002].

Сегодня мониторинг поверхностных вод является подсистемой мониторинга гидросферы Национальной системы мониторинга окружающей среды (НМОС) Республики Беларусь.

В соответствии с ГОСТ 17.1.3.07 – 82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков» режимные гидрохимические наблюдения осуществляются 7 раз в году. Режимные гидробиологические наблюдения проводятся с периодичностью от 1 до 3 раз в год.

Такая периодичность дает возможность оценивать изменение состояния водной среды под воздействием естественных и антропогенных факторов в интервале времени от месяца до года.

Существующая система наблюдений не позволяет отслеживать кратковременные изменения контролируемых параметров и не ориентирована на раннее оповещение о возникновении чрезвычайных ситуаций.

Отбор и анализ проб воды производится по единым, принятым в системе Гидромета стандартным методикам. Кроме показателей макрокомпонентного состава, взвешенных и органических веществ, соединений азота и фосфора, определяют такие ингредиенты, как нефтепродукты, фенолы, СПАВ, аммиак, а также специфические загрязняющие вещества (цианиды, роданиды, сероводород, сероуглерод, метанол), тяжелые металлы (медь, никель, свинец, кадмий, молибден), железо, марганец и пестициды, присутствие которых обусловлено поступлением в водные объекты ливневых и сточных вод.

Гидробиологический анализ включает 4 показателя: фитопланктон, фитоперифитон, зоопланктон и зообентос.

При выявлении уровней загрязненности поверхностных вод различными химическими веществами приоритет отдают рыбохозяйственным нормативам, так как предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ, принятые для водных объектов рыбохозяйственного назначения, предъявляют более жесткие требования к химическому составу природных вод.

Данные наблюдений за качеством поверхностных вод обрабатываются, анализируются и ежегодно публикуются в гидрохимических бюллетенях Комитета по гидрометеорологии.

В бассейне р. Мухавец стационарная гидрохимическая и гидробиологическая сеть Республики Беларусь включает только 2 водных объекта – р. Мухавец и р. Рыта. Наблюдения осуществляются в городах Кобрин, Брест, Жабинка (р. Мухавец) и селе Малые Радваничи (р. Рыта) (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Перечень пунктов контроля качества поверхностных вод в бассейне р. Мухавец

№ пп	Название водного объекта	Местоположение (название поста)	Расстояние от устья, км	Год отк-крытия
1	р. Мухавец	г. Брест	1,8	1965
2	р. Мухавец	г. Кобрин	-	1972
3	р. Мухавец	г.п. Жабинка	-	1978
4	Р. Рыта	с. Малые Радваничи	11	1961

Помимо сети НСМОС существует сеть контроля за качеством воды в местах выпуска сточных вод в природные водные объекты.

В бассейне р. Мухавец в 2004 г. было зарегистрировано 179 отчитывающихся водопользователей, 9 из которых осуществляли сброс нормативно чистых сточных вод в речной бассейн Мухавца, 7 – нормативно-очищенных сточных вод; 46 – на поля фильтрации, 116 – в накопители, впадины (табл. 4.2).

Особенностью существующих систем очистки сточных вод отчитывающихся водопользователей является отсутствие сброса сточных вод непосредственно в реки. Сброс осуществляется по схеме «мелиоративный канал – река».

Таблица 4.2. Места выпуска сточных вод в бассейне р. Мухавец

Наименование объекта	Место выпуска
РУПП «Брестский электроламповый завод»	Сброс сточных вод в ливневую сеть – р. Мухавец
Фил. РУП «Брестэнерго» Брестские тепловые сети ТЭЦ	Сброс сточных вод в ливневую сеть – р. Мухавец
ОАО «Брестский электромеханический завод»	Сброс сточных вод в ливневую сеть – р. Мухавец
г. Пружаны	Сброс сточных вод в мел. канал – р. Мухавец
д. Засимовичи, Пружанский район	Сброс сточных вод в канал Вец
д. Петьки, Кобринский район, очистные сооружения СП «КОВВАР»	Сброс сточных вод в мелиоративный канал – р. Тростяница – р. Мухавец
КУПП «Кобринрайводоканал»	Сброс сточных вод в р. Мухавец.
Фил. ПКУПП «Коммунальщик» («Водоканал»)город	Сброс сточных вод мелиоративный канал – р. Мухавец
КУМПП ЖКХ «Малоритское ЖКХ», Замшаны	Сброс сточных вод мелиоративный канал – р. Малая Рыта
ОАО «Брестский КСМ»	Выпуск в ливневую сеть – р. Мухавец
д. Линово, Пружанский район ОАО «Линовский крахмальный завод»	Сброс сточных вод в мелиоративный канал – р. Мухавец
ОАО«Жабинковский сахарный завод»	Сброс сточных вод в мелиоративный канал – р. Мухавец
РУПП «Кобринская прядильно-ткацкая фабрика «Ручайка»	Сброс сточных вод мелиоративный канал – р. Мухавец
РПТУП «Рыбхоз «Соколово»	Сброс сточных вод в р. Мухавец
ПРУТП «Гатча-Осовское» Жабинковский р-н	Сброс сточных вод мелиоративный канал – р. Мухавец
Брестское КУП ВКХ «Водоканал»	Сброс сточных вод в мелиоративный канал – р. Мухавец
ЧУП «Санаторий «Буг»	Сброс сточных вод в мелиоративный канал – р. Мухавец

Аналитический контроль качества поверхностных вод, содержания в них токсичных ингредиентов на речной сети бассейна р. Мухавец проводится в лабораториях и подразделениях различной ведомственной принадлежности, аккредитованных Госкомстандартом Республики Беларусь.

Отбор проб производится в четырех точках: непосредственно место сброса сточных вод в водоток, выше и ниже места сброса на расстоянии 500 м, в месте впадения канала в реку.

Наблюдения и химический анализ проб воды в лабораториях Минприроды и Гидромета выполняются в соответствии с методиками, перечисленными в изданиях: «Перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь», т. 1, т. 2, и дополнениях к указанному перечню – т. 1, т. 2, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, БелНИЦ «Экология», 1996 г. Этими методиками предусмотрен способ отбора, предварительной подготовки и транспортировки проб, что обеспечивает сопоставимость результатов анализа, проводимого в различных лабораториях.

4.2. Качество поверхностных вод

4.2.1. Показатели качества поверхностных вод

Качество природных водных источников определяется по наличию в ней веществ неорганического и органического происхождения, а также микроорганизмов и характеризуется различными физическими, химическими, бактериологическими показателями.

К *физическим* показателям качества воды относятся: температура, запах, вкус, мутность, цветность, электропроводимость.

Температура воды – важный показатель состояния реки. Она определяет условия существования растительности, наступления ледовых явлений и разрушение ледовых преобразований. В апреле после очищения ото льда на реках, средняя месячная температура воды колеблется от 5 до 7 °С, в мае она увеличивается до 13,5 – 15,5°С, июне – до 17 – 20 °С. Своего максимума – 21°С – температура достигает в июле. К августу температура воды уменьшается до 16 – 20°С, затем она интенсивно снижается и в сентябре составляет 12 – 15°С, в октябре – 7 – 8°С, в ноябре – 2,5 – 3,5°С. В течение зимних месяцев, во время ледостава, температура воды приближается к 0°С.

О загрязненности воды в реке твердыми неорганическими веществами (частичками глины, песка, ила) и другими веществами минерального происхождения свидетельствует наличие в воде взвешенных веществ. Наименьшая *мутность* водоемов наблюдается зимой, когда реки покрыты льдом, наибольшая – весной, в период половодья.

Запах воды вызывается летучими примесями, которые появляются в водоемах естественным путем или в результате загрязнения их сточными водами. По характеру происхождения запахи бывают:

- естественного происхождения, которые возникают в результате жизнедеятельности, отмирания животных, органических и растительных остатков и изменения химического состава воды;
- искусственного происхождения, вызываемые ингредиентами сточных вод.

Цветность природных вод определяется наличием в них гумусовых веществ почвенного и торфяного происхождения, коллоидных соединений железа, водорослей, бытовых и промышленных сточных вод. В зависимости от концентрации этих веществ в водоеме окраска воды может меняться от желтого до коричневого цветов.

К *химическим* показателям качества воды относят: общее количество растворенных веществ, или сухой остаток, прокаленный остаток, активная реакция, или рН воды, окисляемость, щелочность, содержание газов, наличие азотсодержащих соединений, хлоридов, сульфатов, железа, марганца, кальция, калия, магния, некоторых ядовитых и радиоактивных веществ.

Формирование химического состава речных вод начинается с момента выпадения жидких осадков или снеготаяния. Соприкасаясь с почвами и грунтами, вода обогащается растворимыми солями и органическими веществами. Основными характеристиками гидрохимического режима рек являются ионный состав и минерализация.

Ионный состав – содержание анионов и катионов растворенных в воде минеральных веществ – определяет химический характер воды. О. А. Алекин предложил классифицировать природные воды, деля их на три больших класса: гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные. Каждый класс по преобладающему катиону (Ca^+ , Mg^{2+} и Na^+ , K^+) делят на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую.

Минерализация воды, или суммарная концентрация растворенных в ней веществ определяется по сумме ионов HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , выраженных в г/дм^3 . по содержанию солей вода может быть очень малой минерализации (менее $0,1 \text{ г/дм}^3$), малой минерализации ($0,1 - 0,2 \text{ г/дм}^3$), средней минерализации ($0,2 - 0,5 \text{ г/дм}^3$), повышенной минерализации ($0,5 - 1,0 \text{ г/дм}^3$), высокой минерализации (более $1,0 \text{ г/дм}^3$).

Под агрессивным действием воды подразумевается ее способность разрушать различные строительные материалы вследствие воздей-

ствия на них растворенных солей и газов или выщелачивания их составных частей. Различают следующие виды агрессивности: выщелачивающую, общекислотную, углекислую, сульфатную, магниезальную.

Выщелачивающая агрессивность свойственна мягким водам и особенно сильно проявляется в период весеннего половодья.

Общекислотная агрессивность определяется содержанием в воде ионов водорода (величиной pH). Чем ниже величина pH, тем выше агрессивность воды. В речных водах области величина pH ниже 7,0 не наблюдается.

Сульфатная и магниезальная агрессивность возникает при значительном содержании в воде ионов SO_4^{2-} и Mg^{2+} , превышение для ионов SO_4^{2-} – 250 мг/дм³, ионов Mg^{2+} – 1000 мг/дм³.

Водородный показатель (pH) характеризует активность и концентрацию ионов водорода в воде. Концентрация ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, протекающих в природных водах: от водородного показателя зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, степень агрессивности по отношению к бетону и металлам.

Показателем количества и качественного состава органических веществ является ее *окисляемость*. Окисляемость воды – это условная величина, характеризующая загрязнение воды различными легко окисляющимися органическими, а также неорганическими примесями.

Величины цветности и окисляемости воды тесно связаны с характером распространения торфяно-болотных и заболоченных почв и лесных массивов. Они, как правило, увеличиваются с увеличением заболоченности и облесенности водосборов. Воды с повышенными значениями цветности и окисляемости характерны, главным образом, для заболоченных и облесенных водосборов бассейнов.

В период летнее-осенних паводков и весеннего половодья наблюдаются максимальные значения цветности и окисляемости. В межень, в связи с изменением питания рек (уменьшением поверхностного и увеличением грунтового), цветность и окисляемость воды достигают минимальных величин. Однако на водосборах с преобладанием торфяно-болотных почв максимальные значения цветности могут наблюдаться и в период зимней межени.

Пути поступления *растворенного кислорода* в поверхностные водные источники – атмосферный воздух и фотосинтез водорослей. Содержание кислорода O_2 в воде уменьшается вследствие протекания процессов окисления органических веществ и потребления его живыми организмами при дыхании. Резкое уменьшение содержания кислорода в воде по сравнению с нормальным свидетельствует о ее загрязнении.

В результате техногенной деятельности на поверхностные воды оказывается негативное влияние путем сброса в них сточных вод и поверхностного стока. Поступающие в водотоки загрязнения могут оказать различное действие: изменять физические свойства воды, изменять химический состав воды, уменьшать содержание в воде растворенного кислорода, изменять число и видовой состав бактерий.

Основными показателями загрязненности воды являются: биохимическое потребление кислорода (БПК), азотсодержащая группа (азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный), фосфаты, взвешенные вещества, концентрация нефтепродуктов, концентрация тяжелых металлов (цинк, медь, никель, хром и др.).

Поступления *азота* в поверхностные воды связано с процессами минерализации органического вещества, в результате которых образуются аммонийные, нитратные и нитритные соединения, которые в естественных условиях в силу своей миграционной способности, как правило, в речных водах не накапливаются. Нарушение природного биогеохимического цикла азота проявляется, в частности, в увеличении в водах содержания аммонийного и нитритного азота. Увеличение концентраций этих соединений создает условия, способствующие эвтрофированию водотоков. Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды. При содержании нефтепродуктов более $0,05 \text{ мг/дм}^3$ портятся вкусовые качества воды, а рыба приобретает неприятный привкус нефти. Концентрация нефти выше $0,5 \text{ мг/дм}^3$ смертельна для рыб, а равная $1,2 \text{ мг/дм}^3$ вызывает гибель планктона. Кроме того, геохимические особенности нефтесодержащего вещества (стойкость к окислению, высокая подвижность) способствует значительному увеличению протяженности загрязненных участков, которая может достигать сотен километров.

Токсичное действие тяжелых металлов на водные организмы связано с нахождением этих металлов в ионных формах. Поведение раз-

личных металлов специфично и определяется взаимодействием сложных процессов, протекающих в воде и седиментах, меняется по сезонам года, по глубинам (придонные и поверхностные слои), а также зависит от сопутствующих факторов (закисление и эвтрофирование).

4.2.2. Динамика изменения показателей качества воды

Проблема охраны вод от загрязнения является весьма острой, несмотря на предпринимаемые меры по очистке сточных вод, так как поступление в водные источники загрязняющих веществ в составе сточных вод и вследствие смыва удобрений с сельскохозяйственных угодий, а также из-за загрязнения выпадающих осадков, довольно существенно и в ряде створов рек приводит к превышению предельно допустимых концентраций.

На качество поверхностных и подземных вод сильное влияние оказывает сброс сточных вод от промышленности и городов. В р. Мухавец и ее притоки сбрасываются нормативно-чистые и нормативно-очищенные сточные вод предприятий и организаций, расположенных в бассейне реки. Современные системы и схемы канализации городских поселений предусматривают, как правило, совместную очистку коммунальных и производственных сточных вод на единых очистных сооружениях. Несмотря на то, что суммарная мощность очистных сооружений выше фактического объема очищенных сточных вод, качество очистки не всегда достигает нужного эффекта. Это связано, в основном, с тем, что на очистные сооружения многих предприятий поступают сточные воды, в которых концентрация загрязняющих веществ значительно выше нормативов. Кроме того, имеются случаи перегрузки очистных сооружений по объему принимаемых сточных вод.

Мощным источником загрязнения вод является сток с сельскохозяйственных угодий. Применение средств химизации (известковых и минеральных удобрений, микроэлементов, пестицидов) оказывает негативное влияние на состояние почвенного покрова и водных ресурсов. С дренажными водами осушительно-увлажнительных систем в водотоки выносятся часть минеральных удобрений и ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве.

Отходы животноводства и стоки животноводческих комплексов являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды, в том числе и природных вод. Большинство предприятий жи-

вотноводства не имеют необходимых систем сбора, хранения, обработки и утилизации стоков. Имеющиеся природоохранные сооружения устарели и пришли в негодность, многие требуют капитального ремонта и реконструкции. Небезвредные навозосодержащие стоки и отходы животноводства стали в последнее время одним из наиболее опасных источников загрязнения водных экосистем.

Не последнее место в загрязнении природных вод занимают атмосферные осадки, содержащие загрязняющие вещества. Автотранспорт, объекты энергетики и промышленные предприятия – основные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Особенности географического положения республики, а также преобладание ветров западного направления способствуют тому, что Беларусь является одной из наиболее загрязняемых стран Европы за счет трансграничного переноса.

Для р. Мухавец загрязнение вод выражено, как правило, в превышении (ПДК) таких ингредиентов, как азот аммонийный, азот нитритный, легкоокисляемые органические вещества, ионы тяжелых металлов и нефтепродукты.

Для анализа динамики качества воды в реке в табл. 4.3. представлены фоновые концентрации и ПДК загрязняющих веществ в воде р. Мухавец.

Таблица 4.3. Качественная характеристика воды в водоприемнике – р. Мухавец и ПДК ингредиентов для водоема рыбохозяйственного водопользования II категории и культурно-бытового использования

Наименование показателей загрязненности	Лимитирующий показатель вредности, ЛПВ	Класс опасности	Фоновые концентрации загрязняющих веществ, мг/дм ³	ПДК загрязняющих веществ, мг/дм ³ для водоема	
			в створе (в черте г. Бреста)	рыбохоз. водопользования II категории	культурно-бытового использования
Взвешенные вещества	С.		7,9	Фон.+0,25	Фон.+0,75
Сухой остаток	С.		316	1000	1000
БПК ₅	С.		2,44	3,0	6,0
СПАВ	Т.		0,041	0,5	0,5
Хром	Т.		Отс.		

Сульфаты	С-т	4	32	100	500
Хлориды	С-т	4	28	300	500
Нефтепродукты	Р/х	3	0,03	0,05	0,3

Продолжение табл. 4.3

Наименование показателей загрязненности	Лимитирующий показатель вредности, ЛПВ	Класс опасности	Фоновые концентрации загрязняющих веществ, мг/дм ³	ПДК загрязняющих веществ, мг/дм ³ для водоема	
			в створе (в черте г. Бреста)	рыбохоз. водопользования II категории	культурно-бытового использования
Медь	Т.	3	0,003	Фон.+0,001	Фон.+0,001
Цинк	Т.	3	0,01	0,01	0,01
Никель	Т.	2	0,01	0,01	0,01
рН	С.		7,7	6,5-8,5	6,5-8,5

Анализ изменения качества воды в р. Мухавец за последние 12 лет позволил выявить тенденции снижения загрязненности воды по таким показателям как нефтепродукты, взвешенные вещества, БПК₅, а также рост загрязненности азотистыми соединениями и тяжелыми металлами (табл. 4.4. – 4.5)

Таблица 4.4. Показатели качества воды в реке Мухавец за период наблюдений 1985 – 2003 гг. (створ наблюдений г. Брест)

Показатель	год										
	1985	1990	1993	1994	1995	1996	1999	2000	2001	2002	2003
Взвешенные вещества, мг/дм ³	21,5	20,5	9,3	7,2	8,2	7,8	6,6	3,8	3,0	6,1	7,9
Растворенный кислород, мгО ₂ /дм ³	7,65	10,17	8,63	8,38	8,71	7,83	8,53	7,27	8,71	9,06	9,22
Бихроматная окисляемость, мг/дм ³	-	-	-	34,9	40,8	39,3	49,5	50,2	51,1	56,3	51,1
БПК ₅ , мг/дм ³	3,73	2,58	3,31	2,98	2,98	3,64	2,56	3,04	2,93	2,77	2,44
Азот аммонийный,	0,14	0,31	0,41	0,37	0,19	0,23	0,75	0,67	0,58	0,64	1,05

Показатель	год										
	1985	1990	1993	1994	1995	1996	1999	2000	2001	2002	2003
мг/дм ³											
Азот нитритный, мг/дм ³	0,013	0,033	0,037	0,05	0,014	0,013	0,02	0,036	0,031	0,034	0,024
Фосфаты, мг/дм ³	0,016	0,163	0,041	0,02	0,031	0,04	0,035	0,033	0,012	0,047	0,078
Железо, мг/дм ³				0,25	0,74	0,12	0,62	0,6	0,44	0,58	0,91
Медь, мг/дм ³	0,008	0,004	0,005	0,004	0,006	0,004	0,006	0,008	0,007	0,003	0,004
Цинк, мг/дм ³	-	-	-	0,017	-	0,02	0,021	0,026	0,026	0,014	0,015
Никель, мг/дм ³	-	-	-	0,006	0,006	0,006	0,006	0,008	0,008	0,003	0,004
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,89	0,2	0,32	0,1	0,35	0,12	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03
СПАВ, мг/дм ³	-	-	-	0,031	0,023	0,026	0,072	0,05	0,04	0,059	0,041

Таблица 4.5. Показатели качества воды в реке Мухавец за период наблюдений 1985 – 2003 гг. (стор наблюдений – г. Кобрин)

Показатель	год				
	1985	1990	1993	1994	1995
Взвешенные вещества, мг/дм ³	26,4	14,2	8,2	8,1	12,6
Растворенный кислород, мг/дм ³	8,55	9,56	8,83	7,56	7,78
Бихроматная окисляемость, мг/дм ³	-	-	-	37,8	33,2
БПК ₅ , мг/дм ³	4,27	2,5	3,71	3,67	2,93
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,09	0,25	0,43	0,45	0,17
Азот нитритный, мг/дм ³	0,013	0,011	0,024	0,031	0,026
Фосфаты, мг/дм ³	0,029	0,093	0,056	0,018	0,048
Железо, мг/дм ³				0,34	0,67
Медь, мг/дм ³	0,007	0,004	0,005	0,004	0,005
Цинк, мг/дм ³	-	-	-	-	-
Никель, мг/дм ³	-	-	-	0,007	0,009
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,79	0,12	0,22	0,16	0,49

СПАВ, мг/дм ³	-	-	-	0,03	0,024
--------------------------	---	---	---	------	-------

Продолжение табл. 4.5

Показатель	год					
	1996	1999	2000	2001	2002	2003
Взвешенные вещества мг/дм ³	7,7	5,7	6,6	4,4	7,6	9,7
Растворенный кислород мг/дм ³	6,79	8,14	6,99	8,39	8,29	8,08
Бихроматная окисляе мость, мг/дм ³	47,3	48,1	53,4	59,5	58,7	51,1
БПК ₅ , мг/дм ³	3,5	3,44	3,36	3,28	3,15	2,88
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,18	0,86	0,85	0,81	0,61	1,21
Азот нитритный, мг/дм ³	0,02	0,021	0,012	0,019	0,031	0,021
Фосфаты, мг/дм ³	0,052	0,03	0,035	0,028	0,045	0,127
Железо, мг/дм ³	0,13	0,51	0,55	0,53	0,58	1,03
Медь, мг/дм ³	0,008	0,007	0,007	0,007	0,003	0,005
Цинк, мг/дм ³	0,02	0,023	0,024	0,025	0,015	0,015
Никель, мг/дм ³	0,006	0,007	0,007	0,007	0,04	0,001
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,12	0,06	0,03	0,02	0,03	0,02
СПАВ, мг/дм ³	0,026	0,018	0,029	0,044	0,051	0,036

В конце 80-х – начале 90-х качество воды в реке характеризуется значительным загрязнением такими веществами, как нефтепродукты, концентрация которых в воде достигала 16 – 18 ПДК, до середины 90-х годов прошлого столетия концентрации нефтепродуктов колебались в пределах 0,1 – 0,35 мг/дм³, во второй половине 90-х – начало XXI столетия наметилась тенденция улучшения качества воды по этому показателю, а количество нефтепродуктов в реке не превышает ПДК и варьирует от 0,02 мг/дм³ в районе Кобрина до 0,03 мг/дм³ в Бресте (рис. 4.1.)

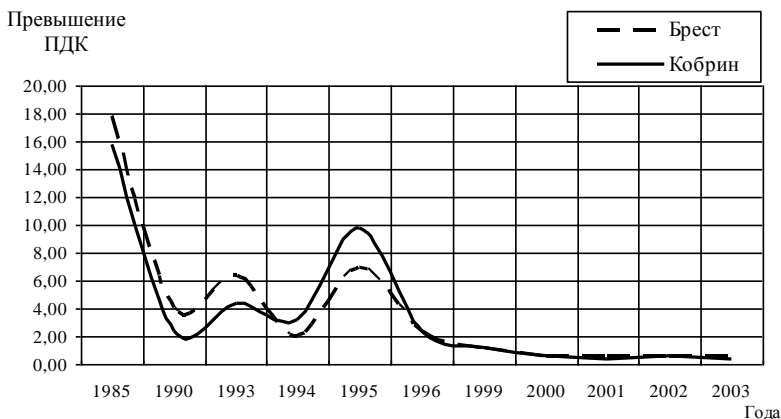


Рис. 4.1. Динамика содержания нефтепродуктов в воде р. Мухавец

Наличие в поверхностных водах взвешенных веществ свидетельствует о ее загрязненности нерастворимыми примесями в основном минерального происхождения. На рис. 4.2. представлен график изменения содержания взвешенных веществ в реке.

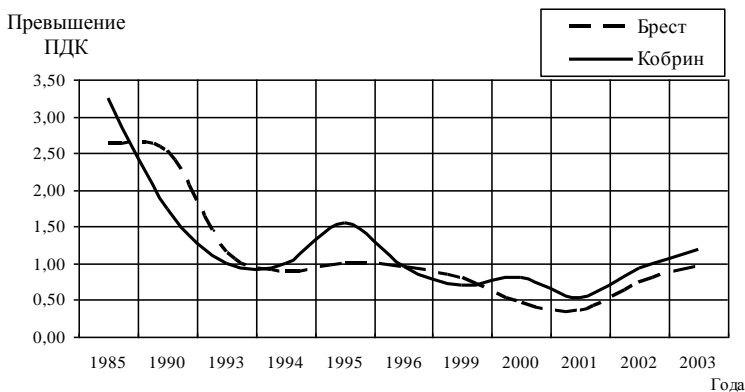


Рис. 4.2. Динамика содержания взвешенных веществ в воде р. Мухавец

Начиная с 1985 г. и до 2001 г. наблюдалась тенденция снижения загрязнения воды взвешенными веществами, после 2001 г. концентрации взвешенных веществ в реке стали увеличиваться, причиной тому явля-

ется поступление в реку дождевых сточных вод, которые в большей своей части не проходят очистку.

Присутствие в поверхностных водах легкоокисляемых органических веществ идентифицируется величиной биохимического потребления кислорода (БПК₅).

За период наблюдений четкой тенденции изменения качества воды по этому показателю в ту или иную сторону не намечается, превышение ПДК по БПК₅ варьирует от 0,8 до 1,5 (рис. 4.3.)

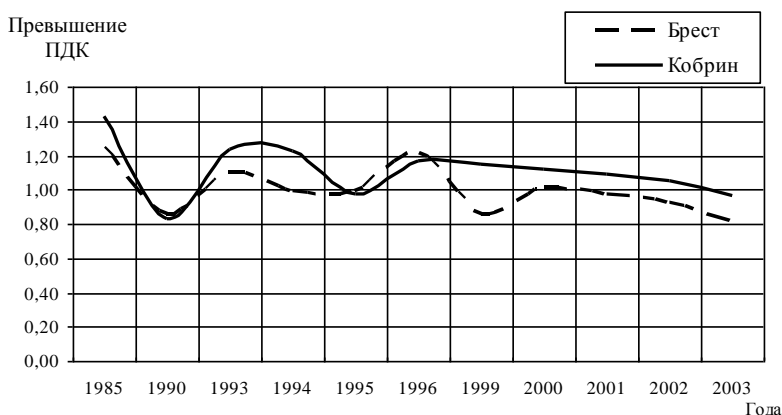


Рис. 4.3. Динамика содержания органических веществ в воде р. Мухавец

За последние 5 лет существенно увеличились в реке концентрации аммонийного азота по сравнению с началом 90-х, что говорит о неудовлетворительной работе коммунальных очистных сооружений в части протекания процессов нитрификации. В реке на участке от Кобрин до Бреста содержание азота аммонийного составляет 2,0 – 2,4 ПДК (рис. 4.4).

Показатели, характеризующие качество воды в водоприемнике, получены по усредненным анализам лабораторного мониторинга областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды и данным водного кадастра.

В. Н. Яромским и Т. М. Лысенковой в 2002 г. выполнены комплексные исследования по качеству воды в р. Мухавец в контрольных (до выпуска сточных вод) и расчетных (после выпуска сточных вод) створах.

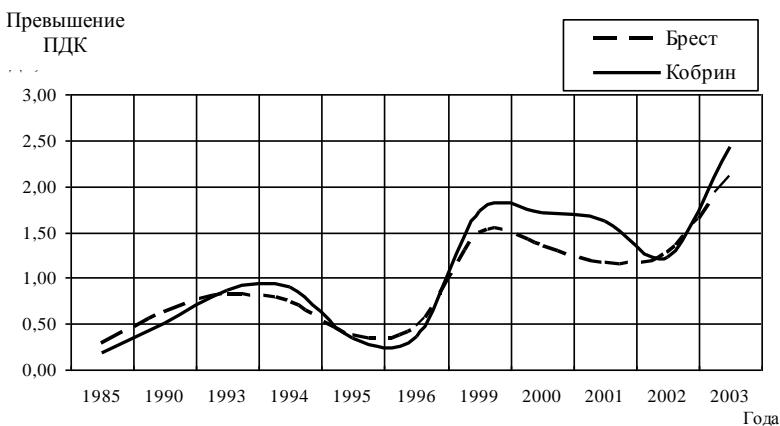


Рис. 4.4. Динамика содержания аммонийного азота в воде р. Мухавец

Результаты комплексных исследований по мониторингу качества воды в р. Мухавец в районе г. Пружаны (в створе до выпуска сточных вод и после выпуска) и в районе г. Кобрин (выше выпуска и ниже выпуска сточных вод) иллюстрируются наиболее характерными графиками колебаний качества воды (рис. 4.5 – 4.7).

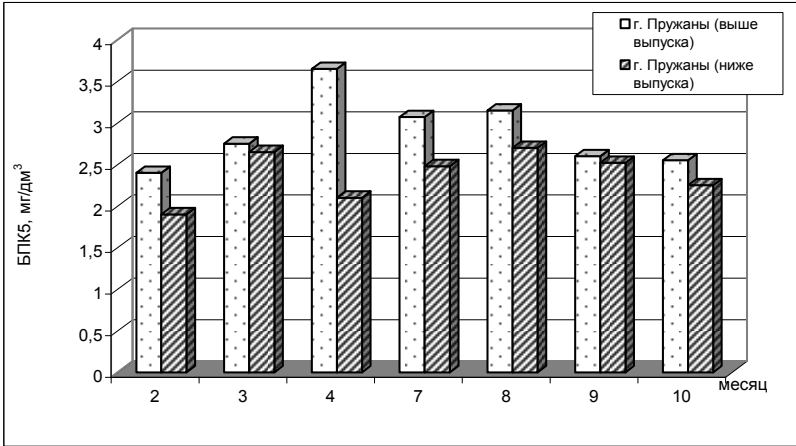
При проведении мониторинга в качестве расчетного принят створ на расстоянии 500 м от выпуска смеси производственных и бытовых сточных вод. Теоретически на этом участке водоема должно восстановиться качество воды соответственно контрольному створу. Практически, как показывают результаты мониторинга, этого не происходит: значения концентраций загрязнений по БПК₅, азоту, в меньшей степени фосфатам, в створах после выпуска выше, чем в створах контрольных.

Представленные на графиках результаты наблюдений за качеством воды в водоемах-приемниках сточных вод показывают, что воздействие их на водоемы весьма существенное. Практически в каждом районном центре, в поселках городского типа в настоящее время работают консервные заводы, скотобойные пункты, молокоперерабатывающие заводы, на которых отсутствуют локальные очистные сооружения.

Так как предприятия не сбрасывают производственные сточные воды непосредственно в водоемы, а осуществляют это через городские очистные сооружения и, следовательно, поступают в водоемы в смеси

с бытовыми сточными водами. По полученной информации можно судить косвенно о степени их влияния.

а)



б)

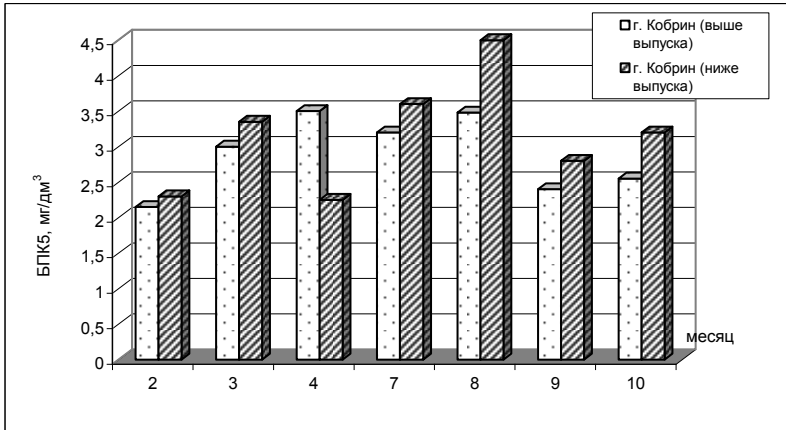


Рис. 4.5. Динамика среднего значения БПК₅ в воде р. Мухавец. Пункты отбора проб: а) Пружаны, б) Кобрин

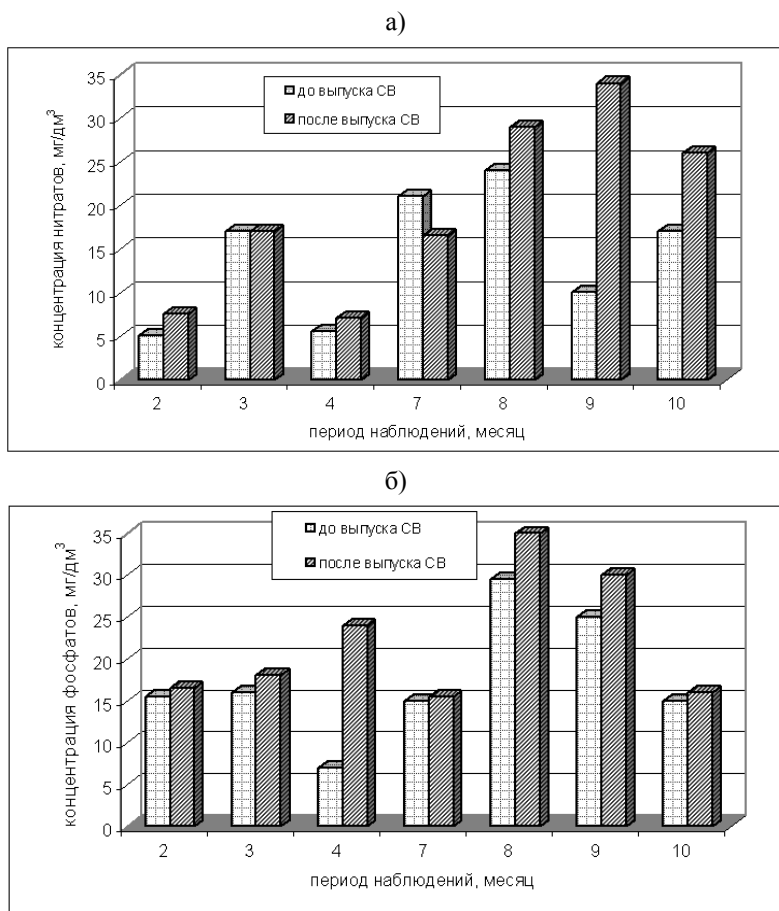
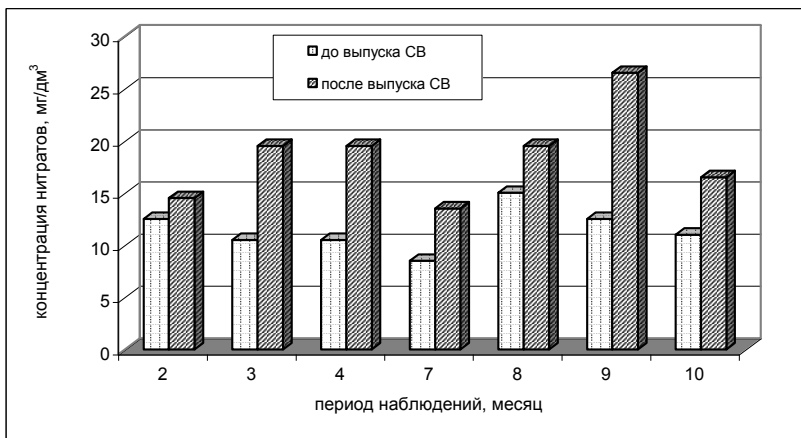


Рис. 4.6. Динамика среднего значения нитратов в воде р. Мухавец. Пункты отбора проб: а) г. Пружаны; б) г. Кобрин

Однако, именно для этой категории стоков характерно наличие больших концентраций биогенных элементов, и, следовательно, роль антропогенного воздействия на водоемы велика, о чем свидетельствует наличие в водоемах нитратов, нитритов, азота аммонийного и фосфатов в концентрациях, превышающих значения ПДК для рассматриваемых категорий водопользования. Причем абсолютно прослеживается закономерность увеличения концентраций этих ингредиентов в створах после выпуска сточных вод. Это объясняется, с учетом теоре-

тических аспектов, закономерностями самоочищения водоемов: последние не справляются с антропогенной нагрузкой и на участках рек до контрольных створов не успевает восстановиться качество воды в водоеме.

а)



б)

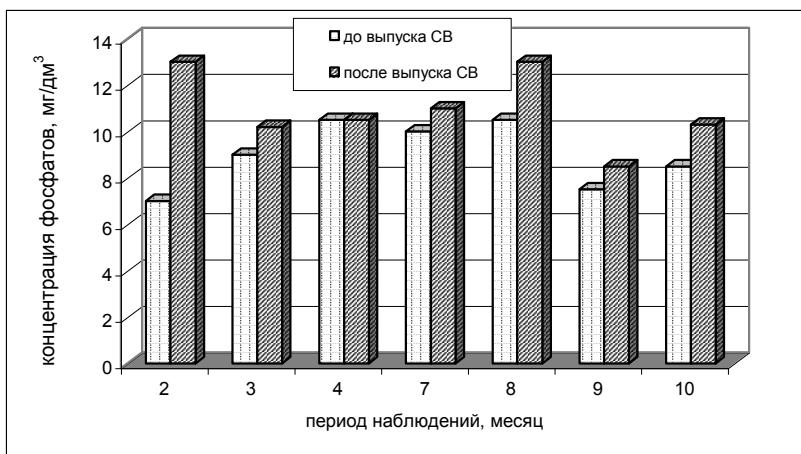


Рис. 4.7. Динамика изменения средних концентраций фосфатов в р. Мухавец: а) Пружаны; б) Кобрин

4.2.3. Динамика количества сбрасываемых загрязнений

Одним из основных видов антропогенных нагрузок, влияющих на качество речного стока, является выпуск в них сточных вод. Сосредоточенный организованный выпуск очищенных городских сточных вод в р. Мухавец осуществляют гг. Пружаны, Кобрин, Жабинка, кроме того, в реку поступают дождевые сточные воды с территорий указанных городов, г. Бреста и других населенных пунктов. На рис. 4.8 представлены данные о количествах сбрасываемых сточных вод в р. Мухавец в период с 1993 по 2003 гг. Как видно из графика, наметилась тенденция к уменьшению сброса сточных вод.

Из общего количества сточных вод, поступающих в р. Мухавец, часть соответствует условиям выпуска и относится к категории нормативно очищенных. На рис. 4.8 представлена динамика изменения объемов этой категории сточных вод, поступающих в реки. Теоретически считается, что их поступление не должно ухудшать качества воды в реке, так как уровень антропогенной нагрузки на водоем в этом случае соответствует его самоочищающей способности.

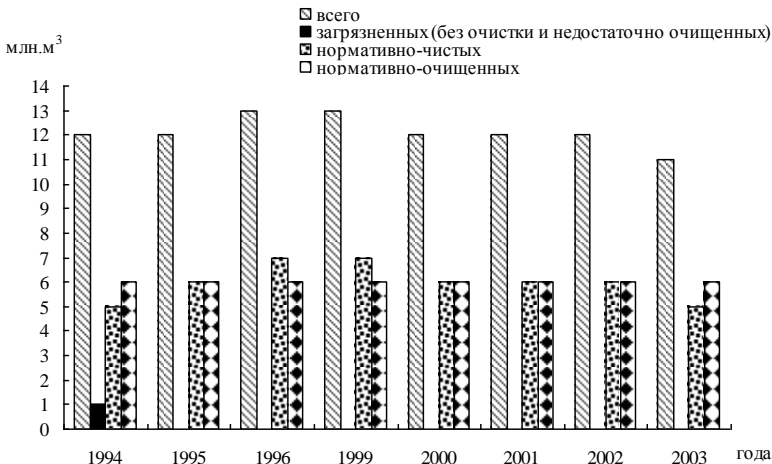


Рис. 4.8. Объемы сточных вод, сбрасываемых в речную сеть Мухавца

Фактически анализ статистических данных показывает, что в р. Мухавец поступают в значительных количествах недостаточно очищенные сточные воды. Причиной тому является неудовлетвори-

тельная работа очистных сооружений, следствием – нарастающее ухудшение качества воды в реках, так как совокупность всех природных процессов, протекающих в водоемах, не способна уже обеспечить восстановление в нем первоначальных свойств и качества.

Проведенный анализ сброса в речную сеть Мухавца загрязняющих веществ со сточными водами показал, что тенденция снижения объемов сбрасываемых вод не дает основания утверждать о снижении количества сбрасываемых загрязняющих веществ.

Динамика объема сброса загрязняющих веществ показана на рис. 4.9. – 4.12.

За весь период наблюдений сброс количества взвешенных веществ не превышал 0,1 тыс. т. Дважды за исследуемый промежуток в 1994 и 2002 гг. отмечен резкий рост сброса органических загрязнений в бассейн. Максимальное количество сброса в реку органических веществ (0,4 тыс. т) отмечено в 2002 году.

Анализ данных о количестве тяжелых металлов, сбрасываемых в водоемы бассейна, показал, что до 1999 г. имела место тенденция роста объемов тяжелых металлов, до 2002 г. было отмечено снижение сброса этого вида загрязнителей, начиная с 2002 г. вновь намечается тенденция увеличения их сброса (рис. 4.10).

Количество сброса нефтепродуктов в речную сеть Мухавца с 1994 по 2003 гг. составляло 0,1 тыс. т в год.

Исследование динамики объемов сброса сульфатов в речную сеть Мухавца показало, что до 1999 г. величина сброса сульфатов была постоянной и составляла 0,2 тыс. тонн в год (рис. 4.11.), пиковое значение за весь период наблюдений было отмечено в 2000 г – 0,3 тыс. т., начало XXI столетия характеризуется постоянной величиной сброса сульфатов, равной 0,1 тыс. т в год.

В отношении азота аммонийного можно сделать вывод о росте величин его сброса в речную сеть Мухавца, начиная с 1993 г. Максимальное количество азота аммонийного поступило в водные объекты в 1996 г. (90 тыс. т), затем постепенно количество сбрасываемого аммонийного азота снижалось и стабилизировалось на уровне 20 тыс. т в год (рис. 4.12.). Начиная с 2003 г. объемы сбрасываемого аммонийного азота вновь стали увеличиваться.

Анализируя ситуацию в целом, можно сказать, что в настоящее время наметилась тенденция снижения количества сбрасываемых сточных вод, в то же время этого нельзя сказать о количестве сбрасы-

ваемых загрязнений в водные объекты. Динамика сброса загрязняющих веществ имеет непостоянный характер, что не позволяет выявить четкой тенденции увеличения или снижения нагрузки на водные объекты. Сказанное свидетельствует о недостаточной эффективной работе очистных сооружений хозяйственно-бытовых и сточных вод, а также ливневой канализации.

4.2.4. Мероприятия по улучшению качества

При разработке мероприятий по снижению антропогенной нагрузки р. Мухавец в расчет необходимо принимать тот факт, что р. Мухавец относится к категории средних рек, которые характеризуются тем, что:

- она является одним из притоков р. Западный Буг;
- в водосборах малых рек размещается большое количество населения, объектов промышленности, сельскохозяйственных земель, что также определяет большое народнохозяйственное значение реки;

- вследствие небольшого стока река весьма чувствительна к таким видам хозяйственной деятельности, проявление которых сказывается на водном режиме территории особенно остро. В числе таких воздействий:

- а) изъятие воды из источников в значительном количестве, а также вся другая хозяйственная деятельность, ведущая к изменению (прежде всего уменьшению) речного стока за год в целом и в меженные периоды;

- б) интенсивный отбор подземных вод, ведущий к осушению больших территорий и уменьшению подземного питания рек, вплоть до его полного исчезновения;

- в) спрямление русл, ведущее к повышению скорости течения воды, снижению глубин и живого сечения, то есть к видимому уменьшению параметров реки;

- г) сброс сточных вод и другие источники загрязнений, что ведет к заметному ухудшению качества воды, ввиду незначительных объемов речной воды для разбавления.

В различных гидрологических условиях перечисленные факторы влияют на качество вод по-разному. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения учитывают это обстоятельство необходимостью оценки их качества при естественном или зарегулированном меженином стоке рек обеспеченностью 95 %.

Проведенный анализ изменения качества воды в реке за последнее десятилетие показал, что наметилась тенденция уменьшения количества сбрасываемых вод, но, несмотря на это, в водах рек увеличилась концентрация загрязнений по таким показателям как БПК₅, азот аммонийный, взвешенные вещества. Делать вывод о том, что единственной причиной дестабилизации между антропогенной нагрузкой и их самоочищающей способностью являются лишь недостаточно очищенные сточные воды, поступающие в реки, было бы ошибочно.

Периодически действующим источником загрязнения вод биогенными веществами являются атмосферные осадки, которые в значительной степени загрязнены и не подвергаются достаточной степени очистки. В настоящее время выпадение загрязняющих веществ из атмосферы за счет глобального и регионального переноса становится существенным фактором загрязнения водных экосистем. Особенности географического положения рек, а также преобладание ветров западного направления способствуют тому, что водотоки загрязняются за счет трансграничного переноса. Основными источниками трансграничного загрязнения воздушного бассейна Беларуси, кроме нее самой, являются Польша и Германия, Украина, Румыния, Венгрия, Болгария. Развитие системы мониторинга за качеством дождевого стока, а также строительство очистных сооружений являются одним из приоритетных направлений в решении проблемы стабилизации качеств воды водотоков.

Проведенный анализ состояния и эффективности работы очистных сооружений, расположенных в бассейнах р. Мухавец показал, что большинство существующих систем очистки работают недостаточно эффективно и требуют реконструкции, а иногда и строительства новых сооружений. Сброс осуществляется по схеме: мелиоративный канал – река. Предполагается, что в мелиоративном канале происходит доочистка сточных вод. Однако для утверждения этого факта требуется изучение гидрологического режима канала и процессов самоочищения, которые в нем проходят. Это позволит в дальнейшем рационально спланировать природоохранные мероприятия в зоне мелиоративных каналов и обеспечить более полную доочистку сточных вод.

Из возможных мероприятий по снижению антропогенной нагрузки следует выделить обеспечение нормальной работы гидроузлов, расположенных на реках. Западная часть р. Мухавец протяженностью 64 км

(от г. Кобрин до г. Брест) зарегулирована и является составной частью Днепровско-Бугского канала.

Каждый гидроузел состоит из судоходного шлюза, обводного канала и вкладывающейся или разборной в периоды половодий водопропускной плотины. Водопропускная плотина и обводной канал служат как для поддержания необходимых глубин воды канала в периоды летней межени, так и сброса через гидроузел в периоды половодий и паводков. Гидроузлы способствуют улучшению качества воды (осветление в периоды межени, разбавление в периоды высоких вод, реэрация, во время сброса вод), оказывая положительное влияние на состояние реки.

Сейчас довольно часто высказывается мнение, что интенсификация сельскохозяйственного производства может привести к эвтрофированию рек. Основание для таких опасений – тенденция роста концентрации соединений азота и фосфора в речных водах. Предотвратить вынос биогенных веществ поверхностным и дренажным стоком сложно из-за рассредоточенности источников и больших объемов поступающих с сельхозугодий вод.

Меры, направленные на снижение содержания биогенных веществ, можно разделить на три группы. Противоэрозионная организация территории (состав, соотношение и размещение различных сельхозугодий, полей севооборотов, полевых защитных лесополос и т. д.); введение почвозащитных и сидеральных севооборотов, залужение склонов; агротехнические, луго- и лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия и борьба с оврагами; снижение до возможного минимума применения удобрений осенью и т. д.; формирование севооборотов, обеспечивающих эффективное использование самоочищающей способности мелиоративной и речной сети; организация режима шлюзования с постепенным сбросом возвратных вод; устройство водоохраных зон и полос; регулирование стока реки с целью разбавления поступивших с сельхозугодий загрязнений; использование высшей водной растительности и биопоглопителей.

4.3. Качество подземных вод

Подземная гидросфера бассейна р. Мухавец, как и всей земной суши, занимает нижнюю часть окружающей среды. Она находится во взаимосвязи с другими природными экологическими системами: атмосферой, почвами, поверхностными водами, литосферой. При этом

наиболее тесная связь наблюдается с поверхностными водотоками и водоемами, атмосферой и литосферой.

Литосфера, сложенная чередующимися между собой водопроницаемыми и водоупорными породами, служитместилищем (коллектором) подземных вод, атмосферные осадки – основным источником их пополнения. Почвы вместе с зоной аэрации выполняют роль транспортногупути для инфильтрующихся атмосферных осадков, которые попутно «прихватывают» с собой растворимые химические вещества и доставляют их сначала в грунтовые, а вместе с ними и в межпластовые воды. Поверхностные водотоки и водоемы – это области разгрузки подземных вод в течение большей части годового цикла. И только в периоды весеннего половодья (или весьма интенсивных дождей) кратковременно наблюдается обратный процесс – поступление поверхностных вод в подземную гидросферу в ее прибрежных зонах.

Естественно, что химические вещества, в том числе и экологически опасные, могут попадать в подземные воды из атмосферы, с поверхности земли, из почв и зоны аэрации, а также посредством выщелачивания из водосодержащих горных пород. Поэтому любые процессы и явления, образующие химические вещества на земной поверхности или в атмосфере, могут в той или иной степени достигать подземной гидросферы.

Обогащаясь различными компонентами и занимая нижнюю нишу окружающей среды, подземная гидросфера служит лакмусовой бумажкой, свидетельствующей о степени химического благополучия на земной поверхности.

Экологическое состояние подземных вод представляет собой результат сложнейших взаимоотношений подземных вод с природными экосистемами, которые претерпевают, как и сами подземные воды, различные трансформации под воздействием хозяйственной деятельности человека. Оно формируется под влиянием различных факторов, которые можно подразделить на две основные группы: естественные и техногенные.

Главной составляющей экологического состояния пресных подземных вод, как основного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, служит их качество и, в первую очередь, пригодность для питьевых целей. Человеческий организм почти на 80 % состоит из воды, запасы которой постоянно необходимо пополнять. По-

этому от ее качества и количества зависят условия жизни людей, их физическое состояние и здоровье.

Под воздействием природных факторов в процессе длительной геологической истории в бассейне р. Мухавец сформировались пресные и минерализованные подземные воды. Пресные подземные воды в естественном залегании без учета техногенного воздействия характеризуются гидрокарбонатным магниево-кальциевым или кальциевым составом и невысоким ($0,1 - 0,2 \text{ г/дм}^3$) суммарным содержанием солей. По большинству показателей они пригодны для питьевых целей. Исключение составляют высокие (до $2 - 3 \text{ мг/дм}^3$) концентрации железа, иногда марганца (до $0,2 \text{ мг/дм}^3$) и низкие (до $0,2 - 0,3 \text{ мг/дм}^3$) фтора. При этом ПДК этих веществ в питьевой воде установлены для железа – $0,3 \text{ мг/дм}^3$, марганца – $0,1 \text{ мг/дм}^3$, а оптимальное содержание фтора – $1,5 \text{ мг/дм}^3$.

В гидрогеологическом разрезе Брестской впадины преобладают пресные подземные воды. Минерализованные занимают нижнюю часть гидрогеологического разреза. В пределах Луковско-Ратновского горста и Вольнской моноклинали, в южной части территории, кровля фундамента залегает неглубоко ($0,5 - 1,7 \text{ км}$), они вскрываются буровыми скважинами на глубинах 288 м и более. Минерализованные воды в естественном залегании характеризуются устойчивым природным качеством. Они защищены всей вышележащей толщей водопроницаемых и водоупорных пород и, в особенности, региональным водоупором из вулканогенных пород ратайчицкого комплекса венда. Загрязнение с поверхности земли в минерализованные воды может проникнуть только через буровые скважины при нарушении технологии их сооружения, эксплуатации и ликвидации. Поэтому ниже весь комплекс рассматриваемых аспектов относится к пресным подземным водам.

Техногенные факторы, влияющие на подземную гидросферу, отличаются значительным разнообразием и различной интенсивностью. Все они в той или иной степени связаны с хозяйственной деятельностью человека, которая, хотя и возникла давно, длительное время не оказывала заметного влияния на окружающую среду. Даже в первую половину двадцатого столетия наблюдались единичные случаи повышенного содержания (до 30 мг/дм^3) нитратов в воде шахтных колодцев, реже – водозаборных скважин в городах (например, Полоцк, Борисов и др.) с преимущественно индивидуальной плотной застройкой сельского типа. И только в послевоенный период быстрого техниче-

ского прогресса, индустриализации промышленного производства и химизации сельского хозяйства техногенная нагрузка на природные экосистемы начала быстро возрастать и достигла своего апогея к 80-90-м годам прошлого столетия. Отдельными государствами и международным сообществом в целом были приняты экстренные природоохранные меры, что позволило значительно ослабить техногенный пресс.

В настоящее время на подземную гидросферу бассейна Мухавца оказывают вредное воздействие промышленные предприятия посредством выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сбросом недостаточно очищенных (реже неочищенных) стоков в поверхностные водоемы и водотоки непосредственно и в подземные воды через отстойники, поля фильтрации, на сельскохозяйственных полях орошения, а также в результате утечек из систем и сооружений водоотведения. Складирование твердых отходов с нарушением нормативных требований также приводит к образованию очагов загрязнения. Эти факторы (выбросы, сбросы, отходы) воздействует на все природные экосистемы, которые в результате взаимодействия с подземной гидросферой насыщают ее различными веществами.

Загрязнение атмосферы может происходить как за счет местных источников, так и посредством трансграничного переноса из других районов республики с востока, севера и юга, а также зарубежных стран с запада (Польши, Германии и др.) и с юга (Украины). Влияние трансграничного переноса из Российской Федерации можно предположить незначительным не только вследствие удаленности ее территории, но и из-за преобладания сельскохозяйственного производства в ее западных и северо-западных областях.

Накопление в атмосфере различных химических веществ в результате выбросов «своих» и зарубежных предприятий обуславливает начальный этап загрязнения подземных вод посредством обогащения ими водяных паров, которые, конденсируясь, образуют атмосферные осадки, минерализация которых достигает 30 – 40 мг/дм³.

Влияние почв на подземные воды может проявляться в двух аспектах. С одной стороны, почвы могут абсорбировать часть веществ из инфильтрующихся через них атмосферных осадки и затем «передать» растениям. С другой стороны, при значительном их накоплении загрязнять инфильтрационные воды. При этом источниками загрязнения почв могут служить выбросы ближайших предприятий, трансгра-

ничный перенос, минеральные и органические удобрения, различные средства защиты растений, отходы животноводства и т. д.

Влияние литосферы на подземные воды обусловлено их тесным взаимодействием. По аналогии с почвами и зоной аэрации химические вещества могут абсорбироваться глинистыми породами и выщелачиваться из горных пород. При этом за пределами зоны влияния техногенного загрязнения эти процессы имеют природное происхождение и формируют естественный гидрогеохимический фон подземных вод.

Поверхностные и подземные воды изначально объединяет общий источник питания – атмосферные осадки. В естественном залегании они также тесно взаимосвязаны, в том числе гидродинамически и гидростатически. Поверхностные водотоки и, в большинстве случаев, водоемы служат областью разгрузки подземных вод. Потоки грунтовых вод, также как и поверхностный сток, направлены от водораздельных пространств в понижения рельефа и далее, в речные долины и озерные котлованы. Межпластовые пресные воды также дренируются речной сетью в зависимости от глубины залегания водоносных горизонтов и величины базиса эрозии.

В отдельных случаях загрязнение подземных вод может достигать поверхностных. Обратное явление может наблюдаться в периоды весеннего половодья, когда подъем речных вод опережает повышение уровней подземных в прибрежных зонах и происходит фильтрация поверхностных вод в подземные. При отборе подземных вод вблизи поверхностных водоемов и водотоков также будет постоянно наблюдаться их пополнение за счет поверхностных. И загрязненные воды из рек и водоемов будут поступать в водозаборные сооружения.

Техногенное воздействие на подземную гидросферу относится, как правило, к поверхностному типу загрязнения, в отличие от подземного, когда в силу различных причин в пресные подземные воды могут подтягиваться ниже залегающие минерализованные воды. Вещества-загрязнители при поверхностном типе загрязнения могут быть различного происхождения в зависимости от типа источника и представлены различными химическими неорганическими и органическими соединениями, микроэлементами, различными микроорганизмами и т.д. Ниже приводится характеристика основных источников загрязнения подземной гидросферы на примере Брестского района.

Основные источники загрязнения подземных вод

Источники загрязнения подземных вод Брестского района отличаются значительным разнообразием. По своему происхождению и характеру воздействия на окружающую среду их можно подразделить на следующие 4 группы: промышленные, сельскохозяйственные, коммунально-бытовые и специальные.

Промышленные источники включают различные предприятия машиностроения, электротехнической промышленности, бытовой химии, строительной индустрии, текстильной и пищевой промышленности, автомобильного и железнодорожного транспорта, коммунального хозяйства. Большинство из них расположены в Бресте. Среди них заводы: газовой аппаратуры, машиностроительный, электротехнический, электроламповый, бытовой химии, ликеро-водочный, пивоваренный, консервный, ОАО «Металлист», комбинаты хлебопродуктов, молочный и мясной, фабрики мебельная и сувениров, ОАО «Ковры Бреста», комбинат стройматериалов и завод железобетонных изделий, локомотивные и вагонные депо, дистанции погрузочно-разгрузочных работ, гражданских сооружений и сигнализации и связи, РУП «Дорстроймонтажтрест» Белорусской железной дороги, ТЭЦ, КУП ВКХ «Водоканал», Брестское ЖКХ и др.

Выбросы промышленных предприятий изначально загрязняют атмосферный воздух. Затем, в зависимости от розы ветров, рассеиваются вокруг них и оседают на земную поверхность, загрязняя почвы и биоту. При этом концентрации выпадающих веществ убывают с удалением от источников. Часть осевших загрязнителей накапливается в растительности. Основным проводником загрязняющих веществ в подземные и поверхностные воды из атмосферы, с поверхности земли и почв служат атмосферные осадки.

Количество и химический состав основных веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, контролируются и учитываются. В выбросах предприятий Бреста за 2003 г. газообразные и жидкие вещества составляют 86,5 %, твердые – 13,5 %. По химическому составу газообразные и жидкие вещества представлены оксидом углерода (CO) – 42,3 %, диоксидом серы (SO₂) – 12,1 %, диоксидом азота (NO₂) – 20,8 %, ЛОС – 9 %, углеводородами – 0,1 % и прочими – 2,3 %. Суммарная величина выбросов за последние четыре года стабилизировалась на уровне 2,6 – 2,8 тыс. т.

В процессе рассеивания выбросов концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе резко убывает за пределами городской территории и в сельской местности, как правило, не превышает ПДК. Вместе с тем, длительное воздействие выбросов предприятий может обусловить повышенное загрязнение почв и фитоценозов на отдельных участках района.

В этой связи интерес представляют результаты оценки химического загрязнения почв, а также лесов Брестского района, произведенной РУП «Бел НИЦ «Экология», соответственно, обусловленные преимущественно выбросами.

В целом, территория Брестского района по содержанию в почвах ванадия, марганца, меди, никеля, а также на большей ее части свинца и цинка относится к низкой категории (до 1,0 ПДК). В единичных случаях отмечаются повышенные концентрации свинца (1,1 – 4,7 ПДК).

По суммарному содержанию экзогенных веществ (показатель Z_c) почвы южной части района относятся к незагрязненным. В северной, восточной и центральной частях установлены отдельные слабозагрязненные участки. К загрязненным относятся почвы у д. Подлесье Каменецкое и опасной категории – у д. Большие Радваничи.

Для подземных вод, питающихся преимущественно инфильтрацией атмосферных осадков через почву, уровень их загрязнения имеет важное значение. Это обусловлено тем фактором, что миграция веществ-загрязнителей из почв наступает только при достижении ими определенных концентраций. Способность экзогенных химических веществ (ЭХВ) мигрировать из почвы в грунтовые воды и поверхностные водотоки и водоемы характеризуется миграционным водным показателем. Для Брестского района его величина превышает фактическое содержание и загрязнение грунтовых вод маловероятно. Исключение составляет место отбора пробы у д. Большие Радваничи.

В пределах лесных массивов источниками загрязнения подземных вод могут быть загрязненные почвы, а также лесная подстилка, мхи, ягоды. На значительной части Брестского района установлено увеличение концентраций свинца и титана в почве; свинца и ванадия в подстилке; свинца, хрома, меди, цинка и ванадия в зеленых мхах, а также свинца, хрома, ванадия и никеля в коре сосны. В целом, отмечается невысокая степень загрязнения с превышением фоновых значений. На отдельных участках в северо-восточной части района (дд. Няневичи-Витошки) и к востоку от д. Рогозно отмечается повышенный

уровень загрязнения лесов. Ученые полагают, что основным источником загрязнения лесов Брестского района служат крупные города и городские поселки, расположенные как на территории, так и вблизи его административных границ.

Очевидно, что все вышесказанное соответствует штатному режиму работы промышленных предприятий. При аварийных и катастрофических ситуациях последствия могут быть непредсказуемы.

Производственные сточные воды, образующиеся на промышленных предприятиях, насыщены до весьма высоких концентраций различными химическими веществами. Среди них медь, цинк, хром, железо, кадмий и др. Они представляют наибольшую угрозу водным ресурсам.

Загрязнителем подземных вод могут служить ливневые воды, образующиеся на территории промышленных и других предприятий в период дождей. В сельской местности наиболее опасны ливневые стоки с территории животноводческих комплексов и ферм, а также машинно-тракторных дворов. Как правило, сельскохозяйственные предприятия не имеют дождевой канализации, и различные растворимые вещества, находящиеся на поверхности их территории, обогащают атмосферные осадки, которые с последующей инфильтрацией доставляют их в подземные воды. Выполняемая в республике программа по наведению порядка на земле способствует также содержанию в чистоте территорий предприятий, что значительно снижает поступление загрязнений в подземные воды.

Влияние загрязненных ливневых стоков с территории Бреста на подземные воды прилегающих участков сельского района неоднозначно. Большинство крупных предприятий города имеют ливневую канализацию, и ливневые стоки отводятся в р. Мухавец (18 выпусков). Вместе с тем несколько участков дождевой канализации заканчиваются выпусками в ближайшую гидромелиоративную сеть в бассейне р. Лесная (5 выпусков) или в пойму (в рельеф) р. Западный Буг (3 выпуска). В первом случае загрязнение подземных вод возможно в результате утечек из ливневой канализации, а последнем после выпуска ливневые стоки беспрепятственно фильтруются в грунтовые воды.

Твердые промышленные и бытовые отходы могут загрязнять подземные воды при их хранении на земной поверхности или в недрах. В первом случае отходы подвергаются выщелачиванию со стороны атмосферных осадков, во втором – инфильтрационными водами, иногда

грунтовыми (в результате подтопления в период подъема уровней подземных вод в весеннее половодье). Наиболее крупные загрязнители подземных вод этого типа – действующий полигон ТБО г. Брест, расположенный за пределами Брестского района у д. Струга Малоритского района, погребенный полигон ТБО города, функционировавший до 1980 г. и совмещенный затем с захоронением непригодных пестицидов, расположенный между дд. Бернады, Котельня-Боярская и Митьки, а также иловые площадки городских очистных сооружений.

С предприятиями и организациями города связан и уникальный источник загрязнения подземных вод – садоводческие товарищества. Их характеристика приведена ниже.

Сельскохозяйственные источники загрязнения подземных вод представлены растениеводством и животноводством. Как известно, выращивание различных сельскохозяйственных культур связано с внесением в почвы минеральных и органических удобрений. Для подземной гидросферы они представляют собой загрязнители, которые растворяются атмосферными осадками и вместе с ними поступают в подземные воды. Состав минеральных удобрений известен – это калий, фосфор и азот, вносимое в почвы их количество и регламент устанавливаются агрономической службой и контролируются управлением сельхозпрода райисполкома. Количество вносимых органических удобрений, основной составляющей которых является азот, также учитывается как в хозяйствах, так и райсельхозпроде. В качестве удобрений используют и доломитовую муку, применяемую для нейтрализации кислых почв. Сведения о количестве вносимых удобрений в целом по Брестскому району с 1990 г. по данным райсельхозпрода приведены в табл. 4.6.

Объявленная в Советском Союзе в 1963 г. химизация сельского хозяйства постепенно, но неуклонно предусматривала рост количества вносимых удобрений. К 90-м годам в пределах республики в среднем норма их внесения составляла около 300 кг/га. Данные таблицы свидетельствуют о том, что в 1990 г. в Брестском районе в пределах пашни было внесено 301 кг/га. С началом спада производства доза внесения удобрений уменьшилась до 98 кг/га в 1995 г. Затем наблюдался постепенный рост, и в 2004 г. доза внесения удобрений достигла 234 кг/га, что составило около 75 % по отношению к уровню 1990 г. Следует подчеркнуть, что на других сельскохозяйственных угодьях (сенокосы,

пастбища) количество вносимых удобрений существенно меньше по сравнению с пашней.

Таблица 4.6. Сведения о внесении минеральных и органических удобрений на пашню по Брестскому району в 1990 – 2004 гг.

Год	Количество вносимых минеральных удобрений, кг/га	Количество вносимых органических удобрений, кг/га	Известкование кислых почв	
			площадь, га	доза доломитовой муки, т/га
1990	301	16,5	6306	4,2
1991	300	15,9	5479	5,1
1992	274	15,4	5000	4,4
1993	269	14,4	5015	4,2
1994	153	14,1	4559	4,0
1995	98	12,0	4200	4,8
1996	130	11,6	3512	3,9
1997	173	10,8	2202	3,9
1998	189	12,4	703	3,8
1999	214	11,2	1601	5,1
2000	242	9,3	2500	4,1
2001	219	8,8	3400	3,9
2002	230	8,6	4500	4,0
2003	229	7,8	3204	4,8
2004	234	6,6	2742	3,8

Аналогичная ситуация наблюдалась и в отношении органических удобрений. Достигнутый к 1990 г. объем органических удобрений 16,5 т/га снижался значительно медленнее (в среднем 3 – 4 % в год), чем у минеральных удобрений. За исключением небольшого увеличения в 1998 г. снижение объемов этого вида удобрений продолжается. В 2004 г. было внесено всего 6,6 т/га органики, что в 2,5 раза меньше, чем в 1990 г. Одной из причин такого снижения служит значительное уменьшение поголовья скота в хозяйствах, как района, так и республики в целом.

Доломитовая мука по сравнению с удобрениями не является опасным загрязнителем подземных вод. Как отмечалось выше, в пределах района карбонатные породы (известняки оксфорда и песчистый мел мергельно-меловой толщи) служат коллектором пресных подземных вод, и формирование общей жесткости воды определяется небольшой растворимостью карбонатов. Ее величина при эксплуатации оксфордского

водоносного горизонта не превышает 4 – 5 мг-экв/дм³, что ниже установленного ПДК (7,0 мг-экв/дм³) для питьевых вод. Поэтому влияние доломитовой муки на изменение качества подземных вод может быть незначительным.

Минеральные и органические удобрения являются загрязнителями прямого действия. Они легко растворяются в воде и переносятся поверхностным стоком в водотоки и водоемы, а посредством инфильтрации – в подземную гидросферу. Особенно значительный экологический ущерб окружающей среде (особенно животному миру) приносит авиационный способ их внесения, когда пылевидные облака покрывают не только сельхозугодья, но и прилегающие леса и водоохранные зоны больших и малых рек. Противостоять этому можно только строгим соблюдением регламента внесения удобрений, определяющим их количество и сроки внесения. В этом случае почти весь объем внесенных удобрений возвращается из почвы с урожаем.

В результате многолетних наблюдений установлено, что суммарное воздействие всех видов удобрений на подземные воды в пределах пашни, где установлены наибольшие дозы, относительно невелико и соответствует среднему уровню. При этом концентрации основного загрязнителя – нитратов – не превышают 25 – 30 мг/дм³ (при ПДК=45 мг/дм³).

Относительно невысокий уровень загрязнения подземных вод в пределах сельскохозяйственных угодий возможен только при условии соблюдения не только регламента внесения удобрений, но и установленных правил их транспортировки и хранения. В практике гидрогеологических исследований имели место случаи, когда «забытые» на пашне небольшие количества удобрений увеличивали минерализацию грунтовых вод до 3 – 4 г/дм³ вместо 0,1 – 0,2 г/дм³ при естественном гидрохимическом фоне.

Сельскохозяйственные угодья, используемые под растениеводство, занимают значительные площади, особенно в северной части района. Их доля достигает 42,8 % от общей его территории. Поэтому воздействию удобрений подземные воды подвергаются на значительных пространствах.

Современное сельскохозяйственное растениеводство невозможно без применения пестицидов. Под этим термином объединены многочисленные химические и биологические средства защиты растений, которые подразделяются на крупные классы: инсектоакарициды, фун-

гициды, гербициды, протравители и др. Их номенклатура превышает 150 наименований.

По данным Брестской районной станции защиты растений, пестицидная нагрузка на пашню в 2003 г. составила в среднем по району 3,17 кг (табл. 4.7).

Общее количество израсходованных пестицидов в 2003 г. составило 121,5 т. При этом более половины (83,8 т) приходится на гербициды.

В последние годы запрещены к применению хлорорганические, фосфорорганические и симазин-триазиновые ядохимикаты, многие из которых относились ко II классу опасности или к стойким органическим загрязнителям (СОЗ). Среди них гексохлоран, гранозан и др. Теперь используются современные средства защиты растений, приобретаемые в странах дальнего зарубежья. Их биологическая активность не превышает продолжительности вегетационного периода. Поэтому они не рассматриваются как загрязнители подземных вод.

Таблица 4.7. Пестицидная нагрузка (без биопрепаратов) на пашню Брестского района в 2003 г.

Пашня, га	Инсектоакарициды		Фунгициды и протравители		Гербициды	
	израсх., кг	кг/га	израсх., кг	кг/га	израсх., кг	кг/га
38284	38284,307	0,1	20416,65	0,53	83809,694	2,19

продолжение табл. 4.7

Прочие препараты		Всего пестицидов	
израсх., кг	кг/га	израсх., кг	кг/га
13415,2	0,35	121465,851	3,17

Сохранившиеся в некоторых хозяйствах «старые пестициды» необходимо до утилизации хранить в складах, исключая миграцию в окружающую среду и производить экологический контроль.

В отличие от растениеводства животноводческая отрасль занимает значительно меньшую площадь, включающую территории животноводческих ферм и комплексов. А также поля орошения животноводческими стоками. Но их воздействие на окружающую среду значительно интенсивнее и практически постоянно. Наибольшую опасность для подземной гидросферы представляют места содержания скота и складирование навоза без противодиффузионных экранов, загрязненные навозом территории ферм и зоны санитарной охраны водозаборных

скважин. Растворимые вещества, содержащиеся в навозе, и, в первую очередь, азотистые соединения, обогащают выпадающие атмосферные осадки и переносятся поверхностным и подземным стоком на значительные расстояния и глубину, загрязняя как подземные, так и поверхностные воды.

Благоустройство территорий животноводческих объектов, обеспечение их типовыми навозохранилищами и выполнение государственной программы по наведению порядка на земле позволит в значительной степени снизить величину поверхностного загрязнения водных ресурсов в целом.

Наиболее многочисленны *коммунально-бытовые источники* загрязнения подземных вод. Они расположены преимущественно в местах проживания людей, вблизи которых (нередко в их пределах) сооружены водозаборы питьевых вод, представляющие прямую угрозу здоровью людей. К ним относятся сельские населенные пункты, садоводческие товарищества. А также системы водоотведения и очистки сточных вод. При этом в пределах деревень и в меньшей степени садоводческих товариществ коммунально-бытовое воздействие на подземную гидросферу проявляется совместно с сельскохозяйственным. Отсутствие централизованной канализации большинства деревень обуславливает выпуск сбросов в непосредственной близости от жилья, использование дворовых уборных без септиков. В то же время на приусадебных участках, примыкающих к застройке, вносится неконтролируемое количество удобрений. Места содержания домашних животных не имеют противofильтрационных экранов. Нередко можно видеть сараи, обложенные снаружи навозом. При централизованной канализации деревень загрязнение подземных вод возможно за счет утечек сточных вод из систем водоотведения (особенно безнапорных), а также их фильтрации из простейших систем водоочистки (отстойников, полей фильтрации и т. п.).

На садоводческих товариществах аналогичная ситуация. Здесь только не содержится домашний скот. Главный источник загрязнения в их пределах – органические и минеральные удобрения, вносимые непрофессионально и без контроля.

Специальные источники загрязнения включают транспортные коммуникации, военные базы. Брестский район отличается густой сетью железных и автомобильных, с твердым покрытием, дорог. Загрязнителями окружающей среды являются передвижные источники – легко-

вые и грузовые автомобили, тепловозы с дизельными двигателями. Образующиеся при движении транспорта выхлопные газы обогащены тяжелыми металлами и, в первую очередь, свинцом, которые оседают вдоль дорог, загрязняя почвы, а в некоторых случаях и подземные воды. Кроме этого, автомобильный транспорт может служить переносчиком радионуклидов (на колесах) из зон радиационного загрязнения от Чернобыльской АЭС.

Все перечисленные источники поверхностного загрязнения подземной гидросферы воздействуют на ней комплексно или с преобладанием одного или нескольких. В зависимости от генезиса загрязнителей, их устойчивости, длительности нахождения в подземных водах, а также характера влияния на здоровье людей поверхностное загрязнение в районе подразделяется на химическое и микробиологическое.

Химическое загрязнение

Под химическим загрязнением подземных вод следует понимать увеличение в них по сравнению с природным (техногенным) гидрохимическим фоном концентраций одного или нескольких химических веществ, а также их суммы или появление новых. При этом природное содержание отдельных веществ (железо, марганец, фтор), не соответствующее установленным нормам ПДК для питьевых вод, не является загрязнением. Если же их концентрации превышают природный фон, то величина загрязнения составляет разницу между ними.

Как уже отмечалось, химические вещества техногенного генезиса проникают в подземную гидросферу вместе с инфильтрацией атмосферных осадков. Первоначально они попадают в верхний водоносный горизонт, представленный на большей части района грунтовыми водами, и только в северной части в пределах Прибужской равнины на участках выхода днепровской морены на земную поверхность водами спорадического распространения в песчаных линзах и прослоях моренных супесей и суглинков. Большая часть загрязнителей «оседает» в грунтовых водах. В залегающие ниже водоносные горизонты они проникают вместе с грунтовыми водами. Нетрудно видеть, что при таком механизме наиболее высокая степень загрязнения у первого от поверхности водоносного горизонта. Результаты аналитических исследований подтверждают вывод о том, что уровень загрязнения подземных вод снижается с увеличением глубины залегания водовмещающих пород. Это происходит не только в результате очевидного разбавления,

но и адсорбции загрязнителей водоупорными, преимущественно глинистыми породами, разделяющими водоносные горизонты. Поэтому характеристикой экологического состояния грунтовых и межпластовых вод приводится ниже раздельно.

Грунтовые воды

Грунтовые воды на большей части Брестского района залегают на небольших (1 – 3 м) глубинах, не имеют естественной защищенности и поэтому очень уязвимы. Продолжительность просачивания через маломощную зону аэрации незначительна (коэффициенты фильтрации мелкозернистых песков 3 – 5 м/сут), и загрязнение менее чем через сутки попадает в водоносный горизонт. Поэтому очень важно не оставлять источники загрязнения без контроля даже на короткий срок.

Собранный и систематизированный в процессе исследований обширный фактический материал позволяет зонировать территорию района по степени загрязнения грунтовых или спорадических вод, залегающих первыми от земной поверхности. При этом в качестве эталона для сравнения приняты ПДК, установленные для питьевых вод. Результаты большинства аналитических исследований содержат данные о концентрациях наиболее распространенных загрязнителей, в первую очередь, азотистых соединений, а также хлоридов. Сульфатов, железа, марганца, фтора. В качестве картируемого показателя выбрана концентрация нитратов, как наиболее устойчивой формой азота, отличающейся значительными изменениями по простиранию. В результате анализа лабораторных данных территория района зонирована на участки с низкой, средней, периодически высокой и высокой степенью загрязнения.

К низкой степени загрязнения отнесены участки, в пределах которых концентрации химических веществ соответствуют естественному гидрохимическому фону или незначительно превышают его. Верхним пределом такого превышения принята величина, равная 0,1 ПДК. Такие участки характеризуются практически отсутствием хозяйственной деятельности, а также источников загрязнения. Это в основном лесные массивы, занимающие большую часть южной половины района, а также не используемые в сельскохозяйственном производстве земли. В таких местах при существующих экологических условиях целесообразно располагать водозаборы подземных вод. Общая часть зоны с

низким уровнем загрязнения составляет 45,0 % от всей территории района.

Средняя степень загрязнения характеризуется концентрацией загрязняющих веществ, превышающий природный гидрохимический фон, но не достигает ПДК для питьевых вод. Экстремальные пределы приняты от 0,1 до 1,0 ПДК включительно. Средний уровень характерен для большей части сельскохозяйственных угодий. Он также установлен в следующих населенных пунктах. К ним относятся: Аркадия, Вычулки, Збируги, Подлесье Радваничское, Старые Задворцы.

Частные значения содержания нитратов в грунтовых водах этих деревень изменяются от 3,5 до 41,3 мг/дм³ (преимущественно 9,2 – 30,9 мг/дм³), а среднеарифметические от 4,7 до 38,2 мг/дм³. Площадь участков со средним уровнем загрязнения составляет около 44 %.

При *периодически высокой степени* загрязнения грунтовых вод наблюдается чередование среднего и высокого уровня во времени или по простиранию при одновременном опробовании. Для таких участков характерен неустановившийся характер техногенного воздействия, и в зависимости от его интенсивности происходят колебания концентраций загрязнителей около их ПДК.

Периодически высоким уровнем загрязнения грунтовых вод характеризуются территории большинства контролируемых сельских населенных пунктов. К ним относятся деревни, а именно: Большие Косичи, Большие Радваничи, Братылово, Буяки, Гершоны, Малые Радваничи, п. Мухавец, Смолин, Тельмы-1, Франополь, Хабы, Шебрин, Ямно.

Концентрации нитратов в грунтовых водах этой зоны в целом изменяются в очень широких пределах от 1,0 (д. Гершоны) до 506,0 (Шебрин) мг/дм³. Высокие их разовые значения наблюдались также (мг/дм³) в д. Большие Радваничи (203,0), Малые Радваничи (269,0), п. Мухавец (384,0), Хабы (299,0), Ямно (304,0).

Средние значения содержания нитратов превышают ПДК в большинстве перечисленных населенных пунктов. При этом их величина достигает 178 мг/дм³, что свидетельствует о преобладании высокого уровня загрязнения.

Высокая степень загрязнения грунтовых вод характеризуется постоянным превышением ПДК фактических концентраций во всех пробах. Это свидетельствует о наступлении устойчивой фазы высокого загрязнения грунтовых вод на всей территории сельского населенного пункта и формировании единой загрязненной линзы. Высокий уровень

нитратного загрязнения установлен в деревнях: Бердичи, Заболотье, Закий, Каменица-Журавецкая, Гершоны, Подлесье-Каменецкое, Харитоны.

Как уже отмечалось, в Брестском районе организовано 277 садоводческих товариществ. Они занимают 2063,3 га пашни. На большинстве из них возделываются различные культуры, преимущественно овощные. Систематические наблюдения за качеством грунтовых вод не производятся. Сохранились разовые определения качества вод преимущественно по жалобам. Так, в коллективном саду у д. Каменица-Журавецкая в 1995 г. содержание нитратов в воде 2 шахтных колодцев составляло 144 и 617 мг/дм³.

Учитывая индивидуальный характер землепользования и ведения сельскохозяйственного производства, следует ожидать пестрой по величине техногенной нагрузки. Поэтому уровень загрязнения грунтовых вод на смежных участках может быть различным. Приблизительно он оценивается как периодически высокий. Учитывая сложность экологической обстановки, целесообразно в недалеком будущем провести их комплексные экологические исследования и оценить состояние почв, рациональность их использования, обращение с отходами детально изучить системы водоснабжения и водоотведения, а также качество используемых вод.

В целом, подземная гидросфера Брестского района, как и всего бассейна р. Мухавец требует в 1-ю очередь защиты от поверхностного загрязнения. Для этого следует для каждого административного района разработать комплекс экологоориентированных мероприятий.

5. ОСВОЕННОСТЬ БАССЕЙНА Р. МУХАВЕЦ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

5.1. История заселения. Население и населенные пункты

Территория бассейна р. Мухавец относится к региону, который начал заселяться человеком в далекой древности (конец палеолита). Об этом свидетельствуют археологические памятники тех времен и орудия труда, сделанные древним человеком. Заселение этой территории началось в X – IX тысячелетии до нашей эры племенами свидерской культуры, которые двигались из Южной Польши на север по долинам р. Западный Буг. Население жило в округлых шалашеобразных жилищах на небольших сезонных охотничьих стоянках.

В эпоху мезолита (IX – V тысячелетие до нашей эры) произошло сплошное заселение территории первобытными людьми. Основным занятием населения были рыболовство, охота, собирательство. В этот период развивался родоплеменной строй.

Новый каменный век (неолит) на территории региона начался в V и закончился в III тысячелетии до нашей эры. В конце этой эпохи появились производящие формы хозяйства – земледелие и скотоводство, а также прядение, плетение и ткачество, что привело к увеличению средств существования и росту населения.

Бронзовый век начался в III тысячелетии до нашей эры и продолжался до VII века до нашей эры. Его характеризуют дальнейшее развитие земледелия, скотоводства и постепенное превращение их в господствующие формы хозяйства. В раннем бронзовом веке с Волыни в бассейн Западного Буга проникли племена культуры шнуровой керамики, образовавшие здесь полесскую группу этой культуры. Большинство исследователей считает носителей этой культуры индоевропейцами. В середине бронзового века всю территорию современной Брестской области заселяли племена тшцинецкой культуры, которых многие исследователи связывают с предками славян.

Железный век на территории Брестской области начался в VII – VI вв. до нашей эры. В IV – II вв. до нашей эры из бассейна Вислы на территорию региона проникли племена поморской культуры. Они занимались земледелием, скотоводством, охотой и рыболовством, были развиты домашние промыслы. Население жило в селищах. Для погребального обряда характерно трупосожжение на бескурганых могиль-

никах. Считается, что поморская культура принадлежала ранним славянам. Часть территории области в этот период заселяли балтские племена. В VI – IX вв. у племен, обитавших на территории области, происходил переход от общинных к феодальным отношениям. В этот период в бассейне Западного Буга обитало восточно-славянское племя бужан. Согласно некоторым сведениям, они имели 231 «город» (замок). Население жило оседло, занималось земледелием, скотоводством, бортничеством, ремеслами. В бассейне среднего и верхнего течения Западного Буга в конце первого – начале второго тысячелетия обитали восточнославянские племена волянян. В конце IX века они имели 70 «городов» (замков). Население занималось земледелием, скотоводством, лесными промыслами.

В VIII – X вв. почти всю территорию Брестской области заселяло восточнославянское объединение племен – дреговичи. Дреговичи принадлежали к наиболее развитым в социальном отношении племенам, имели свое политическое объединение – «княжение». Занимались земледелием, огородничеством, скотоводством, охотой, рыболовством, собирательством, ремеслами, домашними промыслами.

Таким образом, праславянские племена населяли эту территорию уже в VI – V столетии до нашей эры. Главным занятием славян было подсечное земледелие и животноводство. Это делало невозможным частую смену места жительства. В связи с этим временные поселения людей (стоянки) уступали место постоянным поселениям – селищам и городищам. Бронзовый и особенно железный век характеризуются целым рядом производственно-экономических преобразований. Произошло первое разделение труда: разделились земледелие и животноводство. Произошли технические сдвиги. Все это позволяло расширять обмен продуктами между племенами, которые в результате социально-экономической дифференциации образовывали союзы племен, объединенные одной властью. Такими союзами племен в VIII – IX вв. в рассматриваемом регионе были бужане, воляняне и дреговичи.

В IX столетии происходит второе разделение труда: ремесло отделилось от сельского хозяйства. Развитие ремесла и торговли способствовало возникновению и развитию городов, которые чаще всего размещались на берегах рек, где одна река впадала в другую. Так, на месте впадения р. Мухавец в р. Западный Буг в 1019 г. возник Брест (Берестье), один из старейших городов Беларуси. С датируемой историей этого города непосредственно связано и историческое развитие

прилегающей территории, входящей в X – XIII вв. в Владимиро-Волыньское княжество. Татаро-монгольское нашествие, другие политические и экономические факторы привели к вхождению этой территории в состав Великого княжества Литовского (ВКЛ). Рассматриваемая территория составляла Берестейское староство, а после объединения ВКЛ и Королевства Польского в Речь Посполитую (Люблинская Уния, 1569 г.) – Берестейское воеводство. Важное значение г. Бреста проявилось в заключении здесь в 1596 г. Брестской церковной унии.

После третьего раздела Речи Посполитой (1795 г.) территория была присоединена к России, после чего начала проводиться политика русификации. Положение данной территории на кратчайших путях из России в Западную Европу заставляло власти Российской империи строить здесь колесные, водные, а затем и железные дороги. Возникали предприятия стройматериалов, деревообработки, металлургической, легкой и пищевой промышленности. В начале XX столетия царские власти начали проведение аграрной реформы, целью которой была замена шнурового землевладения хуторским.

С 1921 по 1939 гг. вся Западная Белоруссия входила в состав Польши. Полесскому воеводству, в состав которого входила территория, находящаяся в бассейне р. Мухавец, отводилась роль поставщика сельскохозяйственной продукции и дешевой рабочей силы. Промышленность в этом регионе практически не развивалась. С целью повышения товарности сельского хозяйства польские власти продолжали политику хуторизации.

В сентябре 1939 г. произошло объединение Западной Беларуси с БССР. Начатые советские преобразования были прерваны военными действиями, в результате которых значительно пострадало население региона. В послевоенный период в сельском хозяйстве началась коллективизация. Дисперсная система сельского расселения сменилась групповой.

Из числа проживающих в настоящее время в бассейне р. Мухавец 547,3 тыс. чел. 136,9 тыс. – сельские жители, 410,4 тыс. – городские. Средняя плотность населения на территории составляет около 70 чел/км². Система расселения в регионе представлена 8 городскими поселениями и 733 сельскими населенными пунктами.

Современную демографическую ситуацию в бассейне р. Мухавец характеризует низкая рождаемость (около 10 ‰), довольно высокая смертность (около 15 ‰), и уже на протяжении более 20 лет сокраща-

ется воспроизводство населения, не обеспечивающее простого замещения поколений людей. Снижение рождаемости и значительная смертность в регионе связаны, прежде всего, с особенностями половозрастной структуры населения. Для жителей, проживающих в регионе, характерен прогрессирующий процесс старения населения. В начале 2004 г. доля детей до 16 лет от общей численности населения региона в целом составляла около 21%, доля трудоспособного населения – 60 %, послетрудоспособного – 19 %. Еще более сложная ситуация сложилась в сельских поселениях региона, где показатели соотношения трех вышеназванных возрастных групп равны 20 %, 50 % и 30 %, то есть практически каждый третий сельский житель находится в пенсионном возрасте. Довольно значительная диспропорция характерна и для полового состава населения, доля женщин в котором составляет 53 %, мужчин – 47 %. Данные демографические тенденции в развитии населения региона привели к значительному снижению в последние годы среднего размера семьи, который на начало 2004 г. составил менее 3 человек.

Современный этнический состав населения в бассейне р. Мухавец формировался на протяжении длительного периода под влиянием сложного комплекса природных, исторических и социально-экономических факторов. В настоящее время в этом регионе практически все население представлено тремя восточнославянскими народами индоевропейской языковой семьи: белорусами, украинцами и русскими, а также представителями западнославянской группы – поляками. Титульной нацией являются белорусы, доля которых в общей численности населения района составляет около 80 %. Среди национальных меньшинств первое место занимают украинцы, хотя в целом по Брестской области на первом месте (около 10 %) находятся русские. Доля других национальностей среди населения, проживающего в этом регионе, совсем незначительная. Однако так было не всегда. До второй мировой войны значительную долю в национальном составе населения региона составляли евреи. Так, по данным первой Всероссийской переписи населения 1897 г. около 10 % населения Брестского уезда были евреями, а практически во всех городах и местечках евреи составляли большинство населения. Согласно данных польской переписи 1931 г., в Брестском повате проживало 112248 белорусов (официально 95226 чел. было записано «тутэйшыми» и только 17022 – белорусами), 50248 поляков, 32089 евреев, 17926 украинцев, 3075 русских, 59 немцев, 19

чехов, 6 литовцев, 2511 других.

С национальным составом жителей, историей формирования этнической территории тесно связана религиозная (конфессиональная) структура населения. До принятия христианства для населения, проживающего на территории бассейна, было характерно язычество. С X в. среди жителей региона постепенно начало распространяться христианство. Во времена Великого княжества Литовского православие считалось государственной религией. После Кревской унии (1385 г.) начало усиливаться влияние римской католической церкви. Вместе с мигрантами сюда проникает иудаизм, а с XVI века – протестантство. После принятия в 1596 г. Брестской унии для жителей региона постепенно ведущую роль стала играть униатская церковь. После третьего раздела Речи Посполитой (1795 г.) и перехода территории современной Беларуси под юрисдикцию России опять ведущая роль перешла к православию. В начале XX в. среди верующих доля православных в регионе составляла около 80 %, католиков – 7 %, иудеев – 11 %. Во время вхождения региона в состав Польши (1921 – 1939 гг.) число приверженцев католицизма значительно увеличилось, однако доля православных среди верующих составляла около 70 %. Вместе с протестантами доля христианских религий составляла в этот период более 80 %. Приверженцев других религий незначительное количество, и они поэтому не играют важной роли в духовной жизни общества.

С физико-географическими и экономико-географическими особенностями территории бассейна р. Мухавец тесно связаны уровень и структура занятости проживающего здесь населения. Основным видом экономической деятельности сельского населения является сельскохозяйственное производство (земледелие и животноводство), в котором занято большинство экономически активного населения региона. Сельскохозяйственные земли в регионе относительно пригодны для возделывания практически всех сельскохозяйственных культур.

Крупнейшими городами, расположенными в бассейне р. Мухавец, являются гг. Брест, Кобрин, Пружаны, Жабинка и Малорита.

Брест – центр Брестской области. Впервые упоминается в «Повести временных лет» около 1019 г. под названием Берестье. В связи с пограничным положением город был объектом междоусобной борьбы, не один раз переходил из рук в руки. В XI – XII вв. принадлежал туровским, киевским, владимири-волинским князьям. В 1319 г. город вошел в состав Великого княжества Литовского, став центром старо-

ства, а затем воеводства. В 1390 г. Брест получил Магдебургское право. В XVII– начале XX века город назывался Брест-Литовск. По условиям Рижского договора с 1921 по 1939 гг. город входил в состав Польши и назывался Брест над Бугом, будучи центром Полесского воеводства. В 1940 г. в городе проживало 68,8 тыс. чел. Во время немецко-фашистской оккупации с 1941 по 1944 гг. в городе было уничтожено почти 50 % жилищного фонда, погибло около 40 тыс. жителей. Ко дню освобождения в городе осталось менее 15 тыс. жителей. По данным на 1 января 2004 г., в Бресте проживало 298,3 тыс. жителей. За послевоенные годы Брест превратился в административный, промышленный, культурный и научный центр Брестской области. В городе находится два университета, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, два театра, ряд музеев, библиотек, работают предприятия машиностроительной, легкой, пищевой, деревообрабатывающей и др. отраслей промышленности.

Кобрин – центр Кобринского района. Впервые упоминается в Ипатьевской летописи около 1287 г. в составе Владимиро-Волынского княжества. С первой половины XIV ст., как и вся территория региона, входил в состав Великого княжества литовского. На протяжении почти двух столетий, с 1589 по 1766 гг., имел Магдебургское право. После раздела Речи Посполитой – в составе России. По данным переписи 1897 г., в городе проживало 10,4 тыс. жителей. С 1921 по 1939 гг. входил в состав Польши. С 23 июня 1941 по 20 июля 1944 гг. был оккупирован немецко-фашистскими захватчиками. В 1970 г. насчитывалось более 25 тыс. чел., по данным переписи 1999 г. – 50,6 тыс. чел. В городе работают инструментальный и авторемонтный заводы, прядильно-ткацкая и швейная фабрики, льнозавод, предприятия пищевой промышленности и др.

Пружаны – центр Пружанского района, расположен в 89 км от Бреста. Известен с 1487 г. под названием Добучин. Название Пружаны закреплено с 1589 г. после получения Магдебургского права. В 1897 г. проживало 7633 чел. С 1921 по 1939 гг. находился в составе Польши. Во время оккупации 1941 – 1944 гг. в городе и районе погибло более 10 тыс. человек. В настоящее время в городе проживает более 20 тыс. человек, работают предприятия легкой, пищевой, промышленности стройматериалов и др.

Жабинка – центр Жабинковского района, расположен в 25 км от Бреста. Образовался первоначально как поселок при железнодорожной

станции в конце XIX в. Статус города получил в 1970 г. С 1921 г. по 1939 гг. находился в составе Польши. Во время оккупации 1941 – 1944 гг. в городе и районе погибло почти 2 тыс. жителей. В 1959 г. в нем проживало 2,9, в 1999 г. – 12,7 тыс. жителей. Работают предприятия пищевой промышленности и строительных материалов.

Малорита – центр Малоритского района, расположен в 52 км от Бреста. Впервые упоминается в 1566 г. как королевское поселение Малая Рита в составе Великого княжества Литовского. В 1897 г. во время Первой Всероссийской переписи в нем проживало 1275 человек. Будучи в составе Польши, Малорита была центром гимны Брестского повета. В 1940 г. получила статус городского поселка и стала центром района. Во время оккупации 1941 – 1944 гг. в районе погибло 3,4 тыс. чел. С 1970 г. Малорита – город. В 1999 г. в нем проживало 11,5 тыс. чел. Работают предприятия пищевой промышленности.

5.2. Промышленность и коммунальное хозяйство

В бассейне р. Мухавец промышленность и основные объекты коммунального хозяйства сконцентрированы в гг. Пружаны, Кобрин, Жабинка, Малорита и Брест.

Промышленный комплекс г. Пружаны представляет 11 предприятий (численность работающих – 2,7 тыс. чел.).

Ведущее место занимают ОАО «Пружанский молочный комбинат», филиал Пружанского райпо «Комбинат кооперативной промышленности», УП «Ружанская мебельная фабрика», КУПП «Пружанский комбинат строительных материалов» и РУП «Пружанский завод радиодеталей», на долю которых приходится соответственно 50,0 %, 13,7 %, 8,6 %, 5,2 % и 4,5 % от общего объема промышленного производства.

Предприятия района выпускают плодоовощные консервы, сыры твердые, масло животное, цельномолочную продукцию, кондитерские и колбасные изделия, крахмал, вино плодое, пиво, безалкогольные напитки, строительные материалы (краска, кирпич, пиломатериалы), мебель, мебельную фурнитуру, изделия радиоэлектроники, льноволокно, нетканые материалы и др.

Основными объектами коммунального хозяйства г. Пружаны являются: котельное хозяйства с централизованной системой теплоснабжения, система водоснабжения, базирующаяся на подземных источниках, и централизованная система водоотведения с очистными сооружениями и выпуском очищенных сточных вод в канал Мухавец.

В Кобринском районе функционирует 24 промышленных предприятия. Предприятиями государственной формы собственности произведено 30 % продукции, негосударственной – 70 %. Продукция 15 предприятий экспортируется в страны СНГ и дальнего зарубежья.

Отраслевая структура промышленности Кобринского района состоит из:

- легкой промышленности – 16 %;
- машиностроения и металлообрабатывающей – 21 %;
- лесной и деревообрабатывающей – 4,5 %;
- пищевой – 50 %;
- прочих – 8,5 %.

Наиболее крупными предприятиями в районе являются: ОАО «Кобринский маслодельный – сыродельный завод», ОАО «Кобринский мясокомбинат», РУПП «Кобринский инструментальный завод «СИТИМО»», Кобринский хлебозавод, РУПП «Кобринская прядильно-ткацкая фабрика «Ручайка»», ОАО «Кобринагроماش».

В Кобринском районе устроено 315 артезианских скважин, функционирует 25 очистных сооружений канализации, из которых 16 – сельские. В г. Кобрин работают городские очистные сооружения с выпуском очищенных сточных вод в р. Мухавец.

Промышленное производство Жабинковского района ориентировано на переработку местного сырья и сельхозпродукции (в основном сахарной свеклы). На территории района действуют 4 основных промышленных предприятия: ОАО «Жабинковский сахарный завод», ОАО «Жабинковский комбикормовый завод», ПРУТП «Гатча-Осовское», филиал Жабинковского райпо «Комбинат кооперативной промышленности».

В г. Жабинка имеется централизованный водопровод на базе артезианских скважин, а также городские очистные сооружения с полями фильтрации.

Промышленность г. Малорита представлена 4 промышленными предприятиями ОАО «Малоритский консервоовощесушильный комбинат», ГЛХУ «Малоритский лесхоз», УПП «Диона», ГУПП «Малоритстрой-материалы». На этих предприятиях занято соответственно 147, 282, 98, 15 чел.

В городе имеется централизованное водоснабжение и водоотведение с системой очистных сооружений.

Промышленность Бреста и Брестского района представлена более чем 100 предприятиями различных форм собственности и ведомственной подчиненности, включая свободную экономическую зону «СЭЗ Брест». Наиболее крупными предприятиями города являются: ОАО «Брестский электроламповый завод», ОАО «Ковры Бреста», ОАО «Брестский молочный комбинат», ОАО «Брестский комбинат строительных материалов», ОАО «Брестский завод бытовой химии», РУПП «Завод Цветотрон» НПО «Интеграл», ОАО «Брестский радиотехнический завод», ОАО «Брестское пиво», ОАО «Брестский ликероводочный завод», СП АО «Брестский завод газовой аппаратуры».

В Бресте функционирует крупный железнодорожный узел. Предприятия г. Брест можно разделить по отраслям на основные группы: это машиностроение и электроника, пищевая и легкая промышленность, местная промышленность. Основными видами промышленной продукции являются: электрические лампочки и изделия, теплогенераторы и машиностроительные изделия для пищевой промышленности, напитки и продукты питания.

Брест снабжается артезианской водой из четырех водозаборов общей мощностью 125000 м³/сут. В городе функционируют централизованные городские очистные сооружения с выпуском очищенных сточных вод в р. Западный Буг. Поверхностный сток г. Брест сбрасывается в реки-водоприемники: Западный Буг, Мухавец и Лесная.

Крупными объектами коммунального хозяйства г. Брест являются ТЭЦ, Восточная котельная, Брестское КУП ВКХ «Водоканал», Брестское дорожно-эксплуатационное предприятие.

5.3. Сельскохозяйственное освоение

Молочно-мясное направление в животноводстве и развитое растениеводство во многом определило структуру посевных площадей сельскохозяйственных предприятий, расположенных в пределах бассейна реки. Природно-климатические условия региона позволяют достигать высоких урожаев практически по всем видам возделываемых здесь культур. На долю животноводства připадает более 50 % валовой продукции сельского хозяйства. Сельскохозяйственные угодья занимают около 50 % в среднем от общей площади угодий в бассейне (табл. 5.1).

Таблица 5.1. Сельскохозяйственные угодья и мелиорированные земли в административных районах бассейна р. Мухавец

Районы	Число хозяйств	Общая площадь, га	Площадь сельхозугодий, га	%	Мелиорировано, га	в % от с/х угодий
Брестский	18	161651	73395	45	24837	34
Кобринский	33	201366	115688	57	70930	61
Малоритский	15	137363	60164	44	42066	70
Пружанский	32	283400	131795	47	49864	38
Жабинковский	12	68398	46864	68	22944	49

Посевные площади в общей структуре земельного фонда занимают более 25 % и составляют 359 429 га, в том числе на торфяниках – около 10 %. В структуре посевов преобладают зерновые и зернобобовые культуры – 43 %. Большой удельный вес от 40 до 50 % они имеют в Брестском и Жабинковском районах. В этих районах они занимают от 1 до 2 %, отводимых под посев торфяников, в то время как в среднем по бассейну – около 3 %. В отношении распределения посевов зерновых по видам культур можно отметить, что северо-западных районах отдают предпочтение озимым, а в юго-западных – яровым, в соотношении 60 на 40 %.

В составе посевных площадей на территории бассейна пропашные (картофель, свекла, кукуруза, некоторые технические культуры) занимают в совокупности 21 %. Распределение этих посевов по районам свидетельствует о преобладании их в центральных районах бассейна (Брестском, Жабинковском и Кобринском – до 26 – 27 %), что подтверждает высокий уровень напряженности использования в них пахотных земель, что увеличивает энергетическую нагрузку в 1,5 – 2 раза относительно других районов, входящих в состав бассейна.

Мелиорированные осушенные земли относятся к группе особо ценных земель. Их площадь составляет более 23 %, а по таким районам, как Жабинковский, Кобринский и Малоритский – до 32 %. Однако следует отметить, что по данным инвентаризации, около 60 – 70 % мелиорированных земель в настоящее время находятся в крайне неудовлетворительном состоянии, гидромелиоративные сети практически не функционируют. Такое положение приводит к естественному заболачиванию территории.

5.4. Мелиоративное освоение

Мелиорация водосбора р. Мухавец, как и всего Полесья, имеет давнюю историю. Рост населения, развитие социально – экономических и производственных отношений в XVI веке потребовали включения в сельскохозяйственный оборот новых земель и их улучшения. Мелиорации при этом стала отводиться ведущая роль. По распоряжению польской королевы Боны с целью освоения земель, ей принадлежащих, в районе Кобрина было проложено несколько мелиоративных каналов (1549 – 1557 гг.). Самый крупный канал сохранился до наших дней и продолжает действовать. В честь королевы он назван «Канал Бона», его длина – 29 км, а площадь водосбора – 261 км². Продолжили начатые королевой Боной работы по мелиорации земель голландские поселенцы, обосновавшиеся в районе Бреста (XVII век). Они осушали болота в собственных сельскохозяйственных целях. В конце XVIII века по распоряжению польского правительства при короле Станиславе Августе Понятовском начались работы по сооружению судоходного канала между бассейнами рек Днепра и Буга. Канал, названный Королевским, соединял реки Пину и Мухавец. Участок канала в районе Кобрина сохранился под прежним названием. Первоначально Королевский канал использовался в основном для сплава леса с Востока на Запад. Но для обеспечения судоходства в середине 19 века были построены три водоподводящих канала: Белоозерский, Ореховский и Турский, а на самом Королевском канале – семь разборных деревянных плотин. Водоподводящие каналы позволяли в маловодные годы использовать воду из озер Белого и Ореховского для поддержания необходимых уровней воды в Королевском канале и осуществлять беспрепятственное функционирование водного транспорта. Современное название канала – «Днепровско-Бугский». В годы после войны 1941 – 1945 гг. канал реконструирован, в настоящее время используется в судоходстве, рыболовстве, рекреации и как водоприемник мелиоративных систем. Наиболее значимой по масштабу мелиоративных работ была проведенная в конце XIX века экспедиция генерала И. И. Жилинского. Мелиорация земель осуществлялось в соответствии с Генеральным планом осушения Полесья, который имел достаточно серьезное для того времени финансовое и проектное обеспечение. Для осушения болот принималась средняя глубина каналов равной 1,07 м, что обеспечивало понижение уровней грунтовых вод (норму осушения) на

0,32 м и позволяло в итоге использовать земли под сенокосы и выпасы скота. При осушении лесов глубина каналов принималась до 1,6 м, ширина устанавливалась расчетами. За 1874 – 1897 гг. экспедицией построено 4367 верст* осушительных каналов, 549 мостов и 30 шлюзов, очищено 127 верст заросших русел рек. При этом на водосборе р. Мухавец проложено свыше 130 верст новых и проведена расчистка старых каналов. Многие из построенных в то время каналов были проложены настолько удачно, что сохранились до наших дней без изменения своих названий. В первой половине XX века мелиорация водосбора р. Мухавец проходила невысокими темпами, связанными со сменами власти, войнами и, в итоге, с низким финансированием работ. В 1946 – 1947 гг. были начаты работы по осушению земель на объектах «Тельмы» Брестского, «Катушки» Дывинского, «Черный ров» Жабинковского, «Боровые волокни» Кобринского районов. В послевоенные годы в сельском хозяйстве интенсивно проходила коллективизация, и к концу 1950 г. в Брестской области было 662 колхоза и 42 МТС. В середине 50 – х годов с мелиорированного гектара в колхозах получали 18 – 19 ц/га ржи, 20 – 27 ц/га – овса, 200 – 300 ц/га – картофеля, 250 – 400 ц/га – корнеплодов, 400 – 500 ц/га – кукурузы на силос. Получаемые урожаи на осушенных землях были значительно выше, чем на обычных угодьях, что предметно агитировало за мелиорацию. Важнейший исторический этап в развитии мелиорации земель открыл майский (1966 г.) Пленум ЦК КПСС. Мелиорация земель была введена в ранг всенародной общегосударственной задачи, а Полесье отнесено к числу важнейших водохозяйственных строек Советского Союза. Необходимо отметить, что наряду с крупномасштабными осушительными мероприятиями в 1971 г. началось строительство оросительных систем. Первоначально для орошения земель применялись быстроразборные, переносные и передвижные дождевальные устройства: «УДС», «Радуга», «Сигма», «ДДН-70» и др., а в дальнейшем – передвижные широкозахватные устройства: «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», «Кубань». Одновременно со строительством мелиоративной сети создавались водохранилища и пруды, насосные станции, сетевые гидротехнические сооружения, дамбы обвалования, дороги, мосты, линии связи и электропередач. На пике мелиоративного освоения продуктивность гектара осушенных сельхозугодий составляла 33 – 38 ц

* верста – 1,06 км

кормовых единиц (цке), в том числе продуктивность мелиорированной пашни – 43 – 53 цке. Общий валовой сбор продукции растениеводства составлял до 45 %, в том числе кормов до 60 %. В ходе комплексной мелиорации земель Полесья создавались совхозы, где предусматривалась производственная и жилая зона, общественные и торговые помещения, зона отдыха. В табл. 5.2 приведены совхозы, находящиеся на водосборе р. Мухавец (Кобринский район), и их мощности. Одновременно создавались предприятия по производству полнорационных обезвоженных кормов в рамках выполнения программы специализации коромопродукта на основе внедрения прогрессивных технологий. Такие предприятия были созданы в колхозах «Новый путь» Кобринского и «Заря» Малоритского районов [Лукашик, 1998].

Таблица 5.2. Совхозы, созданные в ходе комплексной мелиорации земель Полесья в бассейне р. Мухавец

Совхозы	Год начала строительства	Общая площадь землепользования, га	Площадь сельхозугодий, га	в том числе пашня, га	Площадь осушения, га	Площадь орошения, га	Молочно – товарная ферма, голов	Выращивание нетелей, тыс. скотомест
Днепробугский	1979	7425	5555	1405	3818	1647	800	6,0
Ореховский	1988	9070	5620	2490	4682	474	2×400 +800	–

По состоянию на 01.01.2005 степень мелиорированности земель составляет около 28 % площади водосбора р. Мухавец, что превышает показатель по всей Брестской области (23 %). Наиболее мелиорированы Кобринский и Жабинковский районы, 35,8 и 33,6 % территории соответственно. Наименьшие площади мелиорации – в Брестском и Пружанском районах, 15,5 и 18,2 % территории соответственно. Более половины мелиорированных земель осушены закрытым горизонтальным гончарным дренажем. В табл. 5.3 приведены площади осушенных земель по административным районам, расположенным на территории водосбора р. Мухавец (по данным ГУП «Брестмеливодхоз»).

Площадь орошаемых земель в Брестской области составляет 1,2 % от всей площади мелиорации. На водосборе р. Мухавец этот показатель не превышает 1,0 %. В связи с выходом из строя поливного оборудования, истечением сроков амортизации, неудовлетворительным состоянием водозаборных сооружений ежегодно площади орошаемых земель уменьшаются.

Таблица 5.3. Наличие осушенных земель по районам бассейна р. Мухавец на 01.01.2005, тыс. га

Район	Общая площадь осушенных земель	из общей площади осушенных земель								
		сельхозземли	из площади сельхозземель					лесных, гослесфонда и прочих лесопокрытых	под дорогами, улицами, стройками	другие земли
			пахотные	залежные	постоянные культуры	луговые	в т.ч. улучшенные			
Брестский	25,6	24,1	12,6	0,1	0,2	11,2	11,0	0,7	0,4	0,4
Жабинковский	23,0	21,9	12,1	-	-	9,8	9,6	0,5	0,2	0,4
Кобринский	72,1	66,5	35,3	0,7	0,1	30,4	29,9	1,3	1,3	3,0
Малоритский	42,9	40,2	16,7	1,2	-	22,3	21,9	1,2	0,7	0,8
Пружанский	51,5	47,7	15,6	1,1	-	31,0	28,4	2,4	0,6	0,8

Возраст основного числа мелиоративных систем на водосборе превышает 20 – 30 лет. В связи с недостаточным финансированием в последнее десятилетие эксплуатационных мероприятий происходило ускоренное старение мелиоративных систем, а также их выход из строя. Прежде всего это относится к наиболее технически совершенным системам (оросительным, польдерным). На основании приказа Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь №240 от 16.10.1996 «О проведении инвентаризации мелиоративных систем и в соответствии с методическими указаниями о порядке ее проведения» в стране была проведена инвентаризация существующих мелиоративных систем. В результате проведения инвентаризации установлено фактическое техническое состояние систем. Как показывают материалы табл. 5.4, двусторонним регулированием водного режима охвачено немногим более 30 % мелиорированных угодий. При этом доля гарантированного увлажнения крайне низкая. Доминирует предупредительное шлюзование. Фактически на большей части осушительно-увлажнительных систем в результате выхода из строя подпорных сооружений (20 – 50 %) невозможно осуществлять даже предупредительное шлюзование. Учитывая также, что с подорожанием электроэнергии прекращены закачки воды из водоисточников на увлажнение, значительная часть осушительно-увлажнительных систем в действительности работают как чисто осушительные.

Таблица 5.4. Показатели мелиоративного состояния осушенных земель по материалам инвентаризации

Район	Мелиоративное состояние									
	Площадь осушения				Тип почв					
	всего, тыс. га	из них дренажем, тыс. га	из них двустор. регу-лир., тыс. га	в т.ч. предупр. шлюзов, тыс. га	песчаные, тыс. га	сулещаные, тыс. га	суглинистые, тыс. га	торфян. ср.мощ. и мощн (1 м и бол.), тыс.га	торфян. м. мощн. (0,3–1м), тыс.га	торфян. минерализ. (до 0,3 м), тыс.га
Брестский	25,43	18,31	6,98	6,69	6,22	11,16	1,61	0,59	2,83	2,69
Жабинковский	23,04	21,01	7,03	7,03	3,96	14,22	1,19	0,55	1,72	1,12
Кобринский	72,49	39,72	23,53	16,87	23,71	16,31	1,16	3,12	14,55	7,84
Малоритский	42,90	21,26	18,96	12,84	25,32	0,74	0,05	1,50	7,45	6,66
Пружанский	51,55	17,90	20,86	9,57	10,34	8,85	0,17	6,85	17,47	7,05

продолжение табл. 5.4

Район	Мелиоративное состояние			
	закустарено, га	закочкарено, га	вымочки, га	переувлажнено, га
Брестский	90	-	1038	1061
Жабинковский	211	34	900	3829
Кобринский	280	-	1578	10381
Малоритский	344	-	1285	4051
Пружанский	156	-	9090	5778

Окончание табл. 5.4

Район	Необходимость дополнительных мероприятий							
	не требуется, га	требуется						
		реконструкция, га	стр-во защитных полос, км	облесение терригории, га	перезалужение, га	культуртехнические мероприятия, га	снятие с учета, га	перетрансформация угодий, га
Брестский	21027	1909	-	-	1626	58	317	-
Жабинковский	18048	4753	217,4	-	5228	10	872	-
Кобринский	-	12474,7	37,77	1	8130	-	1282	-
Малоритский	-	5975	36	5,4	5657	-	903	278
Пружанский	-	8008	44	44,7	7233	-	4344	6462

Несмотря на то, что в составе мелиорированных земель преобладают минеральные почвы, особо остро стоит проблема сохранения

осушенных торфяников. Сельхозиспользование торфяно – болотных почв неизбежно приводит к их деградации. На водосборе р. Мухавец в основном преобладают маломощные торфяники (до 1 м), почти третья часть которых минерализовалась и перешла в стадию органоминеральных и антропогенно преобразованных почв. Мелиорация торфяно-болотных почв привела к обострению эрозионных процессов, связанных прежде всего, с нерациональным сельхозиспользованием. Около 30 % торфяников используются под пашню. Резко изменились теплофизические свойства мелиорированных торфяников, что обострило проблемы заморозков и пожаров. Функционирующие на торфяно-болотных почвах осушительно-увлажнительные системы не снимают остроту проблем ввиду неэффективного управления ими и неудовлетворительного состояния сооружений. В качестве компенсационных мер предлагается для торфяно-болотных почв сдвинуть пределы оптимальной влажности в сторону увеличения и в критические для заморозков и пожаров периоды поддерживать почвенные влагозапасы близко к уровню капиллярной влагоемкости. С одной стороны, это позволит увеличить теплопроводность почвы, и потоки тепла из нижележащих слоев смогут достигать поверхностного слоя и снижать опасность заморозков, с другой стороны, повышенные почвенные влагозапасы будут препятствовать возникновению пожаров. Верхний порог почвенных влагозапасов определяется проходимость сельскохозяйственной техники и возможностью нормальной вегетации сельскохозяйственных культур. В этой связи торфяники необходимо использовать только в качестве культурных сенокосов и пастбищ, полностью исключив пропашные и зерновые культуры, заменив их влаголюбивыми травами. Таким образом, на более длительный период можно сохранить качественные характеристики торфяников, обеспечив бездефицитный баланс органического вещества.

В результате неудовлетворительной работы осушительной сети на больших площадях появились вымочки и постоянно переувлажненные участки. В этой связи в составе проектов реконструкции мелиоративных систем должны обязательно разрабатываться мероприятия по организации поверхностного стока. В наиболее крупных западинах целесообразно предусматривать водоемы – копани.

На многих мелиоративных системах произошло заиливание проводящей сети, обрушение откосов, зарастание их древесно-кустарниковой растительностью (табл. 5.5).

Таблица 5.5. Техническое состояние гидромелиоративных систем по материалам инвентаризации

Район	Открытая сеть, км				
	длина всего	заилено <30см	заилено >30см	разрушено откосов	зарастание древесно- куст. растит.
Брестский	1298	1056	190	5,2	155
Жабинковский	926	666	228	5	111
Кобринский	3908	1924	1501	9	1029
Малоритский	2424	1630	468	12	622
Пружанский	3251	1937	989	2,5	951

Заиление и зарастание русла ведет к уменьшению формируемых расходов. К тому же заросшее русло осуществляет биологическую очистку текущей воды. Однако ухудшающийся при этом водный режим почв (подтопления и затопления) может привести к возникновению поверхностного стока и смыву удобрений и пестицидов. Таким образом, старение мелиоративных систем оказывает разнонаправленное влияние на загрязненность русловых вод, но в целом она, очевидно, будет несколько уменьшаться.

Сельскохозяйственные угодья водосбора р. Мухавец, как и всей Беларуси, характеризуются большой мелкоконтурностью ввиду наличия большого количества коммуникаций, городской и сельской застройки, лесонасаждений, гидрографической сети. По этой причине существующие мелиоративные системы имеют сложную конфигурацию. Рекомендуемые для различного сельхозиспользования размеры и площади полей не выдерживаются.

На рис. 5.1 приведена схема мелиоративной системы «Ямно», находящейся в совхозе «Брестский», Брестского района. Земли объекта осушены закрытым гончарным дренажем по проекту «Союзгипромелиоводхоза». На осушенном участке в 1973 г. была построена оросительная система на площади 110 га, а в 1987 г. проведена реконструкция, в ходе которой увеличена площадь орошения до 157 га. В качестве основных методов осушения производится понижение уровней грунтовых вод и ускорение поверхностного стока, а способом осушения выступает закрытый горизонтальный материальный дренаж. Основной метод орошения – дождевание, способы – использование широкозахватных дождевальных устройств «Фрегат» ДМУ–А417–55 и

ДМ-454-70, а также дальнеструйных дождевальных аппаратов ДД-30 (42 гидранта). Мелиорируемые земли используются в качестве овощного севооборота и пастбища. С распадом Советского Союза и, в связи с этим, резким сокращением финансирования эксплуатационных оросительных мероприятий, дождевальная техника к настоящему времени демонтирована, насосные станции законсервированы. Фактически мелиоративная система работает как чисто осушительная. Подобная ситуация сложилась на большинстве мелиоративных систем, находящихся на водосборе р. Мухавец.

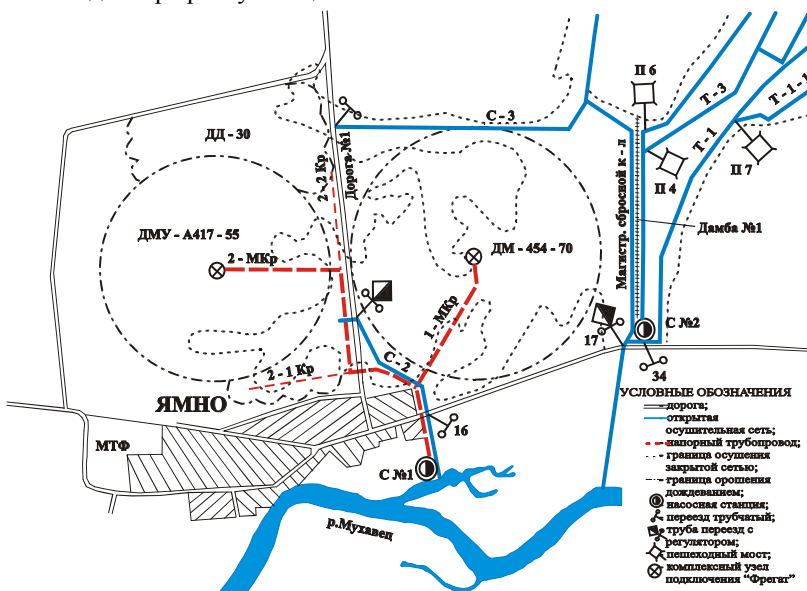


Рис. 5.1. Схема мелиоративной системы «Ямно» в совхозе «Брестский» Брестского района

Несмотря на то, что в стране наблюдается затяжной спад в развитии мелиоративной отрасли, разрабатываются Республиканские программы, регламентирующие развитие мелиораций. В частности, в табл. 5.6 можно проследить положительную динамику. Обращает внимание значительное предполагаемое увеличение затрат на мелиорацию к 2010 г., а при неизменном количестве осушенных земель следует ожидать существенного подъема технического уровня действующих мелиоративных систем и надлежащей их эксплуатацию.

Таблица 5.6. Динамика наличия осушенных земель, их продуктивность и затраты на мелиорацию по Брестской области (1991 – 2010 гг.)

Годы	1991 (факт)	1995 (факт)	2000 (факт)	2005 (по программе)	2010 (по программе)
Продуктивность сельхозугодий, ц/га	36,3	27,9	24,2	35,0	50,0
Затраты на мелиорацию, млн. руб. в ценах 1991 г.	94,2	31,6	21,2	45,0	135,0
Наличие осушенных сельхозугодий, тыс. га	673	681	688	685	685

Возраст основного числа мелиоративных систем на водосборе превышает 20 – 30 лет. В связи с недостаточным финансированием в последнее десятилетие эксплуатационных мероприятий происходило ускоренное старение мелиоративных систем, а также их выход из строя. Прежде всего, это относится к наиболее технически совершенным системам (оросительным, польдерным).

На осушительно-увлажнительных системах в результате выхода из строя подпорных сооружений (20 – 50 %) невозможно осуществлять предупредительное шлюзование. Учитывая также, что с подорожанием электроэнергии прекращены закачки воды из водоисточников на увлажнение, значительная часть осушительно-увлажнительных систем в действительности работают как чисто осушительные. Одновременно, по данным проведенной в 2000 г. концерном Белмелиоводхоз инвентаризации, на большом числе мелиоративных систем произошло заиливание проводящей сети, обрушение откосов, зарастание их древесно-кустарниковой растительностью (табл. 5.7).

Вышеуказанные причины ведут к изменению величин стока и его гидрохимического режима.

Выход из строя подпорных сооружений ведет к непрерывному формированию стока и, соответственно, увеличению выноса загрязнителей.

Таблица 5.7. Состояние мелиоративных систем на 1.01.2000 г.

Район	Открытая сеть				
	длина всего, км	заилено <30 см	заилено >30 см	разрушено откосов	зарастание древесно-кустарниковой растительностью
Брестский	1298	1056	190	5,2	155
Кобринский	3908	1924	1501	9	1029
Малоритский	2424	1630	468	12	622
Пружанский	3251	1937	989	2,5	951
Жабинковский	926	666	228	5	111

Заиление и зарастание русла ведет к уменьшению формируемых расходов. К тому же заросшее русло осуществляет биологическую очистку текущей воды. Однако ухудшающийся при этом водный режим почв (подтопления и затопления) может вести к возникновению поверхностного стока и смыву удобрений и пестицидов. Таким образом, старение мелиоративных систем оказывает разнонаправленное влияние на загрязненность русловых вод, но в целом она, очевидно, будет несколько уменьшаться.

5.6. Исторические и культурные памятники

Заселенность бассейна р. Мухавец с древнейших времен и хорошая его освоенность обусловили большое количество памятников истории и культуры.

Наиболее древние из известных поселений датируются эпохой мезолита (8 – 5 тыс. лет до нашей эры) – это стоянки у д. Дивин и Орехово. Также археологами выявлены неолитическая стоянка у д. Луково и поселение эпохи бронзы на берегу оз. Любань. Среди памятников железного века наиболее известен бескурганный могильник «Брест-Тришин», относящийся к Вельбарской культуре (II – IV вв. нашей эры). По мнению исследователей, в формировании данной культуры принимали участие наравне с местным населением германские племена готов и гепидов. I в. нашей эры датируется городище, расположенное в месте впадения р. Тростяницы в Мухавец.

Сохранила земля и остатки укрепленных поселений. На окраине д. Запруды на протяжении XIV – XVII вв. находился феодальный замок, принадлежащий роду Майоров. В д. Кривляны находился небольшой

замок известного рода Чарторийских. Однако время и хозяйственность местных жителей не оставили от этих сооружений почти ничего.

Наличие лесных ресурсов обусловило массовое строительство культовых сооружений из дерева. Исторически на юге Беларуси сложилась полесская школа деревянного церковного зодчества, а в бассейне Мухавца – ее локальная часть – малоритская школа. Она представлена памятниками с утонченными формами шатров и пластичными оригинальными чертами куполов. В них угадываются многие межэтнические особенности, присущие деревянному культовому зодчеству Волыни, Польши, Карпат. Типичные образцы малоритской школы – Свято-Пречистинская церковь в д. Б. Доропеевичи (1671 г.) и церковь Рождества Богородицы в д. Ляховцы (1713 г.).

Наиболее старым из сохранившихся храмов на рассматриваемой территории является Никитская церковь, расположенная в д. Здитово Жабинковского района. Датой ее постройки считается 1502 г. Церковь является образцом традиционной деревянной архитектуры, сочетающей в себе некоторые элементы готики и барокко. Храм несколько раз перестраивался, его первоначальный облик изменился.

Черты барокко, несмотря на позднейшие перестройки, сохранили: Вознесенская церковь в д. Городец (1799 г.), церковь Параскевы-Пятницы в д. Дивин (1740 г.), Преображенские церкви в д. Олуш (1783 г.) и Хотислав (1799 г.). Местная трактовка канонов барокко в архитектуре присуща Пречистинской церкви в д. Щебрин Брестского района (1793 г.) и Свято-Параскево-Пятницкой церкви (1610 г.) в Збироги..

Уникальность Михайловской церкви в д. Степанки Жабинковского района (1780 г.) заключается в ее гармоничной интерпретации каменного базиликанского храма в деревянной архитектуре.

Следует упомянуть и каменный храм: Покровскую церковь (бывший Доминиканский костел, 1674 г.) в д. Буховичи,

На территории региона в XIX ст. располагалось большое количество усадебно-парковых комплексов. К сожалению, почти всех их не пощадило время. И только остатки парков напоминают о былом величии сооружений. С историей усадеб тесно связана история их хозяев. Имение Большие Сехновичи (Жабинковский район) на протяжении XVII – XVIII вв. принадлежало роду Костюшек, именно здесь провел свои молодые годы национальный герой Беларуси, Польши и США Т. Костюшко. В имении Остров (Островье) Малоритского района дол-

гое время жил руководитель освободительного восстания 1863 – 1834 гг. в Польше и Беларуси Р. Траугут. В фольварке Петровичи (Жабинковский район) родился поэт А. М. Дзяконский, а в д. Озяты – историк, этнограф, председатель Виленской археографической комиссии Ю. Ф. Крачковский (1840 – 1903 гг.). Деревня Шакуны Пружанского района подарила миру известного этнографа и собирателя музыки Р. Р. Ширму.

Регион был свидетелем многочисленных войн и сражений. Курганы, раскиданные по территории бассейна и называемые в народе, как правило, «шведскими могилами», стали памятниками неизвестным солдатам средневековых войн.

Сохранена память и о событиях русско-французской войны 1812 г. На местах сражений (г. Брест, г. Кобрин, д. Стригово) установлены памятные знаки. На окраине д. Поддубно Пружанского района в 1912 г. была построена мемориальная каплица в честь погибших в бою 31.07.1812 г. В данном сражении, более известном как битва при Городечно, части Третьей российской армии генерала А. Тормасова сумели остановить австрийский и саксонский корпуса К. Шварценберга и не позволили им продвинуться в сторону Украины.

Молчаливыми свидетелями войн 1914 – 1921 гг. являются военные кладбища в дд. Тевли и Полятичи Кобринского района, где рядом похоронены солдаты царской и Советской России, кайзеровской Германии, Польши.

Наибольшее количество памятников региона посвящено событиям Великой Отечественной войны. Практически в каждом населенном пункте стоят обелиск либо монументальная композиция в память о погибших солдатах, партизанах, подпольщиках и мирных жителях.

На месте партизанского кладбища отряда им. Чернака (один из первых партизанских отрядов, образован в конце июня 1941 г.) в Старосельском лесу (Жабинковский район) создан мемориал, активно посещаемый туристами.

Некоторым деревням региона была уготовлена судьба Хатыни. Три из них, спаленные вместе с жителями, так и не сумели возродиться. На месте дд. Зеленые Буды (Малоритский район) и Орел (Кобринский район) установлены памятные знаки, а в д. Дремлево (Жабинковский район) возведен мемориальный комплекс.

Среди достопримечательностей региона особая роль принадлежит городам с многовековой историей – Бресту, Кобрину и Пружанам.

История, к сожалению, не сохранила почти ничего от одного из красивейших и богатейших городов Великого княжества Литовского – Берестья (либо Брест-Литовска, как его называли в XVI – XVIII вв.) Город, расположенный на островах в дельте р. Мухавец, в середине XVIII в. имел 7 монастырей, около двух десятков храмов различных конфессий, иезуитский коллегиум, дворцы, особняки и другие сооружения.

После присоединения Бреста к Российской империи царское правительство построило на территории старого города крепость (1835 – 1842 гг.), а городские поселения были перенесены на 2 км восточнее. В настоящее время сохранилась застройка исторической части нового Бреста, ограниченная улицами Ленина – Машерова – Космонавтов – Орджоникидзе. Расположенные там здания являются образцами гражданской архитектуры второй половины XIX – начала XX вв. Наиболее значимыми среди них можно назвать городские особняки на ул. Ленина, Левоневского и Мицкевича, здание главпочтамта; интересен комплекс сооружений бывшей Думской площади (ныне – пл. Свободы). Историческую ценность имеет здание вокзала Брест-Центральный. Памятниками монументального зодчества являются Братская Николаевская, Симеоновская, Николаевская гарнизонная церковь, Кафедральный собор.

Всемирную известность Бресту принесла оборона крепости в 1941 г. В память о массовом и беспримерном героизме защитников крепости в 1971 г. был создан Мемориальный комплекс «Брестская крепость-герой». В настоящее время ведется работа по включению комплекса сооружений Брестской крепости в Список всемирного наследия ЮНЕСКО.

В качестве своеобразной компенсации за утраченный средневековый город история сберегла и открыла нам фрагмент города XI – XIII вв. В результате раскопок, проведенных в 1969 – 1977 гг. под руководством П. Ф. Лысенко, была раскрыта территория дединца, площадью 1 га. Полностью или частично вскрыты 224 сооружения. Уникальным является сохранность некоторых сооружений до 7 – 12 вендов. На месте раскопа в 1982 г. создан археологический музей.

Первое упоминание о Кобрине относится к 1287 г., однако археологические и косвенно письменные источники позволяют датировать основание города XI – XII вв. Город имел Высокий и Низкий замки, в 1497 г. был построен Спасский монастырь. К концу XVIII в. в резуль-

тате многочисленных войн город пришел в упадок и по приказу А. В. Суворова, которому город с округой был дарован в 1795 г., был полностью разрушен. На месте старого города заложен новый, планировка которого сохранилась до сих пор. Историческую и архитектурную ценность представляет застройка площади Свободы, являющаяся типичным образцом ядра уездного города. Свидетели прошлого – собор Александра Невского (1864 г.), Петропавловская и Никольская церкви. На берегу Мухавца раскинулся городской парк, заложенный в 1768 г. А. Тизенгаузом.

Районный центр Пружаны известен с 1487 г. под названием Добучин. В 1589 г. город, являющийся крупным торговым центром, получил магдебургское право, за ним было закреплено название Пружаны. Частично сохранилась застройка центральной площади с торговыми рядами (XIX – XX вв.). В парке находится памятник усадебно-парковой архитектуры неоренессанса – Пружанская усадьба, построенная в середине XIX в. Ансамбль усадьбы включает каменный дом с широкой аллеей, два каменных флигеля и парк пейзажного типа. В настоящее время здесь располагается краеведческий музей.

5.7. Источники загрязнения водных объектов в бассейне

При кажущемся водном благополучии региона, с точки зрения количественной обеспеченности, хозяйственная деятельность все чаще вносит свои поправки в качество водных ресурсов, что необходимо учитывать на перспективу. Влияние деятельности человека сказывается, прежде всего, на наиболее уязвимых для загрязнения водах – поверхностных.

Основными источниками загрязнения р. Мухавец являются предприятия жилкомхоза, а также недостаточно очищенные стоки городов и поверхностные стоки в местах утилизации бытовых и сельскохозяйственных отходов, хранения ядохимикатов и минеральных удобрений, дорожной сети и складов ГСМ, особенно в водоохраных зонах рек.

Несомненно, определенное влияние на режим и качество водных ресурсов в бассейне оказывают многочисленные гидромелиоративные системы, однако пока нет однозначного взгляда на эту проблему.

Инвентаризация систем ливневой канализации г. Бреста и районных центров в бассейне

По ливневой канализации или непосредственно в речную сеть бассейна р. Мухавец попадает значительное количество загрязняющих веществ с городских территорий. В городах Республики Беларусь и, в частности, в пределах рассматриваемого бассейна, наибольшее распространение получила раздельная система канализации. Она предусматривает устройство отдельных сетей для отведения бытовых, производственных и атмосферных (дождевых и талых) сточных вод.

Помимо своего основного назначения – отведения стока дождевых и талых вод с территории населенных мест – дождевая канализационная сеть повсеместно используется для приема и отведения стока, образующегося при мойке и поливке улиц и зеленых насаждений, дренажных вод и отведения «условно-чистых» производственных вод. Сточные воды, отводимые по водостокам, в настоящее время часто сбрасываются в водоемы в пределах населенных пунктов без очистки. Такое отношение к стоку, отводимому по дождевой канализации, можно объяснить лишь сложившимся представлением о зависимости качества стока атмосферных вод от уровня благоустройства населенных мест и сравнительно слабой изученностью состава стока, поступающего в дождевую канализационную сеть.

Город имеет, как правило, разветвленную дождевую канализационную сеть, а ливневыпуски располагаются по длине водоприемника по всей территории города. Поэтому после выпадения осадков качество воды в водоприемнике в пределах городской черты ухудшается повсеместно. При этом часть смытых с городской территории загрязнений оседает у ливневыпусков, создавая очаги вторичного загрязнения, а часть – транспортируется течением за пределы города и зависит от скорости течения, состава и свойств сточных вод.

В табл. 5.8 собрана информация по городам бассейна.

Таблица 5.8. Характеристики систем городской ливневой канализации в бассейне р. Мухавец.

Город	Протяженность системы ливневой канализации, км					Кол-во ливне-выпусков
	всего	включая				
		ливневые коллекторы	уличные сети	соедин. ветки	открытые ливневые канавы	
Брест	154,7	23,2	69,2	53,6	8,7	28
Жабинка	1,1	-	-	-	-	1
Кобрин	7,3	-	-	-	-	6
Пружаны	9,5	-	-	-	-	1
Малорита	1,8	-	-	-	-	1

Диффузные источники загрязнения

До настоящего времени нет точного определения понятий «точечные» и «неточечные» источники загрязнения. В общем случае к точечным источникам принято относить контролируемые выпуски очистных сооружений промышленности и коммунального сектора, оборудованные приборами учета расхода и качества сбрасываемых вод. Однако в Финляндии к точечным источникам относят также стоки рыбо-водческих ферм, а в Дании – дождевые стоки с урбанизированных территорий.

Точечные источники отличаются относительной однородностью количественных и качественных показателей стока (изменения не превышают одного порядка и практически не зависят от погодных условий и времени года).

Основные источники диффузного загрязнения:

- сельскохозяйственное производство;
- неканализованные территории поселков и населенных пунктов;
- выпадения из атмосферы (атмосферное загрязнение);
- вынос с мелиоративных систем;
- загрязнение от транспорта.

Источники диффузного загрязнения преимущественно рассредоточены по площади водосбора и не имеют четко установленного места поступления в водные объекты.

Использование гидроэкологических индикаторов качества природной среды в бассейне для оценки диффузного загрязнения от сельскохозяйственного производства.

Количественная оценка влияния диффузных источников загрязнения, связанных с сельскохозяйственным производством, на качество поверхностных вод в бассейне р. Западный Буг выполнена в соответствии с «Рекомендациями по оценке и контролю за загрязнением малых рек биогенными веществами», утвержденными и рекомендованными к внедрению Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в 1999 г.

Для оценки загрязнения водотоков в бассейне в результате действия диффузных источников загрязнения были использованы результаты обобщения систематических синхронных гидрохимических и гидрологических наблюдений, проводимых на р. Рыта, водосбор которой характеризуется высокой степенью сельскохозяйственного освоения. Поскольку в верховье р. Рыты, выше створа наблюдений, отсутствуют крупные промышленные предприятия, их гидрохимический сток формируется, в основном, в результате действия диффузных источников загрязнения, обусловленных интенсивной сельскохозяйственной деятельностью.

В качестве гидроэкологических индикаторов были использованы факторы хозяйственной деятельности, учитываемые государственной статистической отчетностью. Используемая методика включает в себя элементы эмиссионного и имиссионного методов оценки диффузных источников загрязнения, широко применяемых в настоящее время гидроэкологических исследований в Германии, Польше и других странах Европы.

В последние годы при решении гидроэкологических проблем в большинстве стран Европы и Балтийского региона большое внимание уделяется выявлению гидроэкологических индикаторов качества природной среды, обеспечивающих возможность количественной и качественной оценки текущего экологического состояния водосборов больших и малых рек, выполнения прогнозных расчетов по оценке допустимой антропогенной нагрузки на реки и водоемы в результате хозяйственной деятельности.

В качестве индикаторов качества окружающей среды и устойчивого сельскохозяйственного производства широко используют агроклиматические характеристики бассейнов рек, контролируемые в рамках

государственной статистической отчетности: залесенность, заболоченность, мелиоративная обустроенность, плотность населения, распаханность территории, наличие сенокосов и пастбищ, урожайность сельскохозяйственных культур, применение удобрений, пестицидов, типы почв, геоморфологические условия, преобладающие уклоны, емкостные и фильтрационные характеристики грунтов и некоторые др.

Оценка выноса биогенов

Количественная оценка количества биогенов в бассейне выполнена для периодов существенно различающихся интенсивностью сельскохозяйственной деятельности. Были использованы данные о хозяйственной деятельности в пределах водосбора 2000 г. Исходные данные о факторах сельскохозяйственной деятельности (индикаторы гидроэкологического состояния), оказывающих существенное влияние на качество поверхностных вод, приведены ниже в табл. 5.9.

Таблица 5.9. Индикаторы экологического состояния водной среды в бассейне (данные за 2000 г.)

Административный район	Площадь, тыс. га	Заболоченность, %	Залесенность, %	Мелиорировано, %	Плотн. населения, чел/га	Плотн. КРС, усл. гол/га	Распаханность, %	Азотн. удобрения, кг/га	Фосфорн. удобрения, кг/га
Брестский	160	3,0	37,5	15,9	0,27	0,31	28,7	26,0	6,7
Жабинковский	70	1,7	18,3	33,1	0,19	0,38	43,4	24,7	5,6
Кобринский	180	6,9	26,0	36,0	0,23	0,34	34,8	24,7	6,7
Малоритский	140	2,1	44,6	30,5	0,13	0,24	26,0	17,3	3,1
Пружанский	147	3,1	44,0	18,4	0,14	0,26	29,1	14,2	3,8

В табл. 5.9 приведены рассчитанные оценочные показатели выноса биогенов по административным районам и бассейну.

Для оценки достоверности результатов, полученных расчетным путем, показатели выноса биогенов под влиянием действия диффузных источников загрязнения в результате сельскохозяйственной деятельности сравнивались с опытными данными, полученными в результате обобщения материалов синхронных гидрологических и гидрохимических наблюдений на репрезентативных водосборах малых рек. Результаты сопоставления приведены в табл. 5.10.

Суммарная площадь опытных водосборов составляет около 32 % от всей водосборной площади реки. Их сельскохозяйственная освоен-

ность сопоставима с показателями всего бассейна. Поэтому с достаточной определенностью можно утверждать, что удельная нагрузка по биогенам на репрезентативных водосборах не должна существенно отличаться от оценки, полученной для всего бассейна реки.

Таблица 5.10. Вынос биогенов по административным районам в бассейне р. Мухавец

Административный район	Площадь, тыс. га	Азот суммарный, N_{sum} , кг/га в год		Фосфор общий, P_{tot} , кг/год	
		1996 г.	2000 г.	1996 г.	2000 г.
Брестский	160	1,84	1,56	0,13	0,23
Жабинковский	70	1,87	1,45	0,17	0,22
Кобринский	180	2,23	1,90	0,13	0,26
Малоритский	140	0,95	0,50	0,10	0,12
Пружанский	147	1,12	0,82	0,15	0,15

Таблица 5.11. Сопоставление расчетных и опытных данных по оценке выноса биогенов в бассейне р. Мухавец

Репрезентативные водосборы малых рек	Площадь, тыс. га	N_{sum} , кг/га в год		P_{tot} , кг/га в год	
		1996 г.	2000 г.	1996 г.	2000 г.
Рыга	123	0,72	1,28	0,05	-
Среднее взвешенное значение		1,56	1,30	0,10	-
Бассейн Западного Буга	999,4				
Расчетные значения (из табл. 5.15)		1,68	1,18	0,13	0,22
Отклонение в результатах, %		7,7	9,2	30,0	

Наибольшее расхождение между результатами опытных и расчетных данных составляет не более 30 %, поэтому полученные результаты можно считать вполне приемлемым и для выполнения оценочных расчетов.

Выпадения загрязняющих веществ из атмосферы

В настоящее время выпадения загрязняющих веществ из атмосферы за счет глобального и регионального переноса становятся все более существенным фактором загрязнения водных экосистем. Из всех водосборных бассейнов Республики Беларусь бассейн р. Мухавец находится в наиболее неблагоприятном положении, испытывая воздействие

близко расположенных промышленных районов Западной Европы и стран СНГ.

Вклад в загрязнение водных объектов бассейна от загрязняющих веществ в атмосфере складывается из двух составляющих:

- непосредственное осаждение загрязняющих веществ на акваторию водных объектов;
- вынос загрязняющих веществ, осевших на территории водосбора и претерпевших частичную трансформацию за счет воздушной и водной эрозии.

Стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха

Наиболее крупным промышленным центром в бассейне является г. Брест. По данным Министерства статистики и анализа Республики Беларусь в 2000 г. в воздушный бассейн города выброшено 2,8 тыс. т. загрязняющих веществ, в том числе от сжигания топлива 2,0 тыс. т. (71 %). Выбросы загрязняющих веществ от технологических и других процессов составляют менее одной трети. В структуре выбросов преобладали оксид углерода (39 %), твердые вещества и окислы азота (по 18 %), диоксид серы (11 %). Доля летучих органических соединений (ЛОС) и прочих газообразных и жидких загрязняющих веществ составляет 14 %.

В других городах, расположенных в бассейне, выбросы от стационарных источников в 2 – 4 раза меньше. В Кобрине, например, в 2000 г. выбросы загрязняющих веществ составляли 0,7 тыс. т. Структура выбросов аналогична.

Химический состав атмосферных осадков

Природный речной сток загрязняющих веществ формируется за счет поверхностного и внутриводного стока и играет основную роль в их выносе за пределы ландшафта. В бассейне антропогенное загрязнение поверхностных вод происходит путем поступления загрязняющих веществ через атмосферу как на водную поверхность, так и на почвы с дальнейшим выносом в водотоки. Основной перенос загрязняющих веществ из атмосферы на подстилающую поверхность осуществляется атмосферными осадками. Этот процесс протекает также в периоды без осадков – сухое осаждение, вклад которого составляет 15 – 30 %, а в засушливый период может превышать 30 %. Исследования химического состава атмосферных осадков в 1992 –

2000 г. проводили на метеостанциях Бреста и Пружан. В табл. 5.12 представлены среднегодовые значения концентрации ионов, интегральные характеристики и величина рН.

Таблица 5.12. Химический состав атмосферных осадков

Показатель	Станция	Брест		Пружаны	
	Единица измерения	1999	2000	1999	2000
Кол-во осадков,	мм	607	642	637	577
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	7,49	8,85	5,43	5,46
Cl ⁻		2,78	4,36	1,73	2,38
NO ₃ ⁻		1,52	1,58	1,52	1,94
HCO ₃ ⁻		8,77	8,2	4,74	5,51
NH ₄ ⁺		0,58	0,64	1,46	1,47
Na ⁺		0,63	1,07	0,95	1,78
K ⁺		1,23	2,15	0,33	0,39
Ca ²⁺		5,97	5,84	2,72	2,65
Mg ²⁺		0,29	0,27	0,16	0,23
H ⁺		мкг/экв, дм ³	0,43	1,02	1,08
рН	мг/дм ³	6,51	6,44	6,25	5,98
Уд. электр. (эксп.)	мкСм./см	47,01	46,17	33,25	35,89
Сумма ионов	мг/дм ³	29,26	32,96	19,04	21,81

Характеристика загрязнения снежного покрова

Исследование состава снежного покрова бассейна проводилось Госкомгидрометом РБ в отдельные годы, когда наблюдался устойчивый снежный покров. Пункты отбора проб находились на достаточно большом удалении от дорог и основных локальных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, вне населенных пунктов. Полученные данные характеризуют региональный фон местности.

В табл. 5.13 приводятся результаты измерений 1999 г. на пунктах наблюдения за снежным покровом.

Таблица 5.13. Химический состав снежного покрова

Показатель	Единица измерения	Пункт	
		Высокое	Малорита
Период залегания снежного покрова	дней	109	105
Тип маршрута		лесной	полевой
Средний влагозапас на маршруте, мм	мм	31	46
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	7,1	1,7

Показатель	Единица измерения	Пункт	
		Высокое	Малорита
Cl ⁻		1	0,7
NO ₃ ⁻		1,85	1,77
HCO ₃ ⁻		9,8	2,4
NH ₄ ⁺		0,66	0,23
Na ⁺		0,3	0,3
K ⁺		5,4	0
Ca ²⁺		0,3	6,3
Mg ²⁺		0,4	0,2
pH	мг/дм ³	6,88	6,3
Сумма ионов	мг/дм ³	26,81	13,6

Исследования показали, что по общей минерализации весенний поверхностный сток с территории крупных городов в начале половодья является высокоминерализованным. Для небольших городов с индивидуальной застройкой и неасфальтированными улицами и дворами характерны два максимума минерализации воды. Первый наблюдается в начале половодья и связан с выносом веществ, накопившихся в снежном покрове с момента его образования. Второй максимум приходится на конец снеготаяния, когда происходит выщелачивание растворенных веществ из оттаиваемой почвы. В целом поверхностный сток с различных элементов городской территорий характеризуется более высокими концентрациями и модулем общей минерализации по сравнению со стоком с территорий включенных в сельскохозяйственное производство.

В первой фазе тающего снежного покрова концентрации загрязняющих веществ в 3 – 6 раз выше концентрации во всем объеме снега. Исследования показали, что первые 30 % талых вод содержат 44 – 76 % полного количества всех химических компонентов.

Оценка вклада трансграничного переноса и атмосферных выпадений в загрязнение территории бассейна

Беларусь является одной из наиболее загрязняемых стран Европы за счет трансграничного переноса. Состояние ее воздушного бассейна (кроме соединений аммиака, т. е. восстановленного азота) определяется внешними источниками: на 81 % для серы и на 85 % для окислов азота. Сама же Беларусь не является крупным источником трансграничного загрязнения по рассматриваемым типам загрязнителей. Основным источником загрязнения воздушного бассейна Беларуси по

сере, кроме нее самой, являются страны: Польша и Германия (25,4 % и 7,9 % от суммарных выпадений на Беларусь соответственно), Украина (7,2 %), Россия (5,7 %), и в меньшей степени – Румыния, Венгрия, Болгария, Чешская республика, Литва (3,9 %; 3,6 %; 2,9 %; 2,8 %; 2,7 %; соответственно), доля остальных стран Западной Европы составляет 17,6 %. В выпадениях окисленного азота – Польша (23,5 %), Россия (10,5 %), Германия (9,8 %), Украина (5,7 %), страны Западной Европы (28,7 %), Литва и Латвия (3,8 %), Словакия и Румыния (3,0 %). Выпадения восстановленного азота от собственных источников составляют 62,3 %, из Украины – 12,7 %, Польши – 8,4 %, России – 3,4 %, Литвы – 2,6 %, Германии и Румынии – 3,4 %, стран Западной Европы – 7,2 %.

Таким образом, в Беларуси доминирующую роль в выпадении вышеуказанных загрязнителей играют трансграничные поступления, доля собственных источников составляет по сере – 19 %, окисленному азоту – 15 %, восстановленному азоту – 62,3 %.

Анализ информации о концентрациях загрязняющих веществ и плотности выпадений на станции ЕМЕП Высокое, расположенной в западной части бассейна, показал, что выпадающие атмосферные осадки являются среднекислыми. Экологический ущерб от выпадения таких осадков может ожидать только в районах, где доминирующими породами являются изверженные основные породы или кварцевый песок. Выпадения серы лежат в пределах 1,2 – 1,5 г/м² год, что, по существующим представлениям, может превышать критические нагрузки (для типичных условий Беларуси 1 – 2 г серы/м² год). Закисление поверхностных вод возможно в том случае, если выпадение серы с осадками превышает 0,5 г/м² год, что соответствует среднему значению рН дождевой воды примерно 4,7. Выпадения азота не превышают принятых в экологической литературе значений критических выпадений. Траекторный анализ переноса воздушных масс на уровне 850 гПа (1500 м над ур. м.), обусловивших наиболее низкие значения рН проб дождевой (снеговой) воды, показал, что все они связаны с переносом воздушных масс из стран Западной и Центральной Европы.

В 1999 г. в западной части бассейна (район г. Бреста) выпадения закисляющих соединений составляли: сульфатов (в пересчете на серу) – 1289,27 кг/км²; нитратов (в пересчете на азот) – 209,76 кг/км²; восстановленного азота – 257,78 кг/км². В восточной части бассейна (район г. Пружаны) – 1015,58 кг/км²; 217,05 кг/км²; 726,13 кг/км² соответственно. Как видно из приведенных данных в западной части региона

выпадения серы в 1,3 раза выше, чем в восточной. В то же время в восточной части выпадения азота, особенно восстановленного, заметно больше (почти в 3 раза).

Оценка выноса с мелиоративных систем

Антропогенное влияние на пространственно распределенные составляющие химического загрязнения речного стока определяется количеством площадей, находящихся в сельскохозяйственном производстве и видом их использования, а также их мелиорированностью и конкретным типом мелиоративных систем.

Систематических наблюдений за минерализацией речного стока, осуществляемого Госкомгидрометом на некоторых водпостах, не велось. Поэтому концентрации загрязнения его стока могут быть лишь оценены по результатам аналогичных исследований, осуществлявшихся на водосборе и в целом не территории Полесской низменности.

Наиболее обширные исследования гидрохимии вод в Полесье осуществлялись в реках бассейна Припяти. До проведения обширной мелиорации региона суммарная концентрация основных ионов в них составляла 150 – 250 мг/дм³. После проведения мелиорации и вовлечения земель в интенсивное сельскохозяйственное использование в 1969 – 1970 гг. концентрация возросла до 220 – 540 мг/дм³. В среднем минерализация речного стока в бассейне Припяти возросла в 2,3 раза (по нитратному азоту – в 4 раза, по фосфору – в 5 раз). Аналогичные увеличения концентрации загрязнителей в речном стоке в связи с мелиорацией и интенсивным сельскохозяйственным производством отмечались в эти десятилетия в Латвии: концентрация нитратов увеличилась в 4 – 6 раз, фосфора – в 2 – 4 раза.

Следует также отметить, что при организации мониторинга гидрохимических показателей нужно учитывать, что они колеблются внутри года с весенним и осенним минимумом концентрации и их возрастанием летом и зимой.

Формирование загрязненности руслового стока в последние годы и прогноз на ближайшую перспективу определяется сочетанием нескольких противоположно действующих тенденций. Прежде всего, это произошедшее резкое снижение доз органических и минеральных удобрений (в 1,5 – 3 раза), вносимых колхозами как в полевых севооборотах, так, в особенности, под травы. В первую очередь это относится к наиболее дорогим фосфорным удобрениям, внесение которых в по-

следние годы было в 3 – 5 раз меньше, чем в 70-е – 80-е годы. Результатом этого явилось постоянное снижение в последние годы концентрации PO_4 , как в грунтовых водах, так и в речном стоке, тогда как по азоту и калию эти тенденции выражены не так ярко.

Более медленно развивающейся тенденцией, ведущей к уменьшению загрязненности стока, является происходящая деградация мелиоративной сети и возврат территорий к первоначально заболоченным условиям. Однако при этом имеют место и процессы, увеличивающие вынос загрязнителей (возрастание угрозы водной эрозии, постоянный отвод воды при переходе мелиоративной системы из осушительно-увлажнительной в чисто осушительную).

Сокращение загрязненности вод будет иметь место при предполагаемом выводе части земель из сельскохозяйственного использования.

Противоположная тенденция – увеличение загрязненности – может вызываться происходящим в результате сложных экономических условий снижением технологической дисциплины сельскохозяйственного производства: некачественным внесением удобрений, включая водоохранные зоны, усугубляемые недостаточной эксплуатацией и происходящей в результате этого деградацией мелиоративных систем.

Однако можно предположить, что результирующей всех этих тенденций будет некоторое уменьшение загрязненности вод р. Мухавец распределенными источниками.

Выбросы от автотранспорта

Оценка степени загрязнения территории бассейна выбросами автотранспорта проводилась по следующим показателям: окись углерода (CO) и азота (NO_2), углеводорода (СН), свинца (Pb) и сажи. При этом определялась степень их концентрации на единицу площади и соответствие данных значений предельному уровню концентрации.

В качестве исходных данных брались протяженность дорожной сети на территории района (км), интенсивность движения автомобилей (авт/сут) и нормативная база по содержанию вредных веществ в выхлопных газах. При расчетах учитывалась повторяемость ветра.

Расчеты позволили установить, что наиболее интенсивно подвергается загрязнению Пружанский район, где уровень ПДК в полосе отвода превышает в 1,87 раза (во внимание принималось 50 % снижение концентрации за счет защитных мероприятий). Незначительно отстали

в этом отношении и другие районы, где превышение ПДК колеблется от 1,1 до 1,6 раза.

В среднем на территории района накапливается от 1,5 до 4,5 тыс. тон вредных веществ только под влиянием автотранспортных выбросов. Значительная часть этих веществ со сточными водами попадает в водные источники.

В табл. 5.14 приведены результаты расчета.

Таблица 5.14. Уровень загрязнения земель выбросами автотранспорта

Район	Степень концентрации вредных веществ, т/год					ПДК в полосе отвода
	СО	NO ₂	СmHn	Pb	Сажа	
Брестский	1544	410	306	3	14	1.52
Жабинковский	713	189	141	1	6	1.66
Кобринский	1378	366	273	2	12	1.09
Малоритский	738	196	146	1	7	0.86
Пружанский	2215	589	439	4	20	1.87

Наибольшую антропогенную напряженность для окружающей среды представляют автомагистрали: Брест – Москва, Брест – Гомель, Брест – Каменец, Каменец – Пружаны, Каменец – Жабинка – Кобрин, Пружаны – Кобрин. Вдоль этих трасс в сутки оседает около 1,5 кг/га вредных веществ.

5.8. Потенциальные источники возникновения угрозы аварийного загрязнения в бассейне

Использование опасных веществ в производстве

В Республике Беларусь к категории опасных производственных объектов относятся объекты, на которых получают, используют, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества. К ним по классификации относятся следующие виды веществ:

- воспламеняющиеся;
- окисляющиеся;
- горючие;
- взрывчатые;
- токсичные;
- высокотоксичные и др.

Вещества, представляющие опасность для окружающей среды, характеризуются в водной среде следующими показателями острой токсичности:

- средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу составляет в течение 96 часов не более 10 мг на дм^3 ;
- средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнии в течение 48 часов, не более 10 мг на дм^3 ;
- средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 часов не более 10 мг на дм^3 ;

В бассейне отдельными предприятиями промышленности коммунального и сельского хозяйства в технологических процессах используются опасные вещества, которые в случае их попадания в результате производственной аварии в окружающую среду представляют серьезную угрозу для источников водоснабжения, места обитания животных и видового разнообразия рыб.

В табл. 5.15 приводятся данные по количеству хранимых опасных веществ (аммиак и хлор), используемых в производственных целях субъектами хозяйствования.

Таблица 5.15. Инвентаризация мест хранения опасных веществ (хлора и аммиака) в бассейне р. Мухавец

Название предприятия	Место размещения	Название опасного вещества	Количество, т.	Форма хранения
ПВКХ «Водоканал»	г. Брест	Хлор	2,5	баллоны по 80 кг
Рыбная база	г. Брест	Аммиак	27	в системе аммиачно-холодильных установок наибольшая емкость в системах – резервуар от 2 до 5 т
Мясокомбинат	г. Брест	Аммиак	60	
АО «Брестский молококомбинат»	г. Брест	Аммиак	17	
ПФ «Мороженое»	г. Брест	Аммиак	10	
Комбинат безалкогольных напитков	г. Брест	Аммиак	6	
База «Мясомолторг»	г. Брест	Аммиак	16	
с-з «Рассвет»	Брестский р-н	Аммиак	5	
Маслосырзавод	г. Кобрин	Аммиак	12	
Консервный завод	г. Кобрин	Аммиак	3	
Мясокомбинат	г. Кобрин	Аммиак	6	
п/ф Кобринская	Кобринский р-н	Аммиак	6	

Из химически опасных объектов непосредственную опасность для бассейна может представлять водозабор водопроводного хозяйства Бреста, расположенный в 130 м от р. Мухавец. В технологическом процессе промышленного объекта используется жидкий хлор, в случае аварии с выбросом площадь химического заражения составит 0,08 – 0,12 км² и глубина зоны заражения – 220 – 250 м соответственно. Следовательно, при определенных условиях хлорная волна может достичь реки.

Дорожная сеть и железнодорожный транспорт

Территория бассейна в Беларуси характеризуется наличием автодорог и железнодорожных путей сообщения с высокой интенсивностью перемещения грузов и пассажиров.

Протяженность основной автомагистрали М1 (Брест– Минск – Москва) – по территории бассейна составляет 90 км.

Суммарная длина участков дорог с усовершенствованным покрытием, с покрытием и без него составляет 590, 1300 и 690 км соответственно.

В табл. 5.16 приведены данные по максимальной интенсивности движения транспорта по автодорогам.

Таблица 5.16. Максимальная интенсивность движения транспорта по автодорогам

Номер дороги	Название дороги	Интенсивность движения, трансп. средство/сут	
		Всего	С опасными грузами
Магистральные республиканского значения			
М-1	Брест – Минск – граница РФ	9004	500
Республиканского значения			
P2	Столбцы – Ивацевичи – Кобрин	1907	10
P7	Каменец – Жабинка – Федьковичи	2716	15
P17	Брест – гр. Украины (Олтуш)	5895	10
P98	Кобрин – Малорита – гр. РП	875	20
P102	Высокое – Каменец – Кобрин	557	5

На протяжении автомагистралей аварийноопасные участки через водные преграды отсутствуют.

Суммарная протяженность участков железнодорожных путей сообщения в пределах бассейна – более 350 км.

Интенсивность движения грузовых поездов в районах пересечения железнодорожных с реками, впадающими в Мухавец в 2001 г., приведена в табл. 5.17.

Таблица 5.17. Интенсивность грузоперевозок в бассейне р. Мухавец

Участок	Размеры движения пар поездов/сутки	
	по графику	выполненные
Брест – Ковель	1	0,1
Брест – Лунинец	4	1,9
Брест – Барановичи	7	4,9

Движение поездов осуществляется по железнодорожным мостам, расположенным: р. Мухавец – 488 км (перегон Брест – Полесский – Брест – Южный).

В случае аварии поезда с опасным грузом на одном из железнодорожных мостов в реку может попасть до 40 т опасных веществ с последующим их переносом в реку. Для ликвидации аварийной ситуации предусмотрены аварийно-восстановительный и пожарный поезда, а также аварийно-спасательные команды.

Магистральные газо- и нефтепроводы

В бассейне размещены крупные магистральные нефтепроводы, газопроводы и продуктопроводы.

В табл. 5.18 приводятся сведения по магистральным газо-, нефте- и продуктопроводам, представляющим реальную опасность для водных объектов бассейна.

Таблица 5.18. Описание магистральных газо- и продуктопроводов

Название	Диаметр, мм	Рабочее давление, МПа	Переходы через водные объекты
Магистральные газопроводы			
Кобрин – Брест – Госграница	1000	5,5	кан. Винец, р. Мухавец, Днепроовско-Бугский канал, р. Рыга
Магистральные продуктопроводы			
Магистральный нефтепродуктопровод «5С-пл. 1/1»	Данный участок не эксплуатируется с 1990 года, площадка 1/1 – законсервирована		р. Рыга, р. Мухавец

5.9. Оценка возможного влияния разработки месторождения строительных материалов «Хотиславское» на ресурсы поверхностных и подземных вод

Месторождение строительных материалов «Хотиславское» расположено в южной части бассейна р. Мухавец несколько южнее г. Малорита (рис. 5.2). Месторождение планируется к разработке на общей площади около 1200 га для производства 400 тыс. т извести, 120 млн т силикатного кирпича, свыше 260 тыс. м³ блоков и панелей из ячеистого силикатобетона в год. В 1988 – 1993 гг. разработаны технико-экономическое обоснование (ТЭО) и строительный проект. Оценка влияния отработки месторождения на гидролого-гидрогеологические условия окружающей территории в 1989 – 1992 гг. выполнена РУП «ЦНИИКИВР» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.



Рис. 5.2. Обзорная схема района месторождения

Краткая характеристика проектных решений по отработке месторождения

Месторождение мела и строительного песка «Хотиславское» впервые обнаружено Западной геолого-поисковой партией ПО «Беларусьгеология» в 1974 г., при поисках месторождения цементного сырья в районе г. Брест. Запасы полезных ископаемых составляют, соответственно, по мелу – 116,8 млн т, песку - 93,3 млн м³. Южный контур подсчета запасов непосредственно примыкает к границе с Украиной.

По данным изысканий выяснилось, что гидрогеологические условия для освоения месторождения неблагоприятные. Полезное ископаемое – строительные пески и мел – обводнены практически на всю полезную мощность. Площадь, отчуждаемая под карьер, является участком мелиоративного объекта осушительной мелиорации, в пределах которого уровень грунтовых вод в меженные периоды года устанавливается на глубине 1,0 – 1,5 м.

Разработку месторождения предполагается осуществить тремя уступами на глубину до 36 м при ширине фронта отработки мела в открытом карьере около 30 м. Верхний уступ (вскрышной) – высотой 0,9 м, второй уступ – по песку – высотой около 15 м и третий – меловой, средняя высота которого составит около 20 м. Полезная толща месторождения полностью обводнена.

Осушение карьера предполагается вести открытым водоотливом, поддерживая весь расчетный срок эксплуатации в добычном забое и на всей отработанной площади величину понижения уровня подземных вод (-35 м). При этом величина водопритока в карьер составит к 25 году эксплуатации около 20 тыс. м³/сут. Приток в карьер в большей мере будет формироваться за счет естественных ресурсов и запасов водоносных горизонтов четвертичных и верхнемеловых отложений. Сработка естественных запасов водоносных ресурсов и горизонтов приведет к осушению водовмещающих отложений и формированию на прилегающих территориях депрессионной воронки. В связи с этим вокруг месторождения будет существовать и, по мере освоения месторождения, расширяться зона направленного влияния на режим, баланс и качество подземных и поверхностных вод. Ширина зоны влияния составит около 5,3 км.

В то же время территории, прилегающие к месторождению, – это низинные переувлажненные земли юго-западной части Брестского

Полесья и северных отрогов Волыно-Подольской возвышенности, в пределах которых расположены природные объекты, имеющие природоохранное и рекреационное значение, влияние на которые при разработке ТЭО не рассматривалось.

В этой связи Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, рассмотревшее ТЭО строительства карьера, признало его недостаточно обоснованным и неудовлетворительным. Поэтому РУП «ЦНИИКИВР» было поручено провести численный эксперимент по оценке влияния карьерного водопонижения на все элементы окружающей среды, а также определить состав и объем локализационных мероприятий, направленных на снижение и компенсацию влияния понижения уровня грунтовых вод и последующих изменений в окружающей среде. Для реализации поставленных задач была разработана математическая модель месторождения «Хотиславское» и прилегающих к нему территорий для моделирования на ней процессов геофильтрации.

*Обоснование расчетной модели геофильтрации месторождения
«Хотиславское»*

Для моделирования геофильтрации в сложных гидрогеологических условиях использована программа расчета стационарной и нестационарной геофильтрации.

При моделировании геофильтрации последовательно решены следующие задачи:

- построение компьютерной модели территории исследований на основе подготовки, анализа, обобщения исходной информации и решения серии обратных стационарных и нестационарных задач;
- прогноз влияния отбора подземных вод на прилегающую территорию;
- прогноз формирования водопритока в карьер в зависимости от условий и сроков обработки;
- планирование использования водных ресурсов на основе анализа и обобщения результатов моделирования.

Анализ имеющейся гидрогеологической информации для обоснования геофильтрационной модели района позволил остановиться на расчетной схеме трехслойного в разрезе пласта, с двумя водоносными горизонтами, разделенными слабопроницаемым слоем: первый – к совместной толще четвертичных и палеогеновых отложений, второй –

к верхнемеловым отложениям. Разделяющий слой – к слабопроницаемым отложениям «зоны заиления» мергельно-меловой толщи верхнего мела.

При построении расчетной модели исследуемая территория была разбита на прямоугольные блоки. Выбор размеров блоков в плане определялся общими размерами области фильтрации, а также целью исследований. В пределах карьера «Хотиславский» расчетная модель разбита на блоки размером 50х100 м. По мере удаления от карьера к периферии шаг разбивки модели и размеры блоков достигают 2000х2000 м на юге и 2000х4000 м на севере. Общее число блоков расчетной модели по горизонтальной оси координатной сетки составляет 91, а по вертикальной – 82.

Внешними естественными границами области фильтрации в плане являются: для 1 водоносного горизонта – поверхностные водотоки (граничное условие 3 рода) и линии тока водоносного комплекса четвертичных отложений (граничное условие 2 рода), а для 2 водоносного горизонта – линиями тока верхнемелового водоносного комплекса (граничное условие 1 рода). За верхнюю границу области фильтрации принят свободный уровень грунтовых вод (граничное условие 1 рода), за нижнюю – поверхность слабопроницаемых верхнемеловых отложений (граничное условие 2 рода). Естественными внутренними границами являются реки, водоемы и каналы (граничное условие 3 рода).

Результаты прогнозного моделирования влияния эксплуатации карьера «Хотиславский»

Применение открытого карьерного водоотлива при отработке карьера уже на стадии горно-капитальных работ приводит к интенсивному снижению уровней грунтовых и напорных подземных вод на прилегающих территориях.

Оценка влияния открытого водоотлива при освоении месторождения на гидролого-гидрогеологические условия окружающей территории проведена для условий эксплуатации карьера в течение 45 лет.

Прогнозное моделирование условий эксплуатации месторождения показало, что осуществление предполагаемого водопонижения в карьере (-35 м) будет сопровождаться формированием на прилегающих территориях обширных депрессионных воронок в четвертичном и верхнемеловом водоносных комплексах. Форма воронок в обоих водоносных горизонтах практически совпадает, а размеры ее с севера на юг

составят (в изолиниях прогнозных понижений 0,1 м) около 19 км, а с востока на запад – 22 км (по оси карьера), а по изолинии снижения уровня 1,0 м – соответственно 15 и 14 км (рис. 5.3).



— 0,5 — - изолинии понижения уровней подземных вод, м.

Рис. 5.3. Карта-схема прогнозного понижения уровня подземных вод при эксплуатации карьера «Хотиславский» за 45 лет эксплуатации.

Снижение уровней подземных вод в первом от поверхности (грунтовым) водоносном горизонте окажет отрицательное влияние на природные условия в зоне депрессии. Осушение приведет к снижению плодородия почв, иссушению болот, уменьшению прироста лесов. Понижение уровней грунтовых вод в пределах мелиоративных объектов может достигнуть: «Сушитница» и «Малорита» – 2 - 10 м; «Мачка» и «Малорита-1» – 2 - 5 м; «Галевка», «Мыслятино», «Вир» и «Замшаны» – 1,0 - 2,0 м. Площадь лесных массивов, где снижение уровня грунтовых вод окажет отрицательное влияние на их продуктивность, составит около 6,2 тыс. га. При этом прямые потери от прироста древесины составят около 13,0 тыс. м³ в год, а ежегодный ущерб в денежном выражении – 18,3 млн руб. (в ценах 1991 г.).

В зону депрессионной воронки возможно попадание 16 населенных пунктов, 10 из которых расположены в Республике Беларусь и 6 – на территории Украины. В 8 населенных пунктах Беларуси и в 3, расположенных на Украине, уровни грунтовых вод понизятся на 0,5 и более метров. В том числе: в д. Сушитница - на 12 – 20 м, дд. Хотиславль, Отчин, Заречка - на 3 – 6 м, дд. Дворище, Гвозница, Доброе, Замшаны на 1 – 3 м; Украина – дд. Гута, Тур и Заболотье на 2 – 4 м. В перечисленных населенных пунктах при эксплуатации карьера возникнут проблемы с водоснабжением.

При моделировании, одновременно с проведением прогноза изменения режима подземных вод и гидрогеологических условий в целом, выполнена оценка прогнозного водопритока в карьер, формирование его структуры и баланса. Величина водопритока в карьер будет закономерно увеличиваться по мере освоения новых участков месторождения и составит: в первый год эксплуатации – около 15,5 тыс. м³/сут; на 25 год - около 38 тыс. м³/сут. и на конец расчетного срока - около 42 тыс. м³/сут.

Как показало моделирование, формирование водопритока в карьер происходит в большей степени (больше 50 % в структуре водопритока) за счет привлекаемых ресурсов верхнего (грунтового) водоносного горизонта и речных вод рр. Рыта и Малорыта.

Привлекаемые части ресурсов естественного подземного и поверхностного стока есть прямой ущерб стоку рр. Рыта и Малорыта и подземного питания оз. Дружба, Долгое, Турское. Сокращение речного стока р. Рыта на участках, прилегающих к месторождению «Хотиславское» (в створе д. Сушитница), уже к концу первого десятилетия его эксплуатации составит более 10 % от среднего расхода реки 50 % обеспеченности и около 88 % стока 95 % обеспеченности (среднемесячный минимальный), т. е. в маловодные годы и меженные сезонные периоды сток в реке на этих участках уже может отсутствовать. В целом, эксплуатация карьера для существующего водного режима р. Рыта, равносильна некоторому сокращению площади водосбора, вызванная сокращением расхода реки в ее среднем течении (в створе поста Малые Радваничи) на 10 % (50 % обеспеченности) и около 32 % (95 % обеспеченности) стока, что значительно превышает рекомендуемые нормы допустимого изъятия поверхностного стока.

Ущерб речному стоку р. Малорыта от эксплуатации карьера также значителен. На конец расчетного срока эксплуатации расход реки

(створ-устье) может сократиться на 5 – 8 % (среднегодовой 50 % обеспеченности), а 95 % обеспеченности – 41 %, т. е. в засушливые мало-водные годы, а также и меженные периоды сток в реке на участках, прилегающих к карьере, также может отсутствовать.

Влияние карьерного водоотлива отразится на существующем гидрологическом режиме и условиях установившегося водообмена с подземными водами оз. Велихово, Дружба, Долгое и, частично, озера Турское. Сокращение поземного притока грунтовых вод с площади водосборов в размере годовых их естественных ресурсов в озера Велихово и Дружба возможно уже к 2018 г. эксплуатации месторождения. Несколько менее выражено влияние водоотлива на озера Турское и Долгое – сокращение подземного питания за 45 лет эксплуатации карьера ожидается в размере 21 и 63 % от величины их естественного питания за счет разгрузки подземных вод (или на 2600 и 1100 м³/сут). Уменьшение (для озер Турское и Долгое) и практически полное прекращение в среднем за год подземного питания (озер Велихово и Долгое) на конец расчетного периода эксплуатации карьера может привести к обмелению и последующему зарастанию озер.

Возмущения, вызванные карьерным водоотливом в грунтовом и напорном водоносных горизонтах, не достигнут Национального парка «Шацкие озера» и его объектов – оз. Крымно, Ореховское, Песочное и др. Следовательно, освоение месторождения «Хотиславское» не окажет влияния на существующий гидрологический режим особо охраняемых природных территорий на Украине.

Таким образом, по мере освоения месторождения «Хотиславское» влияние карьерного водоотлива будет распространяться на все более значительную территорию, превращая карьер в своеобразную дрена для подземных вод грунтовых и напорных водоносных горизонтов.

Для уменьшения негативных последствий предложен комплекс природоохранных мероприятий, основной целью которых является локализация депрессионной воронки карьера на минимально возможной площади. Эта цель достигается путем создания по периметру карьера гидравлической или же противофильтрационной завес, препятствующих чрезмерному развитию депрессионных воронок.

Гидрозавеса формируется в результате искусственного пополнения подземных вод при фильтрации воды из инфильтрационных бассейнов и восполнительных каналов. При оптимальных условиях работы гид-

розавесы за ее пределами сохраняются естественный гидрологический и гидрогеологический режимы поверхностных и подземных вод.

При создании противодиффузионной завесы вокруг карьера или некоторой его части в водоносном горизонте образуется непроницаемая зона («стена в грунте»), которая препятствует интенсивному проникновению воды в отработываемое карьерное пространство, вследствие чего также стабилизируются уровни подземных вод на прилегающей территории.

Анализ гидрогеологических условий исследуемой территории показал, что в районе карьера и водозабора существуют благоприятные условия для постановки мероприятия по созданию гидрозавесы. В разрезе четвертичных отложений в районе карьера слабопроницаемые породы имеют небольшую мощность и залегают, в основном, в верхней его части. Коэффициент фильтрации водовмещающих отложений, представленных, главным образом, песками мелко- и среднезернистыми, изменяется от 1,5 до 19 – 21 м/сут.

Исследование физико-географических условий территорий показало, что, в первую очередь, в качестве систем искусственного пополнения подземных вод могут быть использованы магистральные и осушительные каналы мелиоративных систем «Велихово», «Сушитница», «Вир-1», «Малорита» – при организации их работы в режиме увлажнения. На территории, где мелиоративные системы отсутствуют (южный и восточный борта карьера), рекомендуется заложить восполнительные каналы ВК-1, ВК-2 и ВК-3 (рис. 5.4).

Для оценки эффективности условий снижения прогрессирующего во времени негативного влияния карьерного водоотлива на прилегающую к карьере территорию ЦНИИКИВР проведено численное моделирование перечисленных мероприятий: создание гидрозавес с помощью инфильтрационных каналов и бассейнов, а также существующих мелиоративных систем, условий применения слабопроницаемой «стены в грунте». Выполнение вариантного моделирования позволило определить рациональное сочетание рассматриваемых мероприятий, их количественные характеристики, а также условия оптимального расположения границ отработки карьера в пределах контуров подсчета запасов полезного ископаемого по отношению к Государственной границе Республики Беларусь и Украины.

Наиболее приемлемым вариантом расположения карьера предложен вариант смещения южной границы его отработки на 200 м север-

нее границы Украины. В этом случае наиболее эффективной схемой применения компенсационных мероприятий и локализации депрессионной воронки подземных вод в районе Государственной границы при отработке первой очереди карьера является сочетание гидрозавесы, состоящей из 2-х восполнительных каналов, проходящих вдоль границы Беларуси и Украины (первый на расстоянии 120 м от первого уступа карьера), двух каналов, устраиваемых к водостоку от карьера, обустройства и обводнения близлежащих мелиоративных систем «Малорита», «Вир-1» и «Велихово».

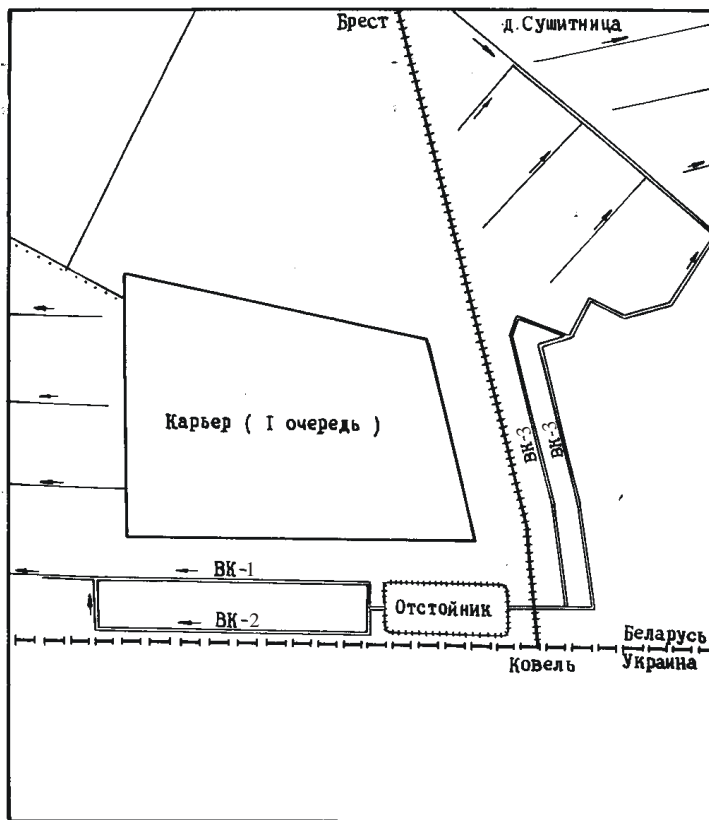


Рис. 5.4. Схема расположения участков отвода компенсационной схемы I очереди карьера «Хотиславский».

Инфильтрационные каналы должны иметь при этом следующие технические характеристики: ширина по дну – 10,0 м, заложение откосов – 1,5 - 2,0 м и поддерживаемую глубину наполнения – 2,0 - 2,5 м. В качестве источника воды для инфильтрационных систем предполагается использование воды карьерного водоотлива после проведения предварительной водоподготовки.

С созданием по периметру карьера гидравлической завесы происходит значительное уменьшение площади депрессионной воронки (более чем в 2,7 раза) и величины снижения УГВ. При этом улучшится гидрогеологическое мелиоративное состояние осушенных земель на системах «Велихово», «Сушитница», «Вир» и «Малорита».

Условия подземного питания озер Дружба, Велихово, Долгое и Турское по сравнению с естественными в этом случае не изменяются.

В результате выполнения компенсационных мероприятий по созданию гидрозавесы площадь лесных массивов, расположенных в зоне депрессии грунтовых вод, сократится с 6,2 до 0,5 тыс. га.

Ущерб от уменьшения эффективности специальных функций леса сократится с 18290 до 1415 тыс. руб., а от изменения прироста древесины – с 53,5 до 4,32 тыс. руб., на территории Украины – с 198,1 до 0,6 тыс. руб.

Результаты прогнозного моделирования показали, что использование противофильтрационной завесы типа «стена в грунте» также может обеспечить достаточно эффективную локализацию депрессионной воронки в районе карьера, но для проведения опытно-промышленной эксплуатации карьера в 1992 г. была рекомендована компенсационная система по схеме создания гидравлической завесы как более простая и дешевая в технологическом и стоимостном отношении.

Выполненный прогноз и разработанные на его основе природоохранные мероприятия позволяют при соблюдении правил строительства и эксплуатации карьера и своевременном осуществлении природоохранных мероприятий негативные последствия на окружающую природную среду будут сведены до разумного минимума. Главным на начальном этапе строительства карьера является организация мониторинга в зоне возможного влияния карьера «Хотиславский».

Локальный мониторинг в районе разработки карьера «Хотиславский» направлен на достижение двух основных целей:

1. Выявление характера и закономерностей изменения естественно-го режима и качества подземных и поверхностных вод в зоне влияния карьерного водоотлива.

2. Оценка эффективности проектируемых природоохранных (компенсационных) мероприятий, заключающейся в контроле режима работы инженерных средств защиты (компенсационные инфильтрационные системы) и выработки рекомендаций по рациональной эксплуатации этих систем.

Основной принцип размещения наблюдательных пунктов заключается в обоснованной неравномерности их распределения по изучаемой области с сосредоточением на ключевых участках потока подземных вод и расположения инженерных сооружений. Режимная сеть состоит из региональной – двух взаимно пересекающихся створов наблюдательных скважин – и специальной гидрогеолого-гидрохимической сети наблюдательных скважин, располагаемой в районе компенсационных систем.

Режимная региональная и специальная сеть локального мониторинга соответствует требованиям, изложенным в методических рекомендациях и указаниях по проведению режимных наблюдений на участках действующих водозаборов, горнорудных предприятий и систем искусственного восполнения запасов подземных вод, и может способствовать решению целого ряда задач:

- контроль за развитием депрессионной воронки карьера;
- определение ущерба речному стоку (наносимого эксплуатацией карьера) с помощью гидрометрических наблюдений на водомерных постах;
- контроль за качеством подземных вод, загрязнение которых возможно в связи со строительством карьера и Малоритского КСМ – потенциальных источников загрязнения;
- выяснение условий и параметров инфильтрации карьерных вод на системах искусственного восполнения, определение производительности инфильтрационных сооружений (каналы, скважины) и ее зависимости от величины подачи, напора, мутности воды, величины дренажного стока и других показателей, используемых для восполнения карьерных вод;
- разработка на этой основе водохозяйственных расчетов и оперативного управления режимом эксплуатации компенсационных систем.

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

6.1. Общая характеристика использования водных ресурсов

При решении вопросов использования водных ресурсов обычно принято выделять две категории: водопотребление и водопользование. К первой из них относят отрасли народного хозяйства, в которых использование воды связано с изъятием ее из водотоков и водоемов. При этом часть воды теряется безвозвратно, так как она входит в состав промышленной или сельскохозяйственной продукции, а также расходуется на испарение в процессе ее использования. Основными водопотребителями являются промышленное и коммунальное водоснабжение и сельскохозяйственное орошение.

Во вторую категорию входят отрасли, которые не изымают вод, а используют ее для выполнения различных операций. К числу наиболее важных водопользователей можно отнести водный транспорт, рыбное хозяйство, водный туризм.

Река Мухавец и ее многочисленные притоки отнесены ко второй категории водоемов рыбохозяйственного значения.

На участке от Кобрин и до Бреста р. Мухавец зарегулирована, на ней построены шлюзы, и этот участок является судоходными и используется водным транспортом.

В районе гг. Кобрин, Жабинка, Брест р. Мухавец является источником промышленного водоснабжения. Из нее забирают воды на производственные нужды Жабинковский сахарный завод, Брестский электроламповый завод, завод газовой аппаратуры, Брестская ТЭЦ, предприятия Брестского отделения Белорусской железной дороги.

Из коммунальных очистных сооружений гг. Пружаны и Кобрин осуществляют сброс очищенных сточных вод в р. Мухавец, в нее также сбрасывается поверхностный сток этих городов и г. Бреста.

В микрорайоне «Вулька» в г. Бресте на р. Мухавец ведется строительство гребного канала, который будет отвечать международным требованиям к спортивным объектам.

Притоки Мухавца относятся ко второй категории рыбохозяйственного значения, являются водоприемниками сбросных вод гидромелиоративных систем.

6.2. Современное состояние заборов и сбросов воды в бассейне

В настоящее время для различных нужд из р. Мухавец суточный забор воды составляет 26077 м³. Основными потребителями речной воды являются рыбхоз «Соколово» Жабинковского района и промышленные предприятия Бреста и Жабинки. Сведения о потребителях воды и среднесуточные расходы представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Среднесуточный расход воды, забираемой из р. Мухавец

Название предприятия, организации	Суточный расход, м ³ /сут
РУПП «Кобринский инструментальный завод «Ситимо»»	82
РУПП «Брестский электроламповый завод»	3638
ОАО «Жабинковский сахарный завод»	4110
РПТУП «Рыбхоз Соколово» Жабинковский р-н	12329
Брестский участок Барановичской дистанции водоснабжения и санитарно-технических устройств Белорусской железной дороги	1803
Ф-ал РУП «Брестэнерго» Брестские тепловые сети. ТЭЦ	3740
КУСП Тепличный комбинат «Берестье»	375

Как видно из табл. 6.1, основное количество воды используется для рыбохозяйственных целей и для нужд теплоэнергетики. Следует отметить, что ряд предприятий, имеющих собственный водозабор на р. Мухавец, обеспечивают водой ряд других предприятий. Например, ОАО «БЭЛЗ», забирающее воду водозабором ковшового типа, обеспечивает технической водой 19 потребителей Восточного промышленного узла г. Бреста (табл. 6.2.).

Условия выпуска сточных вод в водоемы определяется «Правилами охраны поверхностных вод». В соответствии с этими правилами различают водоемы питьевого, и культурно-бытового водопользования и водоемы, используемые для рыбохозяйственных целей.

Как было отмечено ранее, р. Мухавец и практически все ее притоки отнесены ко второй категории рыбохозяйственного значения, а в пределах городской черты участки р. Мухавец отнесены к водоемам культурно-бытового назначения.

Уточнение категории водоемов или их участков производится при участии органов санитарно-эпидемиологической службы и рыбохозяйственных организаций.

Таблица 6.2. Потребление технической воды предприятиями от водозабора ОАО «БЭЛЗ»

Наименование предприятия	Объем потребляемой воды, м ³ /год
СП «Веставто»	13520
Автоагросервис	579
Брестзеленстрой	866
СоТЖер	5761
ИП Мойсюк	2303
ООО «Аркос»	956
ООО «Научпром»	83
ОАО «БЭМЗ»	23000
ОАО «Чулочный комбинат»	220000
Автопарк № 1	25000
Грузовой автопарк № 25	200
Авторемзавод	160
ВРК - 1	340000
ВРК - 2	70000
КСМ	132000
ЖБК стройтреста № 8	41000
КПД - 2	42000
ОАО «Ковры Бреста»	82000
БРТЗ	400

В соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод» и категории водопользования требования к составу и свойствам воды р. Мухавец и ее притоков после выпуска в них сточных вод, подвергшихся очистке, представлены в табл. 6.3.

Таблица 6.3. Допустимые изменения состава воды р. Мухавец и ее притоков после выпуска в них очищенных сточных вод

Показатели состава и свойств речной воды после выпуска сточных вод	Требования к составу и свойствам воды в реке	
	категория	
	культурно-бытового назначения	рыбохозяйственного назначения
Содержание взвешенных веществ	Допускается увеличение не более чем на	
	0,75 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
Пленки нефтепродуктов, масел, жиров и др. плавающих примесей	Не допускается	

Показатели состава и свойств речной воды после выпуска сточных вод	Требования к составу и свойствам воды в реке	
	категория	
	культурно-бытового назначения	рыбохозяйственного назначения
Запахи, привкусы и окраска	Допускаются запахи и привкусы интенсивностью не более 2 баллов. Окраска не должна быть обнаружена в столбике вод высотой 10 см	Посторонние запахи, привкусы и окраска воды, влияющие на мясо рыб, не допускаются
Температура воды	Допускается повышение температуры воды не более чем на 3°C	Допускается повышение не более чем на 5°C по отношению к естественной температуре воды
Водородный показатель	Не должен выходить за пределы	
	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Минеральный состав воды	Сухой остаток должен быть не более 1000 мг/л (в том числе хлориды до 300 и сульфаты до 100 мг/дм ³)	Не нормируется
Наличие растворенного кислорода	Должно быть не менее 4 мг/дм ³	Зимой подо льдом должно быть не менее 4 мг/дм ³ , летом не менее 6 мг/дм ³
БПК _{полн} при температуре 20°C	Не должно превышать	
	6 мг/дм ³	3 мг/дм ³
Возбудители болезней	Не допускается после обеззараживания биологически очищенных сточных вод, колииндекс не должен превышать 1000 при содержании остаточного хлора 1,5 мг/дм ³	
Токсичные вещества	Не допускается	В концентрациях, которые могут оказать прямое или косвенно вредное воздействие на живые организмы

В р. Мухавец и ее притоки сбрасываются нормативно чистые и нормативно очищенные сточные воды предприятий и организаций, расположенных в бассейне. Перечень предприятий и количество сбрасываемых сточных вод, представлены в табл. 6.4. Таким образом, наибольшее объемы нормативно чистых вод поступают из рыбхоза

«Соколово», Брестской ТЭЦ и Жабинковского сахарного завода, а максимальное количество нормативно очищенных сточных вод поступает из коммунальных очистных сооружений гг. Кобрин, Пружаны и Малориты, причем из первых двух городов очищенные стоки поступают непосредственно в р. Мухавец, а из г. Малорита – в левый приток – р. Рыга.

Таблица 6.4. Среднесуточные расходы нормативно чистых и нормативно-очищенных сточных вод, сбрасываемых в р. Мухавец и ее притоки в 2004 г.

Название организации, предприятия	Среднесуточный расход сточных вод, м ³ /сут	
	нормативно чистых	нормативно очищенных
РУПП «Брестский электроламповый завод»	449	-
ОАО «Брестский электромеханический завод»	39	-
ОАО «Кобрин агросервис»	-	2,7
ОАО «Линовский крахмальный завод» Пружанский р-н	-	60
ОАО «Жабинковский сахарный завод»	2263	-
РУПП «Кобринская прядильно-ткацкая фабрика «Ручайка»»	2,7	-
ОАО «Брестский КСМ»	-	334
РПТУП «Рыбхоз Соколово», Жабинковский р-н	7123	-
Фил. РУП «Брестэнерго» Брестские тепловые сети, ТЭЦ	3548	-
Брестские тепловые сети	2,7	-
ПРУТП «Гатча-Осовское», Жабинковский р-н	173	-
Брестское КУП ВКХ «Водоканал»	1380	-
КУПП «Кобринрайводоканал»	-	10129
Фил. ПКУПП «Коммунальник» (Водоканал), г. Пружаны	-	4909
КУМПП ЖКХ «Малоритское ЖКХ» Замшаны	-	1753
ДУП санаторий «Бут»	38	-
СП «Ковбар», Кобринский р-н	-	5,5
Всего	15018,4	17193,2

Из восточной, южной и центральной частей Бреста поверхностный сток сбрасывается в р. Мухавец через 17 выпусков в объеме 420 тыс. м³ в год. Из указанного объема поверхностного стока только 40 % расхода подвергается механической очистке.

6.3. Комплекс гидротехнических сооружений на р. Мухавец в г. Бресте

В южном районе г. Бреста располагается комплекс гидротехнических сооружений обеспечивающих судоходство (гидроузел Тришин), рекреационное использование (гребной канал и пляжная зона), функционирование водозаборных сооружений и хозяйственную деятельность в пойме р. Мухавец (рис. 6.1).

Гидроузел Тришин в составе плотины 7, водосброса 8 и судоходного шлюза 6 обеспечивает судоходные глубины и безопасность судоходства на участке Днепровско-Бугского канала от гидроузла № 9 (Новосады) до расчетного створа. Поперечный профиль камеры судоходного шлюза представлен на рис. 6.2. Проектная отметка уровней воды верхнего бьефа составляет 133,50 м, она обеспечивается водосливной плотиной и водосбросным сооружением. Водосливная плотина 7 работает как водослив с тонкой стенкой, с отметкой порога 130,18 м. При ширине водосливного фронта 20 м и при напоре 1,4 м, водосливная плотина способна пропустить максимальный расход 115 м³/с.

В период, когда наблюдается подъем уровней воды в верхнем бьефе гидроузла, в работу включается водосбросное сооружение 8, расположенное на правосторонней протоке в створе гидроузла. В конструктивном отношении представляет собой защищенный от размыва лоток прямоугольного сечения, ограниченный флютбетом, береговыми устоями с отметкой верха 135,5 м, плоскими затворами с электрофицированным подъемным механизмом и служебным мостиком. Водосброс работает как водослив с тонкой стенкой. Отметка порога составляет 130,0 м. С эксплуатационных соображений лоток разделен двумя быками на три пролета по 5,5 м каждый и при напоре 1,4 м обеспечивает пропуск расхода 100 м³/с. Входная и выходная части сопрягаются с водоподводящим и водоотводящими каналами по типу обратных стенок. Бровка подводящего канала располагается на отметке 134 м. Для гашения кинетической энергии потока в нижнем бьефе водосброса 8

предусмотрен водобойный колодец, дно и откосы которого закреплены наброской из камня диаметром 20 – 40 см.

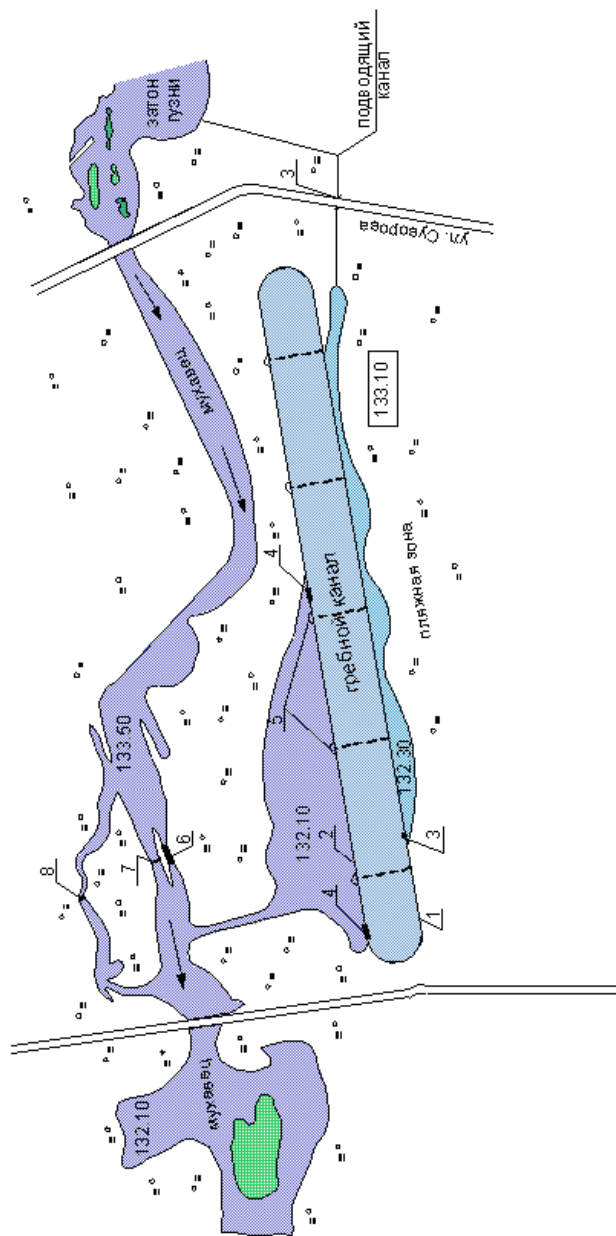


Рис. 6.1. Схема комплексного гидроузла г. Бреста. 1- южная дамба; 2- северная дамба; 3- водовыпуск; 4- мост; 5- сходы; 6- судосходный шлюз; 7- плотина; 8- водосброс; 9- водоспуск

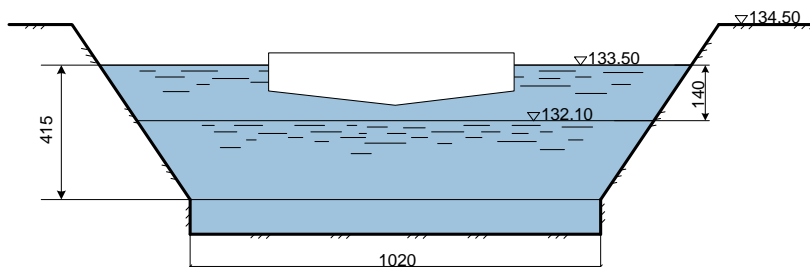


Рис. 6.2. Поперечный профиль камеры судоходного шлюза

Судоходный шлюз 6 предназначен для перевода судов из бьефа в бьеф. При проектном напоре 1,4 м, длине камеры 80 м и ширине входной части на отметке порога 10,2 м, средняя продолжительность шлюзования составляет 35 минут. Для регулирования наполнения камеры шлюза в створках ворот оборудованы клинкетные затворы. Проектный горизонт воды в верхнем бьефе составляет 415 см. Судоходный уровень нижнего бьефа составляет 132,10 м и обеспечивается двумя управляемыми трехпролетными водоспусками расположенными в створе речного порта. Ширина каждого пролета составляет 5,5 м, отметка порога левого водоспуска ниже отметки порога правого на 1,15 м, соответственно напоры составляют 2,85 м и 1,70 м. Сброс избыточных вод выполняется по схеме истечения из-под щита.

С нижним бьефом гидроузла, посредством узкой протоки соединяется гребной канал. Канал выполнен в соответствии с международными стандартами и имеет прямоугольную форму: длина – 2250 м; ширина по дну – 135 м, что обеспечивает оборудование восьми гоночных дорожек шириной 13,5 м каждая; глубина – 3,5 м.

Ограждающие дамбы (северная и южная) приняты трапециевидного сечения с заложением откосов 1:3. Отметка гребня дамб – 134,6 м, ширина гребня – 10 м. Внутренние откосы ограждающих дамб закреплены гибкими бетонными матами (ГБМ 3,0×1,2×0,15). Верхняя граница крепления назначена на отметке 133,10 м, нижняя – 131,77 м. Роль обратного фильтра выполняет выровненный слой щебня мощностью 15 см и слой нетканых синтетических материалов (НСМ) толщиной 5 мм. Такое решение в креплении откосов ограждающих дамб со стороны гоночных дорожек обеспечивает не отражение, а поглощение естественных и искусственных волн, возникающих в процессе эксплуатации гребного канала, что полностью соответствует рекомендациям

для проведения FISA чемпионатов и соревнований на Кубок мира. Гибкие бетонные маты на внутренних откосах северной дамбы, где предусмотрены сходы 5, закрепляются с помощью анкерных свай длиной 2 м. Для предотвращения сползания покрытия откосов на отметке соответствующей нижней границе крепления предусматривается устройство зуба из каменной наброски толщиной 0,4 м. В зоне старта и финиша предусматривается усиленное крепление откосов с применением железобетонных свай.

Наружный откос южной дамбы со стороны затонов крепится щебечным покрытием толщиной 15 см из фракций 20 – 40 мм и слоем щебня мощностью 20 см из фракций 40 – 70 мм.

Гребной канал наполняется водой из прилегающих затонов. Для поддержания устойчивого уровня воды в пределах акватории канала на отметке 132,10 м, принята распределительная система наполнения, включающая два водослива с шириной порога по 24 м, расположенных в удаленных друг от друга створах северной дамбы и трубчатого водоспуска, встроенного в теле южной дамбы.

Водосливы северной дамбы оборудованы мостовыми строениями 4 балочного типа с шириной проезжей части 4,5 м, а для безопасности движения предусмотрены монолитные бордюры высотой 0,35 м и перильные ограждения высотой 1,1 м.

Трубчатый водоспуск 9 осуществляет забор воды из затона с отметкой горизонта 132,30 м, расположенного с наружной стороны южной дамбы и автоматическую подачу ее в емкость гребного канала. Входная часть водоспуска оформлена как водослив практического профиля. Радиальное очертание береговых устоев обеспечивает плавный подход воды к водосливному порогу, установленному на отметке 132,30 м. Транзитная часть представлена металлической трубой диаметром 300 мм и длиной 33 м, уложенной с уклоном 0,02 в сторону гребного канала. Вдоль трубы предусмотрены стальные диафрагмы высотой 0,5 м и толщиной 4 мм. Выходная часть водоспуска сопрягается с откосом дамбы с помощью зуба из каменной наброски на отметке 131,23 м, что обеспечивает истечение под устойчивый уровень воды в акватории гребного канала.

Так как акватория и побережье затона южной дамбы планируется также использовать для рекреационных целей, то предусмотрена система его водообмена путем периодической подачи воды из затона Гузни по водоподводящему каналу и управляемому трубчатому водо-

выпуску 3. Подводящий канал принят трапецидального сечения, глубиной 2,4 м, шириной по дну 3,0 м и заложением откосов 1:2. Входная часть водовыпуска 3 представлена участком понура длиной 4,0 м, который сопрягается с подводящим каналом через зуб из каменной наброски глубиной 60 см. Оголовок водовыпуска 3 жестко закреплен на фундаментном блоке размером 60×100 см и оборудован сороудерживающей решеткой. По водоподводящей трубе диаметром 300 мм и длиной 6,0 м вода поступает в колодец управления, который снабжен затвором, позволяющим регулировать подачу воды в транзитную часть водовыпуска 3, а дальше в затон для купания и пополнения емкости гребного канала. Транзитная часть водовыпуска 3 представлена металлической трубой диаметром 300 мм размещенной в металлическом кожухе диаметром 600 мм. Длина транзитного участка труб уложенных с уклоном 0,007 составляет 110 м. По длине трубопровода предусмотрено устройство металлических диафрагм толщиной 4 мм и высотой 50 см. Для гашения кинетической энергии потока на выходе предусмотрена замкнутая водобойная стенка высотой 70 см. В зоне гашения энергии потока откосы и дно отводящего канала закрепляются каменным мощением. Отводящий канал имеет трапецидальное сечение с заложением откосов 1:2, глубину 3,2 м и ширину по дну 100 см.

6.4. Днепровско-Бугский канал

В древности основные пути сообщений проходили по рекам. Еще в IX – XI вв. сложился водный путь из Днепра в Западный Буг по рекам Припять, Пина, Волока, Мухавец с небольшим волоком в средней части. Это был один из кратчайших путей из Черного в Балтийское море. Развитие уровня техники позволило соединять реки посредством каналов. Первый проект создания Днепровско-Бугского канала сделан королевским картографом Ф. Ф. Чаки в 1766 г.

Канал строился на протяжении восьми лет, с 1775 по 1783 гг. Куратором стройки выступил последний король Речи Посполитой Станислав Август Понятовский, именно поэтому за каналом на долгое время закрепилось имя – Королевский. В ходе работ были выпрямлены извилистые русла рр. Пины и Мухавца. Канал использовался для сплава леса и прохода малых судов.

Строительство осуществлялось в тяжелых природных условиях по сильно заболоченной, закустаренной и залесенной территории, все

виды работ выполнялись в ручную. Основную рабочую силу составляли крепостные крестьяне.

В 1837 – 1848 гг. прошла первая реконструкция канала. Были проведены работы, позволившие проводить через канал баржи с большей осадкой. С целью обеспечения устойчивости водного пути в 1839 г. на канале начато строительство гидротехнических сооружений и трех водоподводящих каналов – Белозерского, Ореховского и Турского. Необходимый уровень воды поддерживался семью деревянными водозаборными плотинами.

В годы Первой мировой войны Днепровско-Бугский канал пострадал от военных действий и стал несудоходным. В 1929 – 1939 гг. польскими властями были построены два шлюза – Дубой и Переруб.

В ходе реконструкции 1940 г. выпрямлена часть трассы к востоку от г. Кобрин. Вторая мировая война нанесла каналу урон, потребовавший значительных восстановительных работ. Для восстановления канала в марте 1944 г. создана строительная организация «Днепробугстрой», которая к июлю 1946 г. обеспечила ввод канала в постоянную эксплуатацию. Одновременно проведена и реконструкция, позволившая сократить общую длину и уменьшить количество шлюзов с 22 до 10. В последующие годы проведена замена деревянных ворот гидроузлов металлическими, установлена световая сигнализация.

Общая длина Днепровско-Бугской водной системы составляет 196 км, из них на канал приходится 105 км пути. Выхода в р. Западный Буг канал не имеет, так как для повышения уровня с целью судоходства в устье р. Мухавец сделана глухая плотина. Канал делится на три части: западную часть (от г. Кобрин до г. Брест, длиной 64 км), в которую входит зарегулированная р. Мухавец; водораздельный бьеф (от д. Ляховичи до г. Кобрин, длиной 58 км); восточная часть – искусственный канал (от д. Ляховичи до д. Дубой, длиной 47 км) и участок реконструированной Пины (от д. Дубой до г. Пинск, длина 27 км). Канал имеет 12 гидроузлов с судоходными шлюзами, 28 водопропускных плотин, 14 водоспусков, 5 земляных плотин, 3 перепада, 64 км напорных дамб. Каждый гидроузел состоит из судоходного шлюза, обводного канала и складывающейся или разборной (в период половодий) водопропускной плотины. Водопропускная плотина и обводной канал служат как для поддержания необходимых глубин воды канала в периоды летней межени, так и сброса воды через гидроузел (в обход судоходного шлюза) в периоды половодий и паводков.

Водораздел непостоянный, зависит от водности года; им могут быть устья Белозерского, Дятловичского или Ореховского каналов. Основные водостоки и каналы западной части – рр. Мухавец, Рита, Осиповка, Шевня, Тростяница, канал Козацкий; бьефа – каналы Белозерский, Дятловичский, Ореховский, Королевский; восточной части – рр. Филипповка, Неслуха, каналы: Завищанский, Спад, Залядынский, Главный, Ляховичский. Площадь водосбора – 8,5 тыс. км².

Водный режим канала определяется стоком, формирующимся на водосборе и поступающим из других бассейнов. Основным путем поступления воды является водопитающая система канала. Водный режим отличается по годам и временам года. В периоды межени он определяется необходимыми и возможными к получению объемами воды для обеспечения судоходства (шлюзование) и поддержания минимальной (экологической) водности прилегающих к каналу территорий и водопитающей системы. В период половодий и паводков водный режим определяется необходимостью сдерживания напора паводочных вод и пропуска через канал максимально возможного их расхода. В западном направлении в канал сбрасывают воду 17 гидромелиоративных систем, осуществляющих регулирование водного режима территорий на площади более 11 тыс. га. На водоразделе и восточной части непосредственно или через различные водотоки канал принимает воду из 46 гидромелиоративных систем площадью 20 тыс. га.

Для нужд судоходства вода подается из р. Припять (Выжевский водозабор Верхне-Припятского гидроузла) и за счет забора вод, аккумулируемых в озерах Святое, Волянское (площадью 5,0 км²) и Белое (площадью 5,9 км²). Подача воды осуществляется по Выжевскому (длиной 3,5 км), Волянскому (4 км) и Белоозерскому (15 км) каналам. Оптимальный объем воды, необходимый для обеспечения судоходства, определен в размере 5,78 млн м³, что позволяет обеспечивать 300 тыс. т грузооборота (рис. 6.3).

Система может получать питание как за счет стока р. Припять, так и (в незначительной степени) за счет стока рр. Валневка и Турья.

Основные данные по озерам и каналам Белоозерской водоподводящей системы приведены в таблице 6.5.

Днепровско-Бугский канал играет положительную роль в оздоровлении прилегающей территории. Так, водоемы гидроузлов способствуют улучшению качества воды за счет осветления в период межени и разбавления в период высоких вод (гидроузел № 10 г. Брест).

Погалы, Залухово, Шилинская; обеспечивается проточность озер Святое, Волянское, Белое.

В хозяйственном отношении Днепровско-Бугский канал является составной частью транспортно-дорожного комплекса перевозок в Республике и как транспортная артерия может иметь большие перспективы. Хотя сквозного судоходного сообщения с внутренними водными путями Западной Европы Днепровско-Бугский канал не имеет (из-за глухой плотины на р. Мухавец в Бресте), «Программой развития речных и морских перевозок до 2010 г.» предусматривается включение канала в речной путь Днепр – Висла – Одер, и в перспективе он должен служить целям международной торговли между Западом и Востоком. Однако для реализации таких проектов должны быть решены вопросы гарантированного обеспечения водой Днепровско-Бугского канала.

Еще в недавнем прошлом Днепровско-Бугский канал служил источником для 87 поверхностных водозаборов для наполнения прудов-водоемов гидромелиоративных систем с двойным регулированием (орошение и обводнение). Водой из канала питаются отдельные рыбхозы (например, Новоселковский Дрогиченского района с наливными прудами емкостью 210 млн м³). Кроме того, из канала осуществляется несанкционированный забор воды некоторыми рыбхозами Кобринского и Жабинковского районов.

Водный режим Днепровско-Бугского канала изменяется в зависимости от влажности года и сезонов. В периоды межени он определяется необходимыми и возможными к получению объемами воды для обеспечения судоходства и поддержания водного режима прилегающих к каналу и водопитающей системе территорий.

В многоводные периоды водный режим определяется необходимостью сдерживания напора паводочных вод и пропуска через канал максимально возможного их расхода.

Объем воды, необходимый для обеспечения судоходства по Днепровско-Бугскому каналу, по данным ЦНИИКИВР (из расчета обеспечения 1440 сливных призм за сезон), равен 5,78 млн м³, что позволяет обеспечить 300 тыс. т грузооборота.

Для нужд судоходства вода подается из р. Припять (Валневский водозабор Верхне-Припятского гидроузла) и за счет забора вод, аккумулируемых в озерах Святое и Волянское (площадь зеркала 5,0 км²) и Белое (5,9 км²). Подача воды осуществляется во Вилневском (длина

3,5 км), Волянскому (4 км) и Белоозерскому (15 км) каналам. До 1998 г. забираемые объемы воды лимитировались из р. Припять в год 50 %-ой обеспеченности – 34,85 млн м³, в год 75 %-ой обеспеченности – 22,10 млн м³. При этом из озер Белое, Волянское, Святое за счет их полезного объема (16,34 млн м³) разрешался отбор воды в годы 50 % и 75 % обеспеченности не более 5,78 млн м³/год.

В 1998 г. украинской стороной было введено ограничение на забор воды из озер Волянское и Святое (уровень которых должен быть в пределах отметок 147,1 – 146,9 м). Ограничение колебания воды в пределах 0,2 м объясняется тем, что эти озера отнесены к числу водно-болотных угодий международного значения и нельзя допускать более значительные колебания уровня воды, чтобы не помешать нересту рыбы и гнездованию водоплавающей птицы. В связи с необходимостью постоянного поддержания высоких уровней воды полезный объем воды озер резко уменьшается с 16,75 до 2,44 млн м³.

Кроме перечисленных требований, необходимо обеспечивать безаварийный пропуск экстремальных половодий в условиях жесткого ограничения пропускной способности сооружений; оборудовать рыбозащитные сооружения; вести гидрологический мониторинг и многоадресную оперативную отчетность; согласовывать свои действия с заинтересованными организациями.

Перечисленные выше требования вступают в противоречия между собой. Так требования пропуска предельно возможных расходов паводочных вод, практически не может быть реализовано в условиях выполнения главного требования по регламентации отметок уровней воды озер Белое, Волянское и Святое.

В табл. 6.6 приведен годовой водохозяйственный баланс Днепроовско-Бугского канала, выполненный ЦНИИКИВР в 2000 г.

Таблица 6.6. Сводный годовой водохозяйственный баланс
Днепровско-Бугского канала, млн м³

Наименование статей баланса	Год	
	75 %	95 %
1	2	3
Приход		
1. Сток, формирующийся на водосборе	631,5	378,3
2. Сток, поступающий из бассейнов рр. Припяти, Зап.Буга, Лесной, Ясельды,	5,78	5,78
в том числе, для:		
а) рыбного хозяйства;		
б) водообеспечения сельхозугодий;		
в) поддержания судоходных глубин в Днепровско-Бугском канале.	5,78	5,78
3. Промышленно-бытовые сбросы сточных вод	12,0	12,0
4. Сработка водохранилищ (озер), прудов и прудов рыбхозов	9,4	9,4
Всего:	658,7	405,5
Расход		
1. Потребность в воде на увлажнение сельхозугодий, в т.ч.:	83,8	112,2
а) с гарантированным увлажнением и орошением	22,5	11,7
- за счет сработки прудов, водохранилищ, прудов рыбхозов и поступления из бассейнов рр. Припяти, Зап.Буга, Лесной, Ясельды	1,1	1,1
- за счет местного стока	21,4	10,6
б) с негарантированным увлажнением за счет стока рек в летнее время	61,3	104,6
2. заполнение каналов осушительно-увлажнительной сети,	7,6	7,6
3. промышленно-бытовые заборы,	0,1	0,1
4. забор воды в водохранилища (озера) и пруды	1,7	1,7
безвозвратные потери на испарение и фильтрацию,	0,6	0,6
5. Забор воды в пруды рыбхозов	9,3	9,3
безвозвратные потери на испарение и фильтрацию,	1,0	1,0
6. Безвозвратные потери на испарение с водной поверхности ДБК,	2,4	3,7
7. Безвозвратные потери на фильтрацию через напорные дамбы ДБК	2,3	2,3
Всего:	108,8	138,5
1. Суммарный сброс стока, в том числе:	569,4	344,1
в р. Западный Буг;	384,8	225,0
в р. Припять.	204,6	119,1
2. Дефицит воды на увлажнение шлюзованием и орошение дождеванием.	19,5	77,1
3. Дефицит воды для рыбного хозяйства.	-	-

6.5. Рыбное хозяйство

Одним из основных видов водопользования в бассейне р. Мухавец является рыболовство (промысловое и любительское). Промысловое рыболовство осуществляется на правах аренды. По состоянию на 01.01.2005 г. в Брестской области арендовано 48 озер (8623,6 га), прудов и водохранилищ – 61 (8770,8 га), 672 км рек. Общее количество арендаторов 67 (различной формы собственности). В бассейне р. Мухавец осуществляют деятельность 14 субъектов хозяйствования, в аренде у которых находятся 45,5 км р. Мухавец и 9 км Днепровско-Бугского канала, а также 1867,3 га озер, прудов, водохранилищ и карьеров. Наиболее крупными арендаторами являются: КУСП совхоз «Брестский» (15 км – р. Мухавец, 10 га – карьер Ямно, 41 га – карьер Щебрин), ОРХ «Жабинка» (15 км – р. Мухавец, 50 га – карьер Бульково), СПК «Олтуш» (219 га – оз. Олтушское, 32 га – оз. Дворищанское), СПК «Красный Партизан» и УП «Военохота» (540 га – водохранилище Луковское), СПК «Орехово» (460 га – оз. Ореховское). Следует отметить неоднозначное отношение населения к аренде естественных водотоков и водоемов. Далеко не все арендаторы осознают, каким важным природным ресурсом они располагают, и экономят на затратах на благоустройство и охрану естественных нерестилищ, прибрежной зоны. Выловленная рыба арендаторами и, в совокупности с браконьерскими выловами, уловами рыболовов - любителей ведет к ежегодному истощению рыболовных ресурсов, которое не восполняется проводимым зарыблением. В настоящее время вопрос о частичном или ограниченном водопользовании, включающий аренду части русла реки, сектора или береговой зоны озера или водохранилища обоснован недостаточно. На арендованных и других угодьях, как правило, разрешено любительское рыболовство. На отдельных водных объектах арендаторами организовано платное любительское рыболовство.

Современная ихтиофауна бассейна р. Мухавец включает 39 видов, большей частью относящихся к понтокаспийскому пресноводному и бореальному равнинному фаунистическим комплексам. Большая зашлюзованность р. Мухавец является препятствием для свободной миграции рыб бассейна Западного Буга, что в итоге несколько снижает численность популяций других фаунистических комплексов. По Днепровско-Бугскому каналу осуществляется миграция в бассейн р. Мухавец из водоемов бассейна Черного моря новых видов рыб. В течение

последнего столетия посредством естественной миграции и переселения в бассейне р. Мухавец появились сомик американский, сомик канальный, толстолобик белый, головешка - ротан, бычок - кругляк и другие рыбы.

Видовой состав рыб является важнейшим фактором рыбопродуктивности водоемов. В табл. 6. 7 приведена динамика видового состава и уловов основных видов рыб в р. Мухавец. Данные промысловой статистики показывают совершенно различную динамику уловов. У ОРХ «Жабинка» за последнее десятилетие наблюдается тенденция к снижению интенсивности промысла, а КУСП совхоз «Брестский» ежегодно его наращивает (рис. 6.4).

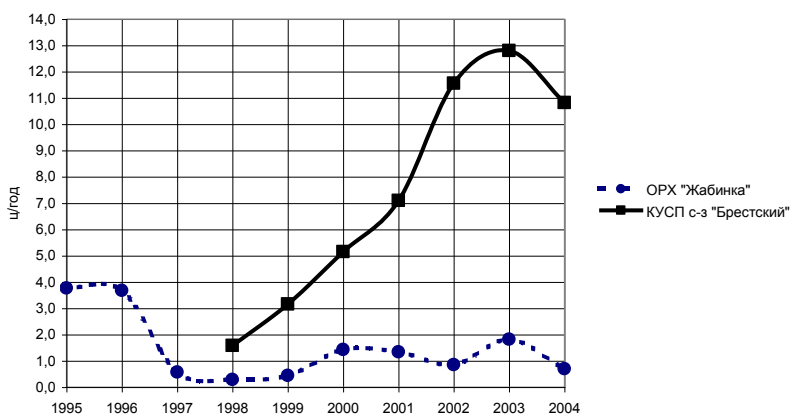


Рис. 6.4. Динамика вылова рыбы по хозяйствам

Видовой состав рыб представлен ценными и малоценными (окунь, плотва, густера) видами (табл. 6.7, 6.8). Распределение ценных и малоценных рыб в уловах показано на рис. 6.5, 6.6.

Преобладающими ценными видами являются лещ, щука, судак и линь. Наименьшие объемы в уловах составляют язь, жерех и карп. Среди малоценных видов доминирует плотва.

Данные таблиц не позволяют сделать вывод о количественном и качественном изменении популяций отдельных видов рыб, так как представленные в таблицах объемы в центнерах зависят от ряда субъективных факторов (наличие у арендатора финансовых ресурсов для организации промысла, состояние орудий лова и плавсредств и др.).

Таблица 6.7. Динамика видового состава уловов рыб из р. Мухавец КУСП совхоз «Брестский», центнеров

Год	Лещ	Судак	Щука	Окунь	Плотва	Густера
1998	0,77	0,14	0,26	0,07	0,18	0,05
1999	1,31	0,12	0,26	0,19	0,80	0,14
2000	1,57	0,16	0,25	0,83	1,53	0,28
2001	2,69	0,57	0,33	0,90	1,32	0,53
2002	4,20	1,23	0,81	0,99	1,88	0,89
2003	4,47	1,02	0,77	1,92	2,83	0,83
2004	4,49	0,45	1,37	0,63	1,93	0,28

продолжение табл. 6.7

Год	Карп	Карась	Линь	Жерех	Сом	Язь	Другие	Итого
1998	0,02		0,05	0,04				1,58
1999	0,11		0,06	0,16		0,01		3,16
2000	0,03	0,32	0,05	0,01	0,04	0,05	0,03	5,15
2001	0,10	0,12	0,14	0,10	0,17	0,01	0,12	7,10
2002	0,06	0,29	0,99	0,06	0,14	0,02		11,56
2003	0,18	0,03	0,51	0,13	0,09	0,02		12,80
2004		0,04	1,57	0,06				10,82

Таблица 6.8. Динамика видового состава уловов рыб из р. Мухавец ОРХ «Жабинка», центнеров

Год	Лещ	Судак	Щука	Окунь	Плотва	Густера
1995	1,69	0,15	0,26		1,03	0,20
1996	1,09	0,36	0,49	0,20	0,92	0,17
1997	0,18		0,06		0,33	
1998	0,17				0,12	
1999	0,06			0,05	0,33	
2000	0,50	0,14	0,07	0,06	0,46	0,10
2001	0,38	0,11	0,21	0,08	0,34	0,13
2002	0,29	0,08	0,19	0,06	0,21	
2003	0,59	0,06	0,22	0,31	0,59	
2004	0,20	0,01	0,08	0,09	0,18	0,07

продолжение таблицы 6.8

Год	Карп	Карась	Линь	Жерех	Сом	Язь	Другие	Итого
1995		0,10		0,34				3,77
1996			0,11	0,26		0,08		3,68
1997								0,57
1998								0,29
1999								0,44
2000				0,10				1,43
2001				0,06	0,03			1,34
2002			0,02					0,85
2003			0,05					1,82
2004		0,02	0,05					0,70

Примечание. Показатели табл. 6.7, 6.8 приведены в соответствии с данными Брестской областной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь

На рис. 6.9 – 6.12 представлены вылов (в процентах) отдельных видов рыб от общей суммы улова и линейные тренды, позволяющие отследить динамику популяций.

Как видно из рис. 6.7, имеет место снижение популяции леща в уловах. Это, прежде всего, относится к качественному составу. При примерно неизменном количестве в уловах преобладают некрупные экземпляры. Уловы рыболовов - любителей в основном составляет подлещик массой 150 – 300 г. Лещи от 1 кг и выше становятся редкостью.

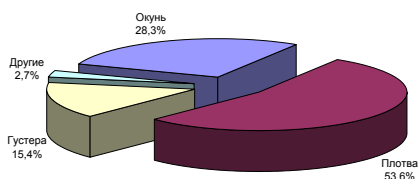


Рис. 6.5. Распределение в уловах из р. Мухавец ценных видов рыб

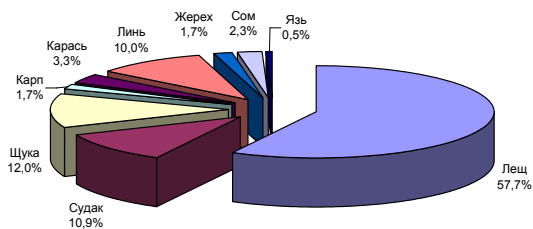


Рис. 6.6. Распределение в уловах из р. Мухавец малоценных видов рыб

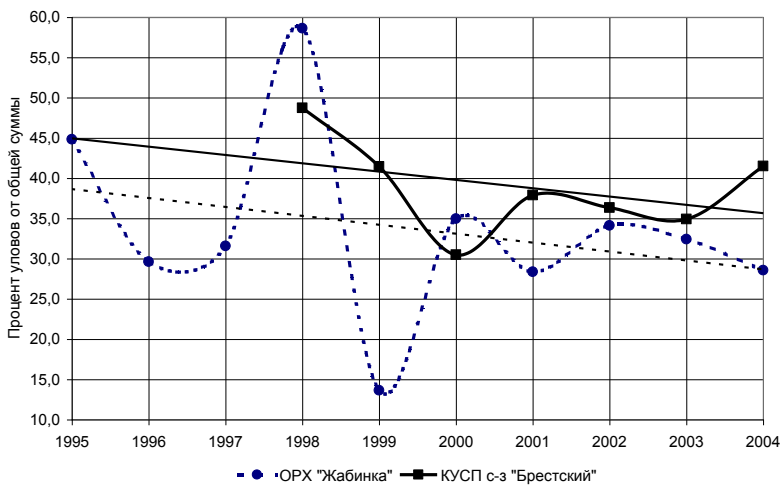


Рис. 6.7. Динамика вылова леща из р. Мухавец, в процентах от общей суммы улова

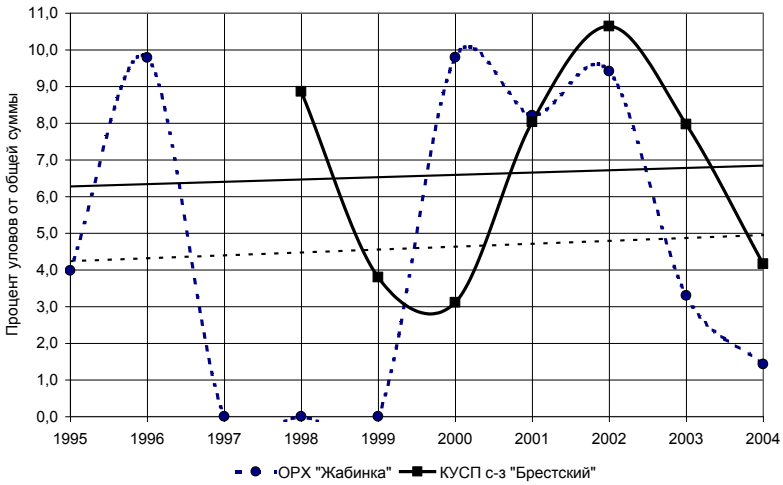


Рис. 6.8. Динамика вылова судака из р. Мухавец, в процентах от общей суммы улова

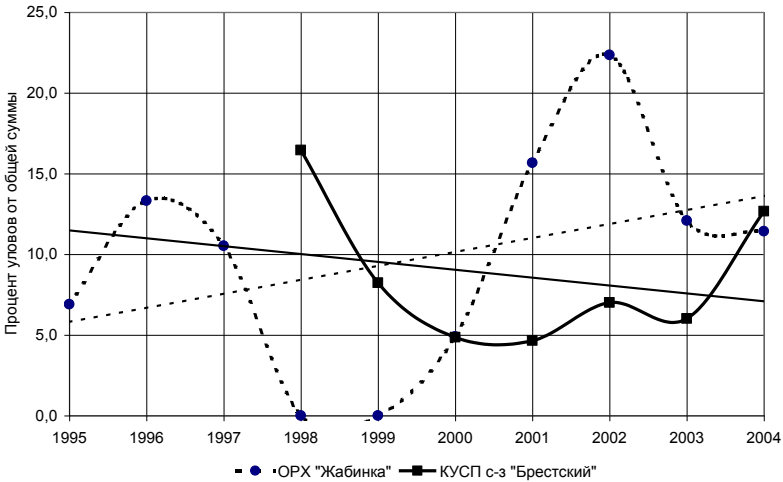


Рис. 6.9. Динамика вылова щуки из р. Мухавец, в процентах от общей суммы улова

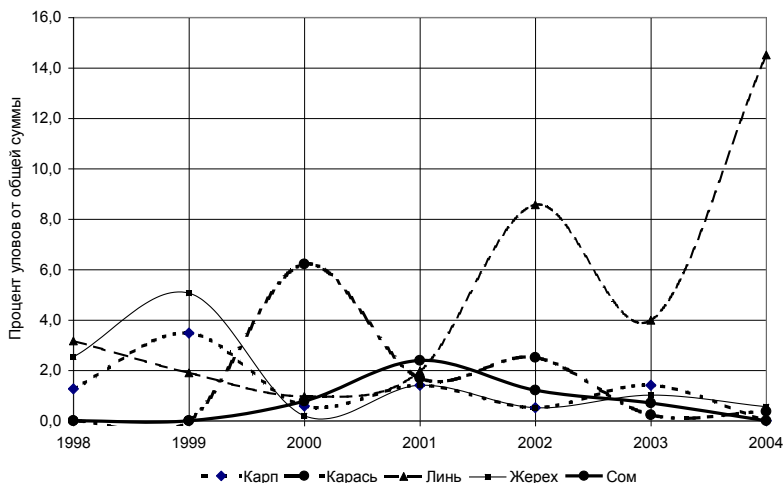


Рис. 6.10. Динамика вылова различных видов рыб из р. Мухавец, в процентах от общей суммы улова

Численность судака в р. Мухавец, по данным рис. 6.8, возрастает, что несколько противоречит видовым составам уловов рыболовов - любителей. Жесткий рыболовный прессинг, неискоренимое браконьерство и его всплеск в середине 90-х годов прошлого столетия, экологическое состояние р. Мухавец привели к практическому отсутствию в уловах судака, жереха и зяя. Увеличение численности судака в промысловых уловах следует понимать как адаптацию данного вида к условиям обитания. Косвенно судак может рассматриваться биологическим индикатором качества воды р. Мухавец, так как он может обитать только в олиготоксобных водах.* Отчасти увеличение популяций судака свидетельствует об оздоровлении экологического состояния воды р. Мухавец.

Рис. 6.9 показывает снижение популяции щуки в р. Мухавец, что связано прежде всего с отсутствием должного количества нерестилищ. Сбросы воды на зиму с целью предотвращения затопления поймы р. Мухавец в период весеннего половодья являются неблагоприятным фактором для воспроизводства щуки, для которой основным местом

* Примечание. К олиготоксобным относят воды, в которых содержание токсичных веществ не нарушает воспроизводство, продуктивность и качество олиготоксобов.

нереста являются разливы рек. В то же время имеет место увеличение численности окуня. По сути, окунь и щука являются конкурентами, использующими одну кормовую базу. При одновременном существовании в водоеме этих двух видов, особенно в замкнутых некрупных водоемах, щука предпочитает питаться окунем, а окунь предпочитает икру и молодь щуки. В основном, в водоемах водосбора р. Мухавец встречается тугорослый окунь, масса которого 70 - 120 г. Экземпляры более 500 – 1000 г редки в уловах как рыболовов - любителей, так и профессионалов.

Численность плотвы в уловах колеблется по годам, но в целом наблюдается некоторое ее снижение. Плотва после леща занимает второе место в промысловых уловах и является, наряду с окунем, преобладающим по численности видом в уловах рыболовов - любителей. В уловах преобладает мелкая плотва.

Доля густеры, использующей одну и ту же с лещем кормовую базу, в уловах увеличивается. Являясь для леща конкурентом, и уменьшает популяцию последнего. Густера занимает соответствующую экологическую нишу и в условиях р. Мухавец, продуктивно развивается.

На рис. 6.10 показана динамика популяций других различных видов рыб. Особое внимание необходимо уделить линии, численность которого неизменно возрастает. С начала 90 - х годов популяция линя как в р. Мухавец, так и в водоемах его водосбора, выросла в 2 – 3 раза. Отчасти это можно отнести к отдаленным последствиям осушительных мелиораций. Применение на сельскохозяйственных землях удобрений, невостребованная часть которых сбрасывается по созданной в результате мелиораций гидрографической сети в водотоки и водоемы, приводит к их зарастанию и заилению. В результате этого для линя создана благоприятная среда обитания. Значительное сокращение суходождства непосредственно по р. Мухавец привело к застаиванию вод у прибрежной зоны и в итоге к ее зарастанию и заилению. Линь ловится практически повсеместно в русле р. Мухавец – от Кобриня до Бреста.

В итоге необходимо отметить имеющуюся по р. Мухавец общую тенденцию замены ценных видов рыб малоценными (щука → окунь, лещ → густера) и в целом качественное ухудшение рыбохозяйственного фонда. Замкнутые водоемы бассейна р. Мухавец, в основном, являются объектами рыбозаведения, с относительно управляемой ситуа-

цей. Воспроизводятся виды рыб, востребованные рынком: карп, толстолобик, карась, щука, амур белый и др.

6.6. Рекреационный потенциал

В структуре рекреационных ресурсов водные экосистемы занимают главенствующее место. Подавляющая часть населения стремится проводить свой отдых возле воды. Для успешной реализации туристско-рекреационного потенциала необходимо наличие природных и социально-экономических условий. Для бассейна р. Мухавец характерно наличие густой сети рек, достаточного количества озер и водохранилищ. Кроме того, регион обладает удобным экономико-географическим положением, имеет хорошо развитую транспортную инфраструктуру.

Наиболее распространенным видом отдыха на водоемах является купание, принятие воздушных и солнечных ванн, катание на лодках и катамаранах, занятие парусным спортом.

На территории региона созданы несколько зон отдыха местного значения. Одной из наиболее освоенных и интенсивно используемых является зона отдыха «Сосновый бор», расположенная в месте впадения в Мухавец р. Тростяница. Здесь находятся республиканский санаторий «Буг», 4 базы отдыха, 2 санатория-профилактория и дом отдыха. Общая расчетная емкость зоны отдыха составляет 14 тысяч мест. В зоне отдыха «Семисосны», рассчитанной на 15 тысяч мест, располагаются два ведомственных санатория-профилактория и оборудованные места для отдыха.

Однако, абсолютное большинство рекреационных объектов используются, как правило, для кратковременного неорганизованного отдыха. Наиболее популярными из них являются водохранилища Луковское и Каташи, а также берега р. Мухавец в районе населенных пунктов Щебрин, Бульково, Жабинка, Пески, Остромичи.

Часть объектов имеют некоторую инфраструктуру. Соответствующим инвентарем и спасательными службами оборудованы городские пляжи Бреста и Кобрин, пляжи санатория «Буг», баз отдыха на озерах Олтушское, Любань и на Днепровско-Бугском водохранилище.

Вместимость пляжей на участке р. Мухавец от г. Кобрин до устья составляет порядка 50 тыс. чел. Степень пригодности данных мест для рекреации может быть оценена как благоприятная. Пригодными к рекреационному использованию также можно отнести и пляжи реки Рыта (0,3 тыс. чел.).

Вторым по массовости и популярности видом отдыха на воде является любительское рыболовство. Современная ихтиофауна водоемов Брестского Полесья включает более 40 видов, в основном относящихся к понтокаспийскому пресноводному и бореальному равнинному фаунистическим комплексам. Основные виды вылавливаемых рыб: плотва, серебряный карась, окунь, карп, линь, лещ, щука. Наибольшие объемы уловов по массе составляет карп. Вылавливаются экземпляры, как правило, от 300 г до 2 кг, возраста до двух лет. На отдельных водных объектах, арендуемых для промышленного лова рыбы юридическими лицами, налажено платное любительское рыболовство.

Особенностью бассейна р. Мухавец может быть его использование для организации такого вида туризма, как «симпозионарный», когда участники различных симпозиумов, конференций или совещаний в перерывах между работой или после нее могут выехать на отдых к водным объектам.

Отдельным видом является лечебная рекреация, которая опирается на положительные для жизнедеятельности и лечения микроклимат и курортологические ресурсы, которые представлены минеральными водами и лечебными рассолами, торфогрязями и сапропелями. В регионе находится санаторий республиканского значения «Буг» и более 10 лечебно-профилактических учреждений.

Рекреационные ресурсы региона позволили строительство здесь большого количества летних оздоровительных лагерей для школьников.

Леса, находящиеся на рассматриваемой территории, являются традиционными местами сбора ягод, грибов и лекарственных растений для местного населения. Часть лесных массивов входит в состав охотничьих угодий Белорусского общества охотников и рыболовов и других объединений.

Бассейн р. Мухавец обладает хорошим потенциалом для развития водного туризма. Мухавец является судоходной рекой, составляет часть Днепроовско-Бугской водной системы. В настоящий момент осуществляются регулярные прогулочные маршруты на катерах в пределах городов Брест и Кобрин. В перспективе возможно налаживание туристского судоходства по Мухавцу и Днепроовско-Бугскому каналу от Бреста до Пинска.

Регион представляет интерес и для организации байдарочных водных походов. Наиболее подходящей рекой является Рыта, которая,

несмотря на существенное мелиоративное преобразование русла, сохранила естественные участки (Дубично – Великорита, Франополь – Литвины). Наличие большого количества препятствий в виде затопленных коряг, низко опускающейся к воде растительности, быстрое (до 0.5 м/с) течение в сочетании с сильно меандрируемым характером этих участков делает реку особо ценной для тренировки техники водного слалом. Начальной точкой маршрута может быть г. Малорита либо устье р. Малорыта. Возможна организация водных походов по р. Мухавец на участке от д. Зосимы до Бреста, Королевскому каналу и р. Тростяница.

Наличие на рассматриваемой территории лесных массивов, болотных и луговых экосистем, обладающих достаточным разнообразием растительного и животного мира, дает возможность для развития экологического туризма, организации экологического воспитания и образования населения.

Способствует развитию рекреации в регионе и наличие здесь большого количества памятников духовного и культурного наследия. В городах и селах действуют несколько десятков музеев, раскрывающих героическое и трагическое прошлое края и его жителей. Хорошо развитая транспортная сеть дает возможность организации по территории региона различных тематических и комплексных экскурсий и туристических походов.

7. УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

7.1. Управление водными ресурсами и улучшение качества вод

Управление и контроль состояния водных ресурсов в бассейне

Оперативное управление водными ресурсами осуществляют Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, включая областные комитеты и городские и районные инспекции, а также научно-технические подразделения, специализирующиеся в различных областях охраны и управления водными ресурсами:

- Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов (ЦНИИКИВР), головной институт в области научного обоснования вопросов использования и охраны водных ресурсов;
- Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», головная научная организация по национальной системе мониторинга окружающей среды НСМОС;
- Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт (БелНИГРИ), головная научная организация, отвечающая за мониторинг подземных вод.

Отдельные министерства и комитеты в Республике Беларусь выполняют определенные задачи по защите и использованию водных ресурсов [Калинин, 1998]:

- Министерство здравоохранения;
- Министерство чрезвычайных ситуаций, в его составе – Республиканский центр прогнозирования и реагирования на чрезвычайные ситуации;
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства;
- Департамент гидрометеорологии, в его составе – Республиканский гидрометеорологический центр (РГМЦ) и Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (ЦРКМ);
- Управление водными ресурсами бассейна р. Мухавец осуществляют Брестский Совет депутатов, администрация Брестской области, Брестский комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды и другие органы управления.

Совершенствование управления использованием и охраной вод в бассейне, т. е. на региональном уровне, целесообразно вести на уровне речного бассейна Западный Буг в следующих основных направлениях:

- разработка системы административно-бассейнового управления, согласованной с аналогичными системами управления Украины и Польши;
- разработка методики и практических рекомендаций по составлению водохозяйственных балансов, а также балансов качества воды по створам реки и ее притоков с учетом всей антропогенной нагрузки;
- организация службы управления на базе существующих подразделений областных комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- создание автоматизированной системы информационного обслуживания органов управления данными о водных ресурсах, их использовании и качестве вод;
- организация межгосударственного обмена информацией в автоматизированном режиме.

Трансграничное сотрудничество в бассейне р. Западный Буг

Для совместного управления водными ресурсами бассейна р. Западный Буг имеются неплохие предпосылки, которые заключаются в:

- подписанном в 1964 г. соглашении между Польшей и СССР в 1964 г., по которому в том числе регулируется система мониторинга в приграничной части р. Западный Буг. Исследования качества воды проводились отдельно каждой страной, при этом использовались общая методология и критерии. Однако обмена информацией об источниках загрязнения и качестве воды в бассейне реки не было. Данное соглашение является основой для сотрудничества по трансграничным водам между Польшей и Беларусью. В мае 1992 г. было подписано Соглашение по сотрудничеству в области охраны окружающей среды между Государственным Комитетом по экологии Республики Беларусь и Министерством охраны окружающей среды и лесного хозяйства Республики Польша;
- договоре между Республикой Беларусь и Украиной об экономическом сотрудничестве на 1999 – 2008 гг., который заключен в 1998 г. В рамках договора действует Межгосударственная про-

грамма долгосрочного экономического сотрудничества между Республикой Беларусь и Украиной, в которой предусмотрен ряд мероприятий, в том числе по сотрудничеству в решении региональных проблем: по пункту 3.3 – подготовка проекта межправительственного соглашения о совместном использовании и охране приграничных водных объектов, по пункту 3.5 – сотрудничество между Брестской и Волынской областями в рамках Еврорегиона «Буг»;

- договоре между Республикой Беларусь и Украиной об экономическом сотрудничестве на 1999 – 2008 гг., заключенном в 1998 г. [Калинин, Пеньковская и др., 2003].

7.2. Водоохранные территории как элемент управления водными ресурсами

Основной проблемой, касающейся использования и охраны водных ресурсов, является загрязненность водных источников и, в связи с этим, в ряде случаев неудовлетворительное качество питьевой воды. При общей достаточности запасов пресных поверхностных и подземных вод (ежегодный забор воды на различные цели не превышает 5 – 6 % от объема возобновляемых ресурсов) имеет место загрязнение их сточными водами городов и населенных пунктов, а также талыми и дождевыми водами с урбанизированных и сельскохозяйственных территорий.

Негативное влияние хозяйственной деятельности особенно сильно сказывается на состоянии малых рек. Качество воды поверхностных водоемов в значительной степени ухудшает и смыв почв, содержащих различные загрязняющие вещества, с территорий, примыкающих к рекам и озерам, которые порою распаханы до уреза воды и заняты различными сельскохозяйственными объектами.

Наблюдаются случаи загрязнения подземных вод, используемых для централизованного и децентрализованного водоснабжения. Особенно загрязнены грунтовые воды. На протяжении последних 5 лет качество колодезной воды более чем в 30 % случаев по бактериологическим и около 50 % случаев по санитарно-химическим показателям не соответствовало нормативным требованиям.

Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Беларусь на 2001 – 2005 гг. определил первоочередной задачей в области

использования водных ресурсов охрану поверхностных и подземных вод от загрязнения как неотъемлемое условие обеспечения экологической безопасности, устойчивого экономического и социального развития общества.

Основными принципами охраны вод в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (2002 г.) являются: охрана, рациональное использование природных ресурсов как необходимых условий обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности, а также предупредительный характер мер по охране окружающей среды и предотвращению вреда окружающей среде.

В целях охраны вод от загрязнения, засорения, истощения и других вредных воздействий устанавливаются водоохранные территории, в пределах которых вводятся специальные режимы хозяйственной и иной деятельности, сочетающиеся с системой природоохранных, землеустроительных и технологических мероприятий. В Республике Беларусь выделяются следующие виды водоохранных территорий, подлежащих специальной охране: водоохранные зоны (ВЗ) и прибрежные полосы (ПП) поверхностных водных объектов, зоны (округа) санитарной охраны месторождений лечебных минеральных вод, зоны санитарной охраны водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, зоны санитарной охраны в местах водозабора, водоохранные леса (запретные полосы лесов и леса в границах водоохранных зон по берегам рек, озер, водохранилищ и иных водных объектов) [Водоохранные ..., 2003].

Правовой режим специальной охраны вышеуказанных территорий устанавливается следующими нормативными правовыми актами и нормативными документами Республики Беларусь:

Водный Кодекс Республики Беларусь (1998 г.), статьи 75, 76;

Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (2002 г.), статья 63;

Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» (1999 г.) статьи 21—29;

Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» (2000 г.), статья 31;

Положение о водоохранных зонах и прибрежных полосах больших и средних рек (2002 г.);

Положение о водоохраных полосах (зонах) водоемов Белорусской ССР (1989 г.);

Положение о водоохраных полосах (зонах) малых рек Белорусской ССР (1983 г.);

Положение об охране подземных вод (1985 г.);

Положение о курортах (1973 г.);

Правила разработки и охраны месторождений лечебных минеральных вод и сапропелевых грязей Республики Беларусь (1997 г.);

СанПиН 10 — 113 РБ 99 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения;

СТБ 17.1.3.06 — 2000 Охрана природы. Гидросфера. Охрана подземных вод от загрязнения. Общие требования;

ГОСТ 17.1.3.13 — 86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения;

СНиП 2.04.02 — 84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;

СНБ 3.01.04 — 02 Градостроительство. Планировка и застройка населенных пунктов.

Для обеспечения устойчивого развития Республики Беларусь приоритетными являются комплексные меры по охране водных ресурсов от загрязнения, которые носят предупредительный характер и сводятся к организации водоохраных территорий и, в первую очередь, водоохраных зон больших, средних, малых рек и водоемов, а также зон санитарной охраны водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, и обеспечению на их территориях режима хозяйственной деятельности, отвечающего установленным природоохранным требованиям.

Учитывая приоритеты в использовании и охране водных ресурсов, установленные в Национальном плане действий, основными направлениями исследований лаборатории водоохраных территорий и гидроэкологических обоснований РУП «ЦНИИКИВР» являются нормативное и методическое обеспечение деятельности в области использования и охраны вод, разработка теоретических основ и практических методов гидроэкологического обоснования водоохраных территорий, выполнение комплексных гидроэкологических обоснований проектов строительства и реконструкции объектов хозяйственной деятельности, загрязняющих поверхностные и подземные воды (объекты хранения нефтепродуктов, АЗС, СТО, автотранспортные предприятия, гаражные

комплексы, полигоны промышленных и твердых отходов и т. п.), с разработкой состава водоохранных мероприятий.

Хозяйственная деятельность человека приводит к загрязнению, засорению и истощению водных ресурсов. Особенно интенсивную антропогенную нагрузку испытывают поверхностные и подземные воды в пределах населенных пунктов и крупных городов. Загрязнение рек и водоемов происходит как за счет поступления сточных и ливневых вод с городских территорий, так и за счет поверхностного смыва загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий и поступления стоков с территорий животноводческих комплексов. Речные воды в результате этого загрязняются взвешенными и органическими веществами, соединениями азота, фосфора, нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими загрязняющими веществами. Водная и ветровая эрозия почв береговой зоны и антропогенная деятельность на прибрежной территории приводят также к засорению русел рек. Кроме того, интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к сокращению речного стока и пересыханию малых рек.

С целью уменьшения загрязнения, засорения и истощения водных ресурсов устанавливаются водоохранные зоны и прибрежные полосы по берегам малых, средних и больших рек, естественных и искусственных водоемов Республики Беларусь. Они способствуют улучшению их гидрологического режима, уменьшают водную и ветровую эрозию почв, абразию береговой зоны, обеспечивают сохранение береговой и древеснокустарниковой растительности, которые выполняют водоохранные, ветрозащитные и рекреационные функции и частично решают проблемы сохранения нерестилищ рыб, мест кормления, отдыха и обитания наземных животных.

Водоохранной зоной является территория, прилегающая к акватории рек, водоемов и других поверхностных водотоков, в пределах которой устанавливаются специальные режимы лимитированного водопользования. В составе водоохранных зон по берегам рек и водоемов выделяются прибрежные полосы с более жестким ограничением хозяйственной деятельности.

Организация водоохранных зон рек и водоемов и осуществление комплекса природоохранных мероприятий на этих территориях позволяет:

- улучшить гидрохимический и гидрологический режимы поверхностных вод;

- улучшить качественный состав подземных вод, дренируемых речной сетью;
- уменьшить водную и ветровую эрозию почв: абразию береговой зоны;
- сохранить прибрежную луговую и древесно-кустарниковую растительность;
- сохранить нерестилища рыб и места обитания наземных животных;
- улучшить инфраструктуру городской территории.

В соответствии с нормативными правовыми актами ширина водоохранной зоны устанавливается не менее 500 м для малой реки и водоемов, а для больших и средних рек изменяется от 200 до 10200 м. Ширина прибрежных полос, в зависимости от видов угодий, крутизны склонов и почвенного покрова, устанавливается для малых рек – 20-100 м, водоемов – 35 - 200 м, для больших и средних рек – 150 - 200 м.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды определило РУП «ЦНИИКИВР» головной организацией по выполнению работ по установлению границ водоохранных зон и прибрежных полос рек и водоемов Республики Беларусь (письмо № 03-5/2836 от 20.12.1994 г.).

Научно-методической основой установления водоохранных зон рек и водоемов в Республике служат Указания и нормы времени по установлению водоохранных зон и прибрежных полос малых рек и водоемов (1990 г.), а также разработанные ЦНИИКИВР Рекомендации по обоснованию водоохранных зон водных объектов в условиях городов (1998 г.) и Указания по составу работ и документации при проектировании водоохранных зон больших и средних рек (2003 г.).

Информационное обеспечение разработки водоохранных зон включает в себя следующие основные виды информации системы «водосбор — водный объект»:

- гидрография и гидрология;
- геоморфология;
- почвенные условия;
- геолого-гидрогеологические условия;
- источники загрязнения природных вод;
- уровень инженерного благоустройства территории;
- условия планировки и застройки территории;

– землепользование.

Границы водоохраных зон водных объектов и режимы природопользования определяются в результате специальных исследований по оценке природных условий и факторов антропогенной нагрузки системы «водосбор – водный объект». Осуществляется расчет водоохраных зон по критериям эрозионной устойчивости склонов и по подземному стоку. Оценивается функциональное использование и антропогенная преобразованность территории, а также определяется состав водоохраных мероприятий.

Разработка водоохраных зон поверхностных водных объектов осуществляется на основе оценки природных условий и факторов антропогенной нагрузки, учитывающих морфометрию поверхности долинных комплексов речных систем, гидрологические характеристики и гидрохимический режим поверхностных вод, геологическое строение и гидрогеологические условия территорий, эрозионную устойчивость почв, водоохранную эффективность зеленых насаждений, воздействие гидротехнических сооружений на водный режим водотоков и водоемов, характер обеспеченности водосборов дождевой канализацией, уровень коммунального и санитарного благоустройства территории, степень естественной защищенности городских ландшафтов, а также условия планировки и застройки, что позволяет обоснованно устанавливать границы водоохраных зон и прибрежных полос, а также определять режимы их эксплуатации.

В основу теоретического решения по определению ширины водоохранной зоны и прибрежной полосы положена физическая модель функционально-экологической роли этих территорий, являющихся буфером по ограничению поступления в реку загрязняющих веществ с поверхностным и подземным стоком. Для расчета границ водоохраных зон и прибрежных полос, кроме экспертных оценок, используются модифицированные полуэмпирические зависимости, учитывающие уклон склона, интенсивность осадков, почвенные особенности и геологическое строение долины, шероховатость поверхности склона и т. д.

Работы по установлению границ водоохраных зон выполняются, как правило, в три этапа. На первом этапе (Схема) осуществляется установление границ водоохраных зон на топокартах масштаба 1:200000, 1:50000, 1:10000 и прибрежных полос на топопланах масштаба 1:5000 и крупнее, с разработкой основных предложений по ор-

ганизации природоохранных мероприятий на территории водоохран-ных зон. На втором этапе (Проект) установление границ водоохран-ных зон и прибрежных полос осуществляется на топопланах более крупно-го масштаба (1:5000 или 1:2000), с разработкой предложений и меро-приятий по реконструкции, благоустройству и инженерному обеспе-чению территории водоохран-ных зон. Третий этап исследований вы-полняется при разработке Детальных планов объектов. При этом гра-ницы водоохран-ных зон и прибрежных полос устанавливаются для отдельных участков реки на топопланах масштаба 1:2000 или 1:500, с разработкой детального состава природоохранных мероприятий.

Хозяйственная деятельность на территории водоохран-ных зон рек и водоемов определяется функциональным назначением территорий и сводится к следующим ограничениям:

- в пределах водоохран-ной зоны ограничивается хозяйственное использование земель, застройка территории и другая хозяйственная деятельность осуществляются только с соблюдением мероприятий, предотвращающих загрязнение, засорение и истощение вод, а также ухудшение флористического и фаунистического состава ландшафтов данной территории;

- проектирование объектов хозяйственной деятельности в водо-охран-ной зоне осуществляется по заявке о намерениях о размещении объекта, при их дальнейшем экологическом обосновании и согласо-вании с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды;

- объекты, ранее возведенные на территории водоохран-ных зон и являющиеся потенциальными источниками загрязнения природных вод, подлежат экологическому обследованию для определения воз-можности их дальнейшего функционирования.

На территории водоохран-ной зоны запрещается:

- обработка ядохимикатами и подкормка минеральными удобрениями сельскохозяйственных и лесных угодий с применением авиа-ции;

- размещение и строительство объектов для хранения токсичных веществ, складов ядохимикатов, минеральных удобрений и нефтепро-дуктов, промышленных предприятий, шламохранилищ;

- размещение животноводческих комплексов и ферм, в том числе накопителей сточных вод;

- оборудование площадок для заправки аппаратуры ядохимикатами;
- устройство полигонов по размещению отходов производства и потребления, а также других объектов, отрицательно влияющих на качество вод, кроме сооружений по очистке сточных и дождевых вод;
- размещение и строительство скотомогильников, кладбищ, полей наземной и подземной фильтрации, фильтрующих колодцев и траншей, автостоянок, гаражей, механических мастерских, пунктов технического обслуживания и мойки автотранспортных средств и техники, автозаправочных станций всех типов, очистных сооружений канализации, садоводческих товариществ, а также производство земляных, мелиоративных и буровзрывных работ, добыча полезных ископаемых и водных растений без экологического обоснования и согласования с территориальными органами природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Территория водоохранной зоны относится к землям природоохранного назначения, и, как правило, должна быть использована для размещения зданий и сооружений рекреационного назначения, парковых объектов и устройства объектов общественно-культурного назначения и обслуживания при условии их полного инженерного обустройства и архитектурно-ландшафтного благоустройства территории.

В пределах водоохранных зон должен быть проведен комплекс природоохранных работ, включающий архитектурно-ландшафтное благоустройство и защитное озеленение территории, создание систем централизованного водоснабжения и канализации, санитарное благоустройство, организацию отвода и очистки поверхностного и подземного стока с территории существующих промпредприятий и жилой застройки. В отдельных случаях на основании экологического обследования может быть осуществлен вынос или перепрофилирование объектов, вредно влияющих на качество природных вод, а также комплекс организационных, эксплуатационных и конструкторско-технологических мероприятий по предотвращению утечек загрязненных сточных вод из канализационных сетей и сооружений.

Прибрежные полосы относятся к особо охраняемым природным территориям и должны быть озеленены и благоустроены, исходя из ландшафтно-экологических условий, рекреационного назначения и с учетом их функционального зонирования, а также обустроены с целью

оптимизации мест обитания птиц и других представителей животного мира.

В пределах прибрежных полос водотоков и водоемов запрещаются:

- распашка земель, кроме подготовки почвы для залужения и залесения;
- выпас скота и организация летних лагерей для него;
- хранение и применение ядохимикатов и минеральных удобрений;
- размещение садоводческих товариществ, баз отдыха, палаточных городков, стоянок автотранспорта и сельскохозяйственной техники;
- мойка и техническое обслуживание автотранспортных средств и техники;
- строительство зданий и сооружений, за исключением водозаборных сооружений, а также объектов судоходного назначения, мостовых переходов с производственной базой для размещения служб по ремонту и содержанию мостов и внутренних водных путей;
- размещение кладбищ, скотомогильников, полей наземной и подземной фильтрации, фильтрующих колодцев и траншей, а также сооружений для очистки сточных вод и обработки осадка;
- размещение лодочных причалов и площадок постоянного базирования судов маломерного флота за пределами отведенных для этих целей мест;
- уничтожение древесно-кустарниковой растительности, за исключением растительности, сводимой при проведении демаркации Государственной границы Республики Беларусь, плановых мероприятий по охране и защите, использованию и воспроизводству лесов, содержанию береговых знаков навигационной обстановки водных путей, полос отвода автомобильных и железных дорог, иных транспортных и коммуникационных линий и мостов;
- размещение и строительство гидротехнических сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций, объектов рекреационного назначения, производство работ, связанных с укреплением берегов и коренным улучшением земель без экологического обоснования и согласования с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Объекты сложившейся застройки, попадающие в зону строгих ограничений прибрежной полосы, подлежат экологическому обследованию с целью определения режима их эксплуатации или выноса за пределы прибрежных полос.

Разработанная схема и проект водоохранных зон поверхностных водных объектов, являясь одной из необходимых составляющих комплекса природоохранной документации, представляет собой информационную и нормативную базы органам территориального управления для выполнения следующих задач:

- проведение долгосрочной целенаправленной политики по охране и рациональному использованию поверхностных водных объектов с помощью градостроительных, инженерно-технических и административно-управленческих решений;
- принятие текущих решений по размещению, выносу или перепрофилированию объектов гражданского, промышленного, инженерно-технического, рекреационного и прочего строительства в границах водоохранных зон и прибрежных полос;
- определение и юридическое закрепление границ землепользований в режимных зонах в соответствии с Законом «О праве собственности на землю»;
- разработка документов и положений по отдельным вопросам использования водных объектов и режимных зон экологической, санитарной, коммунальной и архитектурной службами города, населенного пункта или района;
- административный (государственный) контроль за состоянием и использованием режимных территорий; применение мер административной ответственности к юридическим и физическим лицам – землепользователям – за нарушение установленного режима;
- определение очередности разработки детальных планов по отдельным функциональным зонам, производственным, коммунальным объектам, оказывающим в настоящее время наиболее неблагоприятное воздействие на состояние природных ресурсов.

7.3. Водоохранные зоны и прибрежные полосы р. Западный Буг и р. Мухавец в пределах г. Бреста

Выделение границ водоохранных зон проведено на основании учета следующих критериев: состоянию бассейнов водных объектов с

учетом особенностей рельефа, назначения городской территории, наличия инженерных систем, трансформирующих условия образования поверхностного стока (развитие дорожной сети, наличие дамб обвалования, мелиоративной сети, очистных сооружений и т.д.), экологического состояния водных ресурсов, гидрологического режима водотоков и водоемов, степени хозяйственного и рекреационного использования непосредственно акватории рек и водоемов.

При выделении границ водоохранных зон (ВЗ) и прибрежных полос (ПП) учитывалось, что для рек они должны быть пространственно непрерывны.

В границы водоохранных зон включены лесные насаждения, скверы, заболоченные участки, зоны кустарников и мелколесий.

Ширина водоохранных зон и прибрежных полос назначена в соответствии с требованиями Положения о ВЗ и ПП, с учетом строения поймы и скорректирована по условиям экспертной оценки территории. Ширина водоохранной зоны р. Западный Буг в пределах г. Брест изменяется от 0,6 до 5 км, ширина прибрежной полосы в среднем 150 м. Ширина водоохранной зоны р. Мухавец изменяется от 0,8 до 2 км, граница прибрежной полосы установлена от 50 до 2000 м. Расширение границы прибрежной полосы до 2000 м обусловлено непосредственным примыканием осушительных систем.

Оценка антропогенной нагрузки и преобразованности ландшафтов показала, что в пределах водоохранных зон и прибрежных полос должна проводиться стабилизация антропогенной нагрузки, так как ее увеличение приведет к существенному ухудшению экологического состояния территорий водоохранных зон.

Весь комплекс мероприятий делится на две группы:

- 1) мероприятия, которые должны выполняться регулярно во все фазы гидрологического цикла водных объектов;
- 2) разовые мероприятия, обеспечивающие изменение условий хозяйственной деятельности на территории водоохранных зон и прибрежных полос.

К первой группе относятся такие мероприятия, как строгое соблюдение правил землепользования в пределах водоохранных зон и прибрежных полос. К подобным мероприятиям относятся: запрещение образования свалок снега в зимний период и организации стихийных мест выброса коммунальных и промышленных отходов, контроль за очистными сооружениями, благоустройство прибрежной полосы: озе-

ление, залужение, обустройство рекреационных зон, организация системы упорядочения склонового стока, установление оптимального соотношения использования территорий на водосборе: санирующие территории должны составлять около 40 – 50 % территории. Все виды использования водных объектов г. Бреста в обязательном порядке должны согласовываться с природоохранными органами, причем при использовании водных объектов все хозяйствующие органы обязаны осуществлять производственно-технические, гидромелиоративные, агротехнические, гидротехнические, санитарные и другие мероприятия, обеспечивающие охрану водных объектов, вне зависимости от места их расположения – в пределах водоохранной зоны или нет. Для хозяйствующих объектов, находящихся в границах водоохраных зон, выполнение «Положения о водоохраных зонах и прибрежных полосах водоемов г. Бреста» является обязательным.

Дополнительно к мероприятиям, которые должны осуществлять постоянно, относятся мониторинг водных ресурсов, включающий как мониторинг водных объектов, так и мониторинг водопользователей и водопотребителей, разработка правил действия хозяйствующих объектов при возникновении чрезвычайных ситуаций, разработка для реки Западный Буг совместно с польской стороной программы использования и охраны трансграничных вод.

Ко второй группе мероприятий относятся те, которые требуют проведения единовременных работ, таких, как создание ливневой канализации на промышленных предприятиях с устройством локальных очистных сооружений, оборудованных песколоушками или другими устройствами в зависимости от типа деятельности, внедрение оборотного водоснабжения технологических процессов, ликвидация ведомственных заправок, организация закрытого складирования строительных и других используемых в процессе производства материалов.

Существенным образом на общее состояние территории водоохранной зоны и прибрежной полосы оказывает трансформация гидрографической сети.

7.4. Влияние сточных вод на водоем

Основными источниками загрязнения поверхностных вод являются все виды неочищенных сточных вод, в том числе диффузионных, способствующих нежелательному изменению физико-химических и биологических свойств воды.

В практике санитарной охраны поверхностных вод пользуются гигиеническими нормативами – предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) лимитирующих веществ в сточных водах, определяющих качество воды. За ПДК принимают такую безвредную (максимальную) концентрацию веществ, при которой обеспечивается нормальный ход биологических процессов в воде и полностью сохраняется биоценоз водоема.

Следует отметить, что концепция разбавления сточных вод дополнительными количествами воды из других источников с целью достижения ПДК не решает экологических проблем, так как большинство ингредиентов сточных вод способны депонироваться на планктоне и бентосе в высоких вредных концентрациях.

Вредные вещества, сбрасываемые со сточными водами в открытые водоемы, нарушают в последних природное биологическое равновесие и тормозят процессы самоочищения.

Самоочищающая способность водоема зависит от условий смешения и разбавления сточных вод водой водоема. Для удовлетворения санитарных требований устанавливают предельно-допустимый сброс (ПДС) лимитирующих веществ в целях ограничения поступления загрязнений в водоем со сточными водами.

Уравнение материального баланса имеет вид:

$$\underbrace{qC}_{\text{ПДС}} + \underbrace{QC}_{\text{фон}} = \underbrace{C_{\text{нр}}(Q + aQ)}_{\substack{\text{нормативное} \\ \text{состояние водоема}}}, \quad (7.1)$$

где q , Q – расход сточных и речных вод, м³/ч; C , $C_{\text{ф}}$ – концентрация лимитирующих веществ собственно для нормативно-очищенной сточной воды и в реке выше места выпуска, м³/ч; $C_{\text{нр}}$ – предельно-допустимая концентрация лимитирующего показателя в зависимости от вида водопользования, г/м³; a – коэффициент смешения, доли единицы.

Коэффициент смешения a определяется по формуле:

$$a = \left(1 - e^{-\alpha^3 \sqrt{L_{\phi}}} \right) / \left(1 + \underbrace{Q/q}_{\text{нормативное}} e^{-\alpha^3 \sqrt{L_{\phi}}} \right), \quad (7.2)$$

где e – основание натурального логарифма; L_{ϕ} – расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа по фарватеру, м.

Значение α находят по формуле:

$$\alpha = \varphi \zeta \sqrt{D/q}, \tag{7.3}$$

где φ – коэффициент извилистости реки; ζ – коэффициент, зависящий от места выпуска (при береговом выпуске $\zeta=1$, при выпуске в фарватер $\zeta=1,5$); D – коэффициент турбулентной диффузии, м²/с; q – расход сточных вод, м³/с.

Коэффициент извилистости определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{L_\phi}{L}, \tag{7.4}$$

где L_ϕ , L – длина до расчетного створа по фарватеру и по прямой, м.

Коэффициент турбулентной диффузии (для равнинных рек) находится по формуле:

$$D = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200}, \tag{7.5}$$

где V_{cp} – средняя скорость течения реки, м/с; H_{cp} – средняя глубина реки на участке между выпуском и расчетным створом, м.

На рис. 7.1 представлена схема процессов смешения сточных вод с водой водоема.

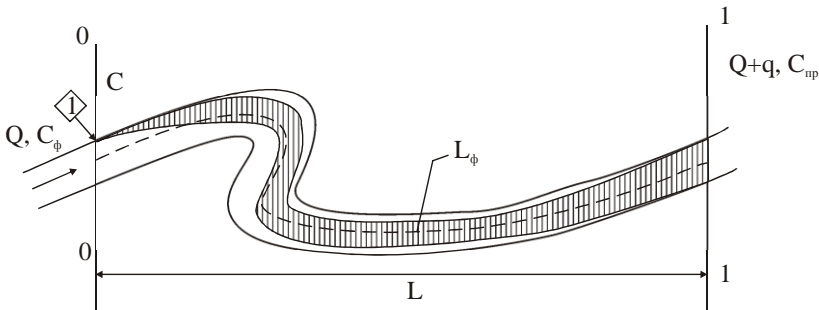


Рис. 7.1. Расчетная схема процесса смешения сточных вод с водой водоема: 1 – выпуск сточных вод; 0-0 – место выпуска сточных вод; 1-1 – расчетный створ

Теоретически расстояние от выпуска сточных вод до створа полного смешения равно бесконечности, поэтому значение коэффициента a , равное 1, на практике не встречается. Для практических расчетов следует определять расстояние до створа достаточно полного смешения, для которого $a=0,95$; 0,9, то есть, такое в котором сточная вода смешивается с 95 или 90 % расхода воды реки.

Взаимосвязь протяженности загрязненной струи до расчетного створа L_{cm} и коэффициента смешения a устанавливается формулой:

$$L_{\bar{n}\delta} = \left[\frac{2,3}{\alpha} \cdot \lg \frac{aQ+q}{(1-a) \cdot q} \right]^3. \quad (7.6)$$

При определении в проточных водоемах кратности разбавления n в расчетных створах пользуются формулой:

$$n = \frac{aQ+q}{q}. \quad (7.7)$$

7.5. Очистка сточных вод

Хозяйственная деятельность человека все чаще вносит свои коррективы в качество водных ресурсов. Влияние этой деятельности сказывается, прежде всего, на наиболее уязвимых для загрязнения поверхностных водах.

Основными источниками загрязнения поверхностных вод в бассейне р. Мухавец являются неочищенные или недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий, предприятий коммунального хозяйства и сельскохозяйственных объектов (в особенности животноводческих ферм и комплексов), неблагоустроенные хранилища ядохимикатов и минеральных удобрений, карьеры по добыче полезных ископаемых.

В зависимости от пропускной способности очистные сооружения могут быть подразделены на 3 группы:

- крупные (пропускная мощность от 25 000 до 400 000 м³/сут), население – 100 тыс. – 1 млн чел
- средние (1000 – 25 000 м³/сут), население – 50 – 100 тыс. чел;
- малые (пропускная способность 0,5 – 10 – 15 м³/сут), население – 3 – 50 тыс. чел.

Построенные очистные сооружения представляют собой сооружения полной биологической очистки стока в искусственных условиях. Эти сооружения работают на базе аэротенков или биофильтров и построены, как правило, по традиционно сложившейся технологической схеме на основе типовых проектов.

Сельские очистные сооружения – это сооружения полной биологической очистки в естественных условиях (как правило, на полях фильтрации или в биопрудах).

Очистка сточных вод городов

Очистные сооружения городов Брест, Пружаны, Кобрин, Малорита представляют сложный комплекс инженерных сооружений, в которых осуществляется очистка сточных вод и обработка осадка.

На рис. 7.2. представлена технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка на Брестских городских очистных сооружениях.

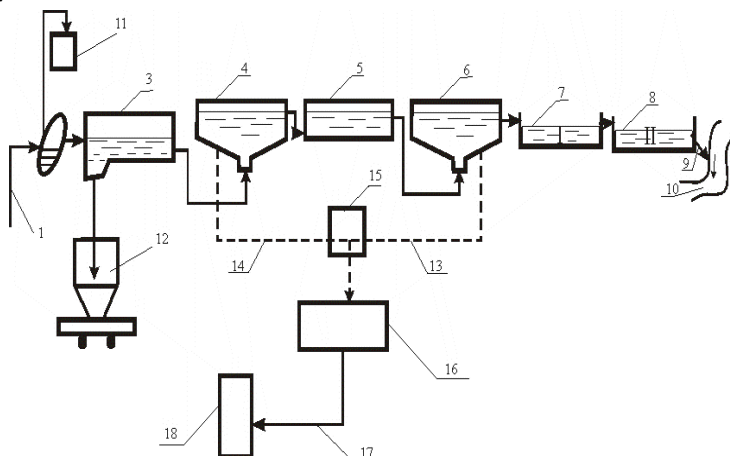


Рис. 7.2. Технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка на Брестских городских очистных сооружениях канализации: 1 – трубопровод для подачи сточной воды; 2 – решетка; 3 – песколовка; 4 – первичный отстойник; 5 – аэротенк; 6 – вторичный отстойник; 7 – биопруд 1-й ступени; 8 – биопруд 2-й ступени; 9 – выпуск очищенных сточных вод; 10 – приемник очищенных сточных вод – р. Западный Буг; 11 – контейнер для сбора отходов; 12 – бункер для песка; 13 – трубопровод подачи избыточного активного ила; 14 – трубопровод подачи сырого осадка; 15 – резервуар-накопитель сырого осадка и избыточного активного ила; 16 – цех механического обезвоживания осадка; 17 – площадка для складирования обезвоженного осадка

Технология очистки сточных вод включает следующие основные сооружения: решетки, песколовки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники, биологические пруды. На очистных сооруже-

ниях г. Бресте установлены (в результате их реконструкции) механизированные решетки с прозорами 6 мм.

На очистных сооружениях городов Пружаны и Кобрин технология очистки сточных вод аналогична – как для г. Бреста. Отличительной особенностью является то, что осадков сточных вод на Брестских очистных сооружениях подвергается механическому обезвоживанию, а во всех других городах, расположенных в бассейне р. Мухавец, складируется в илонакопителях.

В г. Жабинка очистные сооружения представлены полями фильтрации и выпуска в поверхностный водоем не имеют.

В табл. 7.1. представлены показатели качества очищенных сточных вод, сбрасываемых в р. Мухавец и ее притоки в городах Брест, Пружаны, Кобрин, Малорита.

Таблица 7.1. Показатели очищенных сточных вод, сбрасываемых в р. Мухавец и ее притоки в городах Брест, Пружаны, Кобрин, Малорита

Показатель качества	город			
	Брест	Пружаны	Кобрин	Малорита
Взвешенные вещества, мг/дм ³	3,7 – 15,0	3,2 – 5,8	3,2 – 10,6	9,6 – 20,4
БПК ₅ , мг/дм ³	2,74 – 10,0	1,5 – 5,1	2,6 – 6,4	8,74 – 10,4
Азот аммонийный, мг/дм ³	6,05 – 9,97	0,3 – 6,4	1,62 – 5,44	7,06 – 8,29
Нитриты, мг/дм ³	0,02 – 2,66	0,06 – 0,17	0,03 – 0,49	0,55 – 0,89
Нитраты, мг/дм ³	0,47 – 36,8	0,19 – 0,3	0,26 – 1,9	4,6 – 9,08
Фосфор (по Р), мг/дм ³	3,68 – 5,56	5,8 – 13,2	2,33 – 6,96	–

Примечание: В таблице указаны минимальные и максимальные значения показателей, соответственно.

Анализ данных табл. 7.1. показывает, что механическая и биологическая очистка сточных вод осуществляется удовлетворительно. На ряде сооружений назрела необходимость в модернизации оборудования, например, в замене решеток на более совершенные, насосов, аэрационных систем.

Но самым слабым звеном в системе современных очистных сооружений является отсутствие сооружений по обработке осадка сточных вод и удалению биогенных элементов, азота и фосфора. В этих направлениях в настоящее время должны быть сосредоточены усилия

ученых, проектировщиков, специалистов в области охраны водных ресурсов.

Очистка сточных вод сельских населенных пунктов

В настоящее время на территории бассейна очистные сооружения имеют только 26 сельских населенных пунктов (приложение). Производительность сельских коммунальных очистных сооружений колеблется в пределах от 100 до 900 м³/сут. Наиболее многочисленной является группа сооружений с производительностью не более 200 м³/сут – к ней относится около половины от всего количества сельских коммунальных очистных сооружений. Общая площадь сельских коммунальных очистных сооружений по бассейну составляет 39,0038 га.

Практически все имеющиеся сооружения работают по одной технологической схеме: сточная вода, поступив на канализационную насосную станцию, оттуда насосами подается в приемную камеру очистных сооружений.

Для перекачки сточной воды используются различные типы насосов, наиболее распространенными из которых являются: НПК 20/22, мощностью 3кВт; СМ 100-65-200, СМ-100-65-200, мощностью 7,5кВт; СД 32/40(11кВт), СД 100/40 (22кВт), СД 16/25(4кВт). Энергоемкость основной массы сельских коммунальных очистных сооружений находится в пределах от 0,3 до 2,5 кВт. При этом в среднем на перекачку 1м³ сточной воды затрачивается 1,64 кВт энергии, что связано с большой энергоемкостью большинства используемых насосов.

Из приемной камеры вода самотеком поступает на песколовки, где происходит удаление минеральных примесей крупностью 0,25 мм и более.

Очищенная от грубых и минеральных примесей вода поступает на механическую очистку. Наиболее часто встречаемыми сооружениями механической очистки в системах водоотведения сельских населенных мест, расположенных на территории бассейна Мухавца, являются двухъярусные отстойники. Двухъярусные отстойники представляют собой сооружения цилиндрической или прямоугольной формы с коническим или пирамидальным днищем. В желобах, расположенных в верхней части сооружения, происходит осветление сточной воды, а в нижней части сооружения, септической части отстойника, происходит уплотнение и сбразивание образовавшегося в результате осаждения взвешенных веществ осадка.

После механической очистки вода поступает на биологическую очистку. В качестве основного сооружения биологической очистки запроектированы и эксплуатируются в настоящее время поля фильтрации. Поля фильтрации представляют собой специально подготовленные и спланированные участки земли – карты. Сущность процесса почвенной очистки на полях фильтрации заключается в контакте загрязнителей сточных вод, которые находятся во взвешенном, коллоидальном, или растворенном состоянии, с иммобилизованными микроорганизмами почвенного слоя. Эти микроорганизмы сосредоточены, в основном, на глубине до 0,4 м, что обеспечивает оптимальную аэрацию. Во время этого контакта за счет процессов биосорбции, био-разложения и механической фильтрации сточных вод происходит их очистка.

В процессе механической очистки, биологической и физико-химической очистки сточных вод на очистных сооружениях образуются различного вида осадки, содержащие органические и минеральные компоненты.

В зависимости от условий формирования и особенностей отделения различают осадки первичные и вторичные. К первичным осадкам, образующимся при используемой технологической схеме очистки, относят тяжелые осадки, задерживаемые песколовками. В их состав входят песок, обломки отдельных минералов, кирпич, битое стекло и т.п. Осадок, выгружаемый из песколовков, обладает высокой влажностью (влажность пульпы 98 – 99 %). Для его обезвоживания на очистных сооружениях, как правило, устроены песковые площадки.

Осадком вторичного типа, образующимся на очистных сооружениях малой производительности, является осадок, сброженный в двухъярусных отстойниках, который отводится на иловые площадки, предназначенные для естественного обезвоживания осадков.

Анализ работы очистных сооружений показал, что в настоящее время последние не эксплуатируются должным образом. Эксплуатация очистных сооружений сводится, как правило, к эксплуатации насосной станции. Сооружения механической очистки находятся в упадочном состоянии и требуют либо реконструкции, либо полной их замены.

Запроектированные песковые и иловые площадки иногда не используются вообще. Следовательно, образовавшийся осадок накапливается в бункерах песколовков и септической части отстойников.

Из всех карт полей фильтрации (их встречается от 2-х и более) «работает» только одна. Даже визуальный осмотр полей фильтрации позволяет утверждать, что требуемого эффекта очистки они не дают. Сточные воды населенных мест после механической очистки сосредоточенно подаются только на одну карту, превышая нормативную гидравлическую нагрузку. В результате этого на полях фильтрации происходит неполная биологическая очистка, то есть второй стадии почвенной очистки – денитрификации – не происходит. Образовавшиеся в итоге неполной биологической очистки нитраты и нитриты поступают в грунтовые воды и загрязняют их.

На сегодняшний день назрела острая необходимость разработки и внедрения компактных установок искусственной биологической очистки. Внедрение компактных установок позволит значительно повысить качество водных ресурсов, сократить земельные площади, которые в настоящее время занимают неэффективно работающие поля фильтрации.

Сотрудниками лаборатории «Гидроэкологии и экотехнологий» ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт» НАН Беларуси разработана компактная установка глубокой очистки бытовых сточных вод. Установка предназначена для очистки малых количеств хозяйственно-бытовых сточных вод в условиях неравномерности притока сточных вод по расходу и концентрации органических загрязнений, что характерно для стокообразования сельских населенных пунктов. Предлагаемая компактная установка составляет альтернативу полям фильтрации.

Компактная установка состоит из блока шести крупноблочных элементов заводского изготовления: блока механической очистки, блока биосорбции, блока первичного отстаивания, блока биологической очистки, блока вторичного отстаивания и каскадного аэрационного перепада, предназначенного для доочистки сточных вод (рис. 7.3).

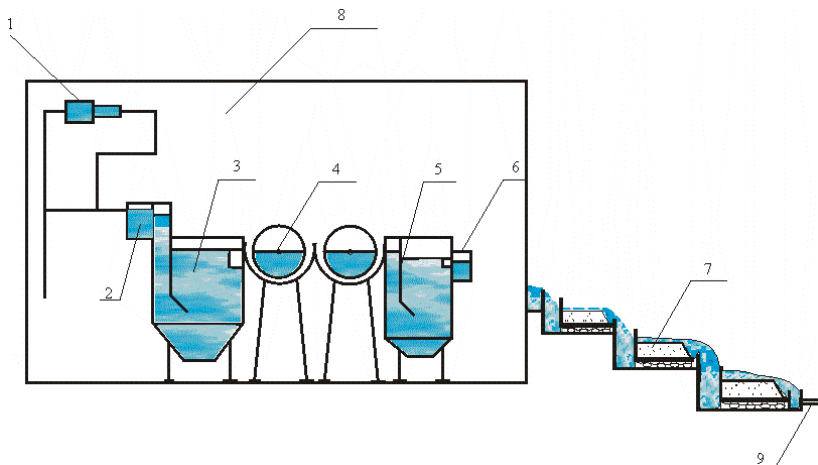


Рис. 7.3. Компактная установка глубокой очистки бытовых сточных вод: 1 – блок механической очистки; 2 – блок биосорбции; 3 – блок первичного отстаивания; 4 – блок биологической очистки; 5 – блок вторичного отстаивания; 6 – блок обеззараживания; 7 – каскадный аэрационный перепад; 8 – павильон; 9 – выпуск

Разработанная установка производительностью $50 \text{ м}^3/\text{сут}$ построена и эксплуатируется для очистки сточных вод школы интернат п. Двыин Кобринского района.

Очистка сточных вод отдельно стоящих объектов

Большая половина деревень, расположенных на территории бассейна, не канализована или канализована частично.

Традиционным способом индивидуального отвода сточных вод от дома является их сбор в герметичные накопители (выгребные ямы). Выгребная яма обычно устраивается из вырытой железной или пластиковой бочки, кирпичного или бетонированного резервуара. Несмотря на простоту эксплуатации такого типа сооружения, необходимо его периодическое опустошение ассенизационной машиной. Кроме того, нарушение герметичности резервуара влечет за собой утечку скопившихся стоков и загрязнение грунтовых вод и почвы.

Оборудование деревень или загородных домов, объединенных в поселки централизованной системой канализации с едиными очистными сооружениями часто бывает затруднено или экономически неце-

лесообразно. Наиболее целесообразным является оборудование частного жилого дома индивидуальными сооружениями для очистки бытовых сточных вод.

Очистные сооружения малой производительности можно разделить на две группы: септики с сооружениями подземной фильтрации и компактные установки биологической очистки заводского изготовления. Сооружения первого типа состоят из септика и следующей за ним системы подземной фильтрации. Сточная вода из жилого дома попадает в септик, где происходит ее отстаивание и частичное сбраживание в анаэробных условиях. Осветленная в септике сточная вода поступает на сооружения подземной фильтрации (фильтрующий колодец, поле подземной фильтрации, фильтрующая траншея или песчано-гравийный фильтр), где происходит ее биологическая очистка.

При суточном расходе сточных вод до 1 м^3 применяются фильтрующие колодцы, при большей производительности – поля подземной фильтрации. Периодически, раз в 5 – 8 лет, в зависимости от интенсивности эксплуатации сооружения, его необходимо откапывать, заменять или промывать щебень, заменять примыкающий к щебню слой грунта, потерявший фильтрующие свойства.

В случае слабо фильтрующих или нефилтрующих грунтов приходится оборудовать искусственные сооружения подземной фильтрации: фильтрующие траншеи или песчано-гравийные фильтры. В них фильтрация происходит в специально насыпанном слое песка, а очищенная вода собирается положенными под ним обсыпанными щебнем дренажными трубопроводами с отверстиями.

Сооружения подземной фильтрации – фильтрующие колодцы, поля подземной фильтрации, фильтрующие траншеи и песчано-гравийные фильтры – обеспечивают биологическую очистку воды. Они просты в эксплуатации, не требуют больших затрат труда, однако они занимают значительную площадь, что при небольших размерах индивидуальных земельных участков весьма существенно. Кроме того, фильтрующие колодцы и поля подземной фильтрации применимы лишь на хорошо фильтрующихся грунтах при низком стоянии грунтовых вод.

Компактные блоки очистных сооружений (КБС), предназначенные для очистки бытовых и близких к ним по составу сточных вод от отдельно стоящих объектов включают в себя несколько камер, объединенных в одном корпусе или являющихся самостоятельными модуля-

ми, собранными в единый комплекс. В установках, как правило, вода проходит стадии механической и биологической очистки.

Например, автономная система канализации производства испанской фирмы «Remosa» представляет собой трехкамерный пластиковый септик. Установка рассчитана на обслуживание от 2-15, а при необходимости – до 200 пользователей. Первая камера – отстойная зона, вторая – также отстойная зона, и третья – затопленный биофильтр с наполнителем, например, керамзитом. Очищенная сточная вода распределяется в грунт с помощью фильтрующего колодца или траншей. Удаление осадка производится 1-2 раза в год.

Установка БИО-СЕПТ, производитель «Аква Стайл» (Россия), рассчитана на обслуживание индивидуальных домов, пунктов питания и т.д. Количество пользователей от 5 человек-эквивалент. Установка представляет собой герметичный корпус. Первая ступень очистки представляет собой многокамерный отстойник, затем осветленные сточные воды проходят в самотечном режиме камеры анаэробной и аэробной очистки. Конечной стадией очистки является вторичный отстойник, в котором, при необходимости, осуществляется и обеззараживание сточных вод хлором или ультрафиолетовым облучением. Осадок удаляется из системы специальным насосом, который, как и вся система в целом, управляется многофункциональным блоком электронного управления. Очищенная сточная вода отводится в водоем или в дренажную систему.

Установка «Коттедж-Био» выпускается фирмой «Лига-Б» (Россия, Москва), производительностью от 6-8 человек-эквивалент для индивидуальных установок до 200 человек для коллективных (поселковых). Установка состоит из трех модулей. Первый модуль представляет собой септик, где происходит выделение осадка и его анаэробное разложение. Второй модуль – биореактор с инертным наполнителем. Третий модуль – фильтрующий колодец, отводящий очищенные сточные воды в грунт. В случае, когда отвод очищенных сточных вод в грунт невозможен (например, по гидрогеологическим условиям), установка «Коттедж-Био» дополняется модулем глубокой очистки и дезинфекции сточных вод и насосной установкой, транспортирующей очищенные сточные воды в водоем.

Недостатком компактных установок биологической очистки заводского производства являются значительные капитальные затраты

при установке блока очистки, а также необходимость квалифицированного персонала для его эксплуатации.

Альтернативой существующим сооружениям может выступать относительно новый способ очистки сточных вод, основанный на оптимизации естественных процессов самоочищения водоемов.

Изучение функционирования водных экосистем в процессах самоочищения малых рек и водоемов позволило утверждать, что в превращении и круговороте поллютантов в них существенную роль играют высшие водные растения.

Высшая водная растительность, особенно крупные водно-воздушные макрофиты, в отличие от сухолюбивых растений способна успешно расти и развиваться при недостатке и даже полном отсутствии кислорода в почвенно-водной среде, благодаря аэренхименному строению тканей корней и других органов.

Такие свойства макрофитов, как обилие воздушных корней, высокая сорбирующая способность всей поверхности растений, способность концентрировать в тканях значительно больше биогенных веществ, чем это необходимо им для жизнедеятельности, дают возможность использовать их для борьбы с процессами антропогенного эвтрофирования и загрязнения водоемов, а также применять для очистки сточных вод.

Например, тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud) выдерживает высокие концентрации сернокислой меди, хлористого кобальта, азотнокислой ртути и других токсичных солей. Кроме того, густозасаженные посадки тростника способны задерживать до 90% взвешенных веществ. Использование тростника обыкновенного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud), рогоза узколистного (*Typha angustifolia* L.) и рогоза широколистного (*Typha latifolia* L.) при совместном присутствии их в водоеме дает эффект очистки по взвешенным веществам – 95 %, хлоридам, сульфатам, фосфатам, нитратам и патогенным микроорганизмам – 50 %. Ряска трехдольная (*Lemna trisulca* L.) не только очищает воду, но и запасает большое количество ценного протеина, что является положительным моментом при высокой урожайности зеленой массы. Камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris* L.) хорошо аккумулирует из сточных вод фосфор и аммонийный азот.

Работает система по следующей схеме. Сточная вода поступает на механическую очистку (отстойник, септик), где происходит ее отстаив-

вание. Отстоянная жидкость поступает в грунтово-растительный био-фильтр, в котором высаживается влаголюбивая растительность.

Корневая система растений образует массу, где происходит развитие живых микроорганизмов и беспозвоночных, сообщество которых формирует активную биологическую поверхность, способную к эффективному разложению органических веществ и ассимиляции питательных веществ из воды, в особенности биогенных элементов (азот, фосфор, калий), практически не извлекаемых из сточных вод в процессе традиционной биологической очистки. Растительность, кроме того, разрыхляет своими корнями грунт, способствуя его вентиляции и предотвращая образование в нем нерабочих уплотненных зон, осуществляет интенсивное испарение очищаемой воды листвой, устраняет запахи и придает сооружению живописный вид.

Литература

Clymph L. M. Summary: Sedimentation of Reservoirs Man – mad Lakes: Their Probl. Anl. Environ. Effects. Pap. Symp. Knoxville, Tenn. – 1971. – Waschington, **1973**. – P. 342 – 348

Scaperclaus W. Eine new klassenenteilung Fur die Natural – rohertrae mitteleuroposcher Rinnenseen// Zeitachrift f. Fischerei. – **1976**. – B. 34. – H. 5. – P. 41 – 49.

Альbedo и угловые характеристики отражения подстилающей поверхности и облаков// *Кондратьев К. Я., Биненко В. И., Дьяченко Л. Н. и др.* – Л.: Гидрометеоздат, **1981**. – 232 с.

Анализ временных рядов гидрометеозлементов на основе оптимизации аппроксимирующей функции// *Валуев В. Е., Волчек А. А., Мешик О. П., Цилиндь В. Ю.*/ Современные проблемы математики и вычислительной техники: Материалы конференции. – Брест, **1999**. – С. 111 – 114.

Бабкин В. И., Вуглинский В. С. Водный баланс речных водосборов. – Л.: Гидрометеоздат, **1982**. – 191 с.

Бамбалов Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения// Под редакцией доктора технических наук А. В. Тишковича. – Минск: Наука и техника, **1984**. – 176 с.

Белковский В. И., Даутина Д. Б., Савенкова Н. А. Проблемы сельскохозяйственного использования и повышения плодородия антропогенных почв, формирующихся на месте сработанных торфяников // Мелиорация переувлажненных земель: Сборник научных работ. – Том XLVII. – Минск, **2000**.

Блакiтная кнiга Беларусi: Энцикл./ Беларус. Энцикл.; Рэдкал.: Н. А. Дзiсько i iнш. – Мiнск: БелЭн, **1994**. – 415 с.

Брайм М. Рыбалоўства ў Беларусi. Мiнск: “Навука i тэхніка”, **1976**. – 135 с.

Будыко М. И. Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеоздат, **1971**. – 472 с.

Булавко А. Г., Плужников В. Н. Использование водных ресурсов Белоруссии в сельском хозяйстве. Минск, **1982**. – 103 с.

Водохранилища мира. М.: Наука, **1979** – 286 с.

Водоохранные территории Республики Беларусь/ под ред. М. Ю. Калинина. – **2003**. – 64 с.

Возможные изменения водных ресурсов и водного режима в бассейне Днепра при различных сценариях потепления климата// Гергиевский В. Ю., Ежов А. В., Шикломанов И. А., Шерешевский А. И. Материалы научно-практической конференции «Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси». – Минск: ЦНИИКИВР, 1996. – с.21-23.

Волчек А. А., Калинин М. Ю. Водные ресурсы Брестской области. – Минск: Изд. центр БГУ, 2002. – 440 с.

Волчек А. А., Марчук В. Н. О методах определения суммарного испарения// Деп. рукопись в ЦБНТИ Минводхоза СССР – № 459, 1987. – 30 с.

Высоцкий Э. А., Демидович Л. А., Деревянкин Ю. А. Геология и полезные ископаемые Республики Беларусь. – Минск: Універсітэцкае, 1996.

Геаграфія Брэсцкай вобласці/ пад рэд. С. В. Арцеменкі, А. У. Грыбко – Мінск: Выдавецкі цэнтр БДУ, 2002.

Геология Беларуси/ Под ред. А. С. Махнача, Р.Г. Гарецкого, А. В. Матвеева. – Минск, 2001. – 814 с.

Геоморфология Беларуси: Учеб. пособие для студ. географ. фак. / О.Ф. Якушко, Л. В. Марьяна, Ю.Н. Емельянов/ Под ред. О. Ф. Якушко. – Минск: БГУ, 2000. – 345 с.

Гриневич А. Г., Плужников В. Н. Оценка влияния возможного глобального потепления на водные ресурсы и водное хозяйство// Природные ресурсы.– 1997. – №2.– с. 49 – 54.

Дроздов О. А. Колебания естественного увлажнения в связи с анализом антропогенных изменений климата и увлажнения// Водные ресурсы. – 1990. – №2. – С. 5 – 15.

Зименко Т. Г. Микробиологические процессы в мелиорированных торфяниках Белоруссии и их направленное регулирование. – Минск: Наука и техника, 1977. – 208 с.

Изменение гидрографической сети Белоруссии под воздействием мелиоративных работ. Минск, ч. 4, 1999 – 139 с.

Изменения климата Беларуси и их последствия/ В. Ф. Логинов, Г. И. Сачок, и др./ Под общ. ред. В. Ф. Логинова; Ин – т пробл. использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Минск: ОДО «Гонпик», 2003. – 330 с.

Исследование и моделирование процесса формирования атмосферных осадков на территории Беларуси// Валуев В. Е., Волчек А. А., Мешик О. П., Цилиндь В. Ю./ Брест. политехн. ин-т. – Брест, 1995. – 62 с. – Деп. в ин-те «Белинформпрогноз» 12.12.1995. – №Д199560// Чалавек і Эканоміка. – 1996. – № 1. – 47 с.

Калинин Г. П. Роль леса в распределении осадков. В сб.: «Вопросы гидрометеорологической эффективности полезного лесоразведения». Л., 1950.

Калинин М. Ю. Подземные воды и устойчивое развитие. – Минск: ООО «Белсэкс», 1998. – 444 с.

Калинин М. Ю., Пеньковская А. М., Самусенко А. М. Законодательство Республики Беларусь в области водных ресурсов и Водная рамочная директива Европейского Союза. Руководство для специалистов/ Под ред. М. Ю. Калинина. – Минск: Арт-Пресс, 2003. – 136 с.

Кирвель И. И. Влияние прудов на местный сток в Республике Беларусь. Техногенные аспекты преобразований географической среды. Дебрецен-Сосковоц, 1995. – С. 67 – 72.

Кирвель И. И. Зарегулированность местного стока рек Белоруссии прудами. Гидрографическая сеть Белоруссии и регулирование речного стока. Минск, 1992. – С. 41 – 48.

Кирвель И. И. Лопух П. С., Широков В. М. Благоустройство малых водосборов искусственными водоемами. Минск: БелНИИНТИ, 1989. – 62 с.

Киселев В. Н. Белорусское Полесье: Экологические проблемы мелиоративного освоения. – Мн., 1987. – 151 с.

Киселев В. Н. Природа и мелиорация Белорусского Полесья. Минск: Наука и техника, 1979, – 72 с.

Климат Беларуси// Под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.

Климат Бреста// Под ред. Ц. А. Швер, И. А. Савиковского. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 160 с.

Клюева К. А., Покумейко Ю. М. Влияние осушительных мелиораций на годовой сток рек Белоруссии// Метеорология и гидрология. – 1977. № 1. – С. 61 – 69.

Козловская Н. В., Парфенов В. И. Хорология флоры Беларуси. – Мн., 1972. – 311 с.

Костин С. И. Влияние леса на климат в условиях Воронежской области. «Науч. тр. Воронежского с.-х. ин-та» т. X. Воронеж, 1948.

Лихацевич А. П., Мееровский А. С., Белковский В. И. Состояние и перспективы использования торфяных почв// Природные ресурсы, 1997. – № 2. – С. 31-40.

Логинов В. Ф. Влияние мелиорации на региональный климат Беларуси// Природные ресурсы. – 1997. – № 1. – С. 24–28.

Логинов В. Ф., Волчек А. А., Лукаш В. В. Оценка антропогенного воздействия на водные ресурсы рек Белорусского Полесья// Природные ресурсы. – 2003. – №1. – С. 15 – 22.

Лукашик П. И. История мелиорации земель Брестчины. Брест: Облтипография, 1998.

Лупинович И. С. Изменение физико-биохимических свойств торфяно-болотных почв под влиянием мелиорации и сельскохозяйственного использования/ В кн.: Изменение торфяных почв под влиянием осушения и использования. – Мн., 1969 – С. 34 – 50.

Михальчук М. В. Морфоструктурные группы мезофитохор кальциевых ландшафтов Белорусского Полесья// География в XXI веке: проблемы и перспективы: Материалы международной научной конференции/ Минск, 2004. – С. 40 – 42.

Масловский А. А., Высокоморный В. И., Алексенко Н. В. Состояние прудового хозяйства и эффективность рыбоводства в Могилевской области// Мелиорация, гидротехника и водоснабжение. Горки, 1975. – Вып. 3. – С. 130 – 136.

Мезенцев В. С., Карнацевич И. В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 168 с.

Методические указания Управления Гидрометслужбы № 50. Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 34 с.

Метревели Г. С., Метревели М. Г. Фоновые факторы глобального потепления климата в прибрежной зоне Черного моря// Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28, № 5. – С. 621 – 627.

Мещик О. П. Проблемы количественной оценки составляющих тепловлагоресурсов Беларуси// Водохозяйственное строительство и охра-

на окружающей Среде: Труды Межд. научн.-практ. конф. Под ред. В. Е. Валуева. – Биберах-Брест-Ноттингем: Центр Трансфера Технологий (ЦТТ), TEMPUS TACIS, **1998**. – С. 73 – 83.

Міхальчук Н. В. Венерын чаравічак сапраўдны ў Брэсцкім і Прыпяцкім Палессі. – Брэст, **2002**. – 136 с.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса, М., **1960**.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. – сер. 3. – Части 1 – 6, Вып. 7. – Л.: Гидрометеоздат, **1987**. – 302 с.

Неотектоника и полезные ископаемые Белорусского Полесья// Матвеев А. В., Левков Э. А., Ажгиревич А. Ф. и др.. – Минск: Наука и техника, **1984**.

Оценка плодородия почв Белоруссии/ Н. И. Смеян, В. С. Зинченко, И. М. Богдевич и др. Мн.: Ураджай, **1989**.

Пидопличко А. П. Торфяные месторождения Белоруссии. – Минск: Издательство АН БССР, **1961**.

Плужников В. Н., Фадеева М. В., Бучурин В. И. Водные ресурсы Беларуси, их использование и охрана// Природные ресурсы. – № 1. – **1996**. – С. 24 –29.

Полезные ископаемые Беларуси/ Редкол.: П. З. Хомич и др. – Минск: Адукацыя і выхаванне, **2002**.

Пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик». – Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, **2000** – 174 с.

Почвы Белорусской ССР/ Под ред. Т. П. Кураковской, П. П. Рогового, Н. И. Смеяна. – Минск: Ураджай, **1974**. – 296 с.

Природная среда Беларуси/ Под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: ООО «БИП – С», **2002**. – 424 с.

Прыткова М. Я. Гидрологический режим озер// Изменение структуры экосистем озер в условиях возрастающей биогенной нагрузке. Л.: Наука, **1988**. – С. 55 – 70.

Прыткова М. Я. Осадконакопление в малых водохранилищах. Л.: Наука, **1981**. – 152 с.

Прыткова М. Я., Широков В. М. Влияние малых водохранилищ и прудов на гидрологический режим водотоков и прилегающую территорию. Водные ресурсы. № 5, **1992**. – С. 138 – 145.

Раткович Д. Я. Актуальные проблемы водообеспечения. – М.: Наука, **2003**. – 352 с.

Рутковский П. П. Проблема наводнений в Республике Беларусь и пути ее решения/ Природные ресурсы, **2001**. №2. – С. 59 – 63.

Скарбы прыроды Беларусі: Тэрыторыі, якія маюць міжнароднае значэнне для захавання біялагічнай разнастайнасці. – Мн. , **2002**. – 160 с.

Смеян Н. И. Почвы и структура посевных площадей. – Минск: Ураджай, **1990**. – 150 с.

Справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат, **1966**. – Вып. 7. – Ч. 4.

Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: Справочник/ Мин-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь; под общ. ред. М. А. Гольберга – Мн.: Белорусский научно-исследовательский центр Экология, **2002**. – 132 с.

Фащевский Б. В. Расчет экологически допустимого изменения характеристик водного режима рек Беларуси// Природные ресурсы – **1996**. – №1 – С. 30 – 35

Фащевский Б. В. Экологическое обоснование допустимой степени регулирования речного стока. Минск: ЦНИИКИВР, **1989** – 22 с.

Хржанойскі Д., Нісневіч Г. Гідраэнергетычныя рэсурсы БССР і магчымасці іх выкарыстання. Матэрыялы да геаграфіі і статыстыкі Беларусі: Мінск, **1929**. т. 2. – 139 с.

Широков В. М. Регулирование стока рек Полесья при хозяйственной организации территории// Проблемы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды Полесья. Гомель, **1986**. – С. 55 – 56.

Широков В. М., Гриневиц А. Г., Кирвель И. И. Малые искусственные водоемы на мелиорированных землях, особенности их режима и использования// Экологические проблемы при орошении и осушении. Ч. 1. – Киев, **1993**. – С. 72 – 74.

Широков В. М., Кирвель И. И. Пруды Белоруссии. Минск: Ураджай, **1987**. – 120 с.

Шкляр А. Х. Климат Белоруссии и сельское хозяйство. – Мн., **1962**. – 422 с.

Шпейт Г. И. Размеры пруда и его продуктивность// Рыбное хозяйство – **1964**. № 5. С. 31 – 32.

Эволюция мелкозалежных торфяных почв Полесья под влиянием мелиорации и сельскохозяйственного использования// А. И. Барсуков, В. Н. Филиппов, И. П. Мотков, Ж. В. Реун/ Мелиорация переувлажненных земель: Сборник научных работ. – Том XLVII – Минск, **2000**.

Энциклопедия природы Беларусі. Т. 1-5. – Мінск: БелСЭ, **1983** – **1986**.

Приложение А
Список водоемов в бассейне р. Мухавец

Наименование водоема	Площадь, га	Месторасположение, принадлежность
Брестский район		
пруды		
Совхоза "Мухавец"	8,2	бытовое
Жабинковский район		
пруд		
Колхоз "Беларусь"	1,0	бытовое
Кобринский район		
озера		
Любань	196	н. п. Дивин
Свинойка	18	н. п. Леликово
Бамовское	10	1,5 км от д. Муховлоки
пруды		
Колхоз "Знамя Победы"	17,7	бытовое
Колхоз "Знамя Победы"	6,0	бытовое
Колхоз "Победа"	7,0	бытовое
Колхоз "Кобринский"	9,0	бытовое
Колхоз "Кобринский"	1,7	бытовое
водохранилища		
Днепробугское	150	Кобринское ПМС увлажнение
Ореховское	130	Кобринское ПМС увлажнение
Малоритский район		
озера		
Ореховское	441	15,5 км от г. Малориты
Дворищанское	22	9,8 км к юго-юго-зап. от Малориты
Велихово	24	13,5 км к юго-вост. от Малориты
водохранилища		
Олгушское	242	колхоз "Заря" рыборазведение
Луковское	540	колхоз "Красный партизан", рыборазведение
Пружанский район		
пруды		
Колхоз "Советский" № 5	40,0	орошение
Колхоз "Советский" (д. Клепачи)	16,7	бытовое
Колхоз "Ковали"	5,6	бытовое
Совхоз "60 лет БССР" (д. Кобыловка)	3,0	увлажнение
Совхоз "Груд"	13,2	бытовое
РПО ЖКХ (д. Арабники)	1,7	бытовое
водохранилища		
Рудники	88	Пружанское ПМС
Паперня	180	Областной БООР любит. лов
Гута	293	Пружанское ПМС, колхоз "Родина" рыборазведение

Приложение Б

Сведения об очистных сооружениях сельских населенных пунктов,
расположенных в бассейне р. Мухавец

Населенный пункт	Состав очистных сооружений	Установлен- ная пропускная способность, м ³ /сут	Площадь очистных сооруже- ний, га
д. Тельмы Брест- ский р-н	Колодец-гаситель – 1 шт, 5 карт полей фильтрации	320	2,5
д. М. Радваничи Брестский р-н	Распределительная камера – 1 шт, двухъярусный отстойник – 2 шт, 4 карты полей фильтрации.	100	2,0
пос. Мухавец Брестский р-н	Колодец-гаситель – 2 шт, песколовка – 1 шт, двухъярусный отстойник – 2 шт, иловые площадки – 2 шт, 3 карты полей фильтрации.	200	1,585
д. Замшаны Малоритский р-н	Двухъярусные отстойники –2 шт, 2 карты полей фильтрации, песковая площадка – 1 шт, иловая площадка – 1 шт.	100	0,6
д. Ланская Малоритский р-н	Местный выгреб	-	-
д. Орехово Малоритский р-н	Двухъярусные отстойники –2 шт, 2 карты полей фильтрации, иловая площадка – 1 шт.	100	0,5
д. Олтуш Малоритский р-н	Двухъярусные отстойники –1 шт, 2 карты полей фильтрации, иловая площадка – 1 шт.	100	0,6
д. Хотислав Малоритский р-н	Двухъярусные отстойники –2 шт, 2 карты полей фильтрации, иловая площадка – 2 шт	100	0,9
д. Масевичи Малоритский р-н	Двухъярусные отстойники –1 шт, 2 карты полей фильтрации, иловая площадка – 1 шт.	300	0,3
д. Великорита Малоритский р-н	Двухъярусные отстойники –1 шт, 2 карты полей фильтрации, иловая площадка – 1 шт	100	0,3
д. Линово Пружанский р-н	Приемная камера, двухъярусный отстойник – 2 шт, иловые площадки, карты полей фильтрации.	200	3,1
д. Слобудка Пружанский р-н	Приемная камера, двухъярусный отстойник – 2 шт, песколовки – 2 шт, иловые площадки, карты полей фильтрации.	900	4
д. Белоусовщина Пружанский р-н	Приемная камера, двухъярусный отстойник – 2 шт, иловые площадки, карты полей фильтрации.	200	1,87
д. Шени Пружанский р-н	Приемная камера, двухъярусный отстойник – 2 шт, иловые площадки, карты полей фильтрации.	200	1,7

Населенный пункт	Состав очистных сооружений	Установленная пропускная способность, м ³ /сут	Площадь очистных сооружений, га
д. Пески Кобринский р-н	Приемный колодец-гаситель, песколовка, вертикальные отстойники, биофильтры, биопруды, иловые площадки	400	1,9
д. Батче Кобринский р-н	Приемный колодец-гаситель, песколовка, вертикальные отстойники, поля фильтрации, иловые площадки	200	1,4
д. Еремичи Кобринский р-н	Приемный колодец-гаситель, песколовка, вертикальный отстойник, поля фильтрации, иловые площадки, песковая площадка.	400	2,84
д. Буховичи Кобринский р-н	Приемный колодец-гаситель, песколовка, вертикальные отстойники, иловые площадки, поля фильтрации, песковая площадка.	200	1,5
д. ЛуЩИКИ Кобринский р-н	Приемный колодец, отстойники, поля фильтрации.	200	0,91
д. Лука Кобринский р-н	Приемный колодец, песколовка, двухъярусные отстойники, иловые площадки, поля фильтрации	400	3,05
д. Ракитница Жабинковский р-н	Приемная камера, песколовки, двухъярусный отстойник, иловые площадки, поля фильтрации	100	2,02
д. Озяты Жабинковский р-н	Приемная камера, двухъярусный отстойник, иловые площадки, поля фильтрации	400	1,033
пос. Ленинский Жабинковский р-н	Приемная камера, песколовки, двухъярусный отстойник, иловые площадки, поля фильтрации	500	2,6
д. Яковичи Жабинковский р-н	Приемная камера, фильтры грубой очистки, иловые площадки, поля фильтрации	300	0,3468
д. Хмелево Жабинковский р-н	Приемная камера, песколовки, двухъярусный отстойник, иловые площадки, поля фильтрации	400	0,714
д. Старое Село Жабинковский р-н	Приемная камера, песколовки, двухъярусный отстойник, иловые площадки, поля фильтрации	100	0,72

Приложение В

Перечень родников в бассейне р. Мухавец

Место нахождения родников	Состояние родников
Брестский район	
Знаменский с/с, военное лесничество, восточный берег озера Страдечское.	Копань, не обустроен
Лыщинский с/с, на юго-западной окраине д. Цюприки в 50 м южнее улицы напротив дома № 29	Обустроен бочкой из нержавеющей стали с крышкой.
Мотыкальский с/с, д. Заполье 1,5 км юго-юго-западнее д. Заполье, слева у дороги Заполье - Большие Мотыкалы.	Оборудован бетонным кольцом
Клейниковский с/с, д. Шумаки, на правом склоне долины р. Лесная, в 100 м от старого моста через реку	Не обустроен. Засыпан песком и мусором
Чернавчицкий с/с, в лесу около хутора Нюневичи	Не обустроен
Кобринский район	
Остромичский с/с, д. Запруды, в 150-200 м западнее школы.	Вытекает из чугунной трубы в мелиоративном канале
Остромичский с/с, д. Остромичи, на улице Центральной по дороге на д. Лушки, между домами № 53 и № 55.	Вытекает из-под плиты рядом со шлюзом
Пружанский район	
Совхоз «60 лет БССР», д. Смоляница, урочище «Черешин», в 50 м севернее д. Смоляница, на опушке леса.	Не обустроен
Колхоз «Заря», д. Верчицы, в 50 м севернее водохранилища Верчицы, на левом берегу ручья, вытекающего из водохранилища, на расстоянии около 100 м к северо-западу от воинской части, в 0,9 км западнее дома № 3 по улице Первомайской в д. Верчицы.	Территория вокруг родника обустроена, родник используется. Над родником установлена деревянная часовня.
Пружаны, на южной окраине парка, на левом (северо-восточном) склоне канала Вец, на расстоянии около 70 м к юго-востоку от пешеходного мостика через канал.	Обустроен горизонтальным ж/б кольцом.
Городеченский с/с, д. Сосновка, в урочище «Груд» в 2,5 км к северо-востоку от д. Сосновка.	Обустроен деревянной полусгнившей бочкой
Брест	
Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речица»	Обустроен, установлен шахтный колодец
Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речица»	Не обустроен
Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речица»	Не обустроен



Исток р. Мухавец в г. Пружаны



Устье р. Мухавец в р. Западный Буг



р. Тростянка – д. Чижевщина



р. Осиповка – д. Ракитница





Мухавец в районе Брестской крепости



Мухавец в районе набережной г. Брест



Зимний лес



Лес во время весеннего половодья



Горечовка крестообразная



Венерин башмачок



Бальзам лесной



Плющ обыкновенный



Пыльцеголовник красный



Ветреница лесная



Лук медвежий



Зубянка клубненосная



Переливная плотина на мелиоративном канале

Растительный мир в бассейне р. Мухавец



Муравейник



Дикий кабан



Лягушка



Лебедь

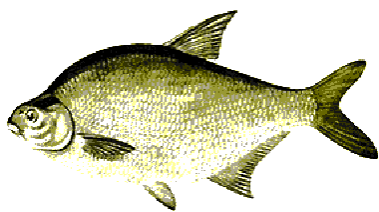


Чайка (фото С. Абрамчука)

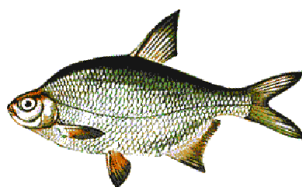


Цапля (фото А. Абрамчука)

Животный мир бассейна р. Мухавец



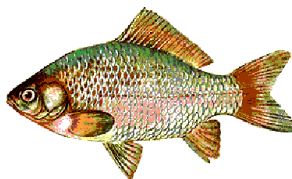
Лещ



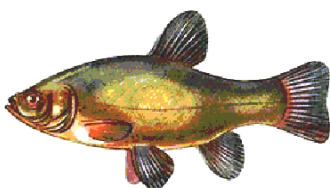
Густера



Карп



Карась



Линь



Плотва



Окунь



Сом



Судак



Щука

Основные виды рыб, обитающих в р. Мухавец и ее водоемах

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ (<i>Волчек А. А., Яромский В. Н.</i>)	3
1. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ Р. МУХАВЕЦ (<i>Волчек А. А., Калинин М. Ю.</i>)	5
1.1. Климат (<i>Волчек А. А., Мешик О. П., Калинин М. Ю.</i>)	5
1.2. Рельеф (<i>Грядунова О. И., Калинин М. Ю.</i>)	48
1.3. Ландшафты (<i>Грядунова О. И.</i>)	55
1.4. Естественные и нарушенные болота (<i>Грядунова О. И.</i>)	58
1.5. Геолого-тектоническое строение (<i>Калинин М. Ю.</i>)	61
1.6. Гидрогеологические условия (<i>Калинин М. Ю.</i>)	64
2. ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БАССЕЙНА Р. МУХАВЕЦ (<i>Волчек А. А., Михальчук Н. В.</i>)	67
2.1. Водные ресурсы (<i>Волчек А. А., Калинин М. Ю.</i>)	67
2.1.1. Поверхностные воды (<i>Волчек А. А.</i>)	67
2.1.2. Почвенные воды (<i>Шпендик Н. Н.</i>)	70
2.1.3. Подземные воды (<i>Калинин М. Ю.</i>)	76
2.2. Биоразнообразие экосистем бассейна р. Мухавец (<i>Ка- линин М. Ю., Михальчук Н. В., Савицкий Б. П.</i>)	79
2.3. Лесные ресурсы (<i>Михальчук Н. В., Грядунова О. И.</i>)	86
2.4. Земельные ресурсы (<i>Усачева Л. И.</i>)	94
2.5. Полезные ископаемые (<i>Калинин М. Ю., Грядунова О. И., Кот Н. А.</i>)	101
2.6. Охраняемые природные территории и объекты (<i>Ми- хальчук Н. В., Грядунова О. И.</i>)	109
3. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД (<i>Волчек А. А., Лукаша В. В.</i>)	122
3.1. Общая характеристика водного режима рек (<i>Волчек А. А., Лукаша В. В.</i>)	122
3.2. Гидрографическая сеть (<i>Волчек А. А., Волчек Ан. А., Шпендик Н. Н.</i>)	125
3.3. Мониторинг гидрологического режима поверхностных вод (<i>Волчек А. А., Лукаша В. В.</i>)	132
3.4. Анализ гидрометеорологической информации (<i>Волчек А. А., Лукаша В. В.</i>)	135
3.5. Анализ восстановленных рядов речного стока и расчеты по оценке их однородности (<i>Волчек А. А., Лукаша В. В.</i>)	140
3.6. Водный режим р. Мухавец и его притоков (<i>Волчек А. А.</i>)	142
3.6.1. Среднегодовой сток (<i>Волчек А. А.</i>)	142
3.6.2. Внутригодовое распределение стока (<i>Волчек</i>	

<i>А. А.</i>)	147
3.6.3. Максимальный сток (<i>Волчек Ан. А.</i>)	151
3.6.4. Минимальный сток (<i>Грядунова О. И.</i>)	159
3.7. Озера (<i>Власов Б. П.</i>)	164
3.8. Пруды (<i>Кирвель И. И.</i>)	169
3.9. Родники (<i>Грядунова О. И.</i>)	176
3.10. Изменение водного режима рек бассейна р. Мухавец (<i>Волчек А. А., Лукиша В. В.</i>)	181
3.11. Трансформация водного режима рек при различных сценариях климата будущего (<i>Волчек А. А., Лукиша В. В.</i>)	185
4. КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД (<i>Яромский В. Н., Олесик И. А.</i>)	190
4.1. Гидрохимический мониторинг водных ресурсов (<i>Яромский В. Н., Олесик И. А., Лысенкова Т. М.</i>)	190
4.2. Качество поверхностных вод (<i>Яромский В. Н., Кирвель И. И., Олесик И. А.</i>)	193
4.2.1. Показатели качества поверхностных вод (<i>Яром- ский В. Н., Олесик И. А., Лысенкова Т. М.</i>)	193
4.2.2. Динамика изменения показателей качества воды (<i>Яромский В. Н., Олесик И. А.</i>)	197
4.2.3. Динамика количества сбрасываемых загрязнен- ных (<i>Яромский В. Н., Олесик И. А.</i>)	208
4.2.4. Мероприятия по улучшению качества (<i>Яром- ский В. Н., Олесик И. А.</i>)	210
4.3. Качество подземных вод (<i>Калинин М.Ю., Писарик М.А.</i>)	212
5. ОСВОЕННОСТЬ БАСЕЙНА Р. МУХАВЕЦ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (<i>Яромский В. Н.</i>)	229
5.1. История заселения. Население и населенные пункты (<i>Красовский К. К., Яромский В. Н.</i>)	229
5.2. Промышленность и коммунальное хозяйство (<i>Яром- ский В. Н.</i>)	235
5.3. Сельскохозяйственное освоение (<i>Калинин М. Ю., Па- хомов А. В., Громик Н. В.</i>)	237
5.4. Мелиоративное освоение (<i>Волчек А. А., Калинин М. Ю., Мешик О. П., Пахомов А. В.</i>)	239
5.6. Исторические и культурные памятники (<i>Панько А. Д.</i>) .	248
5.7. Источники загрязнения водных объектов в бассейне (<i>Яромский В. Н., Калинин М. Ю., Пахомов А. В., Гря- дунова О. И.</i>)	252

5.8.	Потенциальные источники возникновения угрозы аварийного загрязнения в бассейне (Калинин М. Ю., Волчек А. А., Пахомов А. В.)	264
5.9.	Оценка возможного влияния разработки месторождения строительных материалов «Хотиславское» на ресурсы поверхностных и подземных вод (Калинин М. Ю., Музыкин В. П.)	268
6.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ (Яромский В. Н., Волчек А. А.)	279
6.1.	Общая характеристика использования водных ресурсов (Яромский В. Н., Лысенкова Т. М.)	279
6.2.	Современное состояние заборов и сбросов воды в бассейне (Яромский В. Н., Лысенкова Т. М.)	280
6.3.	Комплекс гидротехнических сооружений на р. Мухавец в г. Брест (Мороз М. Ф.)	284
6.4.	Днепровско-Бугский канал (Волчек А. А., Панько А. Д.)	288
6.5.	Рыбное хозяйство (Мешик О. П.)	295
6.6.	Рекреационный потенциал (Панько А. Д.)	303
7.	УПРАВЛЕНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ (Волчек А. А., Калинин М. Ю., Яромский В. Н.)	306
7.1.	Управление водными ресурсами и улучшение качества вод (Калинин М. Ю., Волчек А. А.)	306
7.2.	Водоохранные территории – как элемент управления водными ресурсами (Калинин М. Ю., Федяев А. А., Лободенко П. В., Сытник Е. В.)	308
7.3.	Водоохранные зоны и прибрежные полосы р. Западный Буг и Мухавец в пределах г. Брест (Калинин М. Ю., Рутковский П. П., Федяев А. А., Лободенко П. В.)	317
7.4.	Влияние сточных вод на водоем (Яромский В. Н.)	319
7.5.	Очистка сточных вод (Яромский В. Н., Олесик И. А.)	322
	ЛИТЕРАТУРА	333
	ПРИЛОЖЕНИЕ	340