

**А.А. Волчек, М.Ю. Калинин**

# **Водные ресурсы Брестской области**



А.А. Волчек, М.Ю. Калинин

# **Водные ресурсы Брестской области**

Минск  
Издательский центр БГУ  
2002

УДК 551.48(476.7)  
ББК 26.22(4Беп).....  
В68...

**Волчек А.А., Калинин М.Ю.**

В.. Водные ресурсы Брестской области.— Мн.: Издательский центр БГУ, 2002.  
—436 с.: 99 ил. 76 табл.  
ISBN 985-476-064-2

Книга содержит систематизированное изложение вопросов обеспечения водой народного хозяйства Брестской области. 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.

Рассчитана на специалистов, занимающихся проблемами рационального использования природных ресурсов. Может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам водохозяйственных и географических специальностей.

Рецензенты:

Кафедра физической географии и охраны природы Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина; заведующий кафедрой доцент, кандидат географических наук *А.В. Грибко*; профессор, кандидат географических наук *В.Я. Науменко*; главный научный сотрудник геолого-экологического отдела ОАО “БелГОРХИМПРОМ” профессор доктор технических наук *В.С. Усенко*.

ISBN 985-476-064-2

УДК 551.48(476.7)  
ББК 26.22(4Беп)

© А.А. Волчек, 2002  
© М.Ю. Калинин, 2002

## Содержание

<b>Введение</b> .....	5
<b>1. Условия формирования водных ресурсов</b> .....	7
1.1. Климат. ....	7
1.2. Рельеф .....	37
1.3. Почвы и земельные ресурсы .....	51
1.4. Геология .....	71
1.5. Общая характеристика водного режима рек .....	80
1.6. Гидрография .....	87
1.7. Гидрогеология .....	89
<b>2. Источники исходной информации и ее анализ</b> .....	101
2.1. Источники исходной информации .....	101
2.2. Основные характеристики водного режима .....	109
2.3. Анализ гидрометеорологической информации .....	112
2.4. Анализ восстановленных рядов речного стока и расчеты по оценке их однородности .....	126
<b>3. Количественная оценка водных ресурсов</b> .....	131
3.1. Ресурсы поверхностных вод .....	133
3.2. Ресурсы почвенной влаги .....	156
3.3. Подземные воды .....	178
<b>4. Гидрохимическая характеристика водных ресурсов.</b> .....	193
4.1. Показатели качества природных вод .....	193
4.2. Условия формирования химического состава поверхностных вод и их гидрохимическая характеристика .....	199
4.3. Основные источники загрязнения природных вод .....	207
4.4. Система мониторинга качества природных вод .....	230
4.5. Современное состояние природных вод Брестской области .....	232
<b>5. Использование водных ресурсов</b> .....	243
5.1. Структура потребления воды .....	243
5.2. Использование поверхностных и подземных вод .....	247
<b>6. Проблемы водных ресурсов</b> .....	270
6.1. Наводнения .....	270
6.2. Засухи и маловодье .....	296
6.3. Загрязнение природных вод .....	304
<b>7. Антропогенное изменение водных ресурсов</b> .....	325
7.1. Анализ методов оценки воздействия антропогенных факторов на речной сток .....	327
7.2. Осушение как основной фактор воздействия на водные ресурсы .....	330
7.3. Оценка влияния прогнозируемого изменения климата на водные ресурсы .....	346
7.4. Управление водными ресурсами .....	352
7.5. Охрана водных ресурсов .....	358
<b>Заключение</b> .....	374

---

Литература . . . . .	379
Приложение А. Основные гидрографические характеристики водосборов Брестской области в условиях сложившейся гидрографической сети . . . . .	388
Приложение Б. Посты наблюдений за естественным гидродинамическим и гидрохимическим режимом подземных вод Брестской области . . . . .	390
Приложение В. Статистические параметры продленных (восстановленных) рядов речного стока . . . . .	395
Приложение Г. Список водоемов Брестской области . . . . .	396
Приложение Д. Перечень родников Брестской области (условные обозначения к картосхемам) . . . . .	405
Приложение Е. Качество питьевой воды по показателям: железо . . . . .	410
Приложение Ж. Качество питьевой воды по показателям: марганец . . . . .	414
Приложение К. Качество питьевой воды по органолептическим показателям . . . . .	418
Приложение Л. Качество питьевой воды по показателям: <b>жесткость общая</b> . . . . .	422
Приложение М. Качество питьевой воды по отдельным показателям: ВСЕГО . . . . .	426
Приложение Н. Потребности в воде в различные периоды . . . . .	430
Приложение П. Потребности в воде на различные нужды . . . . .	431
Приложение Р. Потребности в воде на сельскохозяйственные нужды . . . . .	434
Приложение С. Основные сведения о групповых водозаборах Брестской области. . . . .	435

## Введение

Пресные водные ресурсы, включая поверхностный и подземный сток являются пожалуй самым важным ресурсом для человека на планете Земля. В отличие от других полезных ископаемых, месторождения которых в результате добычи истощаются, водные ресурсы непрерывно возобновляются, кроме того, они обладают большой изменчивостью не только в пространстве, но и во времени. В последние десятилетия пресные водные ресурсы претерпели значительные трансформации, связанные с изменением климата и антропогенным воздействием. Особенно изменилось качество природных вод.

В настоящее время уже стало редкостью получить пробу поверхностных и подземных вод из верхних горизонтов, в которых не нашлось бы заметных следов антропогенных загрязнений. Данное обстоятельство часто требует при использовании их в различных областях экономики сложных инженерных решений.

Монография состоит из семи глав и приложения. В первой главе излагаются условия формирования водных ресурсов и характеристика стокоформирующих факторов Брестской области. Далее, во второй главе приводятся источники исходной гидрологической, гидрогеологической и водохозяйственной информации, а также выполнен ее анализ. Описанию современного состояния водных ресурсов области, их количественной оценке, а также гидрохимическим характеристикам и использованию в народном хозяйстве посвящена третья, четвертая и пятая глава. В шестой главе обсуждены вопросы связанные с проблемами водных ресурсов. Антропогенным изменениям водных ресурсов, а также прогнозу изменения водных ресурсов связанный с прогнозируемым изменением климата посвящена седьмая глава. В приложениях даны многочисленные данные по водным объектам области.

Настоящая книга посвящена комплексной оценке водных ресурсах Брестской области, их роли в осуществлении задач, стоящих перед народным хозяйством. Она поможет решить некоторые вопросы связанные с водными ресурсами, в т. ч. и экологические. Представленные систематизированные материалы позволят специалистам водного хозяйства более рационально использовать водные ресурсы, и в целом более обосновано распоряжаться эти ценнейшим природным даром (элементом). Содержащийся в ней материал будет полезным для преподавателей, аспирантов и студентов, изучающих водные экосистемы, водное хозяйство и вопросы охраны водных объектов.

Монография написана научным коллективом в составе кандидата географических наук А. А. Волчка и доктора технических наук М. Ю. Калинина при участии кандидата географических наук Н.А. Мишустина (1.6, 2.3, 6.1,

6.2), В. В. Лукша (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 7.1, 7.2, 7.4), Н. Н. Шпендик (1.3, 3.2, 4.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4), И.А. Олесик (3.1, 4.1), О. И. Грядунова (4.4, 4.5, 6.3, 7.3), М.А. Писарик (1.4, 1.7, 3.3, 4.5, 5.2), Л.Н. Синякевич (2.1, 4.4, 4.5), А.В. Тимофеев (4.5).

Работа такого рода публикуется в области впервые, поэтому авторы будут благодарны читателям за все отзывы, замечания и предложения, которые будут учтены при переиздании книги большим тиражом.

Авторы выражают искреннюю признательность профессору В. С. Усенко и профессору В. Я. Науменко за ценные советы и замечания, сделанные при рецензировании рукописи.

## 1. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Брестская область занимает 32,8 тыс. км<sup>2</sup>, 37 % из которых занимают леса, 11 % – водные объекты, 45 % – сельскохозяйственные угодья, 7 % – прочие земли. Она вытянута с запада на восток на 300 км, а протяженность с севера на юг составляет 166 км. Самой северной точкой является д. Заозерье Барановичского района (53°24' с. ш. и 25°52' в. д.), южной – д. Орхово Брестского района (51°30' с. ш. и 23°40' в. д.), западной – д. Крынки Каменецкого района (52°17' с. ш. и 23°11' в. д.), а самой восточной точкой является д. Лутки Лунинецкого района (52°02' с. ш. и 27°37' в. д.), наибольшая высота над уровнем моря 267 м приходится на южные склоны Новогрудской возвышенности в Барановичском районе, и самая низкая – 122 м расположена в долине р. Западный Буг, возле д. Рудавец Каменецкого района.

### 1.1. Климат

Современный климат Брестской области характеризуется как умеренно континентальный. В связи с тем, что область простирается в широтном направлении на 300 км, а с севера на юг на 166 км климатические условия в различных частях территории имеют некоторые отличия. Континентальность нарастает в юго-восточном направлении. Климат формируется в результате сложного взаимодействия солнечной радиации, подстилающей поверхности и атмосферной циркуляции. Наиболее значительную роль в формировании климата области играет атмосферная циркуляция.

Географическое положение Брестской области определяет своеобразие климата формирующегося в процессе взаимодействия морского и континентального влияния. 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 и гололедами.

Господство атмосферной циркуляции зимой ведет к нарушению широтного хода метеоэлементов, а летом активность атмосферной циркуляции уменьшается и роль солнечной радиации в климатоформировании увеличивается, что приводит к более выраженной широтной зональности климата.

#### *Теплоэнергетические ресурсы*

Лучистая энергия Солнца, преобразуемая земной поверхностью в тепловую, обуславливает фазовые превращения воды, биологические и химические процессы. В результате прихода коротковолновой прямой и рассеянной



солнечной радиации на земной поверхности формируются теплоэнергетические ресурсы, обеспечивающие ее влагообмен с приземной атмосферой. В этой связи необходимо иметь количественную оценку теплоэнергетических ресурсов в виде радиационного баланса земной поверхности. Под *радиационным балансом земной поверхности* принято понимать основную часть теплоэнергетических ресурсов, представляющую собой разность количества поглощенной радиации и длинноволнового излучения за период ее прихода). Математическое выражение радиационного баланса имеет вид [Мезенцев, 1982]:

$$R^+ = Q \cdot (1 - \alpha) - I_d \quad , \quad (1.1)$$

где  $R^+$  – радиационный баланс;  $Q$  – суммарная коротковолновая радиация;  $\alpha$  – альbedo (отражающая способность земной поверхности);  $Q \cdot (1 - \alpha)$  – поглощенная радиация;  $I_d$  – длинноволновое (эффективное) излучение земной поверхностью в дневные часы.

Длинноволновое излучение происходит и ночью за счет аккумуляции тепла земной поверхностью во время прихода лучистой энергии. Поэтому в целом за сутки радиационный баланс определяется из выражения:

$$R = R^+ - I_n = Q \cdot (1 - \alpha) - I_d - I_n \quad , \quad (1.2)$$

где  $R$  – скомпенсированный радиационный баланс;  $I_n$  – ночное эффективное излучение земной поверхности.

Годовой ход альbedo ( $\alpha$ ), как правило, противоположен годовому ходу суммарной радиации и практически не зависит от типа подстилающей поверхности. Это приводит к различию величины поглощенной радиации в летнее и зимнее время. Так в январе месячная суммарная радиация примерно в 9...10 раз меньше, чем в июне, в то время как поглощенная радиация в январе меньше, чем в июне в 20 и более раз [Климат..., 1996].

Поверхность земли, как и всякое нагретое тело, излучает электромагнитные волны, спектральный состав которых зависит от температуры. При естественных (природных) температурах излучение имеет длины волн в диапазоне 4...40 мкм, поэтому собственное излучение земли, которое определяется соотношением  $E_z = I_d + I_n$  называют *длинноволновым*, в отличие от суммарной *коротковолновой* радиации, длины волн которых колеблются от 0,29 до 4 мкм. Собственное излучение земли является значительной величиной. В год с 1 м<sup>2</sup> поверхности в Беларуси излучается около 11·10<sup>3</sup> Мдж, что превосходит приходящую суммарную радиацию более чем в 2 раза и почти в 4 раза больше поглощаемой солнечной радиации. Часть собственного излучения земли возвращается к ней в результате отражения от облаков, кроме этого к

земле поступает собственное длинноволновое излучение атмосферы и облаков. Это излучение иногда называют *противоизлучением атмосферы*  $E_a$ . Приходящее излучение ( $E_a$ ) почти компенсирует расход собственного излучения земли ( $E_3$ ). Годовая разность почти в 10 раз меньше собственного излучения земли. Разность между собственным излучением земли и противоизлучением атмосферы называется *эффективным излучением* [Климат..., 1996] и определяют как:

$$E_{эф} = E_3 - E_a, \quad (1.3)$$

а величину, обратную эффективному излучению – длинноволновыми балансами:

$$E_0 = -E_{эф}. \quad (1.4)$$

В зависимости от соотношения приходной и расходной частей радиационный баланс может быть положительным (происходит поглощение поверхностью земли быстрее, чем его отдача), или отрицательным (скорость излучения больше, чем поглощения).

В таблице 1.1 приведены данные по радиационному режиму Брестской области по метеостанции Полесская: суммы излученной солнечной радиации на нормальную к лучу поверхность при средних условиях облачности, суммы прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности, суммы рассеянной солнечной радиации при средних условиях облачности, суммы солнечной радиации и альbedo деятельной поверхности при средних условиях обеспеченности и радиационный баланс деятельной поверхности [Научно–прикладной..., 1987].

Таблица 1.1. Радиационный баланс деятельной поверхности ( $МДж/м^2$ ) при средних условиях облачности

Месяц	За часовой интервал (истинное солнечное время)												
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
I	- 0,07	- 0,07	- 0,07	- 0,07	- 0,07	- 0,06	- 0,06	- 0,06	- 0,04	0,01	0,04	0,06	0,06
II	- 0,08	- 0,08	- 0,07	- 0,07	- 0,06	- 0,06	- 0,06	- 0,04	- 0,02	0,10	0,16	0,19	0,19
III	- 0,12	- 0,12	- 0,12	- 0,12	- 0,12	- 0,12	- 0,05	0,14	0,32	0,46	0,58	0,65	0,65
IV	- 0,11	- 0,11	- 0,11	- 0,11	- 0,11	- 0,03	0,12	0,36	0,61	0,86	0,99	1,05	1,05
V	- 0,10	- 0,10	- 0,10	- 0,10	- 0,08	0,09	0,32	0,63	0,92	1,19	1,34	1,41	1,39
VI	- 0,10	- 0,10	- 0,10	- 0,10	- 0,04	0,18	0,43	0,73	1,01	1,24	1,36	1,40	1,35
VII	- 0,10	- 0,10	- 0,10	- 0,10	- 0,06	0,13	0,37	0,68	0,95	1,18	1,29	1,32	1,30

VIII	-	-	-	-	-	-	0,23	0,55	0,84	1,10	1,24	1,29	1,27
	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,01							
IX	-	-	-	-	-	-	0,02	0,36	0,56	0,71	0,85	0,92	0,92
	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09							
X	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,17	0,31	0,43	0,50	0,50
	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07						
XI	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,10	0,17	0,21	0,21
	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06					
XII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,07	0,09	0,09
	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04				
Год													

→ продолжение таблицы 1.1

Ме- сяц	За часовой интервал (истинное солнечное время)										За сутки	За месяц	
	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23			23-24
I	0,04	0,01	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,92	-29
II	0,17,	0,11	-0,05	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,15	-4
III	0,57	0,45	0,29	0,11	-0,06	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	2,67	83
IV	0,95	0,79	0,58	0,38	0,15	-0,06	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	6,70	201
V	1,26	1,07	0,81	0,54	0,29	0,04	-0,08	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	10,34	321
VI	1,25	1,09	0,88	0,62	0,36	0,12	-0,05	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	11,13	334
VII	1,20	1,05	0,85	0,60	0,35	0,11	-0,06	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	10,46	324
VIII	1,16	0,99	0,76	0,51	0,22	-0,02	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	9,15	284
IX	0,82	0,66	0,43	0,20	-0,03	-0,10	-0,11	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	5,27	158
X	0,43	0,30	0,13	-0,01	-0,08	-0,09	-0,09	-0,09	-0,08	-0,08	-0,08	1,63	51
XI	0,17	0,10	0,00	-0,06	-0,08	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,15	-4
XII	0,06	0,00	-0,04	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,59	-18
Год													<b>1701</b>

Годовые суммы радиационного баланса по территории области увеличиваются с северо-востока на юго-запад от 1700 до 1785  $МДж/м^2$ . Однако ландшафт, режим облачности и другие местные особенности приводят к существенным отклонениям от этой общей тенденции. Радиационный баланс Брестской области наибольший в республике и превышает северо-восточные ее районы на 300  $МДж/м^2$  в год. Таким образом, годовые суммы радиационного баланса деятельной поверхности для области довольно велики, но среднегодовая температура поверхности за продолжительный период остается постоянной. Это объясняется тем, что радиационный баланс хотя и ведущая, но только одна из составляющей частей теплового баланса деятельной поверхности. Другие составляющие: затраты тепла на процессы испарения, теплообмена в почве, конвективный и турбулентный теплообмен с приземными слоями воздуха. В среднемноголетнем разрезе тепловой баланс деятельной поверхности стремится к нулю [Климат..., 1996].

На рисунке 1.1 показан годовой ход составляющих радиационного баланса по метеостанции Полесская за многолетний период.

Распределение годовых сумм коротковолнового баланса по территории области в основном соответствует распределению сумм суммарной радиации, а сами годовые суммы  $B_k$  изменяются в пределах 2900...2980 МДж/м<sup>2</sup>. Годовые суммы эффективного излучения энергии, которую теряет поверхность земли в результате длинноволнового излучения колеблется от 1147 до 1209 МДж/м<sup>2</sup>, это около 30 % суммарной радиации. В течении 8 (на юго-западе области до 9) месяцев значения месячных величин радиационного баланса положительные и достигают наибольших значений, как и суммарная радиация, в основном в июне. В остальные месяцы (с ноября по февраль, а на юго-западе области по январь) радиационный баланс отрицательный.

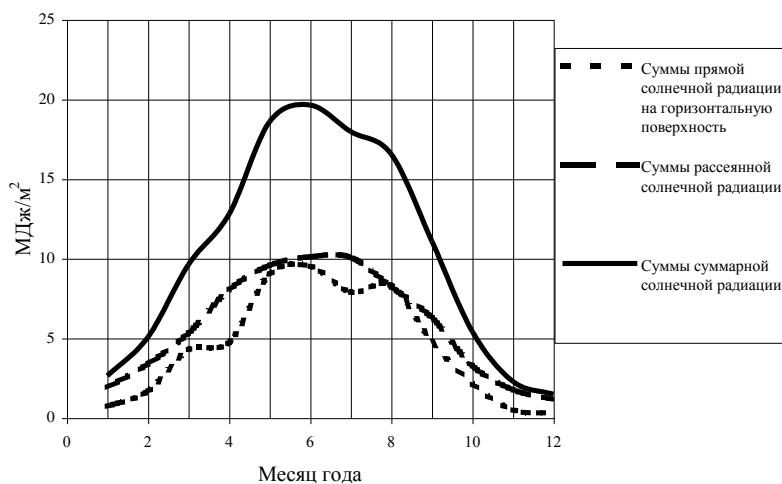


Рисунок 1.1. Суточные суммы составляющих радиационного баланса за многолетний период по метеостанции Полесская.

Суточные суммы радиационного баланса, как и месячные, имеют плавный годовой ход с максимумом в июне и минимумом в январе. На рисунке 1.2. приведен суточный ход радиационного баланса по метеостанции Полесская в январе (самая малая величина радиационного баланса), июне (максимальные значения) и в марте и октябре (переходный период). Во все месяцы баланс переходит через 0° утром после восхода солнца при высоте солнца 6...8°, вечером – перед заходом при высоте 7...10°. Таким образом в течение 50...80 минут в утренние и вечерние часы, когда солнце над горизонтом, деятельная поверхность теряет излучением больше энергии, чем получает от солнца [Климат..., 1996].

В ночные часы радиационный баланс равен эффективному излучению с обратным знаком (длинноволновому балансу), поэтому он за очень редким исключением отрицателен. Эффективное излучение пропорционально  $T^3\Delta T$ , где  $T$  – абсолютная температура земной поверхности,  $\Delta T$  – разность температур поверхности земли и воздуха. Так как температура деятельной поверхности в летние месяцы выше, то и эффективное излучение в это время больше (вторая причина увеличения  $E_{эф}$  летом – уменьшение облачности). Интенсивности баланса в течение всего темного времени меняются незначительно и их средняя величина в летние месяцы составляет  $-0,03...-0,04 \text{ кВт/м}^2$ , а в зимние –  $-0,01...-0,02 \text{ кВт/м}^2$ . В ясные ночи эффективное излучение увеличивается и интенсивность баланса достигает  $-0,06 \text{ кВт/м}^2$ , наоборот, в пасмурную погоду ночной баланс приближается к нулю.

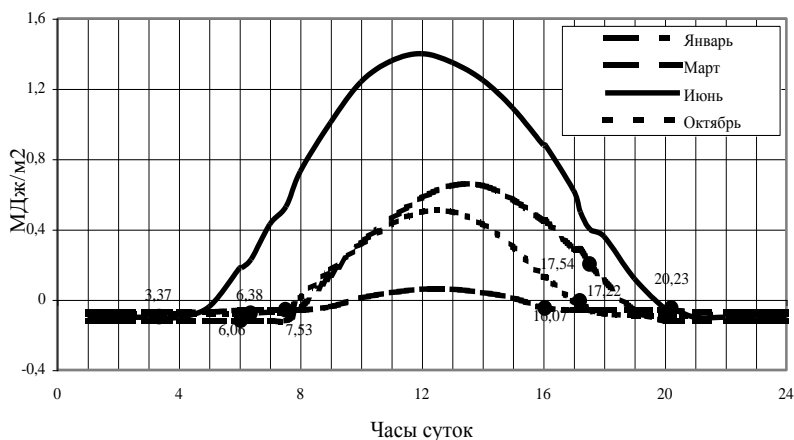


Рисунок 1.2. Суточный ход радиационного баланса в январе, марте, июне и октябре (кружочками обозначены время восхода и захода солнца) по метеостанции Полесская.

### *Температура воздуха*

Температура воздуха является одной из основных характеристик климата Брестской области.

В теплый период года, когда велики высота солнца над горизонтом и продолжительность солнечного сияния, солнечная радиация формирует широтный характер изменения температуры по территории области. В холодный период температурный режим определяется в основном циркуляцией атмосферы. Аккумулятор тепла – Атлантический океан и господствующий в уме-

ренных широтах западный перенос оказывают основное влияние на распределение температуры в области.

Среднее месячное значение температуры воздуха является наиболее общей характеристикой температурного режима. Оно позволяет получить представление о температурном фоне любого района, определить изменения температуры по территории всей области и на протяжении года и, наконец, проследить температурные изменения или колебания во времени.

Однако для этого требуются климатические характеристики, которые можно представить как "нормы". Учитывая существующие кратко- и долгопериодические колебания климата, устойчивые характеристики, "нормы" могут быть получены лишь из длительных рядов наблюдений. Однако использование таких рядов сопряжено с нарушением других требований, предъявляемых к материалу, — однородности рядов и единства периода обобщения для всей территории. С этими противоречиями связано существование различных подходов к обобщению данных по температуре воздуха. До 70-х годов прошлого столетия использовались как можно более полного периода наблюдений, к которым приводились и короткорядные станции. При этом различными климатологическими методами добивались однородности рядов наблюдений. Такой подход использован при составлении Справочников по климату ЦССР, издания 1965–1970 гг. [Справочник..., 1965]. Впоследствии, при составлении "Научно-прикладного справочника по климату СССР" издания 80-х годов [Научно-прикладной..., 1987], предпочтение отдавали фактическим рядам наблюдений, используя лишь длиннорядные метеостанции.

В настоящее время Всемирная метеорологическая организация использует "нормы", полученные по 30-летним рядам наблюдений; 1931–1960 гг., затем 1961–1990 гг. При обобщении данных всего мира, это единственный способ получить однородные по времени ряды наблюдений.

Рассмотрим насколько различимы значения месячных температурах воздуха полученные по различным методикам (таблица 1.2).

Таблица 1.2. Средние многолетние значения месячных и годовых температур воздуха по метеостанции Брест (°С)

Месяцы												Год	Источник информации
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
-5,2	-4,3	0,4	7,1	16,5	17,0	18,6	17,2	12,9	7,1	1,6	-2,9	6,9	Справочник, 1965
-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	Ресурсы, 1966
-4,5	-3,6	0,6	7,4	14,1	17,0	18,9	17,7	13,3	7,7	2,4	-2,2	7,5	Агроклиматический, 1970
-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	Научно-прикладной, 1987
-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	Климат, 1996

-4,5	-3,6	0,6	7,4	14,1	17,0	18,9	17,7	13,3	7,7	2,4	-2,2	7,4	По данным метеостанции Брест
-4,1	-3,3	0,8	7,6	13,8	16,9	18,5	17,6	13,1	7,8	2,5	-1,8	7,5	За весь период наблюдений

Как видно из таблицы 1.2 данные по среднемесячной температуре воздуха разнятся между собой. Это связано, прежде всего, большой изменчивостью средних значений. По метеостанции Брест среднее квадратическое отклонение в течение года изменяется от 1,2 °С до 3,8 °С, что при нормальном распределении элемента позволяет получить средние многолетние значения по 30-летнему ряду с погрешностью в отдельные месяцы до 0,7°С [Климат..., 1996]. В таблице 1.3 представлены средние месячные температуры воздуха (°С) по Брестской области [Климат..., 1996]

Таблица 1.3. Средняя месячная температура воздуха (°С) по Брестской области

Месяцы												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-5,4	-4,5	-0,4	6,8	13,4	16,5	18,1	17,0	12,7	7,0	1,7	-2,8	6,7

Временная изменчивость температуры характеризуется величиной среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ). По метеостанциям Брест и Пинск величины  $\sigma$  приведены в таблице 1.4 [Климат..., 1996].

Таблица 1.4. Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) средней месячной и годовой температуры воздуха (°С)

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Брест	3,6	3,8	2,6	1,8	1,7	1,5	1,3	1,2	1,4	1,7	1,9	2,5	0,8
Пинск	3,7	3,4	2,7	1,9	1,8	1,5	1,4	1,2	1,4	1,7	2,5	2,5	0,8

В связи с малой изменчивостью ее по территории данные таблицы 1.4 могут быть использованы для оценки возможных колебаний температуры любого пункта области.

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:

$$t_p^o = \bar{t}^o \cdot \left( \Phi_p \cdot \frac{\sigma}{\bar{t}^o} + 1 \right), \quad (1.5)$$

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

Экстремальные значения средней месячной температуры воздуха за инструментальный период по метеостанции Брест приведены в таблице 1.5. [Климат..., 1996], т. е. вероятность их появления примерно 1 раз в 100 лет.

Таблица 1.5. Экстремальные значения средней месячной температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) по метеостанции Брест за инструментальный период наблюдений (1888-1994)

Значения	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
min	-14,8	-15,5	-5,3	1,1	9,8	13,9	15,0	14,6	10,5	4,1	-3,2	-8,4
max	2,3	4,6	6,4	10,9	17,6	20,7	21,9	21,6	16,4	12,0	7,8	2,6
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
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

#### *Атмосферные осадки*

Величина и характер распределения атмосферных осадков по территории Брестской области определена рядом факторов, главным из которых являются особенности циркуляции атмосферы, рельеф местности, характер подстилаемой поверхности. Общециркуляционные факторы определяют общее по Восточно-Европейской равнине уменьшение осадков к юго-востоку с ослаблением влияния западного переноса. Однако из-за небольших размеров области влияние этого фактора не является определяющим, большее влияние оказывает рельеф местности. Поэтому, годовое количество атмосферных осадков увеличивается на западе в районе г. Высокое на возвышенной равнине Загородье и на наветренных склонах Новогрудской возвышенности и Копыльской гряде и приурочены к повышенным рельефам местности. Исследования выполнены А.Г. Булавко по 200 метеостанциям Беларуси и Литвы, показали, что зависимость количества наблюдаемых осадков от высоты местности имеет нелинейный характер (рисунок 1.3) [Булавко, 1971].



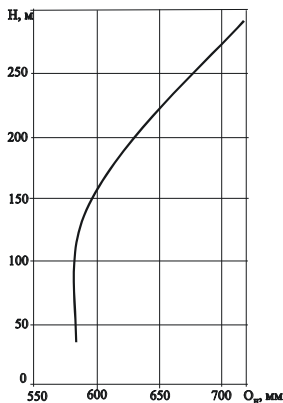


Рисунок 1.3. Зависимость нормы атмосферных осадков от высоты местности над уровнем моря.

В справочниках и специальной литературе приводятся данные по атмосферным осадкам существенно различающиеся между собой. Дело в том, что измерение атмосферных осадков представляет сложную техническую задачу. В настоящее время гидрометрическая сеть оборудована стандартными осадкомерами конструкции Третьякова, которые устанавливаются на высоте 2 м. Воздушный поток, огибая прибор, сносит падающие, особенно твердые атмосферные осадки, что ведет к уменьшению измеренных осадков. Поэтому в измеренное количество осадков вводят поправку на ветровой недоучет. Особенно большие погрешности получают при измерении твердых зимних атмосферных осадков, в этот период поправочные коэффициенты достигают 1,20...1,50, для жидких атмосферных осадков эта величина значительно меньше и составляет порядка 1,02...1,07, а в среднем за год – 1,20. Сложность учета ветрового выдувания для осредненных данных ограничивает применение этих коэффициентов в рамках водобалансовых расчетов, где требуется увязка атмосферных осадков со стоком и испарением [Климат..., 1996].

Вторая проблема при измерении атмосферных осадков – это испарение воды из осадкомерного цилиндрического ведра между сроками их измерения, особенно в жаркие дни. В связи с тем, что эта поправка не велика, особенно по сравнению с ветровым недоучетом, ее в измеренные данные обычно не вводят.

Кроме ветрового недоучета и потерь воды на испарение с осадкомерного ведра, часть атмосферных осадков попавших в ведро идет на смачивание его поверхности. Эта величина незначительна для разовых измерений (0,1...0,2 мм), но в целом за месяц составляет 5...15 % от общего количества

измеренных осадков [Климат..., 1996]. С 1966 г. поправка на смачивание ведра вводится непосредственно при измерении осадков и данные опубликованные после этого года содержат эту поправку.

В связи с тем, что в разных источниках приводятся данные с поправками или без их и объясняется разница в самих величинах атмосферных осадков. В таблице 1.6 нами приведены два крайних случая без учета поправок [Агроклиматический..., 1970] и с учетом поправок на ветровой недоучет и смачивание осадкомерного ведра [Справочник..., 1966].

Таблица 1.6. Месячные и годовые суммы атмосферных осадков (мм) (числитель без поправок, знаменатель с учетом поправок на ветровой недоучет и смачивание)

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Барановичи	31	33	31	40	62	83	84	81	58	47	41	39	630
	51	53	45	48	70	90	91	87	65	57	56	60	773
Ганцевичи	36	38	36	46	60	72	92	74	55	48	46	42	645
	54	56	50	55	67	78	99	79	60	57	58	61	774
Ивацевичи	31	32	31	43	57	69	88	71	52	45	39	37	595
	47	48	43	51	64	75	95	76	58	54	50	54	715
Пружаны	28	31	32	38	54	82	76	77	49	39	35	31	572
	42	44	44	46	60	89	82	82	55	47	44	44	679
Высокое	25	27	29	35	49	74	70	71	45	36	31	28	520
	40	43	42	42	55	80	76	76	51	44	42	41	632
Полесская	35	37	35	44	59	71	90	73	54	46	45	43	632
	53	55	48	52	66	77	97	78	59	54	58	63	760
Кобрин	28	31	33	34	48	72	68	69	44	35	37	42	531
	41	44	46	41	54	78	73	74	49	42	44	43	629
Дрогичин	33	35	33	46	59	72	92	74	54	48	42	41	629
	54	56	51	55	66	78	99	79	60	58	59	62	777
Пинск	30	32	31	41	54	65	83	67	49	43	41	37	573
	48	52	45	49	60	70	90	72	54	52	55	56	703
Брест	28	31	23	36	50	76	71	72	46	37	36	32	538
	43	47	47	43	56	82	77	77	52	45	47	45	661
Столин	30	31	30	39	51	62	78	63	46	41	40	36	547
	45	46	42	46	57	67	84	67	51	49	52	52	658

Малорита	28	30	33	35	50	75	71	72	46	36	35	42	543
	43	45	48	42	56	81	77	77	52	44	46	45	656

В таблице 1.7 приведены значения поправочных коэффициенты на ветровой недоучет атмосферных осадков.

Таблица 1.7. Поправочные коэффициенты на ветровой недоучет атмосферных осадков

Метеостанция	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брест	1,41	1,41	1,28	1,06	1,03	1,02	1,02	1,02	1,03	1,05	1,15	1,25
Пинск	1,50	1,52	1,32	1,07	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,19	1,37

Пространственная картина величин атмосферных осадков на территории Брестской области представлена на рисунке 1.4.

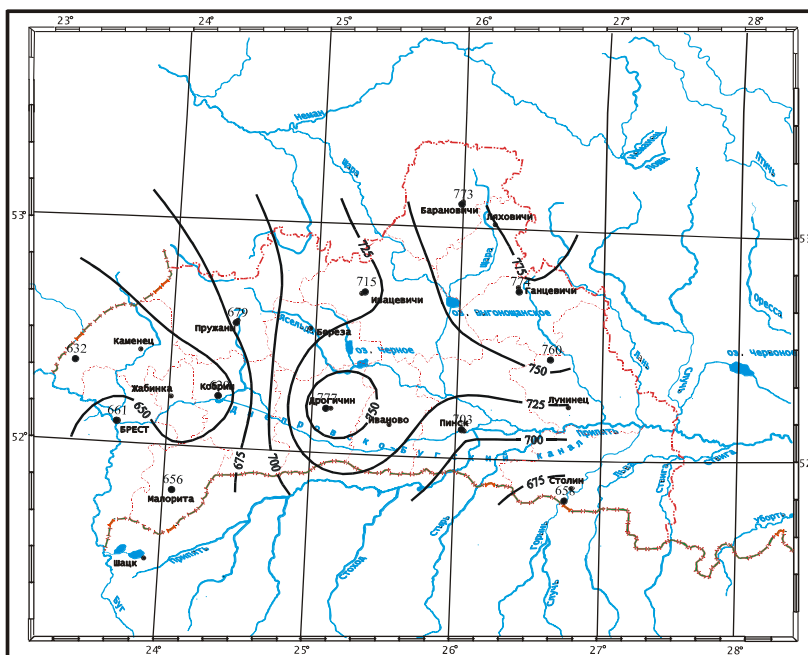



Рисунок 1.4. Распределение годовых атмосферных осадков по Брестской области, мм.

Месячные суммы атмосферных осадков имеют четко выраженный годовой ход с минимумом в январе – марте и максимумом в июне – июле.

Изменчивость во времени месячных сумм атмосферных осадков велика, коэффициенты вариации изменяются в пределах 0,2...0,7. Распределение величин месячных сумм атмосферных осадков имеет небольшую, как правило, положительную асимметрию, что исключает возможность использовать нормальный закон распределения для оценки изменчивости. Поэтому для определения обеспеченных месячных сумм атмосферных осадков использовано трехпараметрическое гамма – распределение. В таблице 1.8 приведены месячные значения вычисленных сумм атмосферных осадков по метеостанции Брест различной расчетной обеспеченности. В расчете использованы среднемесячные суммы атмосферных осадков с поправкой на смачивание осадкомерного ведра [Климат..., 1996]. Не соответствие сумм месячных величин атмосферных осадков за год и годовых значений вызвана внутригодовой асинхронностью.

Таблица 1.8. Месячные суммы атмосферных осадков различной обеспеченности по метеостанции Брест (мм)

Метеостанция	Месяцы												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 $C_v/C_s$	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

### Снежный покров

Снежный покров является важной характеристикой климата, определяющей его суровость и степень увлажнения территории в свою очередь является климатообразующим фактором. Обладая большим альбедо, снежный покров резко уменьшает радиационный баланс, способствует охлаждению нижних прилегающих к нему слоев воздуха и формированию над обширными территориями суши устойчивых антициклонов [Климат..., 1996]

Снежный покров в пределах области характеризуется значительной неустойчивостью. Время его появления колеблется в значительных пределах, так

раннее образование снежного покрова в районе Бреста наблюдается 28 ноября, которое проявляется примерно раз в 20 лет, а позднее с такой же повторяемостью – 5 февраля. Средняя дата образования снежного покрова – 25 декабря. Аналогичная картина и с разрушением снежного покрова. Средняя дата разрушения снежного покрова – 5 марта, наиболее ранняя дата разрушения снежного покрова повторяемостью 1 раз в 20 лет – 7 февраля, а поздняя дата – 3 апреля.

Величина снежного покрова изменяется не только в течение года, но по годам, в зависимости от количества атмосферных осадков, температурного режима, ветрового снегопереноса, испарения и других факторов. Средняя из максимальных высот снежного покрова закономерно увеличивается от 15 см на юго-западе области до 25 см на северо-востоке.

Наряду с высотой снежного покрова важной характеристикой является плотность снега. В холодные зимы плотность свежеснегоснега в области составляет 0,12...0,17 г/см<sup>3</sup>. В результате оседания и подтаивания происходит уплотнение. Средняя многолетняя величина плотности в конце января составляет 0,23...0,28 г/см<sup>3</sup>, в феврале – 0,25...0,30 г/см<sup>3</sup> и в середине марта достигает своего максимального значения 0,29...0,36 г/см<sup>3</sup>.

Данные о высоте снежного покрова и его плотности дают возможность рассчитать снегозапасы, т. е. количество воды накопившейся в снеге. Знания величины снегозапасов необходимо для прогнозирования весеннего половодья, влагообеспеченности и других задач. Распределение запасов воды в снеге по территории области подчиняется общим закономерностям формирования снежного покрова и изменяется от 40 мм на юго-западе области до 60 мм на северо-востоке. Приведенные данные относятся к открытым участкам. Для оценки запаса воды в снеге в лесу необходимо использовать коэффициент превышения (для области равный 1,5), и который увеличивается в сторону меньших снегозапасов. Это связано с более частыми оттепелями, когда снег полностью или частично сходит в поле, но сохраняется в лесу, где происходит застаивание холодного воздуха [Климат..., 1996]. Общие влагозапасы для любого участка территории рассчитываются как средневзвешенная величина открытых территорий и покрытых древесно-кустарниковой растительностью, полученная величина влагозапасов позволит уточнить прогноз весеннего половодья.

#### *Влажность воздуха*

Относительная влажность воздуха ( $r$ ) характеризует степень насыщенности воздуха водяными парами и представляет большой практический интерес. Влажность воздуха в области сравнительно велика. Число дней, когда

относительная влажность превышает 80 % составляет за год для Бреста 126 дней, для Пинска – 134, а число сухих дней с влажностью менее 30 % соответственно – 11 и 5 дней. Годовой ход относительной влажности воздуха обратно пропорционален годовому ходу температур воздуха, так как с повышением температуры воздуха парциальное давление насыщенного водяного пара растет быстрее фактического, относительная влажность при этом уменьшается. Наибольшая сухость приходится на весенний период. В основном на май, а не самый теплый месяц года, так как нарастание температуры над сушей происходит относительно быстрее, чем рост влагосодержания в воздушных массах, приходящих с медленнее прогревающейся поверхности океана. В мае средняя относительная влажность составляет 69...70 %, наибольшая влажность наблюдается зимой, так в декабре она составляет 88...89 %. Внутригодовой ход относительной влажности воздуха по области можно проследить по данным таблицы 1.9.

Таблица 1.9. Годовой ход относительной влажности воздуха и числа засух и влажных дней

Метеостанция	Параметр	Месяцы												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Брест	относительная влажность воздуха, %	86	85	78	72	69	70	72	75	79	83	88	88	79
	число сухих дней ( $r < 30\%$ )	–	0,1	0,7	2,1	3,7	1,5	0,9	0,9	0,4	0,2	–	–	11
	число влажных дней ( $r > 80\%$ )	20	16	9	5	5	4	4	4	6	12	18	23	126
Пинск	относительная влажность воздуха, %	86	85	80	74	70	71	74	77	79	84	89	89	80
	число сухих дней ( $r < 30\%$ )	–	0,1	0,3	1,3	1,2	0,6	0,2	0,1	0,5	0,3	–	–	5
	число влажных дней ( $r > 80\%$ )	20	18	12	6	4	4	3	5	6	13	20	24	134

#### *Дефицит насыщения*

Дефицит насыщения изменяется в течение года аналогично ходу температуры воздуха, так как с увеличением температуры воздуха увеличивается дефицит, растет при определенных значениях абсолютной влажности. Последняя в свою очередь зависит от влагосодержания господствующей воздушной массы. Дефицит насыщения влияет на интенсивность испарения и служит одним из критериев оценки засушливых условий погоды.

Дефицит насыщения достигает минимальной величины в зимние месяцы и колеблется от 0,6 до 0,7 *гПа*, максимальный в июне–июле 6,7...7,1 *гПа*. В среднем за теплый период (апрель– октябрь) дефицит насыщения изменяется от 4,5 до 5,5 *гПа* (таблица 1.10).

Таблица 1.10. Среднемесячный и годовой дефицит насыщения (*гПа*)

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Брест	0,6	0,7	1,6	3,6	5,8	7,0	7,1	6,0	4,0	2,4	1,0	0,7	3,4
Пинск	0,6	0,7	1,3	3,3	5,4	6,7	6,4	5,5	3,8	1,9	0,8	0,6	3,1

### *Ветер*

Ветровой режим обусловлен общей циркуляцией атмосферы над континентом Евразии и Атлантикой. Преобладающим на протяжении всего года являются трансформированные атлантические воздушные массы умеренных широт. Значительно реже на территорию Брестской области проникают тропические и арктические массы. Такой характер циркуляции вызывает господство ветров юго-западного, западного и северо-западного направлений. Это достаточно четко регистрируется в ориентировке форм эолового рельефа, определяет направление волн в озерах, что отражается на их абразионной деятельности и т. д. [Рельеф..., 1982].

В холодный период года преобладают ветра юго-западных и западных направлений. Различные формы рельефа трансформируют этот преобладающий поток, так в долине р. Припять преобладает западное направление. В холодный период года повторяемость ветров юго-западной направленности горизонта (Ю, ЮЗ, З) составляет 45...50 %. Сравнительно часто (15...20 %) дуют юго-восточные ветры, связанные с юго-западной периферией сибирского антициклона или малоподвижными антициклонами восточной Европы [Климат..., 1996].

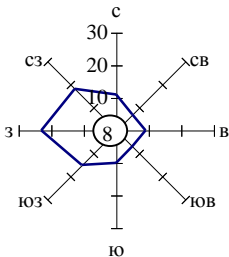
В разные годы наблюдается вторжение континентального воздуха со сторон Карского моря, кроме того, значительное влияние оказывают восточные и северо-восточные ветра, их повторяемость достигает 15...20 %. При северо-западных ветрах (повторяемость 9...12 %) приходит арктический воздух с Гренландского и Норвежского морей. Чисто северные ветры для области редки, их повторяемость не превышает 5...8 %, поэтому они не играют значительной роли в формировании климата области.

Барические градиенты ослабляются летом, поэтому воздушные потоки слабее зимних и носят иной характер. Направление ветра менее устойчивое, чем в холодный период, оно связано либо с тыловой частью западных цикло-

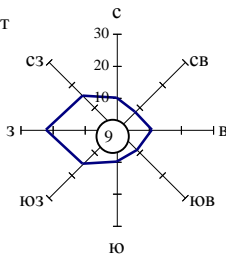




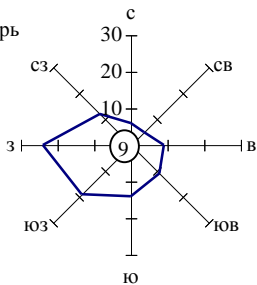
Июль



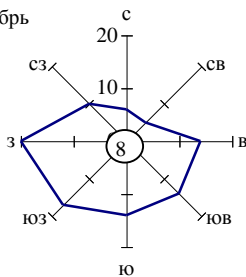
Август



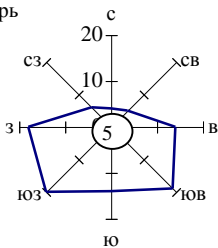
Сентябрь



Октябрь



Ноябрь



декабрь

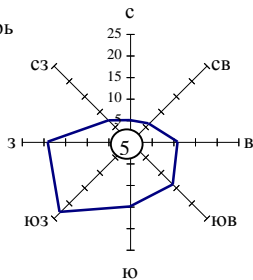
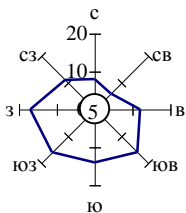
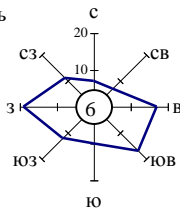


Рисунок 1.5. Повторяемость различных направлений ветра и штилей в течение года по метеостанция Брест.

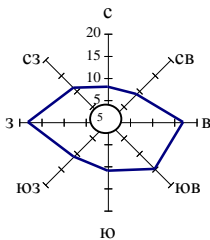
Январь



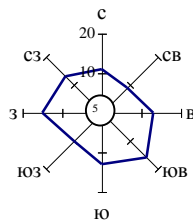
Февраль



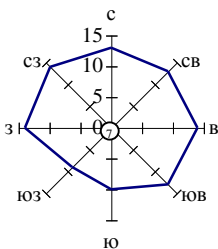
Март



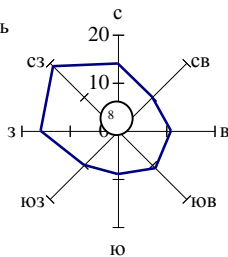
Апрель



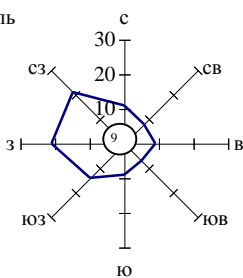
Май



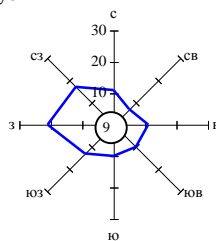
Июнь



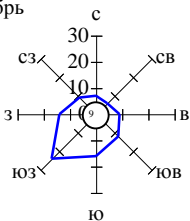
Июль



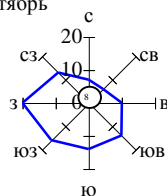
Август



сентябрь



Октябрь



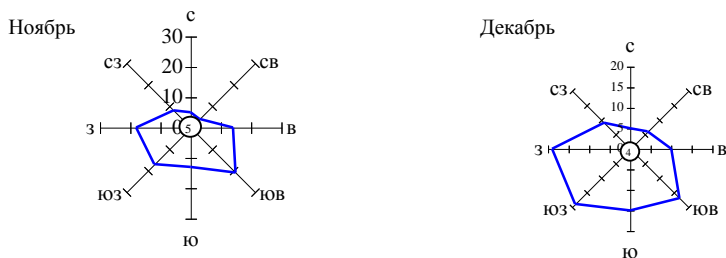
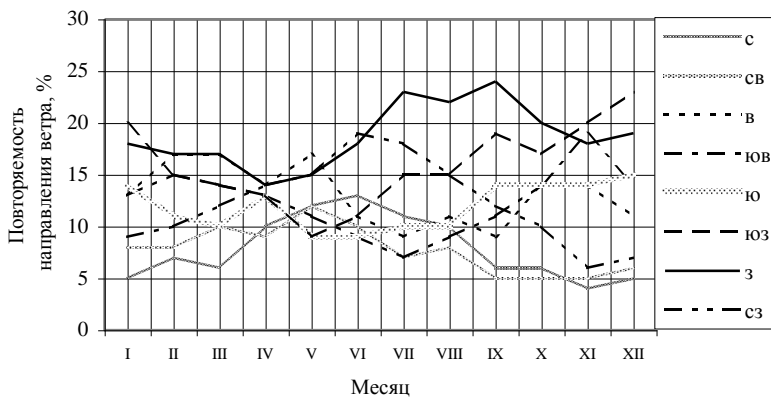


Рисунок 1.6. Повторяемость различных направлений ветра и штилей в течение года по метеостанция Пинск.

Интересно проследить как меняется повторяемость ветра определенного направления в течение года (рисунок 1.7).

а) метеостанция Брест



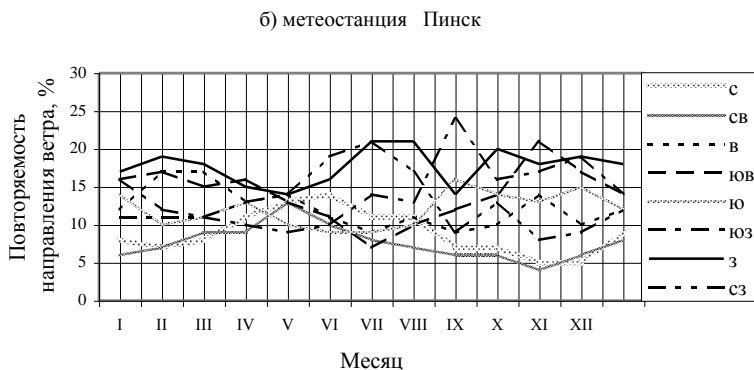


Рисунок 1.7. Годовой ход повторяемости (Р %) ветра различных направлений по метеостанциям: а) Брест, б) Пинск.

Скорость ветра зависит от величины барического градиента, который в свою очередь определяется господствующими синоптическими процессами, кроме того, существенную роль играет макроклиматические и микроклиматические факторы, зависящие от месторасположения метеостанции. При определении скорости ветра необходимо учитывать факт снижения скорости ветра в течение 70-х годов. Климатологи связывают снижение скорости ветра с изменением в общем – циркуляционных процессов и, в частности – увеличением повторяемости восточных форм циркуляции атмосферы в умеренных широтах. Это приводит к необходимости при получении норм по ветру использовать весь период наблюдений.

В таблице 1.11 приведены средние значения скорости ветра ( $m/c$ ) вычисленные за разные периоды наблюдений.

Таблица 1.11. Средняя месячная и годовая скорость ветра ( $m/c$ ) за различные периоды осреднения по метеостанции Брест

Периоды осреднения	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1936-1960	4,0	4,0	4,2	3,5	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	3,2	3,8	3,8	3,5
1936-1980	3,6	3,6	3,7	3,3	2,9	2,8	2,8	2,7	2,8	3,1	3,6	3,5	3,2
1936-1990	3,5	3,5	3,6	3,3	2,9	2,8	2,7	3,6	2,7	3,1	3,5	3,4	3,1

Как видно из таблицы 1.11 произошло заметное уменьшение скорости ветра, что необходимо учитывать при воднобалансовых расчетах водосборов, особенно при определении испарения.

### *Суммарное испарение*

Суммарное испарение – один из основных расходных элементов водного баланса речных водосборов, причем его роль становится определяющей в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения. При решении большого круга научных и практических задач используются вероятностные закономерности и статистические характеристики пространственно-временных колебаний суммарного испарения. 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. В рядах наблюдений имеются пропуски, отмечается нестационарность наблюдений во времени и неоднородность рядов. 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. Увеличение потенциала информативности исходных выборок (одна реализация в год) также не приводит к корректному решению поставленной задачи. Поэтому, в ряде случаев целесообразнее отказаться от наблюдаемых величин, а 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 (рисунок 1.8). Детальный анализ методов определения суммарного испарения и возможность их использования выполнен в работе [Волчек, Марчук, 1987]. Методы определения суммарного испарения, не требующие дополнительных измерений, сопоставлялись между собой. В качестве

критерия точности приняты годовые нормы испарения, полученные общепринятым методом водного баланса. При расчете годовых норм суммарного испарения по методу водного баланса использованы нормы атмосферных осадков с поправками к показаниям осадкомера [Справочник..., 1968]. Сток принят по карте модуля среднего годового стока Беларуси и Верхнего Приднепровья [Пособие..., 2000]. Величины суммарного испарения, вычисленные различными методами, находятся в довольно широком диапазоне, размах колебаний для ряда пунктов достигает более 100 мм (таблица 1.12). Методы Э.М. Ольдекопа (вариант II), гидролого-климатических расчетов (ГКР) [Режимы..., 1974] и комплексный дают близкие результаты, которые хорошо согласуются с величинами суммарного испарения, вычисленными по водному балансу. Методы М.И. Будыко и А.Р. Константинова дают, хотя и несколько заниженные, но вполне приемлемые результаты.

В настоящей работе, для контроля восстановленных величин суммарного испарения, использован комплексный метод, по методу гидролого-климатических расчетов рассчитаны месячные величины суммарного испарения. Это позволило оценить величины суммарного испарения и их изменчивость.



Рисунок 1.8. Граф-схема основных методов определения суммарного испарения.

Точность расчета суммарного испарения методом ГКР зависит от корректности определения максимально возможного испарения и ряда параметров, которые необходимо уточнить для рассматриваемой территории.

Таблица 1.12. Сопоставление годовых норм испарения с суши, полученных по водному балансу и другими методами, мм.

Метеостанция	Методы						
	Водного баланса	Ольдекопа (вариант I)		Ольдекопа (вариант II)		Тюрка	
		Е, мм	$\Delta$ , %	Е, мм	$\Delta$ , %	Е, мм	$\Delta$ , %
Пинск	574	422	-26,5	545	-5,1	408	-28,9
Брест	551	429	-22,1	529	-4,0	409	-25,8

→ продолжение таблицы 1.12

Метеостанция	Метод							
	Будыко		Константинова		Мезенцева (метод ГКР)		Будыко (комплексный метод)	
	Е, мм	$\Delta$ , %	Е, мм	$\Delta$ , %	Е, мм	$\Delta$ , %	Е, мм	$\Delta$ , %
Пинск	515	-10,3	495	-13,8	575	0,2	578	0,7
Брест	495	-10,2	567	2,9	560	1,6	550	-0,2

#### *Теплоэнергетические ресурсы процесса испарения*

Теплоэнергетические ресурсы процесса испарения для любого расчетного промежутка времени определяются как:

$$L \cdot E_0 = R^+ + P^+ \pm \Delta B - \Delta E_m, \quad (1.6)$$

$E_0$  – эквивалент теплоэнергетических ресурсов – максимально возможное испарение, м;  $L$  – скрытая теплота испарения,  $\text{м}^3/\text{Дж}$ ;  $R^+$  – положительная составляющая радиационного баланса,  $\text{Дж}/\text{м}^2$ ;  $P^+$  – положительная составляющая турбулентного теплообмена,  $\text{Дж}/\text{м}^2$ ;  $\Delta B$  – изменение теплозапасов деятельного слоя почвы,  $\text{Дж}/\text{м}^2$ ;  $\Delta E_m$  – расход тепла на таяние снега, льда, прогревание почвы,  $\text{Дж}/\text{м}^2$ .

Из-за ограниченности материалов наблюдений за радиационным режимом, турбулентным и почвенным теплообменами использовать уравнение (1.6) в практических расчетах затруднительно. В связи с этим были получены связи элементов радиационного баланса с широко измеряемыми климатическими характеристиками. В настоящее время имеется ряд зависимостей для определения годовых норм  $E_0$  для условий Беларуси [Голченко, 1976; Стефаненко, Водчиц, 1977; Марчук, 1982] по сумме температур воздуха выше  $10^\circ\text{C}$ . Нами же найдено приближенное решение уравнения (1.6) для месячных интервалов времени [Волчек, 1986]. На основе анализа имеющихся режимных данных наблюдений на актинометрических станциях установлены количественные

связи месячных величин положительной составляющей радиационного баланса с дефицитом насыщения воздуха. Примечательно, что эти связи носят нелинейный характер. Причины нелинейности и гистерезиса этой связи состоит в том, что положительная составляющая радиационного баланса является одной из составляющих уравнения (1.6), куда входят еще затраты тепла на испарение, турбулентный теплообмен с атмосферой и изменение теплосодержания почвогрунтов. Дефицит насыщения воздуха характеризует лишь интенсивность турбулентного обмена с атмосферой. В соответствии со знаком теплообмена в почвогрунтах и интенсивностью затрат тепла на испарение изменения дефицита влажности воздуха в первом полугодии происходит по выпуклой кривой, а во втором – по прямой.

Пространственная структура максимально возможного испарения имеет широтное распространение, увеличивается с юго-запада на северо-восток и подчиняется основным закономерностям распределения солнечной радиации (рисунок 1.9).

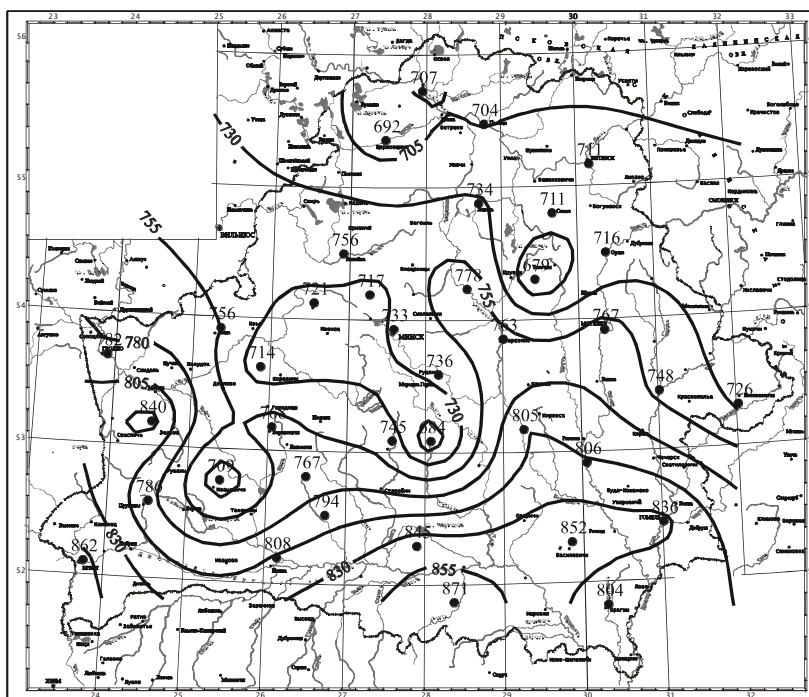


Рисунок 1.9. Годовые нормы максимально возможного испарения на территории Беларуси, мм.



В таблице 1.13 приведены месячные значения максимально возможного испарения по некоторым пунктам Брестской области.

Таблица 1.13. Средние многолетние значения максимально возможного испарения на территории Брестской области (мм)

Метеостанция	Месяцы								Год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	
Барановичи	82	112	123	116	97	68	42	640	768
Ганцевичи	85	109	119	106	85	61	43	607	767
Ивацевичи	88	112	125	118	97	69	45	654	709
Пружаны	82	108	120	127	94	68	41	639	786
Полесская	91	112	121	109	88	64	45	630	794
Пинск	88	110	125	116	97	73	47	656	808
Брест	91	114	125	130	106	76	48	689	862

#### Расчет суммарного испарения

Как было обосновано выше для расчета суммарного испарения принят метод ГКР. Суммарное испарение по методу ГКР за расчетный интервал времени определяется по следующим уравнениям [Мезенцев, 1969]:

$$E = E_0 \cdot \left( 1 + V_{cp}^{-r \cdot n} \right)^{1/n}; \quad (1.7)$$

$$V_{cp}^r = \frac{\left( X + G \right) + V_i}{\frac{W_{HB}}{E_0} + V_i^{1-r}}; \quad (1.8)$$

$$V_{i+1} = V_i \cdot \left( \frac{V_{cp}}{V_i} \right)^r, \quad (1.9)$$

где  $E$  – суммарное испарение, мм;  $W_{HB}$  – 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  $W_{HB}$ ;  $V_{cp}$  – средняя за расчетный период влажность почвы в долях от  $W_{HB}$ ;  $X$  – 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 (1.7) – (1.9) относительно норм суммарного испарения решаются методом итераций. Задача сводится к подбору такой влажно-

сти почвогрунтов на начало первого периода, чтобы величина на конец последнего периода замкнутого цикла были одинаковы.

На рисунке 1.10 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 (100...120 мм/мес.) и минимумом в декабре, что соответствует экстремальным значениям теплоэнергетических ресурсов.

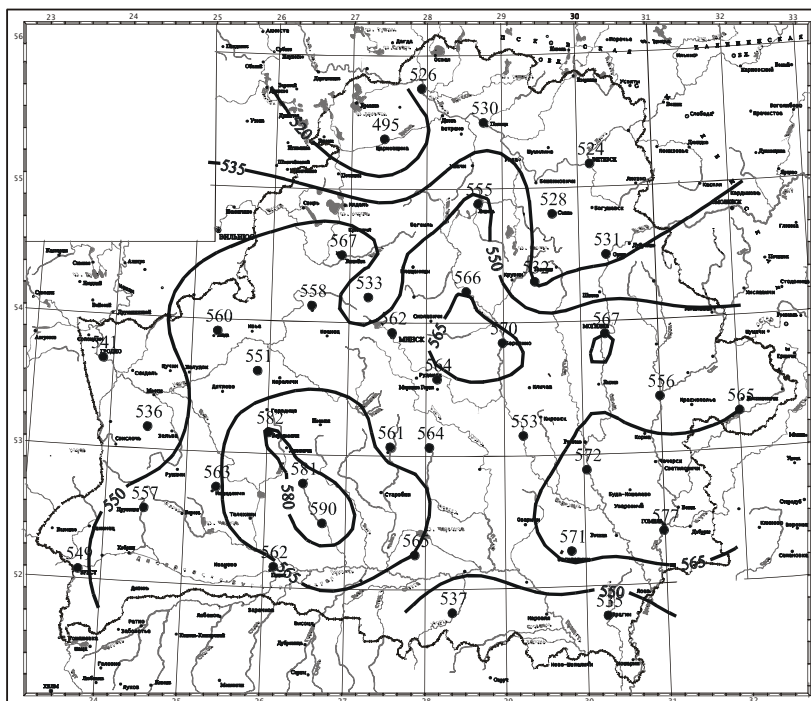


Рисунок 1.10. Годовое суммарное испарение на территории Беларуси (мм).

В таблице 1.14 приведены средние многолетние значения суммарного испарения на территории Брестской области.

Таблица 1.14. Средние многолетние значения суммарного испарения на территории Брестской области (мм)

Метеостанция	Месяцы								Год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	
Барановичи	60	106	111	97	77	51	27	528	582
Ганцевичи	66	105	102	89	69	46	29	506	581
Ивацевичи	64	103	102	87	69	47	27	499	563
Пружаны	60	93	101	92	72	48	26	492	557
Полесская	72	102	101	91	70	48	30	519	590
Пинск	65	100	106	85	68	47	27	498	562
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 ( $C_v=0,10\dots 0,16$ ), т. е. в среднем ( $C_v=0,13$ ). Несколько большие значения коэффициентов вариации для теплого ( $C_v=0,15$ ) и вегетационного ( $C_v=0,16$ ) периодов. Коэффициенты вариации месячных величин суммарного испарения принимают еще большие значения, достигая ( $C_v=0,32$ ). 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 правило, израсходованы и суммарное испарение определяется, в основном, режимом выпадения атмосферных осадков (таблица 1.15).

Таблица 1.15. Коэффициенты вариации суммарного испарения на территории Брестской области

Метеостанции	Месяцы								Год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Барановичи	0,26	0,23	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,13	
Ганцевичи	0,23	0,22	0,21	0,32	0,24	0,22	0,26	0,11	
Ивацевичи	0,25	0,22	0,22	0,25	0,24	0,29	0,29	0,16	
Пружаны	0,22	0,20	0,22	0,15	0,20	0,21	0,23	0,15	
Полесская	0,25	0,29	0,22	0,27	0,23	0,24	0,27	0,11	
Пинск	0,20	0,22	0,23	0,30	0,23	0,24	0,31	0,10	
Брест	0,27	0,26	0,23	0,26	0,20	0,22	0,27	0,12	

#### *Изменение климата*

В настоящее время пространственная структура распределения метеорологических элементов изучена более подробно, чем их временная структура. Вопросам первостепенной важности является достоверное определение “сигнала” в изменении климата, связанного с тем или иным естественным или антропогенным фактором или их сочетаний.

По существующим оценкам, температура воздуха Северного полушария уже поднялось почти на  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  по сравнению с доинструментальным периодом, а по расчетам возможного накопления примесей, может к середине текущего столетия повыситься еще на  $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  [Дроздов, 1990].

Прогнозируемые изменения температуры незамедлительно скажутся и на увлажнении, настолько, что без их учета уже сейчас нельзя планировать долговременные гидрологические мероприятия. Следует учитывать, что воздействие глобальных потеплений на увлажнение (осадки и речной сток) процесс многосторонний. Оно 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 способствует дальнейшему росту температур и развитию конвекций. Связанное с потеплением отступление полярных льдов помимо дальнейшего усиления потеплений уменьшает меридиальные 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  $\text{CO}_2$  в атмосфере в основном меняет эффективное излучение. Влияние этого фактора равномерно распределяется по широтам. При потеплениях происходит сдвиг циркуляционных зон к северу (аналогично годовому ходу). Это вызывает увеличение атмосферных осадков в одних районах и уменьшение в других, причем величина этих изменений зависит от уровня потепления.

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 их детали прогнозируются весьма проблематично;
- 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 показывают закономерности формирования современной климатической системы и особенно важны

для оценки условий, складывающихся на начальном этапе глобального потепления, происходящего в настоящее время, при этом эти модели не всегда статистически надежны и могут не отражать особенностей поведения климатической системы, возникших при быстром потеплении.

Важнейшей особенностью потепления климата Брестской области, 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. В некоторых районах области прослеживается положительный тренд в изменении разности количества атмосферных осадков в мае – июне и июле – августе, который обуславливает в значительной степени уменьшением атмосферных осадков в июне – августе. При этом выделяются 18 – 21 летние колебания [Природная..., 2002]. Несмотря, что коэффициент природной увлажненности на территории Брестской области равен единице, временная и пространственная неравномерность выпадения атмосферных осадков по ее территории обуславливает образование засушливых периодов различной продолжительности. В области в среднем раз в 4 – 5 лет засушливым может быть любой из месяцев теплого периода, а один раз в 8 – 10 лет засушливым бывает 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, а в первую половину лета происходит даже некоторое уменьшение числа засушливых явлений.

Определенный интерес представляет динамика засух охватывающих большие территории. За период инструментальных наблюдений засухи, охватывающие южную часть Беларуси в мае–августе наблюдались 13 раз. В 1936 году такая засуха отмечалась в мае, в июне засухи наблюдались в 1915, 1964, 1979, 1999 гг., в июле – 1952, 1959, 1992, 1999 гг., в августе – 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

значительно ниже нормы. В среднем засухи охватывающие не менее 30 % области повторяются 1 раз в 2–3 года.

Как показал академик В.Ф. Логинов, за период инструментальных наблюдений повторяемость природно-масштабных засух существенно не изменилась, тогда как появление засух в августе в последние тридцатилетие стало более частым.

Как известно, одним из главных антропогенных факторов в Брестской области является гидротехническая мелиорация. Широкомасштабная мелиорация оказала существенное влияние не только на микроклимат осушительных 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 увеличение количества заморозков. При этом происходит перераспределение поступающей на поверхность солнечной радиации в следствие увеличения альбедо, что вызывает уменьшение радиационного баланса на освоенных болотах конденсация влаги на поверхности почвы в 1,5 ...3,5 раза больше, чем на естественном болоте, это вызывает усиление внутрпочвенной конденсации суммарного испарения, а также наблюдается усиление внутрисуточного влагооборота в системе почва – атмосфера. В целом дневная температура почвы в теплый период года осушенного торфяника больше, чем неосушенного болота.

Проведенный академиком В.Ф. Логиновым анализ хода метеорологических изменений в районах республики, где проводилась массовая осушительная мелиорация, в том числе и Брестской области, показали, 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 не существенно. Эти изменения можно отнести на счет влияния интенсивной мелиорации земель области и сопредельных территорий. Поскольку при интенсивном сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель суммарное испарение и влажность воздуха увеличивается в первую половину лета и уменьшается 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 Брестской области представлен преимущественно плоскими и покатоволнистыми низинами и равнинами, речными долинами

и отдельными массивами гляцево-моренными образованиями. Глубина расчленения обычно не превышает 5 м и только местами, в районе распространения возвышенности может достигать 50 м и более.

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  $0,1 \dots 0,2 \text{ км/км}^2$ , на равнинах  $0,3 \dots 0,5 \text{ км/км}^2$ , и склонах краевых ледниковых гряд и возвышенностей –  $1 \dots 2 \text{ км/км}^2$ .

Основным почвообразующим 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 и гравитационными, карстовыми процессами. В последнее время важным рельефообразующим фактором становится 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, аллювиальными, моренными, болотными генетическими типами. Значительное влияние на рельеф оказала литология доантропогенных пород особенно морено-меловых толщ, которые сопутствовали образованию карстовых форм.

Основную территорию области занимает Белорусское Полесье и Прибугская равнина, которые во многом определяются тектоническими структурами. Среднюю часть области представляют такие природные морфоструктуры, как Подляско-Брестская впадина, Полесская седловина, на севере заходят отроки Белорусской антиклизы, на юге – украинского кристаллического щита, с юго-запада внедряется Луковско-Ратновский горст Кольско-Азовской плиты. Тектоническая неоднородность во многом обусловила большую амплитуду мощности осадочного чехла.

Сложное тектоническое строение на ограниченной территории предопределило образование большого количества различных по размеру биогенных морфоструктур с большой амплитудой неотектонических движений. Тектонические и неотектонические движения оказали влияние на особенности распространения, на динамику ледникового покрова и ледниковый морфогенез, морфологию речных долин и др. Поднятое положение южной части территории препятствовало проникновению ледниковых покровов. С зонами раз-

ломов связано размещение краевых гряд, гляциодислокаций, ложбин ледникового выпахивания и размыва [Геоморфология..., 2000].

Осадочный чехол построен преимущественно породами девонской, меловой, палеогеновой, неогеновой и антропогеновой систем. Под антропогенной толщей вскрываются неогеновые кварцевые пески, алевриты и глины, которые имеют наибольшее распространение в Подляско-Брестской впадине и центральной части Припятского прогиба. Распространение песчаных разностей в коренных породах определило в некоторой степени специфику антропогеновой седиментации, что явилось в последствии одной из причин широкого распространения на территории области эоловых форм рельефа. Толщина антропогеновых осадков на юге колеблется в пределах 10...50 м, на западе и северо-западе – 80...120 м, достигая в отдельных местах 200 м [Геоморфология..., 2000].

В доледниковое время рельеф ложа антропогеновой толщи представлял собой погребенную равнину с относительно ровной поверхностью на западе и более возвышенную и расчлененную на северо-востоке. Современный рельеф Брестской области, как и всего Полесья, сформировался под действием многообразных геологических процессов эндогенного и экзогенного характеров. Главнейшими процессами, оказавшими влияние на формирование современного рельефа являются: деятельность ледников четвертичного периода, талых вод ледников, вод, атмосферных осадков и ветра.

В ледниковую эпоху четвертичного периода территория республики неоднократно подвергалась оледенению. Ледники на пути своего движения разрушали встречающиеся неровности и изменяли рельеф. Из разрушенных пород под ледниками по их краям и в конце накапливалось большое количество обломочного материала, богатого валунами и продуктами истирания, получившего название морены (донная, боковая и конечная).

При таянии ледника принесенный и отложенный им материал размывался тальми водами, особенно конечные морены, и формировались водно-ледниковые отложения со спокойным рельефом. Значительная часть водно-ледниковых пород откладывалась ниже по долине за грядой конечных морен.

При отступлении ледника водные потоки врзались в ранее отложенную толщу водно-ледниковых пород, что приводило к созданию террасовых уступов. При повторном наступлении ледников их отложения накладывались на предыдущие, изменяя ранее образовавшийся рельеф, и формировался новый рельеф.

В эпоху последнего оледенения граница ледника проходила севернее Полесья и его современная территория была низменной приледниковой зоной.



Процессы осадконакопления и образования рельефа протекали под воздействием главным образом водных потоков и ветра. В послеледниковое время (голоцен) рельеф области изменялся под действием вод атмосферных осадков и ветра. Этот процесс протекает и ныне.

В наше время территория области, в основном, представляет обширное плоское, слабо дренированное низменное пространство подобно плоской чаше, вытянутой с востока на запад, и имеющее общий наклон в сторону Днепра. Центральная часть, занимающая преобладающую площадь, наиболее понижена (абс. отметки высот 100...150 м), а окраины – повышены с высотами до 200...250 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 и до 100 м к юго-востоку. На ровной поверхности в большом количестве встречаются широкие заболоченные западины и небольшие блюдца, среди которых возвышаются небольшие дюнные всхолмления. Дюнные бугры встречаются на юге области и представляют единичные и групповые бугры высотой 5...8 м. Сложены они из песка, нанесенного ветром.

Образование дюн, как известно, связано с деятельностью ветра. Передвигающийся ветром песок при встрече на своем пути какого-либо препятствия (кустов, деревьев и т. п.) 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.

Встречаются дюны повсеместно как на водно-ледниковых равнинах, переработанных денудацией и водоаккумулятивными процессами, так и на речных разновозрастных долинах и пойменных террасах послеледникового времени.

Моренные возвышения и холмы здесь встречаются редко. Наиболее крупные возвышения расположены по левобережью р. Горынь. Эти возвышения и гряды сильно расчленены оврагами и представляют резкий контраст на фоне низменной равнины.

Земная поверхность области очень слабо приподнимается над долинами рек. В пойме Припяти берега русла реки почти повсеместно возвышаются всего лишь на 0,5...1,0 м и реже – в большей мере над уровнем воды в реке

летом. Пойма реки широкая и плоская с большим количеством западин, заполненных водой.

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. Среди них встречаются заторфованные озерно-ледниковые и озерно-болотные равнины, подавляющая часть которых в виде больших массивов расположена севернее р. Припять, начиная с восточных границ области до западных. К югу от р. Припять, распространены заторфованные равнины надпойменных террас.

Основные геоморфологические районы Брестской области представлены на рисунке 1.11.

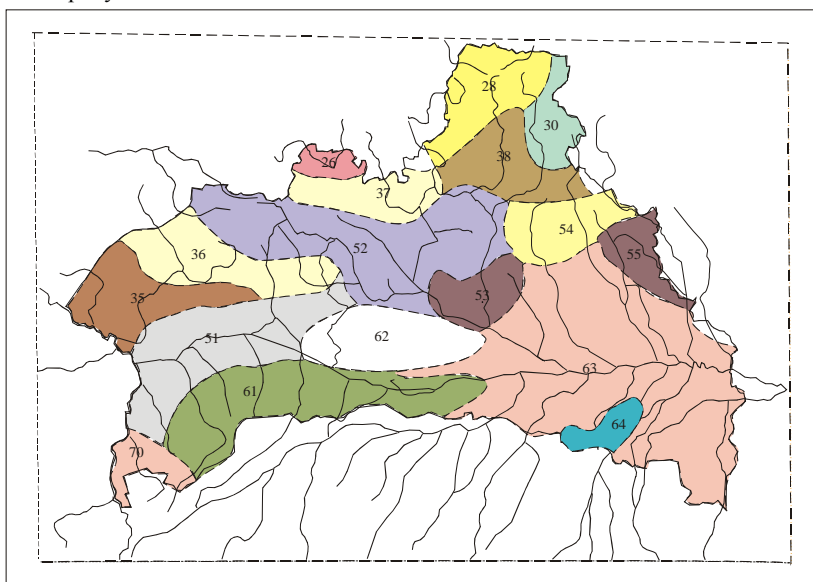


Рисунок 1.11. Схема геоморфологического районирования территории Брестской области [Геология..., 2001]: *Область равнин и низин Предполесья*: 35 Высоковская водно-ледниковая моренная равнина; 36 Пружанская моренная водно-ледниковая равнина; 37 Косовская водно-ледниковая равнина; *Область Полесской низменно-*

*сти.* Подобласть Белорусского Полесья: 51 Брестская водно-ледниковая низина; 52 Наревско-Ясельдская озёрно-аллювиальная низина; 53 Логишинская водно-ледниковая равнина с краевыми образованиями; 54 Люсиновская водно-ледниковая равнина; 61 Верхнеприпятская озёрно-аллювиальная равнина; 62 Краевые ледниковые образования водно-ледниковая равнина Загородья; 63 Луинецкая аллювиальная низина; 64 Столинская водно-ледниковая равнина. Подобласть Украинского Полесья: 70 Малоритская водно-ледниковая равнина.

На границе с Польшей вдоль р. Мухавец и далее на правобережье 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 приходятся на центральную часть низины, минимальные – приуроченные к урезу воды в р. Западный Буг и колеблются в пределах 131...133 м. Основные черты рельефа Брестской низины определены деятельностью Днепровского ледника и водно-ледниковых потоков Сожского. В северной части низины заторфованных днищах ложбин встречаются голоценовые озёрные 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. Правые притоки р. Западный Буг, беря своё начало из заторфованных озёровидных понижений, представляет собой вытянутые параллельно главной реке отрезки староречий с выработанными поймами. Густота гидрографической сети не превышает 0,2 км/км<sup>2</sup>, рельеф местности нарушен карьерами по добыче торфа, некоторые из этих участков рекультивированы под пруды и сенокосы.

На юго-западе области расположена *Высоковская водно-ледниковая моренная равнина*, которая вытянута в субширотном направлении на 60 км, протяженность с севера на юг – 50 км. Для коренного рельефа характерна значительная расчлененность ложбинами, днища которых были опущены до 20...30 м и ниже, а в низовьях р. Пульвы – до 30 м. Цепи ложбин образуют сложную решетку, в центре ячеек которой возвышаются изометричные участки с абсолютными отметками 100 м и более. Особенностью современной поверхности является широкое распространение водно-ледниковых пологоволнистых, иногда увалистых равнин, расчлененных ложбинами глубиной от 3...5 м до 7...10 м. Равнины окаймляют с севера и юга полосу конечно-моренных образований днепровского возраста, протянувшуюся от г. Каменца в цен-

тральной части района. Здесь преобладают холмы диаметром 1...2 км и гряды длиной до 5...6 км при ширине до 2 км. Относительные превышения достигают 10...15, редко 20...15 м. Конечно-моренные гряды денудированы, расчленены долинами рек и широкими ложбинами стока длиной до 10 км, на склонах которых сохранились долинные зандры. Преобладают насыпные гряды и холмы. Встречается камы и озы. Абсолютные высоты в пределах массивов достигают: 190...195 м (максимальная абсолютная отметка 198 м – у д. Войска к востоку от г. Высокое). На высотах 150...155 м встречаются участки плоских, слабоогнутых озерно-аллювиальных, озерных понижений. Самая низкая гипсометрическая ступень занята речными долинами. Территорию дренируют р. Западный Буг (урез воды 121 м) и его притоки – рр. Лесная и Пульва, которые в большинстве своем унаследовали ложбины стока талых ледниковых вод. Долины их выработанные, широкие (2...4 км), трапециевидные. Склоны умеренно крутые, при пересечении конечно-моренных гряд крутые, изрезанные оврагами и балками. Высота склонов – 5...10 м, иногда достигает 15...20 м. Хорошо выражена двухсторонняя низкая пойма, часто заболоченная, шириной до 1 км. Поверхность ее ровная, с многочисленными старицами, густо прорезана мелиоративными канавами. Руслу рек извилистые, шириной от 20 до 50 м, высота берегового уступа 1...1,5 м, в низовьях до 3...4 м. Средний уклон водной поверхности 0,3 ‰. В долинах выделяются фрагменты террасы высотой до 5...6 м. Густота речной сети составляет 0,4 км/км<sup>2</sup>. Из современных процессов активно проявляется водная эрозия и золовая деятельность. Характерны техногенные преобразования, связанные с мелиорацией, добычей полезных ископаемых, созданием карьеров, которые достигают внушительных размеров (д. Минковичи ширина 300 м, глубина 10 м).

К северу от Высоковской водно-ледниковой моренной равнины расположена *Пружанская моренно-водно-ледниковая равнина*, которая имеет протяженность с запада на восток 90 км, с севера на юг до 45 км. Характерны возвышенные массивы 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 между речья рр. Соломенки и Правой Лесной, где расположена максимальная отметка (гора Грабовская 192 м). 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 угло-

вой 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. Левого 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 глиадиодислокация, протянувшаяся на 30 км. Она приурочена к возвышенной части ложа и имеет чешуйчатонадвиговое 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 глиацисубсеквентным 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/км<sup>2</sup>. 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.

В междуречье рр. Ясельды, Нарева, Росси и Зельвянки расположена *Коссовская водно-ледниковая равнина*, вытянутая в широтном направлении на 110 км при максимальной ширине до 50 км. Поверхность коренных пород представлена двумя возвышенными массивами (абсолютные отметки более 60 м) и группой мелких, вытянутых в субмеридиональном направлении. Преобладают отметки 40...60 м. На крайнем юго-западе располагается наиболее

низкий участок, через который проходит региональная ложбина ледникового выпавания и размыва, протянувшаяся на десятки километров и врезанная на глубину – 32 м (п.г.т. Ружаны) в породы мела. Более мелкие эрозионные формы, соединяясь между собой, создают единую систему, сильно расчленяющую поверхность (амплитуда высот составляет 100 м). Основные черты коренной поверхности хорошо отражаются в современном рельефе. На относительно выровненной современной поверхности выделяются два возвышенных участка в районе г. Коссово и п.г.т. Порозово. Абсолютные высоты снижаются с севера на юг с 185...170 м до 165...160 м (максимальная отметка 242 м к западу от п.г.т. Порозово), урезы воды в реках – 125...130 м. Участки краевых комплексов расположены между г. Коссово-Ивацевичи и западнее д. Доманово. Они образуют дугу холмисто-грядового рельефа, прогнутую к югу. Отдельные гряды имеют длину 3 км. Центральное место среди них принадлежит Порозовской глиацио-дислокации, вытянутой в субмеридиональном направлении на 22 км и шириной 6...8 км. Этот массив конечно-моренных гряд с абсолютными отметками 180...240 м, служит водоразделом бассейнов рр. Нарева и Немана. Поверхность дислокации осложнена системой параллельных гряд и межгрядовых ложбин, отражающих ее складчато-чешуйчатую структуру. Ширина гряд от 50 до 400 м, мощность нарушений до 200 м. Хорошо выражена в рельефе Коссовская гряда протяженностью 14 км при ширине 7...8 км и более. Общее превышение гряд над окружающей поверхностью достигает 20 м. В ряде случаев массивные холмы с уплощенными вершинами возвышаются на 20...30 м над днищами ложбин и речных долин. Следствием этого являются холмисто-увалистые участки, крутизна склонов которых составляет 5...10°. На абсолютных отметках 160...180 м распространены моренные и водно-ледниковые равнины, которым принадлежит ведущая роль в рельефе геоморфологического района. Поверхность равнин наклонена к югу, сильно изменена эрозионно-денудационными процессами, интенсивно проявившимися в результате понижения базиса эрозии при формировании речной сети Немана. Территория представляет собой мелкохолмистую и холмисто-увалистую картину с колебанием высот 5...7 м. Типичными являются камы, эоловые формы (гряды, дюны, бугры) высотой 5...7 м, длиной 1,0...1,5 км, до десятков и сотен метров в диаметре. Встречаются водно-ледниковые дельты. Гидросеть равнины представлена малыми реками и верховьями средних рек, которые относятся к бассейнам рр. Немана, Нарева и Ясельды. Характерны узкие долины (до 1 км). Днища долин заболочены, а у рр. Гривды, Ружанки и Свислочи отмечены фрагменты первых надпойменных террас. Густота расчленения составляет 0,2...0,3 км/км<sup>2</sup>. С нижним гипсометрическим уровнем связаны поверхности

заболоченных озерных котловин, в которых кое-где сохранились остаточные водоемы.

В верховьях рр. Мышанки, Щары, Цны и Лани, расположена *Барановичская водно-ледниковая равнина*, которая вытянулась с запада на восток на 90 км, с севера на юг – до 60 км. Поверхность коренных пород отличается расчлененностью ледниковыми ложбинами, глубиной до 10...20 м. Максимальные абсолютные отметки достигают 120 м и приурочены к возвышенным участкам в центральной части района. Основной гипсометрический уровень представлен высотами 60...80 м. Современный рельеф характеризуется распространением водно-ледниковой равнины сожского возраста. Основной гипсометрический уровень составляют отметки 165...180 м. Колебания относительных высот 2...3 м. В результате расчленения денудационными ложбинами территория приобрела пологоувалистый характер, относительные превышения возросли до 5 м. Значительно реже, в основном на севере и юго-востоке, встречаются участки пологоволнистой моренной равнины. Абсолютные высоты ее севернее г. Барановичи достигают 190...200 м, на юго-востоке района 160...170 м, на остальной территории 180...190 м. Равнинность территории нарушается краевыми ледниковыми образованиями, для которых характерны среднехолмистый, холмисто-увалистый, мелкохолмистый и пологоувалистый рельеф. Наиболее высокие (абсолютные отметки до 210...218 м) участки, преобразованные эрозионно-денудационными процессами, распространены на крайнем севере. Здесь наблюдается среднехолмистый и холмисто-увалистый рельеф. Относительные превышения поверхности земли над долинами рек составляют 10...20 м и более. Встречаются отдельные гряды, длина которых достигает 2 км, высота до 10 м. Холмистый массив диаметром 4 км расположен восточнее г. Барановичи. Ориентировка гряд и холмов субширотная или северо-западная. Среди насыпных конечно-моренных форм встречаются напорные, с отторженцами коренных пород (д. Большое Городище). Поверхность моренной равнины и краевых гряд осложняется термокарстовыми западинами, редко котловинами осушенных озер, заторфованными участками сквозных долин на водоразделах. Наиболее низкий гипсометрический уровень занимают озерно-аллювиальные поверхности и долины рек. Озерно-аллювиальный тип распространен вдоль рр. Щара, Нача, Морочь. Как правило, на севере они занимают отметки высот до 157 м, на юге до 155...160 м. Для них характерны заболоченность, остаточные озера, грядово-бугристые эоловые формы рельефа. Гряды имеют длину до 2 км и высоту 3...5 м. Бугры образуют массивы площадью 2...3 км<sup>2</sup>, высотой до 5 м. Наибольшее распространение они получили на востоке района на правобережье р. Щары. Долины рек

относятся к типу пойменных, часто наследуют ложбины стока талых ледниковых вод. Ширина 1...2 км, у рр. Щары и Молчади до 3 км. Хорошо разработана пойма, имеющая нередко два уровня. Низкая пойма в большинстве случаев заболочена. У большинства рек встречаются фрагменты первой надпойменной террасы. Склоны долин расчленены эрозионными формами. Современные процессы представлены плоскостной и линейной эрозией, пойменной аккумуляцией и техногенным морфогенезом.

В северо–северо-западной части области, между Пружанской равниной, Брестской низиной, Загородьем, Логишинской, Люсиновской, Барановичской и Коссовской равнинами расположена *Наревско – Ясельдинская озерно-аллювиальная низина*. Максимальные высоты земли поверхности (160...162 м) приурочены к Наревско–Ясельдинскому водоразделу, минимальные высоты отмечены у р. Ясельды (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/км<sup>2</sup>. 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 является широкое распространение ложбин, слабовыраженных долин и озерразливов. По особенностям геоморфологического строения выделяются три части; верхненаревские заболоченные участки с обширным болотным массивом – Дикое, из которого берут начало рр. Нарев и Ясельда. Мощность торфа – до 4,5 м. На северо-востоке района выделяется бобровичско-выгонощанский участок с низинными мелкозалежными торфяниками, по окраинам которых возвышаются древние образования небольших песчаных гряд и валов. Среднеясельдинский участок характеризуется тремя уровнями озерно-аллювиальных низин. Здесь среди обширных болотных пространств располагаются мелководные озера Выгонощанское, Бобровичское, Споровская группа озер, а также озера карстового происхождения.

К долинам рр. Ясельды, Бобрика и Припяти примыкает *Логишинская водно-ледниковая равнина с краевыми образованиями*, которая с запада и севера граничит с Наревско-Ясельдинской озерно-аллювиальной низиной и Люсиновской равниной. Основу поверхности составляют днепровская и сожская водно-ледниковые равнины с относительными высотами 2...3 м. В результате эрозионного расчленения и эоловых форм возрастает пересеченность рельефа,



а глубина расчленения достигает  $10 \text{ м/км}^2$ . Наибольшие высоты (174 м) приурочены к краевым ледниковым образованиям, которые в западном и северо-восточном направлениях понижаются до 155 м. Выделяются цепи грядового рельефа с превышениями до 10...15 м. Днепровские насыпные краевые образования северо-западного направления сменяются напорными, с отдельными дугами чешуйчатого строения, и отторженцами. Понижения краевых форм унаследованы слабовогнутыми днищами плоских заторфованных долин. На отдельных участках краевые образования имеют ярусный характер в виде сложных гряд и холмов с развитыми ложбинами и рытвинами.

В центре Северного Полесья расположена *Люсиновская водно-ледниковая равнина*, которая на севере граничит с Барановичской и Солигорской равнинами, а с юга ограничена долиной Припяти и Логишинской равниной. Абсолютные высоты колеблются в пределах 145...175 м. Малые реки представлены слабоврезанными пойменными долинами с канализованными руслами. Общий уклон земная поверхность имеет в сторону основных рр. Бобрин и Цны. К заболоченным междуречьям приурочены небольшие и зарастающие озера. В целом район представляет собой плоскую, сильно заболоченную водно-ледниковую равнину с двумя краевыми ледниковыми образованиями напорного и чешуйчатого типа северной части района расположен большой болотный массив с Покамерскими озерами. Озерные котловины унаследовали термокарстовые понижения. Однообразие рельефа нарушается выходами на поверхность палеогеновых песков и связанных с ними эоловых форм в виде гряд и холмов высотой 3...5 м.

На юго-западе Брестской области располагается *Верхнеприпятская озерно-аллювиальная низина*. Абсолютная высота земной 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 –  $0,2 \text{ км/км}^2$ . 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, К пониженным, часто заболоченным участкам ложбин приурочены карстовые озера с овальной воронкообразной котловиной (Белое, Кончицкое, Завищанское). Многие озера проточные с низкими заболоченными берегами, косами и береговыми валами, с перевеваемыми песками. На приводораздельных участках широко распространены эоловые формы. Антропогенные ландшафты в виде осушительных систем значительно преобразовали естественный рельеф и

как следствие этих воздействий сокращаются и исчезают мелкие озера, изменяются русловые процессы, активизируется эоловая деятельность.

Геоморфологический район *Краевые ледниковые образования и водно-ледниковые равнины Загородья* приурочен к Пино-Ясельдинскому междуречью, которые вытянулись в субширотном направлении на 85 км при ширине 16...36 км. Абсолютные высоты территории колеблются в пределах 90...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 км/км<sup>2</sup>) 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 перевеваемыми 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.

В междуречьях рр. Горыни, Стыри и Припяти и южной части Лунинецкой аллювиальной низины расположена *Столинская водно-ледниковая равнина*. Наибольшая абсолютная высота современного рельефа 168 м, колебания относительных высот достигают 20 м. Гидрографическая сеть представлена небольшими притоками р. Горынь и мелиоративными каналами. Густота эрозионного расчленения около 0,2 км/км<sup>2</sup>. Геоморфологическая особенность района выражается ярусностью рельефа. Нижний ярус (142...145 м) образует плоская, слабоволнистая поверхность болотных участков со спущенными озерными котловинами и небольшими эоловыми грядами. На болотных массивах мощность торфяной залежи достигает 5,0 м. Сапропелевая толща, подстилающая торфяные массивы, свидетельствует о существовании древних озерных водоемов. Более высокий ярус (147...155 м) занимает водно-ледниковая равнина, представленная разнородными песками с гравийно-галечно-валунным материалом изредка перекрытая моренными отложениями. В отдельных случаях на поверхности обнажаются коренные породы с относительными высотами превышения 2...3 м. Выровненные пространства нередко осложняются дугообразными эоловыми грядами высотой 5...7 м, длина которых достигает 2 км с отдельными массивами бугристо-грядовых песков. Гипсометрический уровень с отметками 155...168 м образует водно-ледниковая цокольная равнина и платообразные возвышенные участки грядовых денудированных форм краевых образований. Основная часть денудированной поверхности сложена разновозрастными песками с песчано-гравийно-галечниковым материалом. Для всего района неотъемлемой частью ландшафта являются многочисленные карьеры.

На крайнем юге Брестской области расположены Малоритский, Глушецкий, Александровский и Зосинецкий участки *водно – ледниковой равнины Украинского Полесья*. Малоритский участок – самый крупный из них, расположен на крайнем юго-западе, вытянут 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/км<sup>2</sup>, с заболоченными понижениями, возникшими на месте спущенных озер, которые ограничиваются береговыми образованиями с эоловыми формами. Неотъемлемой чертой рельефа являются многочисленные цепочки озер, имеющими карстовый генезис. В ряде случаев карстовые депрессии заполнены озерно-болотными отложениями голоцена. Наиболее значительные воронкообразные карстовые озера: Соминское – 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 выдавли-

вания днепровским ледниковым покровом. Отдельные толщи дислоцированы чешуйчатыми надвиговыми формами. Ветвь краевых образований тянется на 50 км от долины р. Западный Буг на г. Малориту, вдоль которых на севере вытянут Олтушко-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. Почвы и земельные ресурсы

Одним из важнейших видов природных ресурсов является почвенный покров, который обеспечивает 98 % продуктов питания человека. Велика также роль почвы в качестве основной среды обитания и жизнедеятельности всего разнообразия живых существ на Земле. Почвенные ресурсы являются слабо обновляемым природным ресурсом, поэтому одним из важнейших элементов системы рационального его использования является эффективность использования и охрана земель, защита почв от разрушения, деградации и загрязнения, снижения естественного плодородия, внедрение экологобезопасных систем земледелия, позволяющие минимизировать отрицательные антропогенные воздействия.

Общий земельный фонд Брестской области по состоянию на 1 января 2001 г. составляет 3279,2 тыс. га, из которых большую часть занимают сельскохозяйственные угодья – 14,8 тыс. км<sup>2</sup> (45 %); далее следуют лесные угодья – 12,1 тыс. км<sup>2</sup> (37 %); территория, покрытая водой, составляет 3,6 тыс. км<sup>2</sup> (11 %) и прочие земли занимают 2,3 тыс. км<sup>2</sup> (7 %) (таблица 1.16) [Природная..., 2001].

Таблица 1.16. Структура земельного фонда Брестской области по видам земель

Вид земельных ресурсов	тыс. га	%
Всего сельскохозяйственных земель	1476,0	45,00
Лесных и прочих лесопокрытых	1209,8	36,89
Болот	287,8	8,78
Под водой	82,9	2,53
Под дорогами, прогонами, просеками, трубопроводами	65,2	1,99
Под улицами, площадями и другими местами общего пользования	20,1	0,62
Под постройками и дворами	57,0	1,74
Нарушенные	2,6	0,08
Другие	77,8	2,37
<b>Общая площадь земель</b>	<b>3279,2</b>	<b>100,00</b>

На одного жителя Брестской области в 2000 г. приходилось 0,99 га сельскохозяйственных земель и 0,57 га – пахотных земель. В таблице 1.17 приведено распределение земель по землевладельцам и землепользователям [Народное..., 2001].

Таблица 1.17. Земельный фонд Брестской области (в тыс. га)

Землевладельцы и землепользователи	Общая площадь	Сельскохозяйственные земли	В том числе				Лесные земли
			пахотные	под постоянными культурами	сенокосы	пастбища	
1. Земли в пользовании сельскохозяйственных предприятий и граждан	1849,9	1464,1	851,9	21,9	250,5	336,7	129,0
в т.ч.: колхозов	1376,5	1052,8	580,8	3,5	198,1	267,7	119,2
совхозов	208,1	173,7	111,2	1,7	25,6	34,8	8,2
межхозяйственных сельскохозяйственных предприятий	6,9	4,3	2,4	-	1,1	0,8	0,3
других с/х предприятий	29,0	14,8	10,3	0,2	2,3	2,0	1,1
фермерских хозяйств	7,6	6,7	4,4	0,1	1,2	1,0	0,2
земли в пользовании граждан	221,8	211,8	142,8	16,4	22,2	30,4	-
2. Земли запаса и лесохозяйственных предприятий	1045,5	6,2	1,8	-	3,4	1,0	883,6
3. Земли прочих землепользователей	387,7	5,6	2,1	0,2	2,5	0,8	197,2
Общая площадь земель (территория)	3279,2	1476,0	855,8	22,1	256,4	338,6	1209,8

Современной почвенный покров Брестской области начал формироваться во время последнего Позёрского оледенения. Хотя территория области и не была покрыта ледником, однако близкое его присутствие существенно повлияло на почвообразовательный покров через морозное выветривание, отток талых ледниковых вод и т. д. Все это определило состав материнских пород, которые в процессе почвообразования преобразовались в почвы, определило их механический состав и структуру. Подстилающие породы, на которых образовались почвы, представлены как правило рыхлыми крупнозернистыми породами, только на севере области небольшими массивами встречаются суглинистые флювиогляциальные и моренные отложения. Однако их площадь невелика, поэтому они не играют существенной роли в формировании почв области. В таблице 1.18 приведены площади основных типов почв [Природная..., 2002].

Таблица 1.18. Площади основных типов почв

Почвы	%	тыс.га
Дерново-карбонатные	0,4	13,12
Дерново-подзолистые	22,6	741,1
Дерново-подзолистые заболоченные	26,3	862,43
Дерновые заболоченные	14,3	468,93
Торфяно-болотные	23,8	780,45
Пойменные	12,6	413,18
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>3279,2</b>

Брестская область имеет в целом умеренно теплый климат, что способствует формированию дерново-подзолистых почв. Однако отдельные районы имеют существенные различия по количеству атмосферных осадков, температуре и влажности воздуха, испарению и их изменчивости по сезонам и годам. К тому же довольно сложный рельеф и пестрота почвообразующих пород, типичные для зоны ледниковой аккумуляции, создают большое разнообразие условий для развития почв.

Преобладающий промывной водный режима является определяющим фактором процессов почвообразования, хотя он и не является постоянным нисходящим током влаги с проникновением ее до грунтовых вод. Условия сквозного промачивания почвенного слоя создаются, как правило, лишь весной во время снеготаяния и частично в дождливую осень. Это снижает степень выраженности подзолистого процесса почвообразования и способствует формированию дерново-подзолистых почв. Совокупность факторов и условий почвообразования способствует развитию в основном подзолистого, дернового и болотного процессов в чистом виде или их сочетаний.

Болотный процесс почвообразования развивается в условиях избыточного увлажнения, особенностью которого являются анаэробные условия и восстановительные процессы. В анаэробных условиях уменьшается активность окислительных процессов, в связи с этим ослабевают и процессы минерализации органического вещества. На поверхности почвы накапливаются полуразложившиеся органические остатки в виде торфа, которому свойственна высокая влагоемкость и низкая аэрация при избыточном увлажнении, что ведет к дальнейшему развитию процессов заболачивания. Процессы заболачивания протекающие временно чаще всего обусловлены понижением рельефа, способствующим избыточному увлажнению почв только весной после снеготаяния, а также после длительных и обильных дождей в летне-осенний период. При избыточном увлажнении в почвах развивается процесс оглеения минеральной породы, характерной особенностью которого является превращение окисного железа в закисное, более подвижное соединение, которое окрашивает

почвы в синий цвет. Эти новообразования являются неопровержимыми признаками явлений временного избыточного увлажнения. При постоянном избыточном увлажнении ионы закисного железа вступают в реакцию с кремнеземом и глиноземом, образуя вторичные алюмоферросиликаты. Эти минералы имеют сизую, грязно-зеленоватую или голубоватую окраску, и при накоплении их в почве образуется глеевый горизонт. Часто болотные почвы образуются в связи с зарастанием и заторфованием водоемов (озер, заводей рек, прудов и т. п.). В результате развития болотного процесса почвообразования в таких условиях образуются торфяно-болотные почвы низинного или верхового типа.

Подзолистый процесс почвообразования развивается в основном под влиянием промывного водного режима, в результате которого формируется два основных слоя или горизонта: верхний – горизонт выноса (А) и нижний – горизонт отложения веществ (В). Глубже этих горизонтов залегает неизменная порода или подпочва (С).

На территории области подзолистый процесс протекает в сочетании с дерновым и болотным процессами почвообразования. Степень развития подзолистого процесса почвообразования тесно связана с характером почвообразующих пород, их строением и химическим составом. На суглинистых почвообразующих породах, характеризующихся устойчивым водным режимом, почвы развиваются интенсивно, и в них более четко формируются генетические горизонты. Эти почвы характеризуются повышенным содержанием физической глины, большой влагоемкостью и малой водопроницаемостью. Поэтому в подобных почвах происходит неглубокий, но интенсивный вынос из верхних горизонтов растворимых соединений, что приводит обычно к образованию укороченного профиля почвы. В связи с вымыванием карбонатов вглубь степень насыщенности основаниями в нижних горизонтах обычно возрастет до 80 % и более.

Примерно такая же закономерность в формировании дерново-подзолистых почв наблюдается и на глинах.

На супесчаных и песчаных почвообразующих породах, характеризующихся большей водопроницаемостью и динамичностью водного режима по сравнению с почвами на суглинках, весной и осенью вода проникает в толщу на значительно большую глубину. В этой связи горизонт выноса легкорастворимых минеральных соединений в них растянут и достигает иногда значительной мощности.

На территории области почв, развивающихся на однородных почвообразующих породах, не так много. В основном преобладают почвы на породах двух- и трехслойного строения, когда суглинки подстилаются супесями или



песками, или наоборот. При таком строении почвообразующих пород развитие и мощность их горизонтов, а также свойства, определяющие плодородие почв, будут весьма различными. Почвы, характеризующиеся в той или иной степени проявлением подзолистого процесса, содержат мало гумуса, имеют кислую реакцию среды, в основном слабо обеспечены подвижным фосфором и обменным калием.

Анализ водного режима почв показывает, что наиболее интенсивно процессы почвообразования протекают в верхнем метровом слое почвы и особенно сильно в двух верхних генетических горизонтах ( $A_1$  и  $A_2$ ). В связи с этим на суглинистых почвообразующих породах с обильным увлажнением формируются в основном сильноподзоленные почвы с подзолистым горизонтом ( $A_2$ ) палево-желтого цвета.

Дерновый процесс почвообразования развивается под воздействием травянистой растительности, органические остатки которой откладываются на поверхности почвы. При участии микроорганизмов мертвые остатки растительности разлагаются и обогащают верхний горизонт почвы перегноем. Дерновый процесс протекает в основном в сочетании с подзолистым. В результате сочетания этих двух процессов формируются и преобладают дерново-подзолистые почвы. Формирование гумусового горизонта в этих почвах протекает сложно, поскольку в процессе разложения растительных остатков образуются органические кислоты, в закреплении которых, наряду с полуторными окислами, большая роль принадлежит кальцию. Но в связи с тем, что в дерново-подзолистых почвах карбонаты выщелочены, закрепление гумуса происходит в основном полуторными окислами железа и алюминия, гумус имеет фульватный состав.

Наряду с перечисленными почвообразовательными процессами, зависящими главным образом от климатических факторов, состава почвообразующих пород, условий рельефа и растительности, большое влияние на развитие почв оказывают некоторые частные условия и производственная деятельность человека. С ними связано окультуривание почв, изменение их свойств под влиянием осушительных мелиораций, проявление ветровой и водной эрозий и др.

Почвенно-географическое районирование наиболее полно отражает особенность природной среды отдельных районов, т. к. при этом, помимо особенностей рельефа, климата и водного режима, учитывается и характер почвенного покрова территории.

Территория Брестской области занимает 43 % южной (*Полесской*) провинции и 10,3 % центральной (*Белорусской*) провинции [Почвы..., 1974].

Для более подробной характеристики территории, с учетом природных особенностей. *Полесскую провинцию* разделяют на два округа; юго-западный и юго-восточный.

*Юго-восточный округ* занимает 30,4 тыс. км<sup>2</sup> и на 81,3 % размещен в Брестской области в пределах Припятского и Брестского Полесья. По рельефу территория округа – в основном, однообразная равнина с отдельными широкими (100...200 м) слабоприподнятыми гривами, сменяющимися еще более широкими понижениями. Местами встречаются приподнятые на 10...15 м сглаженные холмы донной морены, а нередко и перевеянные грядово-бугристые пески. Особенно здесь выделяется водно-ледниковая равнина Загородье, расположенная между рр. Пиной и Ясельдой. Высота этой равнины над уровнем моря составляет 150...160 м, а над окружающими ее болотами – 10...15 м. Расчленение территории слабое как по густоте, так и по глубине.

*Юго-западный округ* характеризуется наименьшей в условиях Беларуси устойчивостью зимы. В 20...30 % зим в этой местности не образуется устойчивого снежного покрова. Средние многолетние данные показывают, что осадков здесь выпадает свыше 500 мм на протяжении года, а сумма среднесуточных температур выше +10 °С доходит до 2500 °С. Почвообразующими породами являются донно-моренные суглинки, водно-ледниковые супеси, а также древнеаллювиальные пески и торф низинного типа.

Особенности природных условий и, главным образом, почвенного покрова дают основание выделить в этом округе три почвенных района:

- 1) Брестско-Дрогичинско-Ивановский район дерново-подзолистых заболоченных супесчаных почв;
- 2) Ганцевичско-Лунинецко-Малоритско-Столинско-Пинский район торфяно-болотных почв;
- 3) Туровско-Давид-Городокский район дерново-карбонатных и перегнойно-карбонатных суглинистых почв.

Для *Брестско-Дрогичинско-Ивановского района* в условиях выровненной поверхности, образованной водно-ледниковыми и донно-моренными отложениями, характерны дерново-подзолистые слабоподзоленные, местами слобозероэродированные почвы на водно-ледниковых супесях, подстилаемых моренными суглинками, местами песками. Выровненность территории района создает условия для широкого развития болотного процесса почвообразования. Переувлажненные в разной степени почвы в Дрогичинском районе составляют 91,5 %, Ивановском – 88,4 %, Кобринском – 82,8 %, а заболоченность пахотных угодий в этих районах превышает 80 %. Сложность почвенного покрова определяет мелкую контурность 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.

*Ганцевичско-Лунинецко-Малоритско-Столинско-Пинский район* торфяно-болотных почв занимает все Припятское Полесье на площади 23,8 тыс. км<sup>2</sup> и на 77,4 % расположен в Брестской области. Данный район подразделяется на четыре подрайона:

1) Ганцевичско-Лунинецко-Житковичский подрайон торфяно-болотных почв низинного типа и дерново-подзолистых заболоченных почв, развивающихся на древне-аллювиальных песках;

2) Малоритский подрайон заболоченных дерново-подзолистых песчаных и торфяно-болотных почв;

3) Столинский подрайон дерново-подзолистых заболоченных и торфяно-болотных почв верхового типа;

4) Пинский подрайон пойменных торфяных и заболоченных дерновых почв.

*Ганцевичско-Лунинецко-Житковичский подрайон* характеризуется выровненностью рельефа, слабопологими плоскими покышениями, чередующимися с огромными заболоченными понижениями. Отдельные болотные массивы занимают десятки тысяч гектар. Заболоченность территории в Ганцевичском районе достигает 93 %, Лунинецком — 89,5 %, Житковичском — 67,8 %. Мелкогрядистый характер рельефа обуславливает сильную мелкоконтурность угодий. В среднем на 100 га территории приходится 10,3 почвенных контуров. Поэтому без проведения мелиоративных работ увеличение контуров угодий и рациональное сельскохозяйственное использование земель здесь весьма затруднительно. Преобладающими являются торфяно-болотные почвы низинного типа, формирующиеся преимущественно на осоковых, гипново-осоковых торфах. Они образуют комплексы и мозаики в сочетании с заболоченными в разной степени дерново-подзолистыми слабоподзоленным и почвами, развивающимися на мощных рыхлых древнеаллювиальных песках, нередко подстилаемых донно-моренными отложениями. На повышенных элементах рельефа, где почвенно-грунтовые воды находятся на глубине 1,5 м и более, почвы начинают подвергаться ветровой эрозии. По механическому составу почвы района подразделяются на торфяно-болотные (45 %), песчаные (40 %), супес-

чаные (15 %). Среди болот, на песчаных «островах» нередко встречаются дерновые заболочиваемые карбонатные почвы, которые сформировались под воздействием богатых солями почвенно-грунтовых вод. Плодородие минеральных почв подрайона невысокое, они обладают повышенной кислотностью и мало содержат доступные для растений формы фосфора и калия.

*Малоритский подрайон* сложен преимущественно дерново-подзолистоглееватыми и глеевыми почвами, а также дерново-подзолистыми почвами с аллювиально-гумусным горизонтом, развивающиеся на водно-ледниковых и древнеаллювиальных песках, переходящие с глубиной 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 верхового типа на сфагново-пушицевых торфах (имшарины). По механическому составу почвы подразделяются на песчаные (70 %) и торфяные (30 %). Пахотные почвы подрайона обладают низким плодородием, кислые и слабообеспеченные фосфором (7,9 мг) и калием (4,5 мг) на 100 г почвы. В Малоритском районе площади кислых почв составляют 52,6 %, слабообеспеченных фосфором – 53,4 %; калием – 71,8 %.

*Столинский подрайон* характеризуется наличием низинных и больших площадей верховых болот. Среди минеральных почв преобладают дерново-подзолистые слабо- и среднеподзоленные почвы, в различной степени заболоченные, развивающиеся на водно-ледниковых и древнеаллювиальных песках. На повышенных элементах Столинского плато эти почвы развиваются на рыхлых водно-ледниковых супесях, местами подстилаемыми моренными средними суглинками. В долинах рек и на надпойменных террасах формируются эвтрофные торфяно-болотные, а на водно-ледниковых отложениях, в огромных бессточных котловинах – олиготрофные торфяно-болотные почвы. По механическому составу почвы подрайона подразделяются на песчаные (55 %), торфяные (30 %) и супесчаные (15 %). Плодородие минеральных земель невысокое, среди пахотных угодий 47,5 % занимают кислые почвы с  $pH < 5$ , слабообеспеченные фосфором – 51,4 %, калием – 67,5 %.

*Пинский подрайон* в основном сложен песчаными аллювиальными, нередко слоистыми, в отдельных понижениях заиленными почвами. Преобладают в пойме аллювиальные (пойменные) торфяно-болотные почвы, различающиеся как по мощности, так и по ботаническому составу торфов. Там, где пойма полностью заторфована, ботанический состав торфа как почвообразующей породы достаточно однороден – осоково-тростниковый и глиново-осоково-тростниковый. В притеррасных болотах торф ольхово-разнотравный,

высокой степени разложения и высокой зольности. На торфяно-болотные почвы необходимо вносить фосфорные и калийные удобрения, так как в торфах очень малое содержание минеральных веществ, необходимых для растений. Пойменные торфяно-болотные почвы известковать нецелесообразно, потому что сама кислотность торфа имеет иную природу, чем дерново-подзолистые почвы и высокую буферность среды.

*Туровско-Давид-Городокский район* дерново-карбонатных и перегнойно-карбонатных суглинистых почв – это наиболее плодородные почвы в условиях Беларуси. Образование этих почв в центре Полесья обусловлено деятельностью древних водных потоков, которые приносили во время паводков большое количество взвешенных частиц эродированных черноземных почв из Новоград-Волынской возвышенности. При слиянии вод, текущих с юга, с водами Припяти скорость течения уменьшалась, и создавались условия выпадения взвешенных частиц в древней пойме Припяти, которая постепенно превратилась в низкую надпойменную террасу. В настоящее время в пойме р. Горынь преобладают пойменные перегнойно-глееватые и глеевые почвы, где раскинулись наиболее ценные естественные сенокосы и пастбища, служащие хорошей кормовой базой для сельскохозяйственных и диких животных. Здесь расположены перегнойно-карбонатные и дерновые оподзоленные почвы, развивающиеся на средних легких древнеаллювиальных суглинках, местами супесях, подстилаемых карбонатными породами. Значительные площади, особенно по понижениям, переувлажнены в различной степени. Пашня размещается преимущественно на высокоплодородных дерновых перегнойно-карбонатных суглинистых, супесчаных почвах. Отдельные повышения и гряды сложены древнеаллювиальными песчаными породами. По механическому составу почвы разделяются на суглинистые (70 %), супесчаные (15 %), песчаные (10 %) и торфяные (5 %). Почвы данного района обладают наиболее высоким плодородием и не нуждаются в известковании и внесении органических удобрений.

***Центральная (Белорусская) провинция*** занимает 88,3 тыс. км<sup>2</sup>. Продолжительность вегетационного периода составляет 200 дней. За этот период сумма активных (+ 0 °С) температур достигает в среднем 2700 °С. За теплый период, когда температура становится выше +10 °С, сумма температур почти повсеместно достигает 2700 °С. Атмосферные осадки выпадают достаточно равномерно по всей территории. Количество осадков составляет 550..600 мм. Почвенный покров провинции сложен и многообразен как по особенностям строения почвообразующих и подстилающих пород, так и по проявлению почвообразовательного процесса. Здесь формируются дерново-подзолистые, дерновые почвы автоморфного и полугидроморфного водного питания, также

широко развиты почвы гидроморфные – торфяно-болотные и пойменные. Центральная провинция разделяется на три почвенных округа: западный, центральный, восточный.

*Западный округ* включает подрайон Гродненско-Волковыско-Лидский район дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почв, который частично расположен на северо-западе Брестской области. Здесь распространены моренные возвышенности и приподнятые моренные равнины. Платообразные Пружанская и Ляховичская равнины имеют широковолнистый рельеф. Характерной особенностью этого подрайона являются выходы на поверхность мела, иногда со значительной примесью кремнистого щебня и гравелистых песков. Почвообразующие породы возвышенностей представлены моренными среднезавалуненными суглинками и песчанистыми, засоренными камнями супесями. Выровненные пространства, где преобладает широковолнистый рельеф, покрыты водно-ледниковыми супесями и песками. Здесь преобладают дерново-подзолистые средне- и глубокоподзоленные почвы, развивающиеся на водно-ледниковых слабозавалуненных супесях, часто легких и средних моренных суглинках. Супеси в большинстве своем подстилаются в пределах 1 м суглинкам. В местах выходов 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. По механическому составу все почвы округа можно разделить на супесчаные (65 %), суглинистые (30 %), песчаные (3 %) и торфяные (2 %).

*Новогрудско-Несвижско-Слуцкий район* дерново-подзолисто-палевых почв, развивающихся на пылеватых лессовидных суглинках, расположен на Новогрудской возвышенности и Барановичско-Слуцком лессовидном плато. Рельеф территории слабоволнистый, местами мелко холмистый, прорезан долинами водотоков. Высокое естественное плодородие дерново-подзолистых почв на лессовидных суглинках обусловило высокую степень освоения территории. В общей площади почв района суглинистые составляют 95 %, супесчаные – 3%, торфяные почвы – 2%.

Исходя из совокупности природных и антропогенных факторов, выделяют естественное (природное), искусственное, потенциальное и экономическое плодородие [Бачила, 2001]. Естественное (природное) плодородие зависит от природных факторов (количества органического вещества, влажности, структуры почвенного покрова). Искусственное плодородие создается и поддерживается усилиями человека (внесение удобрений, гидромелиорация). Потенциальное плодородие определяется как способность почвы при благопри-

ятных условиях обеспечивать растения всеми необходимыми элементами и поддерживать высокий уровень экономического плодородия, который учитывается, в первую очередь, через урожайность сельскохозяйственных культур, а также через другие стоимостные оценочные показатели (чистый доход, валовой продукт, цена земли и т. д.). Уровень экономического или эффективного плодородия учитывает экономическую оценку земли и бонитировку почв.

Качественная оценка (бонитировка) сельхозугодий колхозов и совхозов Брестской области по состоянию на 1 ноября 1968 г. по результатам первого тура бонитировки почв представлены в таблице 1.19 [Почвы..., 1974].

Таблица 1.19. Бонитировка сельхозугодий Брестской области

Вид угодий	Площадь, га	Средний балл	Максимальный балл среди областей республики	Минимальный балл среди областей республики
Сельхозугодия	1349034	35	42 Минская	35 Брестская
в т. числе пашня	740889	42	48 Минская, Могилевская	42 Брестская, Гродненская
Залежи	2319	37	42 Витебская	35 Гродненская
Многолетние насаждения	9127	43	53 Минская	43 Брестская
Кормовые угодья	596699	27	30 Минская	23 Витебская

Таким образом, естественное плодородие сельхозугодий в Брестской области одно из самых низких в республике. Отмечается разнокачественность пахотных земель в баллах для Брестской области в целом: для сельхозугодий – 35 и пашни – 42. При этом наибольший балл среди районов области составляет 47, наименьший – 37; разница в 10 баллов, по хозяйствам, соответственно, – 71; 23 и 48 баллов. Распределение пахотных земель Брестской области (740,9 тыс. га) по классам бонитета представлено в таблице 1.20 [Почвы..., 1974].

Таблица 1.20. Распределение пахотных земель Брестской области по бонитету

Бонитет, балл	<26	26...30	31...40	41...50	51...60	61...65	>65
Площадь, тыс. га	3,6	26,1	279,7	347,6	74,8	7,6	1,5
Площадь, %	0,5	3,5	37,7	46,9	10,1	1,1	0,2

Впервые бонитировка почв сельхозугодий на территории республики и Брестской области была проведена в 1964 - 1969 гг. Однако в связи с изменением уровня плодородия почв в результате известкования, внесения органических и минеральных удобрений, проведением осушительных мелиораций и

культуртехнических работ качественное состояние земельных угодий со временем изменяется и нуждается в периодической оценке. Поэтому в 1974 – 1976 гг. был проведен второй тур бонитировочных работ, а в 1984 – 1985 гг. – третий. По результатам третьего тура бонитировочных работ земельные угодья в области распределились следующим образом. Общая площадь сельскохозяйственных угодий составила 1466,4 тыс. га (44,7 % от общей площади территории области), пашни занимали 846,3 тыс. га (57,8 % от площади всех сельхозугодий), многолетние насаждения – 21,2 тыс. га (1,4 %), сенокосы – 253,5 тыс. га (17,3 %), пастбища 345,4 тыс. га (23,5 %) [Оценка..., 1989; Смян, 1990].

Наиболее распространены дерново-подзолистые заболоченные почвы, которые занимают 26,3 % всей территории области. Второе место занимают торфяно-болотные почвы – 23,9 %, далее следуют дерново-подзолистые – 22,6 %, дерновые заболоченные – 14,3 %, пойменные – 12,6 % и дерново-карбонатные – 0,4 % (таблица 1.21) [Оценка..., 1989; Смян, 1990].

Таблица 1.21. Бонитировка почв сельскохозяйственных угодий по районам

Район	Сельскохозяйственные угодья	В том числе		
		пашни	многолетние насаждения	кормовые угодья
Барановичский	34	36	32	30
Березовский	35	37	31	32
Брестский	32	33	33	30
Ганцевичский	32	33	28	31
Дрогичинский	33	34	30	33
Жабинковский	35	35	27	35
Ивановский	34	34	30	34
Ивацевичский	35	36	38	33
Каменецкий	35	35	33	33
Кобринский	33	35	32	30
Лунинецкий	31	32	23	31
Ляховичский	36	38	38	32
Малоритский	29	29	24	28
Пинский	32	35	28	30
Пружанский	34	34	30	33
Столинский	33	38	34	30
<b>Итого по области:</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>31</b>

Почвы области находятся в разной степени увлажнения и характеризуются как автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные и заболоченные (таблица 1.22) [Оценка..., 1989; Смян, 1990].



Таблица 1.22. Распределение пашни по степени увлажнения почв

Район	Площадь пашни, тыс. га	Удельный вес почв различного увлажнения в составе общей площади пашни, %					
		Автоморфные		Полугидроморфные		Гидроморфные	Всего заболоченных и болотных почв
		всего	из них временно избыт. ув. влажн.	всего	из них глинистые и су-глинистые		
Барановичский	80,5	89,7	21,6	8,8	0,8	1,5	10,3
Березовский	38,6	51,6	33,2	39,6	-	8,8	48,4
Брестский	42,3	68,3	24,4	27,8	-	3,9	31,7
Ганцевичский	19,9	34,1	20,2	45,7	-	20,2	65,9
Дрогичинский	43,1	40,9	31,7	53,2	-	5,9	59,1
Жабинковский	28,6	60,0	29,4	37,7	-	2,3	40,0
Ивановский	44,3	49,2	32,4	44,7	0,2	6,1	50,8
Ивацевичский	54,3	46,6	20,3	28,0	-	25,4	53,4
Каменецкий	68,1	84,6	17,7	13,7	-	1,7	15,4
Кобринский	64,6	37,9	27,9	47,0	0,1	15,1	62,1
Лунинецкий	40,6	24,5	12,7	52,3	-	23,2	75,5
Ляховичский	38,5	72,3	28,6	19,5	0,2	8,2	27,7
Малоритский	26,9	21,8	14,5	63,7	-	14,5	78,2
Пинский	66,6	43,2	21,4	35,7	-	21,1	56,8
Пружанский	76,1	73,3	26,0	14,6	-	12,1	26,7
Столинский	43,3	44,1	21,8	49,7	-	6,2	55,9
<b>Итого по области:</b>	<b>776,4</b>	<b>56,6</b>	<b>23,9</b>	<b>32,7</b>	<b>0,1</b>	<b>10,7</b>	<b>43,4</b>

Одним из важнейших факторов получения высоких и устойчивых урожаев является обеспечение оптимального водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почв. Как показывают воднобалансовые расчеты в засушливые и острозасушливые годы при глубоком залегании уровней грунтовых вод на всех типах почв области наблюдается дефицит почвенной влаги. Так нормы водопотребности для орошения года 75 % обеспеченности для многолетних трав на минеральных почвах составляют  $1670 \text{ м}^3/\text{га}$ , на мелкозалежных торфяниках –  $1600 \text{ м}^3/\text{га}$  и глубокозалежных торфяниках –  $1330 \text{ м}^3/\text{га}$ . В таблице 1.23 приведены дефициты водопотребления сельскохозяйственных культур на различных почвах для Брестской области [Укрупненные..., 1984]

Таблица 1.23. Дефициты водопотребления сельскохозяйственных культур на различных почвах для Брестской области ( $M^3/га$ )

Почвы	Культура	Обеспеченность, %		
		50	75	95
Минеральные	Пастбища, многолетние травы	1220	1670	2210
	Однолетние травы	970	1340	1870
	Капуста поздняя	1080	1390	1870
	Картофель	780	1070	1600
Мелкозалежные торфяники	Пастбища, многолетние травы	1130	1600	2040
	Зерновые, яровые	420	700	1110
Глубокозалежные торфяники	Пастбища, многолетние травы	860	1330	1770
	Зерновые, яровые	240	520	930

Таким образом, возделывание сельскохозяйственных культур на землях области проблематично без проведения мелиораций земель. В таблице 1.24 представлена динамика мелиорированных земель области [Народное..., 2001].

Таблица 1.24. Динамика мелиорированных земель в сельскохозяйственных предприятиях (тыс. га)

Показатели	Годы							
	1966	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Общая площадь мелиорированных земель	<b>251,6</b>	<b>371,6</b>	<b>491,1</b>	<b>606,5</b>	<b>659,3</b>	<b>714,4</b>	<b>736,0</b>	<b>764,2</b>
в том числе: осушенные	251,6	371,6	491,1	572,9	624,6	678,5	716,6	744,8
орошаемые	--	--	--	33,6	34,7	35,9	19,4	19,4
С-х земли	219,5	332,4	447,2	553,5	622,8	675,6	700,2	707,1
в том числе: осушенные	219,5	332,4	447,2	522,5	590,2	639,7	680,8	687,7
орошаемые	--	--	--	31,0	32,6	35,9	19,4	19,4
Пахотные земли	136,6	191,3	227,8	265,1	283,2	306,7	323,5	323,2
в том числе: осушенные	136,6	191,3	227,8	259,4	274,7	294,3	313,0	312,7
орошаемые	--	--	--	5,7	8,5	12,4	10,5	10,5
Сенокосы и пастбища	61,5	125,4	208,7	278,0	309,4	368,5	375,6	382,0
в том числе: осушенные	61,5	125,4	208,7	252,9	285,7	345,1	366,8	373,2
орошаемые	--	--	--	25,1	23,7	23,4	8,8	8,8
Удельный вес мелиорированных земель в общей земельной площади, %	15,2	23,0	31,0	38,8	43,5	46,1	47,5	48,3

Общая площадь осушенных земель в области составляет 717981 га, из общей площади осушения закрытым дренажем осушено 378840 га (52,8 % всех осушенных земель области), из них системы двустороннего действия занимают 280323 га (74 % всех земель, осушенных закрытым дренажем).

По типу почв осушенные земли распределились следующим образом: песчаные почвы – 210785 га; супесчаные – 171948 га; суглинистые, глинистые – 26767 га; торфяники средней мощности и мощные (1 м и более) – 55190 га; торфяники и торфяно-глеевые (с мощностью торфа 0,3...1,0 м) – 156322 га и

торфяники минерализованные (до 0,3 м мощности торфа) – 81373 га. При этом закустарено 4431 га, закочкарено – 156 га, вымочки занимают 49168 га и переувлажнено – 134306 га.

К началу 90-х годов на всей площади осушенных сельскохозяйственных земель получено по 33 ц/га, а на пашне – по 45 ц/га кормовых единиц. С начала 90-х годов объемы финансирования на нужды мелиорации резко уменьшились. Построенные в 50 - 60 гг. прошлого столетия гидромелиоративные системы морально и физически устарели и требуют реконструкции. Средства на ремонтно-эксплуатационные работы выделялись в объеме 30 - 60% от потребностей. Это явилось причиной того, что открытые каналы заросли, вследствие чего урожайность сельскохозяйственных культур за 1996 - 1998 гг. составила 85 % к уровню 1999 г. Вызывает серьезную озабоченность экологическое состояние осушенных земель прежде всего с высоким удельным весом торфяных почв. Из-за нерационального использования торфяных почв мощность торфяной залежи сократилась, происходит интенсивная минерализация, что снижает плодородие почв. Кроме того, в результате сработки залежи торфа при интенсивном использовании осушенных торфяно-болотных почв произошло значительное увеличение антропогенно преобразованных почв, что привело к уменьшению глубин водоприемников проводящей и регулирующей сети и не обеспечению норм осушения.

Осушение и освоение заболоченных земель в широких масштабах существенно изменяют экологическую среду и особенно – естественный водный режим не только мелиорированных, но и прилегающих территорий. При этом степень и характер изменения водного режима и сопряженных с ним других природных факторов будут различными в зависимости от климатических особенностей того или иного района, сложности гидрогеологических условий и почвенного покрова. При значительной пестроте микро- и мезорельефа формируется обычно весьма мозаичный почвенный покров, представленный широким набором дерново-подзолистых, дерново-болотных, торфяно-болотных и пойменных почв. Почвенная пестрота, в свою очередь, приводит к типологически сложной структуре растительности, полностью отвечающей геоморфологическим и гидролого-климатическим условиям. Таким образом, складываются своеобразные ландшафты, состоящие из множества более мелких таксономических категорий – комплексов, урочищ, биогеоценозов, характеризующихся специфическими особенностями. Изменение условий увлажнения под влиянием мелиоративных мероприятий неизбежно приводит к формированию новых – культурных и окультуренных ландшафтов. При этом наибольшей трансформации подвергается, наряду с гидрологическим режимом, поч-

венный покров территории. Характер почвообразовательных процессов во многом определяется водным, тепловым и пищевым режимом. Водный режим как отдельных почвенных разновидностей, так и их сочетаний в естественных условиях регулируется климатическими факторами, главным образом, в виде периодически изменяющейся величины атмосферных осадков, определяющей формирование почвенных и грунтовых вод, отражением чего является колебание уровня последних.

В естественные закономерности изменения водного режима вносит существенный вклад осушительная мелиорация. Так ширина зоны заметного снижения уровней грунтовых вод может составлять от 1 до 7...8 км, в зависимости от геоморфологических и гидрогеологических условий. Уровень грунтовых вод на расстоянии 5...7 км может понизиться от 5 до 30 см. Степень изменения водного режима зависит от водно-физических свойств каждой почвенной разности, интенсивности осушения, погодных условий и сельскохозяйственного использования.

В результате гидромелиорации существенно меняется тепловой режим почв. Малая теплопроводность осушенных торфяных почв по сравнению с неосушенными приводит к тому, что поверхностный слой первых нагревается примерно на 3...4 °C больше. Высокие дневные и низкие ночные температуры на поверхности мелиорированных торфяных почв обуславливают значительную суточную амплитуду (40...50 °C). Суточные амплитуды температур торфяных почв наблюдаются лишь в верхнем слое – до 10 см, на больших глубинах они незначительны. Осушенные торфяно-болотные почвы вследствие меньшей теплоемкости и лучших условий воздухообмена промерзают глубже неосушенных, но зато меньше песчаных и супесчаных. На глубине узла кущения озимых культур торфяные почвы теплее, чем минеральные, а осушенные торфяники весной оттаивают на полную глубину и прогреваются на глубине пахотного горизонта позже, чем минеральные.

Гидромелиорация и сельскохозяйственное использование торфяно-болотных почв накладывают отпечаток на их разложение и минерализацию органического вещества, особенно на мелкозалежных торфяниках. В связи с этим возникает опасность быстрой минерализации торфяных почв при использовании их в основном под пропашные культуры, что и наблюдается в настоящее время. После осушения торфяно-болотных почв темпы сработки торфа может достигать 2,5...3,5 см ежегодно. Одним из главных факторов разложения и преобразования органического вещества являются микроорганизмы, количество, состав и активность которых во многом определяет процесс минерализации. Понижение уровня грунтовых вод сопровождается возрастом

количества и активности бактерий и актиномицетов, усваивающих минеральный азот, нитрифицирующих бактерий и микроорганизмов, разрушающих гуминовые вещества торфа. При этом усиленно выделяется углекислота, в почве накапливаются нитраты, свободные аминокислоты и белки, повышается активность ряда почвенных ферментов и в то же время уменьшается содержание органического вещества и азота. Важнейшим принципом рационального использования мелиорированных торфяных почв является регулирование соотношения между накоплением и разрушением органического вещества торфа, что достигается при преимущественном возделывании многолетних трав и соответствующем этой культуре водном режиме.

При мелиорации дерново-болотных почв, формирующихся при активном участии минерализованных грунтовых вод, принципиальное значение имеет норма осушения. Опускание уровня грунтовых вод глубже 1 м и использование этих почв под пашню неизбежно приводят к нарастанию процессов оподзоливания. В дальнейшем особенно быстро идет разложение органического вещества и уменьшение запасов гумуса.

При научно-обоснованной мелиорации торфяно-болотных почв происходит резкое улучшение их качества. Так балл почвы с 30 возрастает до 80, т. е. в 2,7 раза, а качество избыточно увлажненных дерново-подзолистых суглинистых почв повышается в среднем на 20 – 25 баллов бонитета. Соблюдение в последующем прогрессивной системы земледелия обеспечивает дальнейшее повышение качества земель. Этот процесс протекает без дополнительных затрат на коренное улучшение земель.

На переувлажненных дерново-подзолистых почвах, легких по механическому составу, понижение уровня грунтовых вод до 1 м практически не меняет их качественной оценки, при более глубоком осушении качество таких почв ухудшается на 8 – 10 баллов [Почвы..., 1974].

Как показывают результаты инвентаризации, только 471373 га осушенных земель Брестской области не требуют проведения дополнительных мероприятий. Для нормального функционирования гидромелиоративных систем области требуются следующие мероприятия: устройство полевых защитных полос на протяжении 1566 км; устройство водоохраных полос протяженностью 11 км; проведение реконструкции их на площади 215475 га; проведение агро-мелиоративных мероприятий на площади 8759 га; культуртехнические мероприятия необходимо провести на площади 1807 га; выполнить облесение территории площадью 358 га; провести перезалужение 96762 га территории; снять с учета осушенных земель 14935 га; перетрансформировать земельные угодья на площади 31135 га.

По данным инвентаризации гидромелиоративных систем, на территории области рекомендуется к снятию с учета осушенных земель с открытой сетью 12629 га, и 2306 га с закрытым дренажем, в том числе пахотных земель – 2037 га, пастбищных – 1265 га, сенокосных – 3527 га, лесов и кустарников – 4851 га, торфоразработок – 716 га, болот – 11 га, дорог – 63 га, прочих – 2365 га. Кроме того, 9801 га орошаемых земель также рекомендуется к снятию с учета, в т. ч. 2952 га пахотных, 6561 га пастбищ и 288 га сенокосов.

Земли подлежащие снятию с учета как осушенные:

- земли бывших торфплощадок с неудовлетворительным в настоящее время водно-воздушным режимом почв и низким естественным плодородием, заросшие и зарастаемые древесно-кустарниковой растительностью (3421 га или 22,9 % от всех снятых с учета осушенных земель);
- подтопляемые земли, с не отрегулированными реками-водоприемниками, прудами, местами выклинивания грунтовых напорных вод, заросшие кустарником и мелкоколесьем более чем на 60 % составляющие 3629 га (24,3 %);
- участки земель, расположенные в водоохраных зонах рек и водоемов, где невозможно достичь необходимой нормы осушения, составляющие 1136 га (7,6 %);
- земли, занятые под постройками, составляющие 2296 га (15,4%);
- выгоревшие торфяники, где экономически нецелесообразно восстановление почвенного плодородия, составляющие 401 га (2,7%);
- малопродуктивные песчаные земли, развеваемые ветром, составляющие 651 га (4,4 %);
- вторично заболоченный лес на осушаемых землях на площади 3299 га (22,0 %).

Подлежат переводу в менее продуктивные орошаемые земли на площади 9801 га. Основными причинами этого являются: истечение срока эксплуатации поливного, насосно-силового оборудования, трубопроводов, восстановление которых экономически нецелесообразно. Технико-экономические расчеты показали, что затраты на полное восстановление и реконструкцию оросительных систем при пастбищном и сенокосном использовании орошаемых земель не окупятся в нормативное время. Срок окупаемости составляет от 25 до 75 лет.

Характерной особенностью почв области является быстрая сработка органического вещества, уменьшение мощности торфа, что ведет к трансформации торфяных почв в органоминеральные. Основной причиной такого явления можно считать отношение хозяйств к использованию мелиорированных

земель. Из всех мелиорированных земель, требующих реконструкции, основная доля приходится на площади с преобладанием торфяников.

Происходящие процессы деградации торфяников требуют не только совершенствования структуры сельскохозяйственного использования этих земель, но и корректировки подходов к их мелиорации. Реконструкция старых мелиоративных систем должна проводиться с решением экологических вопросов, которым 30 – 40 лет назад уделялось мало внимания.

Экспертные оценки показывают, что общие потери органического вещества за период 1986-1995 гг. составили 43 мм и торфяные месторождения на территории Брестской области занимают в нулевых границах 681601 га [Лихацевич, Мееровский и др., 1997], из которых мелиоративный фонд составляет 629,9 тыс. га. Площадь осушенных торфяных почв, используемых в области как сельскохозяйственные угодья по результатам третьего тура инвентаризации земель составляла 202217 га.

Большая часть торфяных почв имеет мощность до 1 м, а 90 % их подстилаются песчаными отложениями (таблица 1.25) [Лихацевич, Мееровский и др., 1997]. Значительные запасы органического вещества и азота, высокая влагообеспеченность позволяет считать торфяные почвы наиболее плодородными в условиях Беларуси.

Таблица 1.25. Площади торфяных почв в составе сельскохозяйственных угодий Брестской области

Всего- тыс. га	В том числе с мощностью торфяного слоя, м									
	менее 0,3		0,3...0,5		0,5...1,0		1,0...2,0		более 2,0	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
202,2	29,1	14,4	51,5	25,5	73,0	36,1	37,8	18,7	10,8	5,3

Изменения в структуре ландшафтов определяются типом осушенной почвы, причем, особой чувствительностью к внешним воздействиям отличаются осушенные торфяники. Темпы сработки торфяной залежи существенно зависят от направления ее сельскохозяйственного использования. Например, под многолетними травами скорость минерализации торфяной почвы в 3 раза ниже, чем под пропашными культурами [Лихацевич, Зеленковский, 2001]. Вместе с тем по данным института «Полесьегипроводхоз», до сегодняшнего дня в Брестской области под пропашными культурами находится 82,8 тыс. га, т. е. 39,9 % торфяников [Серков, Дубровский, 2001].

К настоящему времени в результате интенсивного сельскохозяйственного использования не менее трети осушенных торфяников уже утратили исходные генетические признаки и превратились в новые почвенные образова-

ния – так называемые антропогенно преобразованные органоминеральные почвы. В результате изменилось эколого-мелиоративное состояние агроландшафтов в направлении развития микро- и мезорельефа. Перепад отметок поверхности полей может достигать до 1,5...2,0 м постепенно приближая рельеф к подстилающим торф минеральным породам и как следствие этого процесса – уменьшение водопроницаемости почвы. С увеличением площади минеральных бугров растет почвенная пестрота, постепенно снижается водоаккумулирующая емкость почвенного профиля. В результате воздействия тяжелой почвообрабатывающей техники постепенно увеличивается прослойка между мелкозалежным торфяным слоем и подстилающим грунтом на границе минерального дна болота [Лихацевич, Зеленковский, 2001].

Для решения сложившихся на сегодняшний день сложных проблем с осушенными мелкозалежными торфяниками нужны хорошие комплексные научные разработки с учетом требований сельского, лесного и водного хозяйства. При этом в зависимости от почвенных, гидрологических и природоохранных факторов необходимо научно обосновать дальнейшее использование осушенных участков водосборов. И особенно важно разработать дифференцированный подход к использованию осушенных земель на фоне формирования однородных по водному режиму технологических участков в системе севооборотов.

Мировой опыт подтверждает, что широкомасштабная гидромелиорация оказывает негативное воздействие на окружающую среду, но она может быть сведена к минимуму, при условии серьезного участия в решении этих вопросов со стороны государства. Что касается отрицательных оценок, возникающих время от времени в общественном сознании в отношении отдельных сторон коренных улучшений сельскохозяйственных угодий, то их можно, скорее всего, объяснить качеством информационной составляющей государства и общества, а также психологическими факторами [Сучков, 2001].

Отказ от регулирующей роли государства приводит к негативным последствиям. Так, значительные по объему гидромелиоративные работы были проведены в Литве. За 1945-1990 гг. было осушено 3 млн. га или более половины всех сельскохозяйственных угодий. В настоящее время процесс мелиорации заболоченных земель в этой стране практически прекращен. У государства нет средств, а мелкий фермер не в состоянии поддерживать гидромелиоративные системы в исправности. По выводам аграрного комитета литовского парламента, необходимо создавать новую правовую базу, которая выходила бы за рамки одной хозяйственной отрасли. Нужен также новый закон о мелио-



рации, законодательно закрепляющий все источники финансирования, создающие новые фонды и условия для кооперирования [Сучков, 2001].

Существенное уменьшение объемов осушения определило новые принципы мелиорации и использования мелиорированных земель. Главное внимание должно уделяться не освоению новых земель, а реконструкции морально устаревших и физически изношенных мелиоративных систем и повышению продуктивности мелиорированных земель за счет поддержания оптимального водного режима, своевременного проведения регламентных и ремонтных работ на мелиорированных системах, т. е. технически грамотной эксплуатации.

Одним из важнейших следует считать изучение системы эксплуатации и охраны земель, что невозможно без ведения земельного кадастра и эффективного землеустройства. Немаловажными факторами являются организация постоянного наблюдения и контроля за состоянием земель с целью предотвращения нанесения ущерба земельным ресурсам из-за ошибочных действий и некомпетентного вмешательства, а также проведение своевременных мероприятий по поддержанию высокого качества эксплуатируемых земель.

Несмотря на развитие различных форм собственности, в управлении земельными ресурсами ведущее место должно все-таки отводиться государству. Только на таком уровне возможно получение исчерпывающих сведений по структуре земельного фонда, выделение на этой основе земель со сложными природно-климатическими условиями, участков, подверженных деградации и уже деградированных земель. Важно учитывать фактор радиоактивного загрязнения, а также фактор воздействия промышленных и сельскохозяйственных объектов на земельные ресурсы. Большая роль должна отводиться организации и обустройству охраняемых (национальных парков, заповедников и заказников) и специфических территорий, требующих применения особых условий землепользования [Свитин, 2001].

#### 1.4. Геология

Брестская область расположена в западной части обширной Восточно-Европейской платформы, простирающейся от Уральских гор (на востоке) до Карпат и Альп (на западе). Активные горообразовательные процессы в ее пределах закончились в самом начале геологического развития Земли (архейскую эру) около 2–4 млрд. лет назад, следы которых в виде вулканогенных пород обнаружены в самых низах геологического разреза региона. Вся последующая геологическая история развития области характеризуется динамизмом. Ее территория (или отдельные участки) то поднимались выше уровня мирового океана (период регрессии), то опускались ниже, превращаясь в его дно (период

трансгрессии). В первом случае она представляла собой сушу, горные породы разрушались и сносились в море. Во втором – морские бассейны аккумулировали твердый сток, в результате – формировались осадочные отложения, литологический состав и мощность которых изучен по геологическим разрезам буровых скважин.

Наиболее обширной была верхнепротерозойская трансгрессия, при которой море покрывало всю территорию области. Среди отложений верхнего протерозоя (рифей и венда) почти повсеместным распространением пользуется красноцветные песчаники с прослоями алевритов и аргилитоподобных глин, стратиграфически объединенные в пинскую свиту среднего рифея.

Большую часть геологического времени (от верхнего протерозоя до мелового периода) северо-западная и центральные части области были сушей, о чем свидетельствует отсутствие палеозойских и ниже-среднемезозойских отложений в разрезе. Только западная часть области испытывала морские трансгрессии, чередовавшиеся с регрессиями. Уже в кембрии началось формирование здесь Брестской впадины. В ее разрезе присутствуют отложения кембрия, ордовика, силура, представленные преимущественно песчаниками, реже известняками, а также алевритами и глинами. Юго-восточная окраина области (запад Ганцевичского, Лунинецкого и восточная половина Столбцовского районов) входит в состав сформированной в девонское время самой глубокой в республике Припятской впадины.

Меловые и палеоген-неогеновые моря периодически покрывали большую часть области. Но уже к этому времени были сформированы основные геологические структуры: Белорусская антеклиз, Брестская и Припятская впадины и Полесская седловина (рисунок 1.12).

Белорусская антеклиз, в основном, расположена к северу от исследуемой территории в пределах Гродненской области. В Брестской области она захватывает Барановичский и Ляховичский районы. Глубина залегания кристаллического фундамента в этих районах изменяется в пределах 180-350 м.

Восточная граница Брестской впадины, важной структурой Русской плиты, проходит по абсолютной отметке поверхности кристаллического фундамента в минус 500 м и проходит по линии населенных пунктов Антополь Дрогичинского района – Селец Березовского района и Смоляница Пружанского района. Северная и южная границы располагаются за пределами области. На территории Беларуси эта структура обычно называется Брестской впадиной, но если рассматривать шире, то ее называют Подляско-Брестская впадина, так как к западу, на территории Польши, Брестская впадина сливается с более глубокой Подляской впадиной. Наибольшая ее глубина в пределах об-

ласти вблизи д. Б. Мотыкалы достигает 1,5 км, а в Бресте – 1409...1457 м. Общая площадь Подляско-Брестской впадины 140-130 км. На юге она ограничена Луковско-Ратновским горстом, делящим впадину на ряд ступеней и блоков. Подляско-Брестская впадина сложена верхнепротерозойскими, кембрийскими, ордовикскими, силурийскими, нижнедевонскими, каменноугольными, пермскими, триасовыми, юрскими, меловыми, палеогеновыми, неогеновыми и антропогеновыми образованиями [Геология..., 2001]. Основными среди них являются – нижнепалеозойские и силурийские отложения, мощность которых достигает 0,9-1,0 км на территории области и более 2 км на территории Польши.

В пределах Брестской впадины выделены три структуры второго порядка: Наревская, Мухавецкая и Рытская зоны. Как показывают результаты структурно-геоморфологических исследований, северная часть впадины (*Наревская зона*) испытала в основном устойчивые относительные движения отрицательного знака. Эта зона прослеживается в субширотном направлении южнее Свислочского разлома. Восточным ее ограничением можно условно считать долину Зельвянки, а на юге граница совпадает с северным окончанием площади широкого развития озерно-аллювиальных отложений (озерно-аллювиальная равнина поозерско-голоценового возраста) [Матвеев и др., 1982]. В пределах зоны зарегистрировано 11 небольших по площади неотектонических поднятий (положительные структуры четвертого порядка), преимущественно вытянутых в субширотном направлении. По форме в плане это пологие брахиантиклинальные и куполовидные складки, характеризующиеся поднятием средней интенсивности. В северо-западной части Романовская, Сокольнинская, Порозовская и Михалковская локальные структуры могут быть объединены в одну более крупную структуру третьего порядка. Выделенные неотектонические поднятия наиболее четко прослеживаются на картах явного остаточного рельефа и схемах структурного дешифрирования, но не выявляются (или отображаются с большим смещением) на картах базисных поверхностей. Данное обстоятельство может свидетельствовать о бескорневом характере структур или о значительном несовпадении их со структурой более глубоких слоев, что скорее всего вызвано влиянием расположенного по соседству крутого и извилистого в плане южного склона Белорусской антеклизы. Линеаменты имеют разнообразное простирание, хотя преобладают формы диагональной направленности.

*Мухавецкая зона* расположена южнее Наревской и занимает центральную часть Брестской впадины. В зону входит 39 неотектонических поднятий (см. вкладку), которые обычно группируются в значительные по площади

структуры третьего порядка. Последние чаще всего имеют субмеридиональное или субширотное простирание. Такие площади осложнены разрывными нарушениями северо-восточной и северо-западной ориентировки, изредка попадаются элементы меридиональной направленности. Зона выделяется наибольшей дифференцированностью новейших движений.

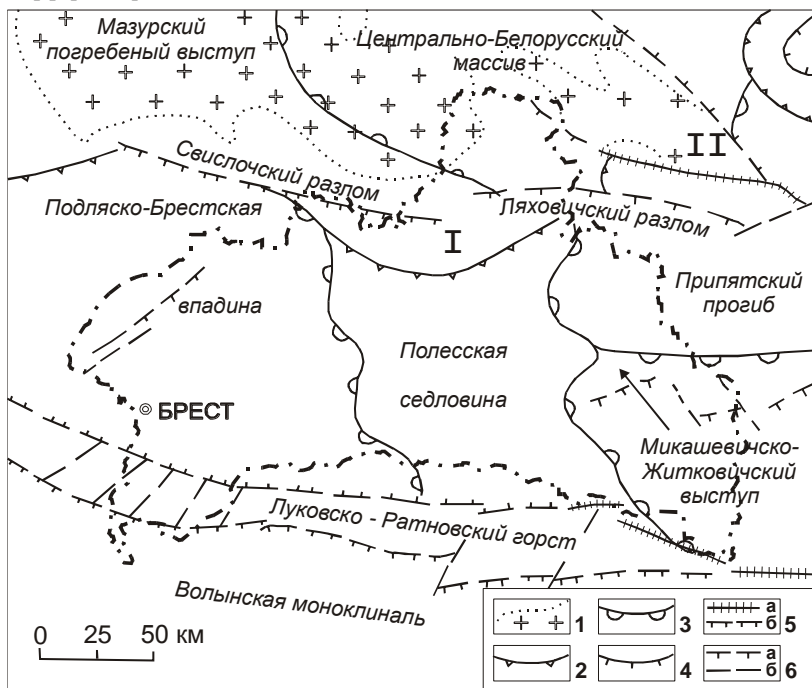


Рисунок 1.12. Тектоническое районирование территории Беларуси по поверхности фундамента. Составили Р.Г. Гарецкий и Р.Е. Айзберг.

Границы: I—Ивацевичский. II—Бобовнянский, 1 — Белорусской антиклизы; 2 — структур I порядка, 3 — структур II порядка, 4 — структур III порядка; разломы: 5 — суперрегиональные (а) и региональные (б), 6 — субрегиональные (а) и локальные (б).

*Рытская зона* занимает юго-западную часть Брестской впадины. Она объединяет 7 локальных поднятий, сосредоточенных в северной части и имеющих вид одиночных брахиантиклинальных складок субширотного простирания. Эти структуры могут рассматриваться как неотектонические поднятия средней и слабой интенсивности, осложненные разрывными нарушениями северо-восточного и северо-западного направлений.

Наиболее сложное строение имеет Припятский прогиб (впадина), отделенный от Украинского кристаллического щита Южно-Припятским краевым разломом. Припятская впадина на исследуемую территорию заходит своей западной оконечностью. Ее граница по линии деревень Ольма (Столинского) – Вулька-1 (Лунинецкого) и Денисовичи (Ганцевичского районов). Наибольшая ее глубина (2,7 км) в пределах Брестской области отмечена на восточной границе Столинского района. Большая и наиболее глубокая (до 5,5 км) часть впадины расположена в пределах Гомельской и частично Минской областей.

Тектонические движения во впадине сформировали в ней структуры второго, третьего и четвертого порядков, причем количество последних превышает 200.

Геологическим украшением Припятской впадины является Микашевичско-Житковичский выступ кристаллического фундамента, Микашевичский горст которого расположен в пределах Лунинецкого района. Глубина залегания кровли фундамента в его своде составляет всего 8 м. В периоды континентальных условий осадконакопления и в условиях морских бассейнов он возвышался соответственно, то над земной, то над водной поверхностью. Теперь он служит источником строительного камня, разрабатывается открытым способом. Карьер глубиной более 100 м с водопонижением, что создало не только конфликтную ситуацию в подземной гидросфере, но и сложную экологическую проблему в целом.

Центральную часть области занимает Полесская седловина, разделяющая Брестскую и Припятскую впадины и служащую мостом, соединяющим Белорусскую антеклизу с Волынской моноклиной, расположенную на территории Украины. Глубина залегания кристаллического фундамента в осевой части седловины изменяется от 350 до 400 м. Переход к впадинам плавный без тектонических уступов.

Четвертичное геологическое время на территории области характеризуется активной ледниковой деятельностью. Ледники неоднократно наступали с севера и двигались к югу. Вместе с огромными глыбами льда переносились обломки горных пород, часть которых сохранилась в виде валунов, а основная масса переработана в пески, супеси, суглинки, глины. Мощность образовавшихся четвертичных пород по территории области изменяется в пределах 4,5...196 м. Ее было достаточно, чтобы накрыть Микашевичский горст.

Особенности доледникового рельефа имели определяющее значение для распространения ледниковых покровов в Брестской области (рисунок 1.13). Неровности могли замедлять или ускорять течение льда, что отражалось на процессах аккумуляции, размещения краевых образований и других геоло-

гических процессов (рисунок 1.14). Максимальные высоты отмечаются на юге области 100...120 м, минимальные – на севере 20...60 м. В ложе антропогенного чехла выделяется серия овальных понижений, соединяющихся в своеобразные цепи [Матвеев, Моисеенко и др., 1982].

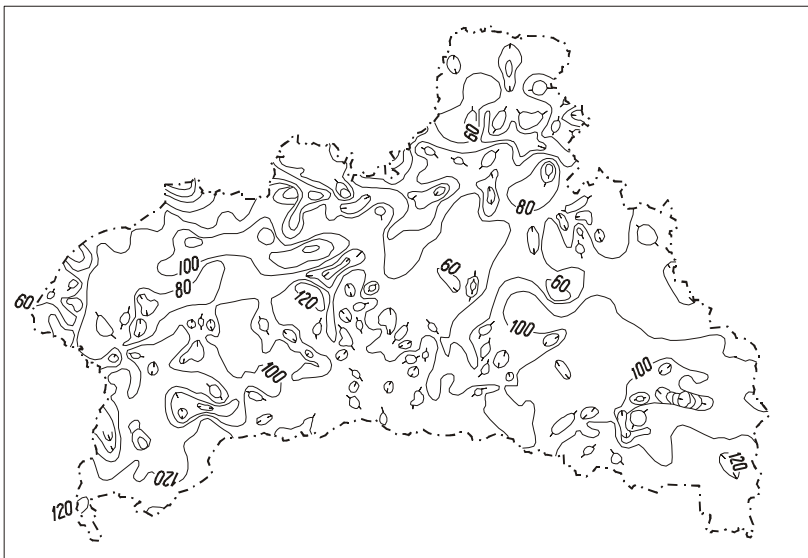


Рисунок 1.13. Карта рельефа ложа антропогенного покрова Брестской области (составили А.В. Матвеев, А.А. Костко).

Наиболее крупные оледенения, оставившие свои "следы" на территории области, наревское, березинское, днепровское и сожское. При этом только днепровский ледник покрывал всю ее территорию распространялся до широты г. Киева. Сожский ледник занимал только северную часть области и остановился на линии населенных пунктов (с запада на восток): Большие Мотыкалы (Брестского) – Огородники (Жабинского) – Первомайская (Березовского районов) – г. Ивацевичи – Кривошин (Барановичского района) – г. Ганцевичи – Денисовичи (Ганцевичского районов). Наревский и березинский ледники не достигли только восточной части области. Их юго-восточная граница проходит по линиям населенных пунктов Невель–Плещицы–Городище–Чухово (Пинского)– Раздяловичи–Буды (Ганцевичского районов) и Плещицы–Чухово–Малая Плотница (Пинского) – Мальковичи (Ганцевичского) – Лучи (Лунинецкого районов) соответственно.



Рисунок 1.14. Карта мощностей антропогенного покрова Брестской области (составили А.В. Матвеев, Л.А. Нечипоренко).

В современном рельефе области, сформированном в результате ледниковой деятельности, тектонические структуры также находят заметное выражение. Брестская и Припятская впадины заняты соответственно Брестским и Припятским Полесьем, а между ними (Полесская седловина) расположена платообразная равнина Загородье. На северо-запад исследуемой территории заходит слабоволнистая Прибугская равнина, на северо-востоке расположена Барановичская равнина с отдельными отрогами Новогрудской возвышенности. Поэтому, несмотря на плоский равнинный характер рельефа в целом, максимальные абсолютные отметки поверхности составляют 140 и 267 м.

Литологический состав земной коры области не отличается большим разнообразием. Верхняя часть кристаллического фундамента сложена гранитами, гранодиаритами, габбро, диабазами, а также гнейсами.

Верхнепротерозойские отложения (пинская свита рифея и валдайская серия венда) представлены преимущественно песчаниками с чередованием алевролитов и глин характерных розовых оттенков, а залегающая между ними волинская серия (ратотчицкая свита) – эффузивно-осадочными туфами, туфопесчаниками, туфоконгломератами и т. п. Мощность верхнего протерозоя изменяется в широких пределах от 200 до 600 м и более.

Палеозойские отложения распространены в Брестской (кембрий–девон) и Припятской (девон) впадинах. Они представлены также переслаиванием песчаников, алевролитов, глин, реже известняками, мергелями. Их суммарная мощность в Брестской впадине достигает 850 м, а в Припятской – более 1,5 км.

На размытой и эродированной поверхности палеозойско-верхнепротерозойских пород практически повсеместно (кроме Микашевичского горста) на глубине от 40 до 194 м залегают мезозойские отложения. Они представлены преимущественно верхним мелом, подстилаемым в Брестской впадине маломощными келовейскими песчаниками (1 – 17 м) и оксфордскими известняками (43 – 50 м) юры. С мергельно-меловыми отложениями связаны карстовые явления, которые оказывают большое влияние на водный режим территории. Карст расположен в верховьях Припяти, бассейнах ее правых и левых притоков. Многие озера области имеют карстовое происхождение. На отдельных участках области (Ивацевичский район) под верхним мелом локально залегают нижнемеловые альб-аптские пески и песчаники мощностью до 10...15 м.

Кровля верхнего мела по территории области вскрывается на глубинах 40...90 м, а в северной части (Каменец, Косово, Ивацевичи) – 89...120 м. Он представлен белым писчим мелом, реже мергелем от среднесеноманского подъяруса до туронского и кампанского ярусов. Мощность мергельно-меловой толщи изменяется от 12,2...14,2 м (г. Столин) до 60...2,7 м (г. Береза), а в Брестской впадине от 110 м (г. Каменец) до 120,0...146,5 м (г. Брест), достигая максимума в 240...247 м на юго-востоке (г. п. Домачево Брестского района). Мергельно-меловая толща повсеместно подстилается песками, реже песчаниками нижнего сеномана, мощность которых относительно невелика и варьирует от 1,0...2,4 м (г. Иваново) до 16,4...26,2 м (г. Береза) и до 40...41 м в Брестской впадине (г. Брест, Малорита).

Палеоген-неогеновые отложения размыты на отдельных участках крупных речных долин (Западный Буг, Лесная, Мухавец, Мышанка, Щара, Ясельда), а также на крайнем юго-востоке (Малоритский район). Они залегают под четвертичными образованиями на глубине 18...108,8 м, и представлены преимущественно киевскими, реже харьковскими песками палеогена, а также выше по разрезу полтавскими глинами и бриневскими песками неогена. Суммарная мощность палеоген-неогеновых отложений изменяется от 10 до 60 м и более (рисунок 1.15).

Относительно маломощные (в среднем 35...40 м) четвертичные отложения области стратифицируются в зависимости от количества оледенений. Но в целом они четко подразделяются на моренные и водноледниковые-



озерные образования. Морены сложены характерными красно-бурыми или серыми грубыми супесями и суглинками с гравием и галькой, часто валунными, а флювиогляциальные образования – песками различной зернистости (преимущественно мелкозернистыми) с прослоями озерных супесей и суглинков. В зоне сожского ледника по разрезу выделяются сожская, днепровская, березинская и наревская морены, разделенные образованиями (преимущественно песками) межледниковий. Южнее сожская морена отсутствует, а восточнее Пинска и Ганцевич распространена только днепровская морена. На отдельных участках сожская и днепровская морены обнажаются на дневной поверхности. Крупные моренные поля сожской морены (включая и конечную морену) сформировались в Каменецком, Пружанском, Ивацевичском, Барановичском и Ляховичском районах. Выходы днепровской морены известны в Ивацевичском, Дрогическом, Березовском районах (рисунок 1.16).

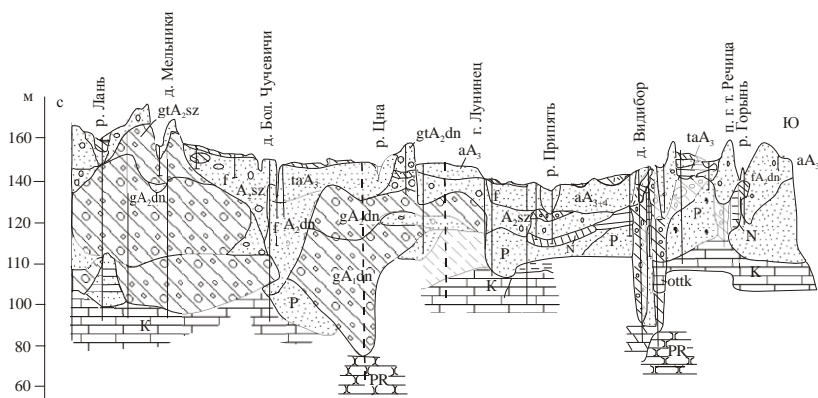


Рисунок 1.15. профиль по линии дд. Новоорловичи – р. Бурлянка – Днепро-ско-Бугский канал – Заречка; 1 – растительные остатки; 2 – глина; 3 – суглинок; 4 – супесь; 5 – песок; 6 – алевроит; 7 – гравий, галька; 8 – песчаник; 9 – мергель; 10 – мел; 11 – бурый уголь; 12 – глауконитовые пески; 13 – породы кристаллического фундамента.

С поверхности на ледниковых отложениях расположены современно-верхнечетвертичные аллювиальные пески речных пойм и террас, а на заболоченных участках – болотные (торф) и озерные (глинистые породы) образования. По всей поверхности области наблюдаются эоловые пески в виде дюн, бугров, холмов и т.д. Их высота достигает 5...10 м и более.



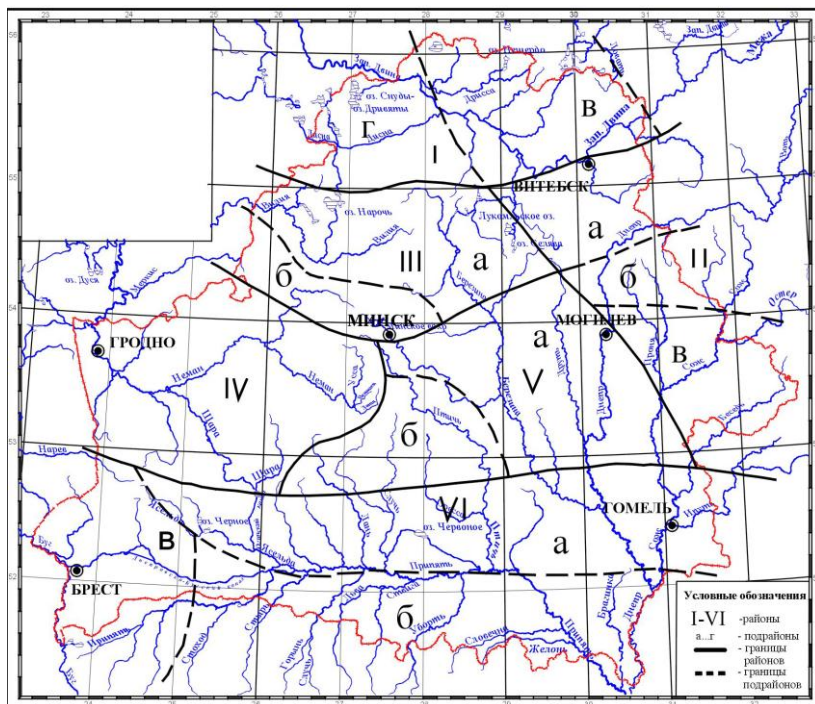


Рисунок 1.17. Схема гидрологических районов и подрайонов Беларуси.

Припятский гидрологический район характеризуется широко развитыми водоносными горизонтами, заключенными в четвертичных и коренных отложениях. Отдельные водоносные горизонты часто гидравлически связаны между собой и представляют единый водонасыщенный комплекс пород с мощностью в несколько десятков метров. Здесь характерно высокое 0,1...3 м залегания от поверхности земли уровней грунтовых вод. Обильные запасы грунтовых вод являются основными источниками подземного питания рек, однако вследствие неглубокого эрозионного вреза последних и очень малых уклонов подземный сток здесь очень замедленный и невысокий.

Район характеризуется наибольшей заболоченностью, однако западная ее часть тяготеющая к Западному Бугу, заболочена меньше.

Большое распространение имеют сосновые леса – сухие и заболоченные; частично распространены дубово-грабовые. Лесистость территории области составляет 37 %. Большие площади заняты пойменными заливными луга-

ми, чему способствуют преимущественно низшие берега рек, затопляемые во время весеннего половодья на большие пространства.

Густота естественной речной сети области по сравнению с остальной территорией республики самая низкая  $0,30 \text{ км/км}^2$ . Режим характеризуется крайне малыми падениями, широкими, плоскими, слабо выраженными долинами, низкими заболоченными берегами, извилистостью, разветвленностью и неустойчивостью русел, медленными течениями.

В отдельные года наблюдается пересыхание рек с площадью водосбора до  $1000 \dots 1200 \text{ км}^2$  и промерзание с площадью до  $54 \text{ км}^2$ .

Реки рассматриваемой территории принадлежат к типу равнинных с преобладанием снегового питания. Они расположены в условиях равнинной, сильно заболоченной местности, протекают в широких долинах с обширными поймами, отличаются наибольшей сглаженностью хода уровней, невысоким очень растянутым половодьем и неясно выраженными паводками. Режим стока в годовом размере характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней меженью, периодическими летними и осенними паводками. Вследствие отсутствия устойчивого снежного покрова, роль дождей в питании этих рек возрастает за счет уменьшения доли снеговых вод. Доля дождевого стока в объеме весеннего половодья колеблется от 15 до 25 %. В отдельные годы дождевой сток составляет более значительную долю. Следует отметить, что в наступлении как высоких (1908, 1917, 1929, 1931, 1947, 1958, 1970 гг.), так и низких половодий (1925, 1930, 1939, 1950, 1952 гг.) в основном существует синхронность по территории, однако высота половодья в отдельных ее частях может быть различной. В осенне-зимний период обычно наблюдается несколько повышенная водность рек в результате значительных атмосферных осадков. Анализ показывает, что водный режим рек области характеризуется большим разнообразием и находится в тесной связи как с метеорологическими условиями в данном районе, так и с особенностями подстилающей поверхности (рельефом, заболоченностью и залесенностью водосбора и т. д.)

Средние сроки начала весеннего половодья приходятся на первую декаду марта. В зависимости от климатических условий половодье может начинаться как в начале февраля, так и в первой декаде апреля. Средние и крайние даты весеннего половодья различных рек приводятся ниже (таблица 1.26).

Таблица 1.26. Осредненные сроки начала весеннего половодья на реках Брестской области

Река-створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Характеристика	Дата			Продолжительность половодья в сутках	Сток за половодья в % от годового
			начало половодья	пик половодья	окончание половодья		
Мухавец-Пружаны	106	средняя	10.03	18.03	17.04	39	40
			06.02.57	12.02.74	11.03.66	72	76
			31.03.52	19.04.54	17.05.70	16	10
Лесная-Замосты	1840	средняя	09.03	22.03	26.04	51	37
			07.02.57	15.02.74	01.04.77	88	65
			05.04.58	22.04.54	20.05.80	26	11
Ясельда-Береза	916	средняя	11.03	27.03	20.05	70	49
			07.02.74	14.02.74	13.04.50	116	80
			05.04.58	25.04.69	17.06.46	36	13
Ясельда-Сенин	5110	средняя	08.03	31.03	26.05	78	50
			30.01.48	08.02.48	13.04.50	117	75
			05.04.58	08.05.45	29.06.64	40	12
Жегулянка-Нехачево	245	средняя	11.03	19.03	19.04	41	33
			04.02.74	11.02.48	09.03.74	76	63
			31.03.80	12.04.72	16.05.69	18	5
Бобрин-Парахонак	1450	средняя	11.03	02.04	26.05	76	51
			05.02.74	17.02.57	12.04.74	112	84
			05.05.58	07.05.41	30.04.29	36	10
Припять-Коробы	35100	средняя	10.03	08.04	26.06	107	57
			08.02	08.05.74	03.05.74	147	80
			06.04.52	10.05.80	28.07.28	59	15

Как видно из таблицы 1.26 наиболее продолжительные половодья наблюдаются на реках со значительной заболоченностью и озерностью.

Для целей гидротехнического строительства иногда требуется знать как быстро формируется максимальный расход (и уровень) в данном створе реки. Рассмотрев зависимости формирования пика половодья (время от начала половодья до пика,  $T$ ) от основных гидрографических характеристик водосборах получено уравнение:

$$T = 5,17 \cdot A^{0,15} + 0,058 \cdot A_{л.с.ух}^{-1,6}; \quad (1.10)$$

где  $T$  – время, сут.;  $A$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;  $A_{л.с.ух}$  – залесенность водосбора в %.

Спад половодья в среднем заканчивается в конце апреля – начале мая, а на заболоченных реках – в конце мая. Следует отметить, что на увеличение продолжительности спада и на уменьшение его интенсивности почти ежегод-

но оказывает влияние атмосферные осадки, выпадающие в этот период в большом количестве.

После окончания половодья на реках устанавливается межень продолжительность, которой в среднем 130 – 140 дней.

Минимальные уровни наблюдаются обычно в период зарегистрированного пересыхания отдельных водотоков с площадями водосборов более  $100 \text{ км}^2$  (р. Цна – д. Мальковичи). На малых водотоках минимальные уровни наблюдаются в июле – августе.

В распределении минимального стока по территории какой-либо закономерности не наблюдается, так как на величину минимального стока, помимо климатических факторов, большое влияние оказывает характер подземного питания, который зависит от дренирующей способности рек и гидрогеологических условий данного района.

Период летней межени характеризуется незначительными колебаниями уровней, которые периодически нарушаются дождевыми паводками в среднем 1 – 3 раза в сезон. Паводки бывают ежегодно и наблюдаются они в различное время на протяжении всего лета.

Средняя продолжительность летних паводков около 15 – 20 дней и зависит от величины водосбора, его заболоченности и залесенности и характера выпавших атмосферных осадков.

Осенние обложные дожди почти ежегодно вызывают паводки, которые в отдельные годы бывают выше летних. По высоте они значительно уступают весенним, однако в отдельные годы (1930, 1933, 1950, 1954, 1957, 1960, 1979) на некоторых реках независимо от них максимум наблюдался в летне-осенний период.

Зимняя межень многоводнее летней, что особенно проявляется после дождливой осени. В среднем продолжительность ее около 60 дней, Зимние паводки на реках бывают очень часто, в отдельные годы (1894, 1896, 1925, 1939, 1948, 1950, 1957, 1959, 1979 гг.) они по высоте превосходят весенние и сопровождаются, как правило, временными вскрытиями.

Появление ледовых образований (сала, шуги, ледохода) наблюдается в среднем в конце ноября – начале декабря.

Вскрытие же рек в среднем начинается в середине марта. Малые реки вскрываются раньше, чем средние и большие.

Средняя многолетняя норма годового стока рек колеблется от  $3,5 \text{ л/(с}\cdot\text{км}^2)$  на юге области до  $4,5 \text{ л/(с}\cdot\text{км}^2)$  на севере области (рисунок 1.18), что значительно меньше чем на севере и северо-западе республики, где модули стока достигают  $7,0 \dots 7,5 \text{ л/(с}\cdot\text{км}^2)$ . Среднемноголетний годовой поверхност-

ный сток в области также достаточно низкий и колеблется от  $2,5 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$  на юго-западе области до  $3,5 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$  на северо-западе, в то время когда на севере республики он составляет  $4,5 \dots 5 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$  (рисунок 1.20).

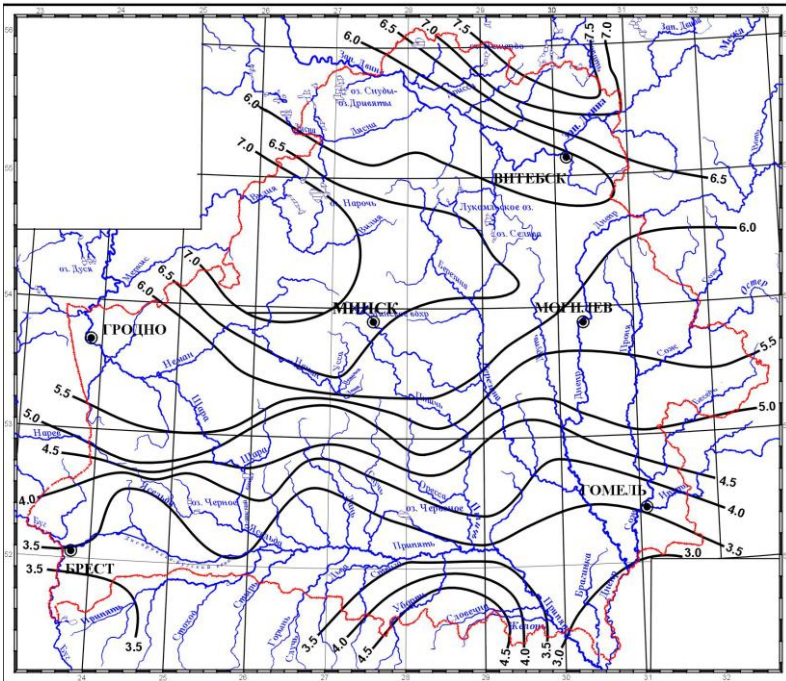


Рисунок 1.18 Карта среднемноголетнего стока рек Беларуси,  $\text{л/(с·км}^2\text{)}$ .

Наименьшей естественной зарегулированностью стока отличаются реки северной части области, где за весенний сезон стекает 65 % объема годового стока. Здесь наблюдается наиболее низкий сток во время межени по сравнению с остальной частью республики.

Среднемеженный сток составляет  $2,0 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$ , на юго-востоке области он уменьшается до  $1,6 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$ , а на северо-западе возрастает до  $3 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$ . Максимальный среднемеженный сток наблюдается на северо-западе республики и достигает до  $6 \text{ л/(с·км}^2\text{)}$  (рисунок 1.20). Несколько большей зарегулированностью стока отличаются реки южной части области. Доля весеннего стока в годовом разрезе здесь в среднем составляет около 56 %. В западной части области в бассейне р. Западный Буг сток в течение года наиболее выровнен, весной он в среднем составляет 46 % от годового стока.

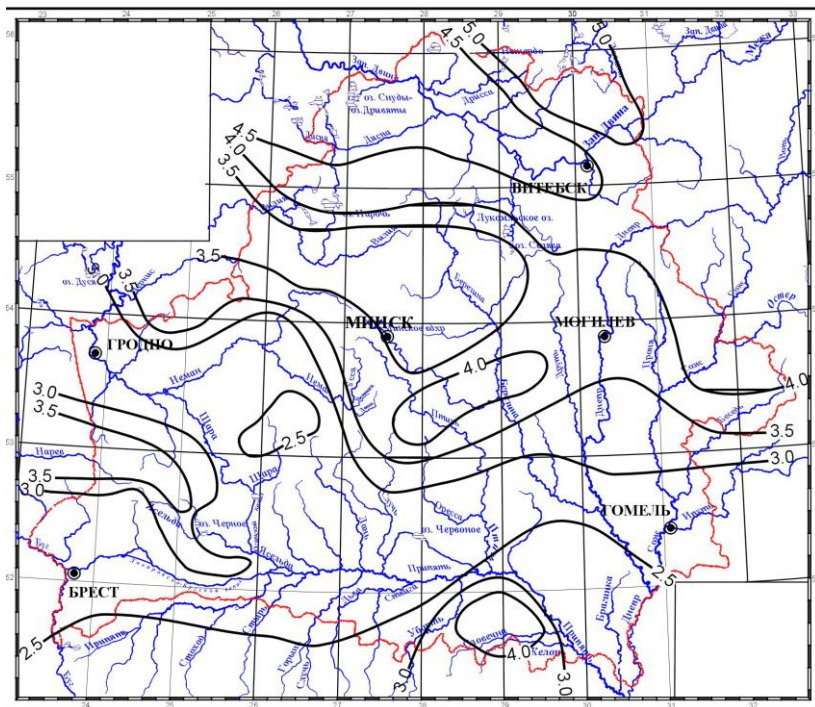


Рисунок 1.19. Среднегодовой поверхностный сток рек Беларуси, л/(с·км<sup>2</sup>).

Местный речной сток, сформировавшийся на территории области в год 50 % обеспеченности, составляет  $4,0 \text{ км}^3/\text{год}$ , в маловодный год (обеспеченность 75%) –  $3,2 \text{ км}^3/\text{год}$  и очень маловодный год (обеспеченность 95%) –  $2,4 \text{ км}^3/\text{год}$ . [Плужников, Фадеева и др., 1996]. Это самый меньший показатель среди всех областей республики и в два раза меньше местных водных ресурсов Витебской области. В средний по водности год общие водные ресурсы Брестской области составляют  $12,7 \text{ км}^3/\text{год}$ , наибольшие –  $20,6 \text{ км}^3/\text{год}$ , наименьшие –  $5,4 \text{ км}^3/\text{год}$ , в 2000 – речной сток области составил  $14,4 \text{ км}^3/\text{год}$ , при отборе речных вод  $0,07 \text{ км}^3/\text{год}$  [Государственный..., 2001]. Естественные ресурсы подземных вод по состоянию на 01.01.2001 г. по Брестской области составили  $1,58 \text{ км}^3/\text{год}$ , а прогнозные –  $2,04 \text{ км}^3/\text{год}$ . Отношение прогнозных ресурсов к естественным составляет 129 %, а отбор подземных вод в 2000 году составил  $0,16 \text{ км}^3/\text{год}$  [Государственный..., 2001].



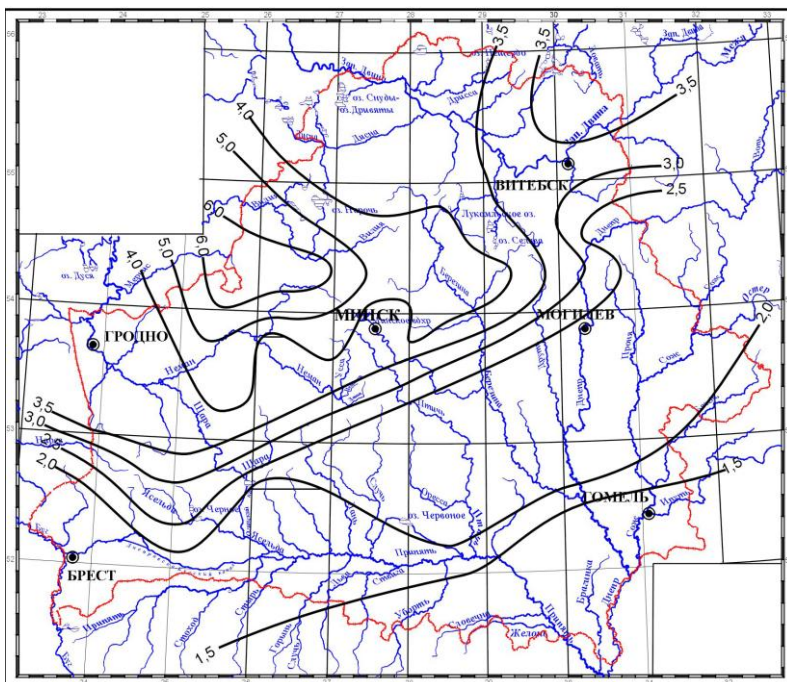


Рисунок 1.20. Карта изолиний среднемесячного модуля стока пятидесятипроцентной обеспеченности, л/(с·км<sup>2</sup>).

## 1.6. Гидрография

Современная гидрологическая сеть Брестской области принадлежит к бассейнам Балтийского и Черного морей, водораздел которых проходит по северу Припятского Полесья к западу Загородской равнины.

Территория области дренируется преимущественно притоками р. Припять и в меньшей мере притоками рр. Нарев и Щара и Зап. Буга.

Большая часть области приходится на бассейн Припяти, который занимает центральные и юго-восточные области. Основными правыми притоками р. Припять, протекающими по области являются рр. Пина, Ясельда, Бобрин, Цна, Лань, Случь.

Бассейн р. Нарев занимает 10,4 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет около третьей части области. Основным притоком р. Нарев является р. Западный Буг, которая впадает в р. Нарев за пределами области на территории Польши, а затем р.

Нарев впадает в р. Вислу. На территории области в р. Западный Буг впадают правые притоки – рр. Копаювка, Мухавец, Лесная, Пульва, Лохозва.

В северо-восточной части Брестской области берут свое начало левые притоки р. Неман, такие как рр. Щара, Зельвянка, Молчадь, Уша. Наибольшей из них является р. Щара, которая начинается с оз. Кондычевского в Барановичском районе на Новогрудской возвышенности. Сначала река течет на юг, пересекая Барановичскую равнину и, выходя на север Припятского Полесья, поворачивает на северо-запад и дальше впадает в р. Неман. Основным правым притоком р. Щара на территории области являются рр. Мышанка, Лохазва, Липнянка, и левые – рр. Ведьма и Гривда.

В связи с интенсивным развитием осушительных мелиораций гидрологическая сеть области представлена густой сетью осушительных каналов, многие реки полностью или частично канализованы – рр. Бобрик, Лань, Малорита, Мухавец, Пина, Рыта, Стырь, Цна, Ясельда и др. Средняя естественная густота речной сети составляет 0,26...0,32 км/км<sup>2</sup> и около половины водотоков короче 10 км составляет сеть осушительных каналов. В настоящее время густота речной сети по области составляет 0,42 км/км<sup>2</sup>, что несколько меньше чем в среднем по Беларуси (0,44 км/км<sup>2</sup>). В бассейне Западного Буга густота речной сети уменьшается до 0,35 км/км<sup>2</sup>, в бассейне р. Щары – увеличивается до 0,45 км/км<sup>2</sup>. Для бассейна Припяти характерны колебания густоты речной сети от 0,23 км/км<sup>2</sup> до 0,45 км/км<sup>2</sup> на востоке области. В области построены два водораздельных соединительных канала: Днепровско-Бугский и Огинский. Первый является частью Днепровско-Бугского водного пути длиной около 735 км, который включает, кроме собственного канала, также рр. Припять, Пину, Мухавец и соединяет р. Днепр с р. Западным Бугом. Днепровско-Неманский водный путь проходит по рр. Припять, Ясельда, Щара, Неман и Огинскому каналу. После 1941 г. система утратила свое значение.

Особенностью строения речной сети Брестской области является сравнительно малая густота, малые уклоны, большая извилистость и канализованность рек, наличие большого количества осушительных и сплавных каналов и канав, слабая выраженность водоразделов нередко пересекаемых каналами. Реки имеют широкие, слабо врезанные, неясно выраженные долины, склоны их пологие, незаметно переходящие в водораздельные пространства. Поймы низкие, широкие, часто заболоченные. Ширина разлива р. Припяти местами достигает 10...15 км. Вода держится в пойме в течении 40...60 дней.

Русла большинства рек извилистые, разветвленные, для многих рек типично широкое распространение участков свободного меандрирования. Лабиринт староречий, проток, канав местами так запутан, что не всегда удается в

нем найти главное русло. Ширина рек изменяется в пределах 5...10 м в верховьях и 20...40 м в нижних течениях, местами увеличиваясь до 60...80 м.

Ширина Припяти от 5...10 м в верхнем течении и до 200...300 м в низовье. Глубины большинства рек на перекатах составляют 0,1...0,3 м, на плесах увеличиваются до 1...2 м, скорость течения воды в межень обычно не превышает 0,3...0,5 м/с, преобладающие 0,1...0,15 м/с, на сильно заросших участках они менее 0,1 м/с. Дно их сложено торфяными песчаными грунтами. Русло Припяти во многих местах разбивается на сложную сеть протоков, рукав и староречий. Часто встречаются острова, различные по размерам и форме. Все они песчаные, низкие, затопляемые, поросшие осокой, камышами или ольховыми кустарниковыми. Берега рек здесь чаще всего низкие, заболоченные. Преобладающие уклоны малых рек 1...1,5 ‰, средних – 0,2...0,3 ‰, а Припяти и Пины 0,07...0,08 ‰ (рисунок 1.21). Основные гидрографические данные по бассейнам рек области приведены в Приложении А.

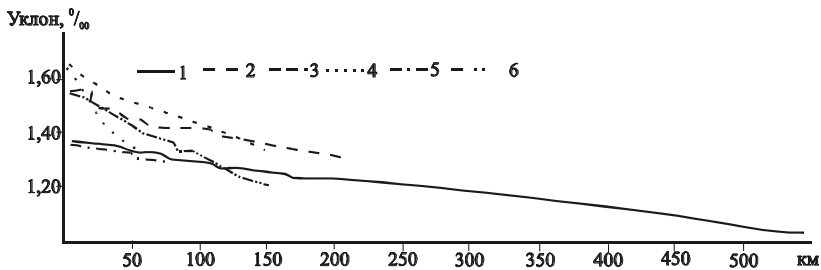


Рисунок 1.21. Продольные профили рек: 1 – Припять, 2 – Щара, 3 – Ясельда, 4 – Зельвянка, 5 – Горынь, 6 – Западный Буг [Рельеф, 1982 с изменениями].

### 1.7. Гидрогеология

Согласно гидрогеологическому районированию республики территория Брестской области в соответствии с геологическими структурами относится к следующим гидрогеологическим единицам: Брестскому и Припятскому артезианским бассейнам, Белорусскому гидрогеологическому массиву и гидрогеологическому району Полесской седловины (рисунок 1.22). Эти гидрогеологические подразделения отличаются не только мощностью гидрогеологических разрезов, но также гидродинамическими условиями формирования подземных вод, а также для глубоких горизонтов – их химическим составом и минерализацией [Кудельский, Ясовеев, 1994].

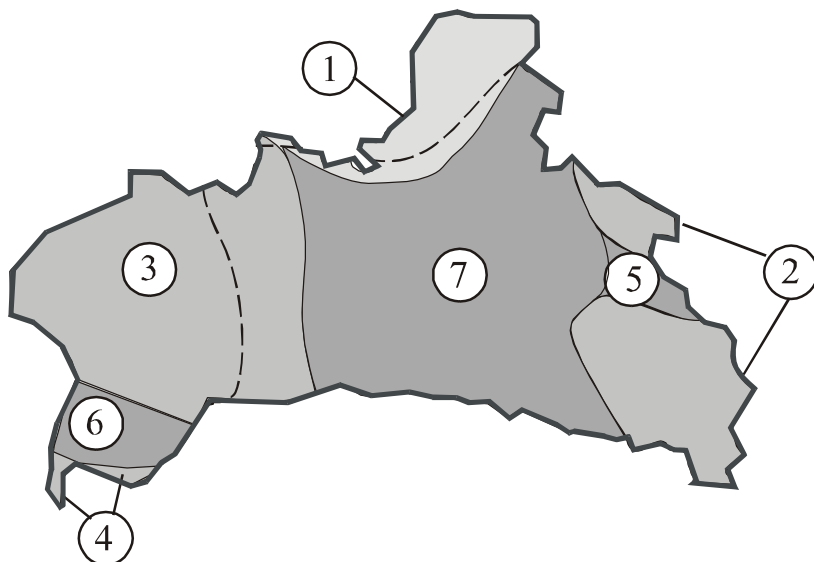
Вся осадочная толща горных пород и верхняя трещиноватая зона кристаллического фундамента в той или иной степени обводнены. Чередование в

гидрогеологическом разрезе водопроницаемых и водоупорных пород позволяет расчленить его на водоупорные (слабо водоносные) слои, водоносные горизонты и комплексы. В то же время по условиям залегания и формирования подземные воды области подразделяются на грунтовые и межпластовые, а также воды спорадического распространения в песчаных линзах и прослоях морен и других водоупоров. В зависимости от суммарного содержания солей (минерализации) они подразделяются на пресные (до  $1,0 \text{ г/дм}^3$ ) и минерализованные (свыше  $1,0 \text{ г/дм}^3$ ).

Грунтовые воды залегают первыми от земной поверхности в четвертичных отложениях различного генезиса. Они имеют свободную уровенную поверхность, гидростатически связанную с атмосферой через зону аэрации (слой маловлажных пород). Воды приурочены к пористым, фильтрующим породам. Нижним водоупором для них служат глинистые породы – супеси и суглинки морен, залегающие первыми от земной поверхности (сожской или днепровской). На участках размыва водоупора (долины Западного Буга, Муховца, Припяти, Щары) они объединяются с ниже расположенными напорными водоносными горизонтами межпластовых вод, образуя единые безнапорные водоносные системы.

По стратиграфическому принципу грунтовые воды подразделяются на водоносные горизонты: современных болотных и аллювиальных, верхнечетвертичных аллювиальных и среднечетвертичных водноледниковых отложений. Отличаясь генезисом и геологическим возрастом водоносных пород, эти горизонты образуют единые грунтовые потоки. Водовмещающие породы представлены однотипными, преимущественно тонко- и мелкозернистыми песками, реже торфом.

Преимущественно низинный характер территории области обусловил неглубокое залегание грунтовых вод. При этом их уровенная поверхность в сглаженном виде повторяет гипсометрию местности. На пониженных участках (болота и речные поймы) глубина их залегания составляет  $0 \dots 2 \text{ м}$ , а в периоды половодья они смыкаются с поверхностными водами. К водораздельным пространствам глубина залегания подземных вод увеличивается до  $5 \text{ м}$  и более, а в северной части Барановичского района до  $10 \text{ м}$  и более. Коэффициенты фильтрации водовмещающих песков зависят от их крупности и изменяются в широких пределах от  $0,2 \dots 2,8 \text{ м/сут}$  у пылеватых песков до  $10 \dots 15 \text{ м/сут}$  у средне- и крупнозернистых песков. Значения водопроводимости составляют  $5 \dots 300 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Мощность грунтовых потоков изменяется от  $1,0$  до  $10 \text{ м}$  и более, достигая максимальных своих значений в долинах крупных рек.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	
<b>Гидрогеологические структуры:</b>	
	массивы (ГГМ): 1 - Белорусский,
	бассейны (ГГБ): 2 - Припятский, 3 - Брестский, 4 - Волыпский,
	районы (ГТР): 5 - Микошевичско-Житковичский, 6 - Лукувско-Рагповский, 7 - Полесский,
<b>Границы гидрогеологических структур:</b>	
	проведенные с учетом множества признаков
<b>Прочие обозначения</b>	
	Черноморско-Балтийский гидрографический водораздел
	граница области

Рисунок 1.22. Схема гидрологического районирования территории Брестской области (Кудельский, Ясовеев, 1994).

Уровеньный режим грунтовых вод зависит от климатических факторов, главным образом от количества выпадающих осадков и совпадает с сезонными изменениями уровней поверхностных водотоков и водоемов. Летняя межень наблюдается в апреле-мае, а осенне-зимний подъем в ноябре-декабре. Годовая амплитуда уровней грунтовых вод зависит от их удаленности от рек. Наибольшие значения амплитуды (до 1,5...2,5 м) характерны для речных пойм.

Источником питания грунтовых вод служат, в основном, атмосферные осадки. Область их питания совпадает с областью распространения. В то же время водораздельные участки подпитывают гипсометрически ниже расположенные водоносные горизонты и являются как бы областями собственно питания. Грунтовые потоки дренируются поверхностными водотоками, их урвенная поверхность направлена к руслам рек.

В естественном залегании грунтовые воды – пресные гидрокарбонатные кальциево-магнмивые по составу с невысокой минерализацией  $0,1...0,3 \text{ г/дм}^3$  и по содержанию основных компонентов пригодны для питьевых целей. Исключение составляют высокие концентрации железа (до  $1,4...2,5 \text{ мг/дм}^3$ ) и повсеместно низкие концентрации фтора (до  $0...0,2 \text{ мг/дм}^3$ ). В результате хозяйственной деятельности, особенно интенсивной в последние десятилетия, грунтовые воды подверглись поверхностному загрязнению. При этом степень их естественной защищенности, определяемая мощностью и фильтрационными свойствами пород зоны аэрации, в большинстве случаев низкая. Грунтовые воды преимущественно незащищенные и слабо защищенные. В этих условиях растворимые вещества с земной поверхности с инфильтрационными водами беспрепятственно попадают в грунтовые, в результате чего нарушается их естественный гидрохимический состав, сформировавшийся в процессе геологической истории. При этом увеличиваются не только концентрации отдельных химических веществ, но и их суммарное содержание.

Грунтовые воды широко используются сельскими жителями и горожанами на участках индивидуальной застройки посредством эксплуатации шахтных колодцев для хозяйственно-питьевых целей. В условиях поверхностного загрязнения они без предварительной очистки непригодны для питья и приготовления пищи, а их употребление представляет прямую угрозу здоровью людей.

Воды спорадического распространения залегают в песчаных линзах и прослоях наревской, березинской, днепровской и сожской морен. На участках выхода сожской и днепровской морен на дневную поверхность они являются первым водоносным горизонтом. В таких случаях они приближаются к грунтовым, отличаясь от последних разрывным характером сплошности потоков и часто местным напором.

Глубина залегания спорадических вод зависит от гипсометрического положения песчаных линз и прослоев, равно как и самих морен. На участках их распространения глубина залегания зависит от рельефа и изменяется от  $1,0$  до  $10...12 \text{ м}$  и более. В разрезе четвертичных отложений, как уже отмечалось выше, морены чередуются со слоями межледниковых образований. При этом

кровля днепровской морены (в зоне сожского оледенения) вскрывается на глубинах 23...57 м, а южнее 2,8...24,1 м. Березинская морена залегает на глубинах 21,8...129,2 м, а наревская морена – распространена локально в погребенных долинах. На больших глубинах воды спорадического распространения повсеместно приближаются к межпластовым. Их пьезометрические поверхности сопоставимы.

Мощность водонасыщенных прослоев и линз, представленных преимущественно разномерными, нередко глинистыми, песками изменяется от нескольких миллиметров до 1,5...8,0 м и более. Водоносные линзы часто изолированы друг от друга, что способствует локальному накоплению поверхностных загрязнений.

Природный химический состав этих вод гидрокарбонатный кальциево-магнийный, а минерализация не превышает 0,1...0,3 г/дм<sup>3</sup>. На участках выхода сожской и днепровской морен на земную поверхность они, как и грунтовые, в пределах сельхозгодий и особенно на территории населенных пунктов и в зоне влияния различных источников загрязнений подверглись интенсивному поверхностному загрязнению.

Воды спорадического распространения, как правило, не образуют сплошного водоносного горизонта, имеют в целом невысокую и весьма пеструю водообильность. В сельских населенных пунктах и на участках индивидуальной застройки в городах без централизованного водоснабжения эти воды при залегании первыми от поверхности земли они эксплуатируются шахтными колодцами. На участках глубокого залегания и при значительной мощности песчаных линз они изредка эксплуатируются водозаборными скважинами (например, д. Крайновичи в пригороде Пинска).

Межпластовые воды в Брестской области распространены повсеместно и занимают большую часть гидрогеологического разреза.

Пресные подземные воды включают водоносные горизонты четвертичных, палеоген-неогеновых, верхнемеловых и юрских отложений на всей территории области. Глубже их минерализация зависит от глубины залегания кристаллического фундамента и наличия водоупоров. В сводовых и присклонных частях Белорусской антеклизы и Полесской седловины практически весь гидрогеологический разрез содержит пресные воды. К верхнемеловым и юрским отложениям здесь добавляется верхнепротерозойские (пинская свита рифея) и верхняя трещиноватая зона фундамента. Так, минерализация воды в нижней части пинской свиты составляет на глубине 246 м в г. Барановичи составляет 0,2 г/дм<sup>3</sup>; а на глубине 310 м в г. Пинск 0,7 г/дм<sup>3</sup>. В санатории

"Алеся" Ивановского района в кровле фундамента в интервале 551...650,7 м получены пресные воды – 0,84 г/дм<sup>3</sup>.

#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Минерализация подземных вод четвертичных отложений, г/дм<sup>3</sup>




	менее 0,1
	0,1 - 0,3
	0,3 - 0,5



Рисунок 1.23. Минерализация подземных вод четвертичных отложений (Кудельский, Пашкевич, Ясовеев, 1998).

С увеличением мощности гидрогеологического разреза в его составе появляется эффузивно-осадочные отложения волинской серии венда, являющиеся региональным водоупором. На таких участках залегающая под ними пинская свита рифея содержит солоноватые воды, минерализация которых составила (в скобках интервал опробования, м): г. Ивацевичи (180...227) – 2,1; г. Белоозерск (258...319) – 2,9 и г. Кобрин (640...760) – 11,7 г/дм<sup>3</sup>.

В Припятской впадине аналогичная картина наблюдается в зоне ее сочленения с Полесской седловиной. В более глубокой юго-восточной части впадины граница пресных вод проходит по кровле батских глин верхней юры, а в местах их отсутствия, по слоям глин в верхнедевонских отложениях.

В Брестской впадине, существенно отличающейся от остальной части области появлением в геологическом разрезе мощной толщи палеозойской отложений, пресные воды на отдельных участках распространены также до волинских пород венда, но залегающих на глубинах до 1000 м и более. Так, в скважине "Скверики" на юго-восточной окраине г. Бреста в песчаниках кембрия в интервале 939...1035 м получена гидрокарбонатно-хлоридная и кальциево-натриевая вода с минерализацией 0,7 г/дм<sup>3</sup>. Кровля фундамента при этом вскрыта скважиной на глубине 1409,8 м. Этот гидрогеологический феномен по наиболее распространенной версии объясняется отсутствием в палеозойских отложениях впадины водоупорных отложений, однообразием их литологического состава (известняки, песчаники, реже мергели и алевролиты) и хорошей "промытостью" за многомиллионную геологическую историю.



Таким образом, мощность зоны пресных вод по территории области изменяется от 180 до 350 м, а в Брестской впадине от 300 до 800...1035 м (рисунки 1.24). На значительных площадях они занимают весь гидрогеологический разрез.

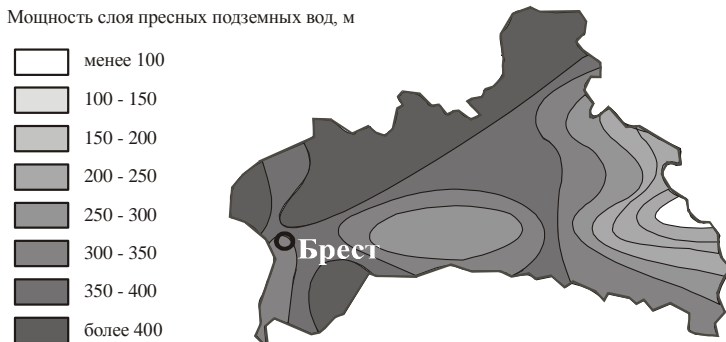


Рисунок 1.24. Мощность слоя пресных подземных вод (Кудельский, Пашкевич, Ясовеев, 1998).

По стратиграфическому принципу, а в некоторой степени и литологическому составу пород, пресные воды встречаются в водоносных горизонтах и комплексах четвертичных, палеоген-неогеновых, верхнемеловых отложений. Эти отложения распространены повсеместно, в Припятской впадине – дополнительно в юрских и верхнедевонских, в Брестской – юрских и палеозойских, а в пределах Белорусской антеклизы и Полесской седловины – верхнепротерозойских отложениях.

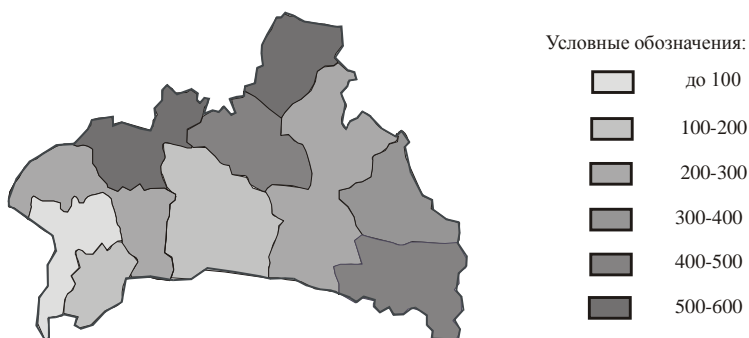


Рисунок 1.25. Распределение естественных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена, тыс. м<sup>3</sup>/сут. (Государственный..., 1995 г.)

Наиболее выдержанными по мощности и простираению являются четвертичный березинско-днепровский, объединенный палеоген-неогеновый водоносные комплексы и нижнесеноманский водоносный горизонт, а также в пределах соответствующих геологических структур верхнеюрский, палеозойский и верхнепротерозойский водоносные комплексы. В зоне сожского ледника распространен днепровско-сожский водоносный горизонт. Ниже приводится краткая характеристика основных водоносных горизонтов и комплексов.

*Водоносный днепровско-сожский водно-ледниковый комплекс (f,lgИд-сž)* распространен севернее южной границы сожского ледника. Глубина залегания его кровли изменяется от 3,0 до 37,0 м (в среднем 10...20 м). Водовмещающие породы – пески различной крупности (преимущественно тонко- и мелкозернистые) с редкими прослоями супесей и суглинков. Коэффициенты водопроницаемости от 10 до 150 м<sup>2</sup>/сут. Неглубокое залегание кровли горизонта обуславливает небольшие напоры при глубине пьезометрических уровней 2...8 м. Водоносный комплекс используется для водоснабжения отдельных объектов.

*Водоносный березинско-днепровский водно-ледниковый комплекс (f,lgIbr-Ид)* распространен практически повсеместно. Южнее границы сожского ледника он является первым от поверхности напорным комплексом межпластовых вод. Здесь его кровля вскрывается на глубинах 26,4...78,6 м, на большей части области – на глубине 2,5...45,0 м. Мощность водовмещающих песков, представленных фракциями от тонкозернистых до среднекрупнозернистых изменяется в широких пределах от 1,5 до 119,2 м, составляя преимущественно 10 – 30 м. Водопроницаемость комплекса оценивается в 15...300 м<sup>2</sup>/сут. Его напоры в центральной и южной частях области невелики 5...40 м (преимущественно 5...20 м), в северной увеличиваются до 60...70 м. По гидродинамическим параметрам березинско-днепровский комплекс пригоден для централизованного водоснабжения сельских населенных пунктов и крупных объектов. Он используется отдельными скважинами на групповых водозаборах Волохва и Светиловичи в г. Барановичи и одной скважиной на водозаборе Брилево в г. Кобрине. На разведанном водозаборе Дубравно для г. Барановичи и пока не востребованная шестая часть его производительности приходится на этой комплекс.

*Палеоген-неогеновый водосточной комплекс (P<sub>Z</sub>-N<sub>1</sub>)* включает бриневский, харьковский и киевский водоносные горизонты, объединенные близким литологическим составом и отсутствием разделяющих их водоупоров. Он имеет почти повсеместное распространение. Глубина залегания кровли изменяется от 6...12 м (г. Слоним) до 69...72,7 м (г. Каменец) и 74,8...83,4 м (г.п.

Антополь). Мощность водонасыщенных песков преимущественно составляет 25...40 м, изменяясь от 2,4 до 80 м и более. По литологическому составу пески от тонко- до среднезернистых, в верхней части разреза иногда гумусированные с прослоями глин и алевритов. Комплекс повсеместно напорный, пьезметрические уровни устанавливаются на глубинах 3...10 м и более. Коэффициент водопроницаемости от 12 до 260 м<sup>2</sup>/сут и более. Комплекс используется в качестве эксплуатационного на групповом водозаборе в г.п. Белоозерске Березовского района. Он вполне пригоден для централизованного водоснабжения.

*Водоносный нижнесеноманский терригенный горизонт (K<sub>2</sub>S<sub>1</sub>)* пользуется весьма широким распространением и служит основным эксплуатационным горизонтом на большей части области. Коллектором пресных подземных вод служит относительно маломощный (от 0,6 до 41 м, преимущественно 7,0...15 м) слой песков, залегающий на глубине 92...228 м, а на крайнем юго-востоке (г. Столин) – 53,8...64,0 м. Водопроницаемость горизонта также невелика (165...300 м<sup>2</sup>/сут). Но высокие напоры (более 100 м), позволяющие ограничивать допустимое понижение техническими характеристиками насосного оборудования, и возможность устройства бесфильтровых водоприемных частей эксплуатационных скважин (каверна в песках) обеспечивают ему преимущество. Его эксплуатируют действующие групповые водозаборы гг. Бреста, Кобрина, Березы. Он выбран в качестве эксплуатационного на разведанных водозаборах в гг. Дрогичин, Жабинка, Иващевичи, Каменец, Малорита, г.п. Антополь и Косово.

Сеноманский водоносный горизонт перекрывается *верхнемеловой мергельно-меловой толщей (ММТ)*, сложенной преимущественно белым писчем мелом, иногда с прослоем мергелей. Ее кровля вскрывается на глубинах 40...120 м, а на отдельных участках (гг. Жабинка, Малорита) она опускается до 161,9...194 м. Мощность толщи на большей части области измеряется от 12,2...14,2 м (г. Столин) до 20...85 м, достигая 126...146 м (г. Брест) и 240...277 м (г.п. Домачево).

Мел как горная порода в целом в условиях изучаемой области представляет собой относительный водоупор, однако на отдельных участках он служит эксплуатационным горизонтом (например, отдельные скважины водозаборов Пина-1 и Пина-2 в г. Пинске).

*Водоносный оксфордский терригенно-карбонатный горизонт (I<sub>3</sub>O)* распространен преимущественно в Брестской впадине, Он залегает непосредственно под нижнесеноманским и образует единый водоносный комплекс. На групповых водозаборах г. Бреста они эксплуатируются совместно. На границе водозабора "Опушка" для г. п. Домачево Брестского района он выбран в каче-

стве эксплуатационного. Глубина пресных эксплуатационных скважин 325 м. Водовмещающие породы – трещиноватые известняки.

*Водоносный редкинский терригенный горизонт венда (Vzd)* используется в качестве эксплуатационного в западной части области (Ганцевичский и Ляховичский районы). Водовмещающие песчаники с прослоями алевритов и аргиллитовых глин залегают на глубинах 110,8...240,2 м (г. Ганцевичи) и 163,0...178,0 м (г. Ляховичи). Их мощность составляет 100...128 и 117,8...137,3 м, соответственно. Нижним водоупором горизонту служит эффузивно-осадочные породы волынской серии венда.

*Водоносный пинский терригенный горизонт (R<sub>2pn</sub>)* пресных вод широко распространен в пределах Белорусского массива и Пинской седловины. Его используются групповые водозаборы гг. Баранович и Пинска. В качестве эксплуатационного он выбран на участке водозабора "Тополек" в г.п. Антополь Дрогиченского района, совместно с неоген-палеогеновыми и четвертичными водами – на водозаборе "Горынь" в г. Столине, и водозабор "Лунин" в г. Лунинце.

Все водоносные горизонты и комплексы пресных вод гидравлически тесно взаимосвязаны. Между ними часто отсутствуют водоупорные слои. Поэтому они образуют единую зону активного водообмена. Питание межпластовых вод осуществляется как посредством вертикальной фильтрации грунтовых вод, так и из региональных областей питания. В особых случаях непосредственным источником питания являются атмосферные осадки. Области разгрузки пресных вод служат долины крупных рек: Западного Буга, Мухавца, Припяти, Пины, Щары.

Относительно непродолжительный период водообмена и отсутствие в геологическом разрезе легкорастворимых пород (кроме соленых толщ в Припятской впадине за пределами Брестской области) обусловили однотипный гидрокарбонатный кальциевый или кальциево-магниевый состав пресных межпластовых вод и их невысокую минерализацию (0,1...0,3 мг/дм<sup>3</sup>). Только в самых низах гидрогеологического разреза зоны активного водообмена, где, вероятно, сказывается влияние ниже расположенных минерализованных вод, химический состав изменяется на гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-натриевый, а минерализация возрастает до 0,70...0,84 мг/дм<sup>3</sup>.

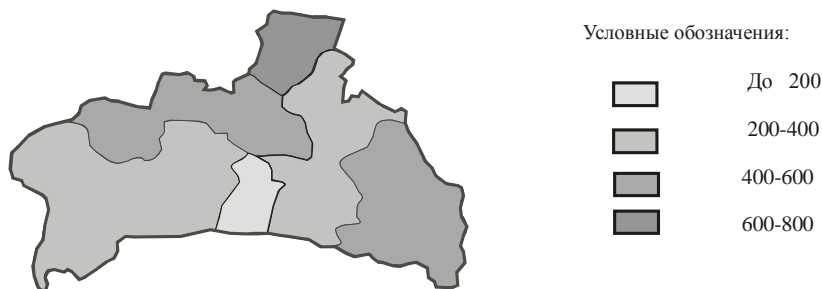


Рисунок 1.26. Распределение прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена, тыс. м<sup>3</sup>/сут (Государственный..., 1995 г.)

Как уже отмечалось, *минерализованные* воды на территории области пользуются ограниченным распространением и приурочены, в основном, к отрицательным геоструктурам – Брестской и Припятской впадинам. Поисковым признаком для них служит появление в геологическом разрезе вулканогенно-осадочных пород волинской серии венда (верхнего протерозоя), являющийся региональным водоупором. Под ним в отложениях пинской свиты рифея и трещиноватой зоне кристаллического фундамента, как правило, залегают минерализованные воды. Они вскрыты небольшим количеством гидрогеологических скважин в Брестском, Березовском, Кобринском и Ивацевичском районах. По химическому составу они повсеместно хлоридно-натриевые. Их минерализация изменяется от 2,0...3,0 г/дм<sup>3</sup> на склонах Белорусского гидрогеологического массива и Полесской седловины до 20 г/дм<sup>3</sup> в Брестской впадине. В Припятской впадине, где мощность гидрогеологического разреза в юго-восточной части области оценивается в 2,5 км, минерализация воды может достигать 100 г/дм<sup>3</sup> и более.

Уже отмечалось, что на отдельных участках Брестской впадины мощность зоны пресных вод достигает 1035 м. В то же время на участке оз. Рагознянского (санаторий "Берестье", Брестского района) в интервале 503...552 м получена хлоридно-натриевая вода с минерализацией 19,1 г/дм<sup>3</sup>. Это обусловлено ступенчатым характером фундамента на участке перехода Брестской впадины к Луковско-Ратновскому поднятию. В целом содержание солей в минерализованных водах Брестской впадины возрастает от склонов Белорусского массива и Полесской седловины в западном и юго-западном направлении. На территории Польши уже в пределах более глубокой Подляской впадины минерализация изменяется следующим образом: в скважине "Мельник" в интервале 1340...1420 м – 0,5 г/дм<sup>3</sup>, в интервале 1520...1500 м – 17,79 г/дм<sup>3</sup>; в

скважине "Жебрак" в интервале 1080...1140 м – 12,4 г/дм<sup>3</sup> и в интервале 2420...2440 м – 225,28 г/дм<sup>3</sup>. По данным Аверкова П.И., что высокоминерализованные воды из Подляской впадины посредством глубинной фильтрации двигаются в восточном и северо-восточном направлении и постепенно разбавляются инфильтрационными водами до полного опреснения у границ Белорусского массива и Полесской седловины.



Типы месторождений	Эксплуатационные запасы, тыс.м <sup>3</sup> /сут.		
	51-350	11-50	<10
крупные артезианские бассейны платформ	▲	▲	▲

Рисунок 1.27. Промышленные типы месторождений пресных вод, разведанных для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов Брестской области (Гудак, Станкевич, 1997)

## 2. ИСТОЧНИКИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ЕЕ АНАЛИЗ

### 2.1. Источники исходной информации

Науку, изучающую гидросферу (природные воды и их режим), ее свойства и протекающие в ней процессы и явления во взаимодействии с атмосферой, литосферой и биосферой, называют *гидрологией*. К гидросфере относятся океаны и моря, реки, озера, болота, почвенные и грунтовые воды, ледники и снег, влага атмосферы.

Отрывочные наблюдения за стоком рек Белорусского Полесья были начаты в конце XIX столетия. Первые расходы р. Припяти у г. Мозыря были измерены в 1873 г., а на р. Ведрич – в 1878 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 измерения расходов воды как обследованных, так и необследованных рек позволили произвести вычисления ежедневного стока воды и получить характерные значения стока, опубликованные впервые (по 1935 г.) в «Материалах по режиму стока рек СССР» т.2, вып. 3, 1914; т. 3, вып 1, 1940 и начиная с 1936 г. в Гидрологических ежегодниках.

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 гидрометрические 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 Беларуси он все же недостаточен. Это связано, прежде всего, с закрытием многих гидрометрических постов и соответственно прекращением наблюдений за водным режимом рек и озер.

К числу официальных документов по гидрологии, опубликованных Гидрометеорологической службой СССР и БССР относятся следующие издания:

1. Справочники по ресурсам поверхностных вод СССР, состоящие из трех серий:

– «Гидрологическая изученность» – серия, содержащая сведения об основных гидрографических характеристиках, количестве и размере рек и озер, их стационарной и экспедиционной изученности, а также перечень основных опубликованных и хранящихся в архивах работ, в которых имеются данные о водных объектах.

– «Основные гидрологические характеристики» – серия, содержащая проверенные материалы наблюдений за режимом рек, озер и водохранилищ на станциях Госкомгидромета и ряде других ведомств за период с начала наблюдений на станциях по 1980 г. включительно;

– «Ресурсы поверхностных вод СССР» – серия монографий, представляющих собой научные обобщения данных о режиме рек, озер и водохранилищ;

2. Гидрологические ежегодники т.23, вып 3; т.2, вып 2-4; т.2, вып 2,3; т.1, вып 4-6; т.1, вып 5,6; Государственный водный кадастр. Поверхностные воды. Ежегодные данные, т. 3.

3. Каталог по максимальному дождевому стоку рек СССР;

4. Материалы по минимальному стоку рек СССР.

5. Материалы кратковременных наблюдений проектных организаций и других ведомств.

В дополнение к гидрологическим характеристикам при расчетах нередко используют метеорологические данные об атмосферных осадках, испарении, температуре и влажности воздуха, которые публикуются в метеорологических ежемесячниках и ежегодниках, климатических справочниках и других материалах, публикуемых Гидрометом. Имеется множество данных гидрометрических наблюдений, осуществляемых разными ведомствами в своих целях (для энергетики, мелиорации, гидрогеологии и др.), которые также можно использовать для гидрологических расчетов вместе с данными различных экспедиционных исследований.

Определение расчетных гидрологических характеристик должно основываться на данных гидрометеорологических наблюдений, в том числе регулярных наблюдений последних лет, опубликованных в специальных документах в области гидрологии; дополнительно должны учитываться данные инженерно-гидрометеорологических изысканий, проводимых в соответствии с СНБ 1.02.01.– 96.

Список гидрологических постов на реках, каналах и водохранилищах по состоянию на 01.10.2001 г., а также ранее продолжительно действующих, но в настоящее время закрытых приведен в таблице 2.1, а их размещение показано на рисунке 2.1. кроме того на рисунке 2.1 приведены посты наблюдений



за гидродинамическим режимом подземных вод. В Брестской области также расположен один озерный гидрологический пост № 011 на о. Выгонощанском, который был открыт 20 ноября 1904 г. в районе с. Выгонощи.

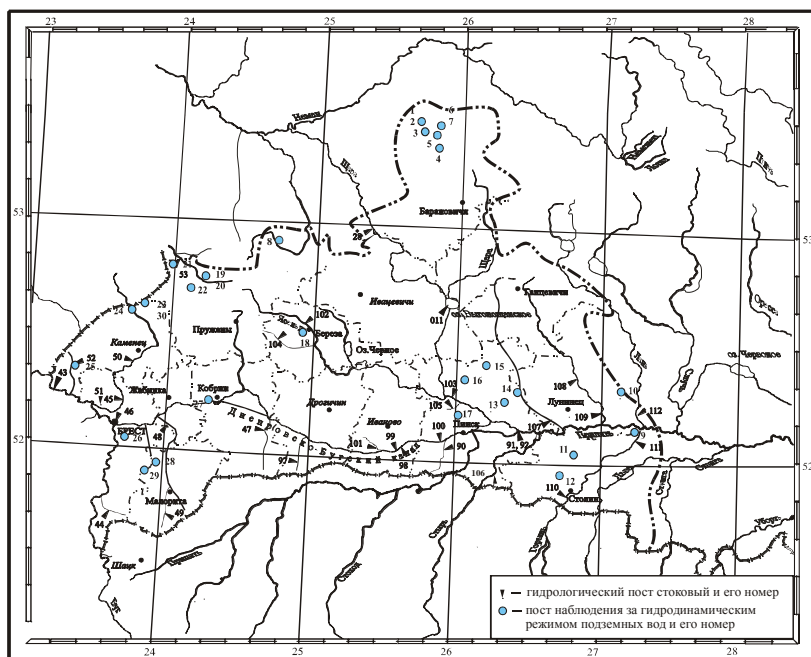


Рисунок 2.1. Схема расположения гидрологических постов и постов наблюдений за гидродинамическим режимом подземных вод.

Таблица 2.1. Перечень гидропостов Брестской области

№ поста	Наименование реки – створ	Период наблюдений
	Бобрик – с. Парахонск	1924 – 1933, 1944 – 1987 (закрыт)
	Горынь – пос. Горынь	1922 – 1962 (закрыт)
110	Горынь – пгт. Речица	1963–2000
	Гриньда – гпт. Ивацевичи	1940, 1944 – 1967 (закрыт)
	Жабинка – с. Малая Жабинка	1950 – 1986 (закрыт)
	Жегулянка – с. Нехачево	1965 – 1983 (закрыт)
	Каменка – пос. Мухавец	1979 – 1988 (закрыт)
104	кан. Винец – с. Рыгали	1962 – 2000
44	Копановка – с. Черск	1949 – 2000
50	Лесная – с. Замосты	1946 – 2000

№ поста	Наименование реки – створ	Период наблюдений
51	Лесная – с. Тюхиничи	1981 – 2000
49	Малорыта – г. Малорита	1972 – 2000
	Меречанка – с. Ставок	1951 – 1970
105	Меречанка – с. Красеево	1970 – 2000
45	Мухавец – г. Брест	1955 – 2000
46	Мухавец – г. Брест	1955 – 2000
	Мухавец – г. Пружаны	1947 – 1976 (закрыт)
	Мышанка – с. Березки	1960 – 1987 (закрыт)
101	Неслуха – с. Рудск	1970 – 1980, 2000
	Припять – с. Коробы	1923 – 1933, 1944 – 1987 (закрыт)
	Припять – с. Черни (пгт. Туров)	1930 – 1941, 1945 – 2000
90	Припять – г. Пинск (мост Любанский)	1978 – 2000
52	Пульва – г. Высокое	1959 – 2000
	Рудавка – с. Рудня	1962 – 1986 (закрыт)
	Ружанка – г. Ружаны	1965 – 1986 (закрыт)
48	Рыта – с. Малые Радваничи	1952 – 2000
108	Цна – с. Дятловичи	1954 – 2000
	Щара – с. Доманово	1925 – 1933, 1963 – 1977 (закрыт)
	Щара – с. Залужье	1963 – 1980 (закрыт)
102	Ясельда – г. Береза	1929 – 1933, 1941, 1945 – 2000
103	Ясельда – с. Сенин	1944 – 2000
	Ясельда – с. Мотоль	1963 – 1969 (закрыт)
	Ясельда – с. Старомлыны	1926 – 1933, 1963 – 1968 (закрыт)

Наблюдения за естественным режимом подземных вод проводимые на постах Белорусской гидрогеологической экспедиции были обработаны с помощью методов статистики. Выбирались посты расположенные в разных частях области и имеющие наиболее продолжительные ряды наблюдений (таблица 2.2). Голынский (ГЛ) пост находится на севере области в южной части Новогрудской возвышенности в водосборе р. Голынка, Столинский (СЛ) и Плоскинский (ПЛ) – в пределах Припятского Полесья в водосборе р. Горынь и р. Бобрик соответственно, Каменюкский (КМ) – на западе области на Прибужской равнине в бассейне р. Пр. Лесная.

Наблюдательные скважины оборудованы на водоносный надморенный флювиальный горизонт, за исключением СЛ 109, которая расположена в слабоводоносном межморенном олигоцен-неогеновом терригенном комплексе, и ГЛ 1, 2, расположенных в слабоводоносном сожском моренном комплексе.

По литологическому составу породы скважин СЛ 111, КМ 634, 635, 637, 638, ПЛ 25, 227 – пески, пески с включениями гравия, СЛ 109 – пески

глинистые, ГЛ 1,2 – морена. По возрасту это сожские и днепровские отложения.

Таблица 2.2. Продолжительность наблюдений за уровнем грунтовых вод

Пост	Код	Номер скважины	Годы наблюдений		Абсолютная отметка уровня земли, м	Бассейн реки
			начало	окончание		
Каменюкский	КМ	634	1971	2000	147,90	Зап. Буг
		635			158,56	
		637			167,01	
		638			159,35	
Плоскинский	ПЛ	25	1952	2000	153,77	Припять
		227	1956	153,08		
Столинский	СЛ	109	1955	2000	138,01	Припять
		111			138,21	
Голынский	ГЛ	1	1967	2000	205,00	Неман
		2			210,16	

Анализировались среднемесячные УГВ, экстремальные УГВ (предвесенний минимум, весенний максимум, летнее-осенний минимум, осенний максимум, зимний минимум, абсолютные минимум и максимум), годовые и весенние амплитуды.

В таблице 2.3 представлены характеристики рядов данных за многолетний период наблюдений: норма, коэффициенты изменчивости и асимметрии.

Таблица 2.3. Основные статистические характеристики среднемноголетних УГВ по постам

Показатели Пост	Норма, м	Коэффициент изменчивости	Коэффициент асимметрии
КМ 634	146,85	0,05	0,67
КМ 635	151,99	0,16	-0,15
КМ 637	156,22	0,25	0,08
КМ 638	154,23	0,12	-0,04
ПЛ 25	151,08	0,18	0,03
ПЛ 227	151,90	0,21	0,54
СЛ 109	134,28	0,31	0,55
СЛ 111	134,37	0,18	0,50
ГЛ 1	203,65	0,35	-0,15
ГЛ 2	204,78	0,20	0,63

Коэффициент изменчивости зависит от глубины залегания подземных вод: в песчаных породах при УГВ от 0,6 до 6,5 м он составляет от 0,05 до 0,18. При залегании грунтовых вод ближе к поверхности земли и глубже 7 м амплитуда колебаний увеличивается. Аналогичные закономерности установлены

при анализе и годовых амплитуд колебания УГВ - основным фактором, регулирующим размеры годовой амплитуды, является величина мощности зоны аэрации.

Весенний максимум наблюдается с конца марта до мая (в отдельные годы в начале июня), в период установления положительных температур и активного таяния снега. Наибольший подъем УГВ, как правило, отмечается в апреле. В скважинах, расположенных на водоразделе, подъем наблюдается примерно на 0,5...1 месяца позже, чем в скважинах поймы, и составляет около 0,1...0,2 м (в пойме 0,7 м) по отношению к предвесеннему минимуму.

Дальнейшее постепенное снижение УГВ (летне-осенний минимум) связано с высокими положительными температурами и высоким испарением. В летний период УГВ определяется температурой и осадками предыдущих одного-двух месяцев, что подтверждается кросскорреляционным анализом. При этом установлена обратная связь с температурой предыдущих месяцев - с увеличением температуры УГВ понижается. В связи с «запаздыванием» реакции на изменения климатических факторов УГВ на 1...2 месяца, минимальные уровни подземных вод смещены на осенний период и отмечаются в сентябре и октябре. Тем не менее, наблюдения показали, что в отдельные годы минимальный летне-осенний уровень устанавливается в более ранний период - в августе, так и в более поздний - в ноябре, а в отдельные годы минимальные УГВ отмечаются в первый месяц зимы. С увеличением глубины залегания подземных вод так называемое «запаздывание» УГВ также увеличивается - наиболее часто летне-осенний минимум в конце осени - начале зимы отмечен в скважинах ГЛ 2, КМ 635, 637, СЛ 109, ПЛ 25.

В период с октября - ноября до декабря наблюдается подъем УГВ в среднем на 1,2 м (осенний максимум), связанный с более низкими осенними температурами воздуха и более низким по сравнению с летом испарением. Абсолютные осенние максимумы отмечены в большинстве случаев в ноябре-декабре. Отклонения от этих сроков в отдельные годы связаны с климатическими условиями, когда летний минимум переходит в зимний, или максимумы установлены в сентябре.

Дальнейшее снижение УГВ (зимний минимум) обусловлено установлением отрицательных температур воздуха, промерзанием верхних слоев почвы и прекращением инфильтрационного питания грунтовых вод за счет атмосферных осадков. Начало активного промерзания зоны аэрации определяется датой устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C в область отрицательных значений.

Наиболее резкое изменение УГВ, как правило, происходит в период активного снеготаяния: вслед за предвесенним минимумом наступает весенний максимум. В течение месяца величина повышения УГВ в среднем составляет 0,6 м. В отдельные годы в связи с зимними оттепелями происходит повышение УГВ даже зимой, в этом случае весенний подъем УГВ незначителен. В период с 1988 по 1992 гг. наблюдалось пятилетнее потепление. Относительно теплые зимы этого периода привели к снижению весенней амплитуды УГВ в результате незначительного промерзания почвы, частичного расходования воды в снежном покрове при его таянии и более значительного питания подземных вод в зимний период. Напротив, пятилетнее похолодание 1963-1967 гг., обусловленное падением температуры воздуха в зимние месяцы и марте, вызвало увеличение весенней амплитуды. Это связано с промерзанием зоны аэрации и прекращением питания подземных вод в зимний период и резким подъемом УГВ весной. Особенно выражены изменения в ходе весенних амплитуд УГВ Плоскинского поста в скважине 25 (рисунок 2.2).

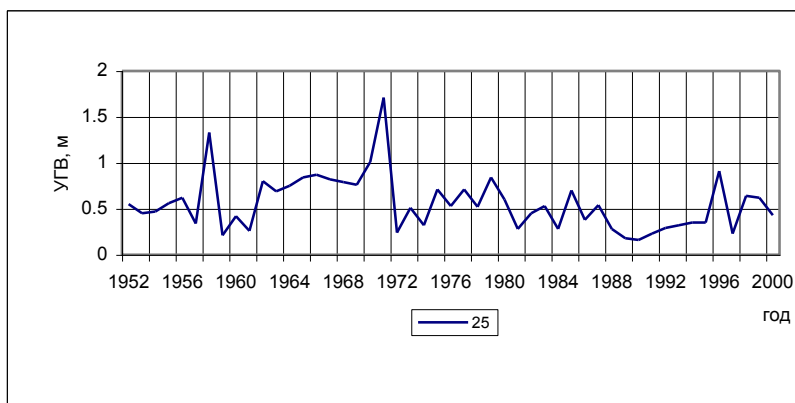


Рисунок 2.2. Весенняя амплитуда УГВ Плоскинского поста скв. 25.

Кросскорреляционный анализ показал, что УГВ определяется температурой и осадками предыдущего месяца, в некоторых случаях предыдущих двух месяцев. Прямая зависимость между осадками теплого периода (4–10 мес.) установлена на всех режимных гидрогеологических скважинах со смещением на «1», с таким же смещением, но с отрицательным коэффициентом корреляции, установлена связь между температурой и УГВ. Иначе говоря, уровень грунтовых вод в период с апреля по ноябрь зависит от количества атмосферных осадков и температуры воздуха предыдущего месяца. На постах, режимные наблюдения на которых ведутся свыше 40 лет (СЛ, ПЛ), отмечена

также тесная связь с атмосферными осадками и температурой воздуха предыдущих трех месяцев теплого периода.

Годовая амплитуда определяется многими факторами, из которых главная роль принадлежит атмосферным осадкам и испарению, о чем может свидетельствовать график амплитуд многолетних наблюдений за УГВ Столинского поста (рисунок 2.3). Грунтовые воды скважин 109 и 111 расположены на разных глубинах и в разных литологических условиях, тем не менее, ход годовых амплитуд похожий.

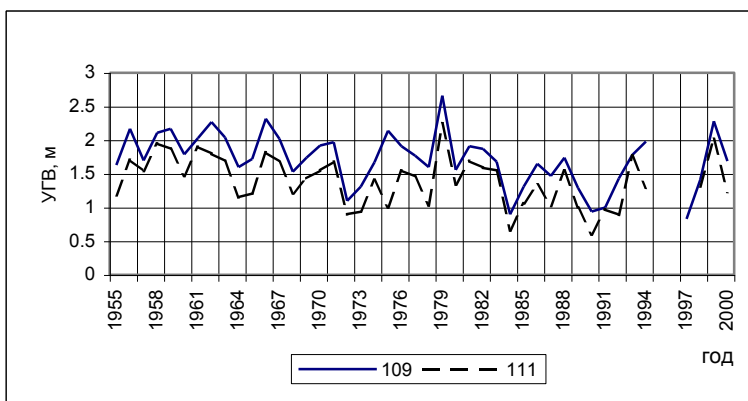


Рисунок 2.3. Годовая амплитуда УГВ Столинского поста скв. 109, 111.

Размах годовых амплитуд (разность между наибольшим и наименьшим их значением за весь многолетний период наблюдений) составляет от 0,45 до 1,83 м, что, по-видимому, объясняется резкими колебанием засушливых и влаголюбивых лет.

Спектральный и автокорреляционный анализы фактического материала показал, что существует годовой (12 мес.) цикл, циклы продолжительностью в 3 – 4, 6 – 7 и в 10 – 12 лет. По данным спектральной оценки температуры [Климат..., 1996], наибольшую повторяемость имеют циклы 2 – 3, 4-6 и 10 – 12 лет. Таким образом, очевидна связь многолетних периодов колебания грунтовых вод и климатических факторов. Большая продолжительность периодов изменения УГВ связана с инерционностью среды. Последний, 10 – 12 летний цикл, по всей вероятности, связан с солнечной активностью. Тем не менее, говорить о достоверности полученных результатов рано, так как 11-летний цикл отмечается только в результате анализа нескольких наиболее длинных

рядов наблюдений. Установить циклы большей продолжительности не представляется возможным в связи с короткими рядами наблюдений за УГВ.

В ходе среднееголетних УГВ всех постов с начала 80-х гг. отмечается устойчивое понижение, особенно четко выраженное при глубине залегания подземных вод больше 2 м (рисунок 2.4).

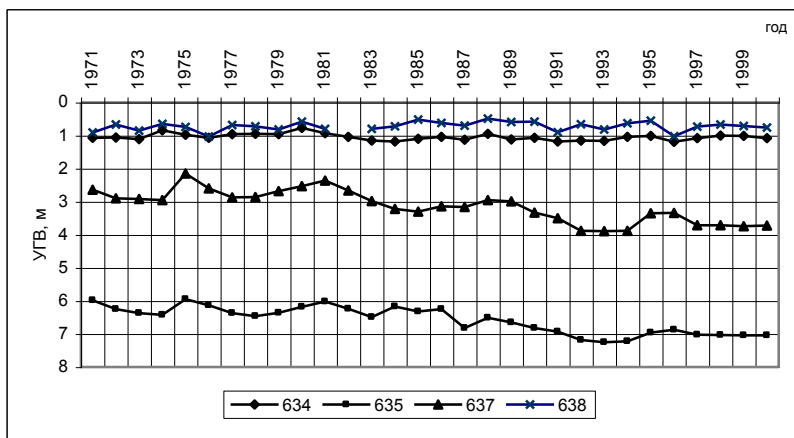


Рисунок 2.4. Среднегодовой УГВ скважин Каменюкского поста (относительно поверхности земли)

Наблюдения за гидрологическим режимом подземных вод Беларуси ведет филиал Республиканского унитарного предприятия “Белгеология” белорусская гидрогеологическая экспедиция (БГЭ). В пределах Брестской области создано 30 постов наблюдений за естественным режимом подземных вод, включающих 211 скважин (рисунок 2.1). В 1999 г. закрыто 75 скважин 12-ти постов (Приложение Б).

В скважинах производятся ежедневно замеры УГВ и в отдельных скважинах 1 – 4 раза в год отбираются пробы воды для гидрохимического анализа.

До 1992 г. организация выпускала ежегодные отчеты по данным наблюдений. В 1995 г. выпущен сборник отчетов за период с 1993 по 1995 гг. С 1996 г. издаются пятилетние отчеты (издан за 1996 – 2000 гг., готовится 2001-2005 гг.). Все отчеты хранятся в фондах РУП “Белгеология” и БГЭ.

## 2.2. 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 выпавшие 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*  $Q$  ( $m^3/c$ ). При очень малом стоке расход воды можно выражать в литрах за 1 секунду ( $л/c$ ). Исходным для расчетов обычно является гидрометрический 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·км<sup>2</sup>)* – это количество воды, стекающей в единицу времени с единицы площади водосбора. При очень больших значениях модуль стока можно выражать в метрах кубических за 1с·км<sup>2</sup>. Чаще всего на практике модуль стока рассчитывают по соотношению

$$q = 10^3 \cdot Q / A, \quad (2.1)$$

где  $A$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>,  $10^3$  – коэффициент перевода 1м<sup>3</sup> в 1л.

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

$$h = Q \cdot t / (10^3 \cdot A), \quad (2.2)$$

где  $t$  – время, с.

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

*Объем стока  $W$  км<sup>3</sup> или м<sup>3</sup>* (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

$$W = Q \cdot t. \quad (2.3)$$

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  $K = Q_i / \bar{Q}$ .

*Точность определения* гидрологических характеристик разная, хотя, в целом, обусловлена точностью гидрометрических измерений расходов воды.

Расход воды округляют до трех значащих цифр. При расходе воды (наносов) более  $100 \text{ м}^3/\text{с}$  записывают только целые числа (например, 235, 1250,  $13400 \text{ м}^3/\text{с}$ ). В диапазоне  $10 \dots 100 \text{ м}^3/\text{с}$  – округляют до десятых долей (например, 10,5; 95,1  $\text{м}^3/\text{с}$ ). В диапазоне  $0,01 \dots 10 \text{ м}^3/\text{с}$  – округляют до сотых (например, 9,81; 1,05; 0,15  $\text{м}^3/\text{с}$ ). При очень малых значениях (сотые и тысячные доли) – до одной-двух значащих цифр (например, 0,025; 0,002  $\text{м}^3/\text{с}$ ), но не точнее  $0,001 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В зависимости от значений модуль стока можно записывать с точностью от целых до сотых долей, но не точнее  $0,01 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ . При модуле стока до  $10 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  – с точностью до сотых долей (например, 0,05; 0,25;  $1,25 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ ), а при больших значений – с точностью до десятых или целых (например, 10,5;  $22 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ ).

Слой стока обычно округляют до двух-трех значащих цифр (например, 85; 255 мм).

Объем стока воды округляют до трех значащих цифр при множителе  $10^6$  (например,  $45,6 \cdot 10^6$ ;  $256 \cdot 10^6$ ;  $1120 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{сут}$ ). Объем стока наносов при таком же множителе можно округлять до сотых (например,  $0,02 \cdot 10^6$ ;  $0,95 \cdot 10^6 \text{ т}/\text{год}$ ).

### 2.3. Анализ гидрометеорологической информации

Для расчета гидрологических характеристик используют данные наблюдений прежде всего на станциях и постах Госкомгидромета 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 Госкомгидромета, 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 по следующей схеме:

1) полноту и надежность наблюдений за уровнями и расходами воды, наличие данных о наивысших (мгновенных и средних суточных) и наинизших уровнях воды за время наблюдений при свободном ото льда русле, ледяном покрове, ледоходе, заторе льда, заросшем водной растительностью русле, подпоре от нижерасположенной плотины, сбросах воды выше гидрометрического створа и др.;

2) увязку высотных отметок гидрологических постов и уровней за весь период наблюдений;

- 3) увязку годового и сезонного стока воды, максимальных и минимальных расходов и уровней воды в пунктах наблюдений по длине реки;
- 4) полноту учета стока воды на поймах и в протоках;
- 5) обоснованность способа подсчета стока воды по осредненным или ежегодным кривым расходов воды или же другими методами;
- 6) обоснованность экстраполяции кривых расходов воды до наивысших и наинизших уровней воды и точность расчета стока воды по кривым расходов воды за сутки, месяц, сезон и год;
- 7) необходимость восстановления наблюдений, пропущенных за отдельные годы (месяцы, сутки);
- 8) точность расчетов стока воды за зимний и переходные периоды, обоснованность принятых при расчете стока воды коэффициентов, учитывающих зарастание русла водной растительностью, правильность учета деформации русла и переменного подпора;
- 9) однородность данных наблюдений;
- 10) частоту наблюдений, обеспечивающую регистрацию наивысшего и наинизшего уровней и расходов воды.

Если нельзя уточнить данные гидрометрических наблюдений низкого качества, то их исключают из расчетного ряда. В необходимых случаях пересчитывают сток воды за отдельные годы.

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:

$$\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (2.4)$$

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 (2.4), отличается от нормы стока, т. е. рассчитывается с некоторой относительной средней квадратической ошибкой

$$\delta_{\bar{Q}} = \frac{C_V}{\sqrt{n}} \cdot 100\%, \quad (2.5)$$

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

$$C_V = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n - 1}}, \quad (2.6)$$

где  $K_i$  – модульный коэффициент, определяемый по формуле

$$K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}. \quad (2.7)$$

Согласно [Пособие..., 2000], продолжительность периода считается достаточной, если рассматриваемый период репрезентативен (представителен), а величина средней квадратической ошибки нормы стока не превышает 10%. 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  $\tau$ . 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 превы-

шения (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) стоковый ряд, 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 распределения ряда рассматриваемой гидрометеорологической величины относительно ее среднего значения и который можно определить методом моментов по формуле

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3}{C_v^3 \cdot (n-1) \cdot (n-2)}. \quad (2.9)$$

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

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100, \% \quad (2.10)$$

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.

От обеспеченности можно перейти к *вероятной повторяемости в годах* ( $N$ ) расхода равного или превышающего заданный, используя следующие формулы:

$$\text{при } P \leq 50\% \quad N = \frac{100}{P}; \quad (2.11)$$

$$\text{при } P > 50\% \quad N = \frac{100}{100 - P}. \quad (2.12)$$

Если по формуле (2.10) вычислить обеспеченность всех членов ряда, расположенных в убывающем порядке, можно по полученным значениям обеспеченности и соответствующим им значениям расходов воды построить эмпирическую кривую обеспеченности. Однако, из-за отсутствия длительных рядов наблюдений, такая кривая не позволяет определить расходы воды редкой повторяемости (1 раз в 100, 500, 1000 лет). Эмпирическую кривую необходимо экстраполировать в верхней и нижней частях значений обеспеченности. Для этой цели используются *теоретические кривые распределения*: трехпараметрическое гамма-распределение и распределение Пирсона III типа.

Для построения теоретических кривых необходимо вычислить коэффициент вариации ( $C_v$ ) и асимметрии ( $C_s$ ) по которым рассчитываются ординаты теоретических кривых.

При наличии длительных рядов данных однородных гидрометрических наблюдений СНиП 2.01.14-83 предусматривает следующие методы определения этих коэффициентов: *метод наибольшего правдоподобия, метод моментов, графоаналитический метод Г.А. Алексеева*.

*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 территориях, 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 тща-

тельному 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 оказывает 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. Копаювка – с. Черск изменилась  $292 \text{ км}^2$  за 1949 – 1963 гг.  $351 \text{ км}^2$  за 1964 – 1965 гг.,  $409 \text{ км}^2$  за 1966 – 1969 гг.,  $440 \text{ км}^2$  за 1970 – 1980 гг. Водосборная площадь р. Мухавец для створа г. Брест изменилась от  $6810 \text{ км}^2$  в 1955-1969 гг. до  $6590 \text{ км}^2$  в 1970 – 1980 гг; р. Рыга для створа Малые Радваничи уменьшилась от  $1440 \text{ км}^2$  в 1952 – 1964 гг. до  $1200 \text{ км}^2$  в 1965 – 1972 гг,  $1170 \text{ км}^2$  в 1973 – 1974 гг., и вновь возросла до  $1230$  в 1975 – 1980 гг; р. Меречанка на створе д. Красеево выросла от  $121 \text{ км}^2$  в 1970 – 1973 гг. до  $131 \text{ км}^2$  – в 1974-1980 гг. р. Бобрик для створа Парахонск увеличилась с  $1450 \text{ км}^2$  в 1978 г. до  $1510 \text{ км}^2$  – в 1978 – 1980 гг.

Если уточненные водосборные площади отличались от опубликованных в справочниках «Ресурсы поверхностных вод СССР» не более чем на  $\pm 5 \%$ , принимались опубликованные данные.

Одновременно уточнялись физико-географические характеристики водосборов такие как длина основного тальвега (она, как правило, уменьшилась за счет спрямления водостоков); заболоченность и залесенность водосбора. В результате осушения болот заболоченность земель повсеместно уменьшилась, а залесенность водосборов в отдельных случаях увеличивалась, за счет новых лесов на площадях выведенных из сельскохозяйственного оборота. Повсеместно увеличивалась густота гидрографической сети за счет мелиоративных каналов. Все эти и другие изменения не могли не повлиять на условия формирования стока.

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 исходной гидрометеорологической информации к расчетному периоду (расчеты при недостаточности данных наблюдений)*

Если имеющийся фактический материал не соответствует требованиям, предъявляемым при статистической обработке, то такой ряд гидрометрических наблюдений считают недостаточным. Недостаточность данных обычно связана с коротким периодом наблюдений, не отражающим основной характер колебаний стока во времени. Однако есть случаи, когда и относительно долгий период наблюдений не дает необходимой надежности при расчете гидрологических характеристик, если они испытывают большие колебания во времени. Размах временных колебаний характеристик стока, обусловленных естественными причинами, зависит от степени увлажненности территории: чем меньше средняя увлажненность территории, тем резче колебания стока по годам (и внутри года по сезонам и месяцам) и тем больший период наблюдений нужен для определения их основных закономерностей.

Для надлежащей оценки гидрологические параметры или в целом ряды наблюдений приводят к длительному (достаточному, репрезентативному) периоду. Основой приведения является метод гидрологической аналогии, состоящий в следующем:

1) в подборе к расчетному (неизученному) объекту другого, гидрологически изученного, находящегося в сходных с неизученным физико-географических условиях;

2) в распространении гидрологических характеристик изученного объекта на расчетный объект с вводом поправок на неполную аналогию физико-географических факторов стока. Для расчетов используют обычно один-три пункта гидрологических наблюдений, расположенных на реке или реках-аналогах. Их можно использовать последовательно (парная корреляция) или одновременно (множественная корреляция). Используемый в качестве аналога водный объект должен удовлетворять ряду требований (2.13).

При недостаточности данных гидрометрических наблюдений приведение параметров кривых распределения ежегодных вероятностей превышения гидрологических характеристик к многолетнему периоду с применением парной и множественной регрессии осуществляется при соблюдении следующих условий:

$$n' \geq 10; R \geq 0,7; r \geq 0,7; \frac{k}{\sigma_k} \geq 2, \quad (2.13)$$

где  $n'$  – число лет совместных наблюдений в приводимом пункте и пункте-аналоге;  $R$  – множественный коэффициент корреляции ( $r$  – парный коэффициент корреляции при одном аналоге) между значениями стока в пункте приведения и пунктах-аналогах;  $k$  – коэффициент регрессии;  $\sigma_k$  – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии.



Продление осуществляется с использованием рек-аналогов. В общем виде для  $m$ -аналогов уравнение регрессии имеет следующий вид

$$Q = k_0 + \sum_{j=1}^m k_j \cdot Q_{aj}, \quad (2.14)$$

где  $k_0$ ,  $k_j$  – коэффициенты регрессии, определенные стандартными методами математической статистики;  $m$  – количество рек-аналогов.

Выбор одного пункта-аналога осуществляется по вариантам:

- выбирается пункт наблюдений, имеющий более продолжительный период, но меньший коэффициент корреляции со стоком приводимого ряда;
- выбирается пункт с менее продолжительными наблюдениями, но с более тесной связью между величинами стока рассматриваемых рядов.

Если оба варианта удовлетворяют условиям (2.13), то сначала выбираются ряды с наибольшими коэффициентами корреляции, а затем они дополняются рядами с меньшими коэффициентами корреляции, но с большим периодом наблюдений. В общей сложности для каждого восстанавливаемого ряда возможно привлечение до девяти предполагаемых аналогов.

Приведение параметров кривых распределения ежегодных вероятностей превышения расходов воды к многолетнему периоду возможно осуществлять по данным гидрологических наблюдений и погодиочно восстановленным, с помощью уравнений регрессии, значениям расходов воды.

Значения стока, рассчитанные по уравнениям регрессии, систематически преуменьшают размах колебаний рассматриваемой гидрологической характеристики по сравнению с данными наблюдений.

Систематическое преуменьшение дисперсий исключается путем дополнительного расчета годовичных значений  $Q'_i$  по формуле

$$Q'_i = \frac{Q_i - \bar{Q}_{n'}}{R} + \bar{Q}_{n'}, \quad (2.15)$$

где  $Q_i$  – годовичные значения гидрологической характеристики, рассчитанные по уравнению регрессии;  $\bar{Q}_{n'}$  – среднее значение гидрологической характеристики за совместный период наблюдений.

Приведение параметров к многолетнему периоду осуществляется последовательно по нескольким уравнениям регрессии в порядке убывания парного или множественного коэффициентов корреляции при соблюдении требований (2.13).

По восстановленному ряду расходов  $Q_i$  совместно с данными наблюдений рассчитываются параметры распределения ( $\bar{Q}, C_v, C_s$ ) и коэффициент автокорреляции  $r(l)$  между значениями стока смежных лет.

Анализ исходной информации по периодам наблюдений (таблица 2.1) показал, что для двух створов (р. Ясельда – с. Мотоль и р. Ясельда – с. Старомлыны) для восстанавливаемого периода (1945 – 2000 гг.) количество исходной гидрологической информации (расходов воды) менее 10 лет, что не позволяет осуществить продление при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. Поэтому для продления были оставлены 30 рек-створов. При этом для р. Ясельда – г. Береза не требуется продление ряда, значения за весь исследуемый период представлены измеренными расходами воды.

Приведение к многолетнему единому периоду выполнено путем годовичного восстановления пропущенных (или не достающих) 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 лет (1945 – 2000 годы). Продолжительность репрезентативного периода установлена по разностным интегральным кривым с учетом многолетних колебаний исследуемой величины. Продление выполнено для годового, максимального весеннего и минимального летнего речного стока. Результаты продления для годового стока приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4. Основные характеристики исходных (в числителе) и продленных (в знаменателе) рядов годового стока

Наименование реки – створа	Норма $\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	К-т вариации $C_v$	К-т асимметрии $C_s$	К-т автокорреляции $r(l)$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Бобринк – с. Парахонск	5,87/6,13	0,37/0,36	0,17/0,30	0,15/-0,01
Горынь – пос. Горынь	77,2/74,7	0,34/0,29	0,99/1,29	0,12/-0,19
Горынь – пгт. Речица	111/102	0,31/0,33	0,43/0,59	0,09/0,16
Гривда – пгт. Иващевичи	2,78/2,82	0,32/0,27	2,37/1,59	0,08/-0,05
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,64/0,61	0,45/0,40	1,09/1,47	0,07/0,08
Жегулянка – с. Нехачево	1,13/0,98	0,31/0,40	1,84/0,98	-0,17/0,08
Каменка – пос. Мухавец	0,31/0,30	0,37/0,47	0,29/1,01	-0,09/0,04
кан. Винец – с. Рыгали	0,74/0,66	0,34/0,44	1,81/1,16	-0,20/0,00
Копаяювка – с. Черск	1,29/1,26	0,56/0,55	0,79/0,88	0,19/0,19

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

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Лесная – с.Замосты	8,42/8,43	0,28/0,28	1,20/1,20	0,16/0,10
Лесная – с. Тюхиничи	<b>10,2/11,4</b>	<b>0,16/0,28</b>	1,38/1,22	<b>0,01/0,16</b>
Малорыта – г. Малорита	1,87/1,89	0,46/0,48	1,31/0,81	-0,04/-0,04
Меречанка – с. Ставок	0,50/0,50	0,32/0,28	<b>1,22/0,44</b>	0,30/0,15
Меречанка – с.Красеево	0,58/0,54	0,28/0,32	0,51/0,52	0,21/0,17
Мухавец – г. Брест	26,2/24,6	0,57/0,54	2,62/2,77	0,14/0,10
Мухавец – г.Пружаны	0,340/0,36	<b>0,41/0,33</b>	1,29/0,99	0,01/0,09
Мышанка – с.Березки	3,70/3,94	0,28/0,34	0,88/0,57	0,45/0,65
Неслуха – с. Рудск	1,40/1,36	0,31/0,40	<b>0,19/1,80</b>	-0,41/-0,02
Припять – с. Коробы	115/117	0,37/0,36	0,66/0,78	0,15/-0,09
Припять – пгт. Туров	263/268	0,34/0,34	0,82/0,77	0,06/0,03
Припять – г. Пинск	70,4/64,1	0,29/0,30	0,46/0,62	-0,54/-0,08
Пульва – г. Высокое	1,21/1,21	0,29/0,27	0,96/0,88	0,19/0,14
Рудавка – с. Рудня	0,71/0,67	0,42/0,37	1,44/1,30	0,08/0,03
Ружанка – г. Ружаны	<b>3,31/2,47</b>	1,11/0,97	1,39/2,69	0,43/0,46
Рыта – с. Малые Радваничи	4,16/4,13	0,47/0,44	0,97/1,03	0,04/0,05
Цна – с. Дятловичи	4,59/4,35	0,42/0,44	0,40/0,45	<b>-0,05/0,09</b>
Щара – с. Доманово	17,2/16,6	0,28/0,23	1,07/0,53	0,07/0,03
Щара – с. Залужье	4,12/4,01	0,24/0,28	0,94/1,36	-0,27/-0,12
Ясельда–г. Береза	4,80/4,80	0,35/0,35	0,74/0,74	-0,06/-0,06
Ясельда – с. Сенин	19,3/19,5	0,38/0,37	0,79/0,72	0,11/0,02
<b>Среднее</b>	<b>25,4/25,0</b>	<b>0,38/0,39</b>	<b>1,03/1,13</b>	<b>0,04/0,07</b>

Анализ таблицы 2.4 показывает, что, в среднем, норма стока для продленного ряда уменьшилась на 2,43 % при максимальном увеличении на 11,76 % (р. Лесная – с. Тюхиничи) и максимальном уменьшении на 25,38 % (р. Ружанка – г. Ружаны), что можно объяснить небольшим по продолжительности периодом исходных наблюдений (19 и 20 лет соответственно). Для остальных рек-створов значительных колебаний изменений нормы стока не наблюдается. Что касается коэффициентов вариации ( $C_v$ ) и асимметрии ( $C_s$ ), то их среднее увеличение соответственно составило 5,0 % и 45,2 %. Для р. Мухавец – г. Пружаны уменьшение  $C_v$  максимальное (-19,8%), а для р. Лесная - с. Тюхиничи увеличение максимальное – 71,6 %. Для значений  $C_s$  соответственно р. Меречанка – с.Ставок (-64,2 %) и р. Неслуха – с. Рудск (863,1 %). Коэффициент автокорреляции ( $r(I)$ ) имеет максимальное значение для р. Мышанки – с. Березки как до восстановления (0,45), так и после (0,64). Максимальные его изменения отмечены для р. Цна – с. Дятловичи (-285 %) и р. Лесная – с. Тюхиничи (2616 %). Большие значения изменения  $r(I)$  объясняются его небольшими значениями (около 0).

В качестве основной модели продления использовались однофакторные модели, т. е. имеющие в составе уравнения регрессии один аналог. Такой выбор обосновывается высокими коэффициентами корреляции (более 0,9) и небольшими расхождениями восстановленных значений при использовании

одно-, двух-, и трехфакторных моделей. Например, для р. Щара – с. Доманово при продлении ряда по однофакторной модели использовалось четыре уравнения регрессии с коэффициентами корреляции соответственно 0,98; 0,97; 0,954; 0,931. При этом норма стока –  $\bar{Q} = 16,6 \text{ м}^3/\text{с}$ , коэффициенты вариации  $C_v = 0,23$  и асимметрии  $C_s = 0,53$ . Для двухфакторной модели продление осуществлялось по 3-м уравнениям регрессии (4 аналога) с коэффициентами корреляции 0,99; 0,97; 0,93 и статистическими параметрами ряда:  $\bar{Q} = 16,6 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $C_v = 0,24$ ,  $C_s = 0,73$  и по трехфакторной – по 3-м уравнениям (4 аналога) с коэффициентами корреляции 0,97; 0,92 и 0,89 при  $\bar{Q} = 16,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $C_v = 0,27$ ,  $C_s = 1,08$ . Как видно из приведенного примера использование одно-, двух- или трехфакторных моделей практически не влияет значимо на основные статистические параметры ряда и соответственно на сами восстановленные значения годового стока р. Щара – с. Доманово. Поэтому для восстановления возможно использование любой из описанных моделей. Но так как однофакторные модели имеют большую наглядность, то продление рядов речного стока базировалось, в основном, на них. Исключение составили лишь некоторые реки-створы при продлении рядов стока весеннего половодья и летне-осенней межени. В некоторых случаях привлекались двух- и трехфакторных модели, при этом одним из аналогов в таких моделях была река-створ с более полным, чем у других рядом наблюдений, но меньшим коэффициентом парной корреляции с восстанавливаемым рядом.

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

При восстановлении рядов стока и оценке по ним параметров кривых обеспеченности устойчивость этих параметров зависит не только от объема исходных данных, но и от объема эквивалентной наблюдаемым данным информации (эквивалентно-независимой информации).

Период наблюдений удлиняют до достижения приемлемых погрешностей статистических оценок ряда, учитывая требования генетического и статистического анализа (включение в ряд экстремальных характеристик, однородность ряда и др.).

Коэффициент вариации рассчитывают по восстановленному ряду при использовании парной корреляции в виде графической зависимости, в остальных случаях – по уравнениям, учитывающим различия колебаний водности в короткий и длительный (расчетный) периоды.

Коэффициент  $C_s$  устанавливают по его соотношению с коэффициентом  $C_v$ , которое определяют по совокупности соотношений для нескольких пунктов, расположенных в тех же физико-географических условиях и имеющих одинаковый вид распределения расчетной характеристики.

*Определение характеристик стока при отсутствии гидрометрических данных*

Гидрометрические данные о стоке воды могут полностью отсутствовать, что встречается наиболее часто, или могут быть непригодны по объему и качеству для статистических расчетов даже с использованием метода гидрологической аналогии. Существуют несколько способов определения гидрологических характеристик при отсутствии данных:

- 1) использование карт изолиний стока,
- 2) применение для расчетов районных зависимостей или формул с районными (зональными) параметрами и коэффициентами,
- 3) применение метода интерполяции между пунктами с достаточным периодом наблюдений,
- 4) использование уравнения водного баланса.

Первые два способа относятся к категории косвенных методов, основанных на исследовании связей гидрологических характеристик с определяющими их физико-географическими факторами и последующем обобщении полученных зависимостей или закономерностей распределения стока по территории в форме карт изолиний или районов и аналитических уравнений. Эти способы широко применяют в практике гидрологических расчетов, в то время как два последних способа имеют ограниченное применение.

Теоретической основой построения карт изолиний стока являются положение о неизменности среднего уровня увлажненности территории в историческое время и наличие зональности гидрологического режима. Теоретической основой районирования является сохранение во времени характера соотношения географической среды и режима речного стока, формирующегося в локальных природных условиях. Карты изолиний стока строят для рек с зональным характером водного режима, а с помощью районных зависимостей учитывают обычно азональные (местные) условия формирования стока.

*Карты изолиний стока* строят по данным о норме (средних многолетних значениях) или его обеспеченных значениях (сток фиксированной обеспеченности) для пунктов с зональным стоком, т. е. имеющим репрезентативные площади бассейна. Эти площади меняются в зависимости от географической зоны и рассматриваемой характеристики от десятков и сотен квадратных километров до 50...75 тыс. км<sup>2</sup>. Погрешности карт составляют обычно 10...20 %,

кроме районов с очень сложными условиями формирования стока или чрезвычайно слабой гидрологической изученностью, где эти погрешности больше. Карты изолиний не применяют для определения стока рек, которые находятся под подавляющим влиянием местных условий (озер, карста и др.).

Сток по карте определяют для центра водосбора расчетной реки путем прямолинейной интерполяции между соседними изолиниями стока.

Чтобы определить сток малой реки, в значения стока, снятые с карты, можно ввести поправку, зависящую от площади водосбора и географической зоны.

Районные зависимости стока от определяющих его физико-географических факторов используют для районов с однородными условиями формирования стока. В зависимости от рассматриваемой характеристики стока определяющие его факторы могут изменяться и поэтому границы районов также меняются для минимального, максимального, сезонного и годового стока. Чаще всего при этих исследованиях используют следующие факторы и характеристики: площадь и среднюю высоту водосбора, уклон склонов водосбора и русла реки, озерность, заболоченность, залесенность, осадки и испарение и др.

Сток можно рассчитывать по следующим формулам или районным зависимостям, а именно:

1) по формулам, содержащим постоянные параметры и коэффициенты, усредненные по обширным территориям и отражающие характер влияния интегральных факторов на сток рассматриваемого региона. Естественно, что с помощью постоянных коэффициентов и параметров практически очень трудно учесть большое разнообразие условий формирования стока;

2) по уравнениям, содержащим не только интегральные факторы, но и параметры и коэффициенты, переменные по территории и поэтому определяемые для конкретного района (районные эмпирические коэффициенты). При этом определяющее значение имеют правильность выделения однородного района и соблюдение принципов его выделения. Такие формулы более полно учитывают местные особенности формирования стока, что позволяет увеличить надежность расчетов, поэтому такие зависимости широко применяют в практике гидрологических расчетов.

*Метод интерполяции* целесообразно применять для хорошо гидрологически изученной равнинной территории. Используя этот метод для горных районов, необходимо учитывать изменение высоты водосбора, что осложняет расчет.

*Использование уравнения водного баланса малых рек для получения основных гидрологических характеристик*

При расчете стока воды по уравнениям водного баланса определяют основные составляющие уравнения, связанные с осадками, испарением и с учетом потребления воды на хозяйственные нужды. Уравнение для расчета стока воды на основе использования составляющих водного баланса речного бассейна можно записать в общем виде

$$h = X - E - (h_1 - h_2) + (\omega_n - \omega_k) + (v_n - v_k) + p, \quad (2.21)$$

где  $h$  – слой годового стока;  $X$  – сумма атмосферных осадков, выпадающих на водосбор за год;  $E$  – суммарное испарение с поверхности почвы, воды, снега и льда, в том числе транспирация за вычетом конденсации;  $(h_1 - h_2)$  – разница между водозабором на хозяйственные нужды  $h_1$  и возвратными водами  $h_2$ ;  $(\omega_n - \omega_k)$  – изменение запасов влаги в верхнем слое почвогрунтов;  $(v_n - v_k)$  – изменение запасов грунтовых вод;  $p$  – невязка водного баланса; индексы «н» и «к» обозначают начальный и конечный момент времени.

Все элементы водного баланса вычисляют как средние по водосбору и выражают в миллиметрах. В зависимости от типа водосбора, условий формирования рассматриваемой характеристики стока и периода времени составляющие; уравнения могут меняться. Например, в зимний период к осадкам, выпадающим на водосбор, добавляются еще осадки, попавшие на водосбор за счет переноса снега с поверхности другого водосбора (что может происходить на малых водосборах, особенно в степных районах), или же в уравнение добавляют члены, учитывающие аккумуляцию или сброску воды водохранилищем за расчетный период. Компоненты уравнения можно разделить на отдельные составляющие например, осадки – на снеговые и дождевые, испарение – на испарение с почвы, воды и транспирацию растительностью. Важным членом уравнения водного баланса может быть конденсация, особенно в засушливых районах. Если отдельные составляющие трудно определить, то их можно объединить в одну общую (например, атмосферные осадки и конденсацию или запасы почвенных и грунтовых вод).

Изложенные методы позволяют определить норму стока (среднее многолетнее значение) или сток фиксированной обеспеченности, хотя метод водного баланса применяется обычно лишь для определения среднего многолетнего стока. Для определения коэффициента вариации  $C_v$  применяют карты изолиний или районов и расчетные формулы, принципы построения и использования которых аналогичны изложенным для нормы стока. Коэффициент асимметрии  $C_s$  для неизученной реки определяют по совокупности его соот-

ношений с коэффициентом вариации, полученных по группе пунктов с одинаковым типом кривых обеспеченности.

#### 2.4. 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.

Первичный анализ однородности гидрологических рядов рекомендует проводить графическими методами, которые предусматривают построение суммарных (интегральных) кривых связей от времени  $\sum X = f(t)$  и двойных суммарных кривых связей  $\sum X = f(\sum X_a)$   $\sum X = f(\sum U)$ , где  $\sum X$  – нарастающее значение гидрологической характеристики исследуемой реки во времени;  $\sum X_a$  – то же реки - аналога;  $\sum U$  – то же стокообразующего фактора.

Резкое изменение угла наклона таких кривых характеризует начало изменения водного режима. Результаты графического анализа должны подтверждаться информацией об изменении условий формирования водного режима на водосборе и в русле, так как нарушение однородности рядов стока возможно и по причине естественных природных циклов изменения водности.

При необходимости количественной оценки однородности исходных данных наблюдений, применяются статистические критерии однородности средних значений и дисперсий с учетом внутрирядных и межрядных корреляционных связей.

Общий анализ однородности выборки непрерывного распределения проводится на основе теоремы Гнеденко-Королюка при объеме выборки  $N=2n < 60$ .

При нечетном числе членов ряда наблюдений первый или последний элементы ряда исключаются из рассмотрения. Принятая выборка разбивается на две равные части. Определяется наибольшее отклонение между обеспеченностями двух выборок объемом  $n$ , т.е. положительное значение  $d_m$ . В этом случае эмпирическая обеспеченность  $d$  определяется по формуле

$$d = \frac{m}{n}, \quad (2.17)$$

где  $m$  – порядковый номер члена ряда, расположенного в возрастающем порядке.

Рассчитывается значение параметра  $c$  по формуле



$$c = n \cdot d_{mn} (0 \leq d_{mn} \leq 1) . \quad (2.18)$$

По приложению Б [Пособие..., 2000] определяется уровень значимости  $\alpha$ , соответствующий значениям  $c$  и  $n$ . Гипотеза однородности принимается, если выборка удовлетворяет критериям случайности, при  $\alpha \geq 5\%$  .

При объеме выборки  $N=2n \geq 60$ , рекомендуется применять критерий однородности Колмогорова-Смирнова. В этом случае, выборка объемом  $N = k + l$ , после элемента  $k$ , разбивается на две части таким образом, чтобы удовлетворялось условие формулы

$$\frac{k \cdot l}{(k + l)} = n \geq 15 . \quad (2.19)$$

Затем определяется наибольшее отклонение между эмпирическими обеспеченностями двух полученных выборок, т. е. положительное значение  $d_{kl}$ , и рассчитывается значение параметра  $z$  по формуле

$$z = d_{kl} \cdot \sqrt{n} (0 \leq d_{kl} \leq 1) . \quad (2.20)$$

По приложению В [Пособие..., 2000], определяется значение функции распределения Колмогорова  $L(z)$  и по формуле  $\alpha = 1 - L(z) (0 \leq \alpha \leq 1)$ , устанавливается уровень значимости  $\alpha$ . Если  $\alpha \geq 5\%$ , то гипотеза однородности принимается.

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

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{n_x \hat{\sigma}_x^2 + n_y \hat{\sigma}_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_x \cdot n_y \cdot (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}} , \quad (2.21)$$

где  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  – выборочные средние;  $\hat{\sigma}_x^2$  и  $\hat{\sigma}_y^2$  – выборочные дисперсии;  $n_x$  и  $n_y$  – объемы выборок.

Критические значения  $t$ -критерия Стьюдента  $t_\alpha$  определяются по приложению Г [Пособие..., 2000], в котором приведены ординаты его распределения.

Оценка однородности выборочных средних из асимметрично распределенных совокупностей выполняется аналогичным образом при тех же значениях  $t_\alpha$ . Полученное значение  $t$ -критерия Стьюдента сравнивается 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  $F_{\alpha}$  – критическое значение критерия однородности Фишера, определяется по приложению Д [Пособие..., 2000], 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

$$F = \frac{\hat{\sigma}_x^2}{\hat{\sigma}_y^2}, \quad (2.27)$$

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

Значение  $F_{\alpha}$  определяется по приложению Д [Пособие..., 2000] в зависимости от объема выборок  $n_x = n_y$ , принятого уровня значимости  $\alpha$ , внутрирядной  $r(1)$  и межрядной корреляции ( $R$ ). При оценке однородности гидрологических характеристик, как правило, используется уровень значимости 5 %. Поскольку эффективность критерия Фишера уменьшается с ростом асимметрии, рекомендуется предварительно нормализовать исходные совокупности.

После подтверждения гипотезы об однородности рядов стока возможна корректная статистическая оценка по одной из приведенных выше методик.

Так как наиболее вероятным переломом в формировании водного режима рек Беларуси можно считать 1966 г. – начало массовых мелиораций, 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. Используя Приложения Г и Д [Пособие..., 2000], были найдены критические значения критериев Стьюдента и Фишера для каждой из двух частей разбитого исходного ряда.

В таблице 2.5 приведены значения критерия Стьюдента и Фишера, рассчитанные для восстановленных рядов годового стока, а также их критические значения.

Анализ таблицы 2.5 показывает, что для рр. Копавка – с.Черск и Мышанка – с. Березки получены значения критериев Стьюдента и Фишера значительно больше критических значений при 5 %-ном уровне значимости, что отвергает гипотезу об однородности данных в рядах годового стока. Анализ причин неоднородности рядов по этим двум рекам-створам привел к выводу об интенсивной хозяйственной деятельности в водосборах этих рек, начиная с 1966 г., что подтвердилось материалами проектного института «Полесьегипроводхоз» (г. Пинск).

Таблица 2.5. Рассчитанные и критические значения критериев Стьюдента и Фишера для оценки однородности восстановленных рядов

Река–створ	Период (годы)	Критический критерий Стьюдента, $t_{кр}$	Критический критерий Фишера, $F_{кр}$	Критерий Стьюдента, $t$	Критерий Фишера, $F$	Подтверждение гипотезы об однородности ряда	
						по $t$	по $F$
1	2	3	4	5	6	7	8
Бобринь – с. Парахонск	1945 – 1965	2,034	2,739	3,196	1,128	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Да
Горынь – пос. Горынь	1945 – 1965	2,034	2,739	0,317	1,530	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Горынь – пгт. Речица	1945 – 1965	2,034	2,739	3,578	2,002	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Да
Гривда – г. Ивацевичи	1945 – 1965	2,034	2,739	0,324	2,046	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Жабинка – с. М. Жабинка	1945 – 1965	2,034	2,739	1,444	1,445	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Жегулянка – с. Нехачево	1945 – 1965	2,046	2,974	3,582	1,595	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Да
Каменка – пос. Мухавец	1945 – 1965	2,034	2,739	0,501	1,060	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
кан. Винец – с. Рыгали	1945 – 1965	2,034	2,739	3,167	1,367	Нет	Да
	1966 – 2000	1,998	2,078			Нет	Да
Копаявка – с. Черск	1945 – 1965	2,034	2,739	4,139	3,482	Нет	Нет
	1966 – 2000	1,998	2,078			Нет	Нет
Лесная – с. Замосты	1945 – 1965	2,034	2,739	1,371	1,168	Да	Да
	1966 – 2000	1,998	2,078			Да	Да
Лесная – с. Тюхиничи	1945 – 1965	2,040	2,857	1,290	1,139	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Малорыга – г. Малорита	1945 – 1965	2,034	2,739	1,360	1,130	Да	Да
	1966 – 2000	1,998	2,078			Да	Да
Мерчанка – с. Ставок	1945 – 1965	2,034	2,739	1,658	1,239	Да	Да
	1966 – 2000	2,011	2,289			Да	Да
Мерчанка – с. Красеево	1945 – 1965	2,034	2,739	1,905	1,329	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Мухавец – г. Брест	1945 – 1965	2,046	2,974	1,162	2,753	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Нет
Мухавец – г. Пружаны	1945 – 1965	2,034	2,739	4,002	1,397	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Да
Мышанка – с. Березки	1945 – 1965	2,034	2,739	5,402	3,530	Нет	Нет
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Нет

1	2	3	4	5	6	7	8
Неслуха – с. Рудск	1945 – 1965	2,034	2,739	0,517	3,058	Да	Нет
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Нет
Припять – с. Коробы	1945 – 1965	2,034	2,739	3,408	1,789	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Да
Припять – пгт. Туров	1945 – 1965	2,034	2,739	3,592	2,026	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Да
Припять – г. Пинск	1945 – 1965	2,034	2,739	3,491	1,403	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Да
Пульва – г. Высокое	1945 – 1965	2,040	2,857	1,377	1,008	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Рудава – с. Рудня	1945 – 1965	2,034	2,739	1,783	1,008	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Ружанка – г. Ружаны	1945 – 1965	2,034	2,739	0,314	2,299	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Рыга – с. М. Радваничи	1945 – 1965	2,034	2,739	0,914	1,070	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Цна – с. Дятловичи	1945 – 1965	2,034	2,739	4,379	2,507	Нет	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Нет	Нет
Щара – с. Доманово	1945 – 1965	2,034	2,739	2,344	1,337	Нет	Да
	1966 – 2000	1,998	2,078			Нет	Да
Щара – с. Залужье	1945 – 1965	2,046	2,974	0,357	1,998	Да	Да
	1966 – 2000	1,999	2,097			Да	Да
Ясельда – г. Береза	1945 – 1965	2,034	2,739	2,964	1,117	Нет	Да
	1966 – 2000	1,998	2,078			Нет	Да
Ясельда – с. Сенин	1945 – 1965	2,034	2,739	3,608	1,032	Нет	Да
	1966 – 2000	1,998	2,078			Нет	Да

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

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

### 3. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Водные ресурсы являются одним из важнейших видов природных ресурсов и в современном понимании представляют совокупность всех вод определенной территории, которые по своим характеристикам пригодны и доступны для использования как в данное время, на достигнутом уровне развития производительных сил общества, так и в ближайшем будущем и которые поддаются учету, планированию и управлению [Булавко, Плужников, 1982]. Особенности водных ресурсов в отличие от других природных ресурсов являются непрерывная возобновляемость, большая изменчивость не только в пространстве, но и во времени. В связи с этим использование водных ресурсов в народном хозяйстве, как правило, требует сложных инженерных решений.

В общем случае в состав водных ресурсов входят воды рек, озер, каналов, водохранилищ, морей и океанов, почвенная влага, подземные воды, льды горных и полярных ледников, водяной пар атмосферы. Мировые водные ресурсы оцениваются в  $1390 \cdot 10^6 \text{ км}^3$ , при этом на долю Мирового океана приходится 96,4 % (таблица 3.1) [Общая..., 1991].

На современном уровне развития производительных сил не все виды ресурсов могут быть использованы в широких масштабах. Поэтому в настоящее время практическое значение имеют лишь водные ресурсы поверхностных вод, почвенная влага и подземные воды.

Водные ресурсы Беларуси, в том числе и Брестской области, формируются как за счет атмосферных осадков (местный речной сток, почвенная влага, подземные воды), так и за счет внешнего притока с сопредельных территорий (транзитные воды).

Фонд поверхностных водоисточников нашей страны включает 20,8 тыс. рек, 10,8 тыс. озер, 1,5 тыс. прудов и более 140 водохранилищ. Основными речными системами бассейна Балтийского моря являются рр. Западная Двина, Неман и Западный Буг, Черного моря – Днепр с притоками, Березина, Сож и Припять.

Уточненные естественные ресурсы речных вод Беларуси по бассейнам основных рек и по областям с учетом асинхронности стока приведены в таблице 3.2 [Плужников, Фадеева и др., 1996].

Сток по областям превышает суммарный сток по стране ввиду того, что происходит перемещение одних и тех же водных масс из одной области в другую и при суммировании часть воды учитывается неоднократно.

Таблица 3.1. Запасы воды на земном шаре

Виды природных вод	Площадь		Объем, тыс. км <sup>3</sup>	Доля в мировых запасах, %		Средний период условного возобновления запасов воды
	млн. км <sup>2</sup>	% от площади суши		от общих запасов воды	от запасов пресных вод	
Вода на поверхности литосферы						
Мировой океан	361	-	1338000	96,4	-	2650 лет
ледники и постоянный снежный покров	16,3	11	25800	1,86	70,3	9700 лет
Озера	2,1	1,4	176	0,013	-	17 лет
В т.ч. пресные	1,2	0,8	91	0,007	0,25	-
Водохранилища	0,4	0,3	6	0,0004	0,016	52 дня
Вода в реках	-	-	2	0,0002	0,005	19 дней
Вода в болотах	2,7	1,8	11	0,0008	0,03	5 лет
Вода в верхней части литосферы						
Подземные воды	-	-	23400	1,68	-	1400 лет
в т.ч. пресные	-	-	10530	0,76	28,7	-
Подземные льды зоны многолетне-мерзлых пород	2,1	14	300	0,022	0,82	10000 лет
Вода в атмосфере и в организмах						
Вода в атмосфере	-	-	13	0,001	0,04	8 дней
Вода в организмах	-	-	1	0,0001	0,003	Несколько часов
Общие запасы воды						
Общие запасы воды	-	-	1388000	100	-	-
в т.ч. пресной	-	-	36700	2,64	100	-

Как видно из таблицы 3.2 из всех областей республики Брестская область 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.

Таблица 3.2. Ресурсы поверхностных вод Беларуси по бассейнам основных рек и административным областям

Река Область	Речной сток, км <sup>3</sup> /год							
	местный				общий			
	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	обеспеченность			Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	обеспеченность		
50%		75%	95%	50%		75%	95%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
Вилия	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 Западный Буга

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

Водные ресурсы используемые в области состоят из ресурсов поверхностных и подземных вод, а также ресурсов почвенной влаги как переходного звена от прервых ко вторым.

### 3.1. Ресурсы поверхностных вод

На территории Брестской области имеется большое количество рек и озер, которые служат хорошими источниками воды и широко используется для хозяйственно-питьевого, производственного, сельскохозяйственного, рыбохозяйственного и др. водообеспечения, в санитарно-гигиенических и рекреационных целях. Основной и наиболее ценной частью ресурсов поверхностных вод является постоянно возобновляемый речной сток. Виды и способы его использования во многом зависят от гидрологического режима, гидрографической сети, состоящей из естественных водотоков и искусственных каналов различного назначения. Ее характер, а также особенности формирования речного стока в значительной степени определяются географическим положением области на водоразделе Черного и Балтийского морей, который проходит извилистой линией с юго-запада на северо-восток области.

Основными источниками водных ресурсов области являются средние реки, возле которых концентрируются население и промышленность. Однако нельзя недооценивать и ресурсы малых рек. Сеть мелких водотоков представляет собой область формирования местного стока, а территориальная рассредоточенность малых рек делает их водные ресурсы доступными для повсеместного использования.

Одной из важнейших гидрологических характеристик, которая необходима для оценки водных ресурсов, проектирования водохозяйственных мероприятий, судоходства, рыболовства и т. д., является норма годового стока. Она определяет потенциальные водные ресурсы речного бассейна или района.

В таблице 3.3 приведены нормы годового стока рек Брестской области на которых ведутся гидрометрические наблюдения, а также по створам закрытым в настоящее время по тем или иным причинам и продленными нами (глава 2) до 2000 г.

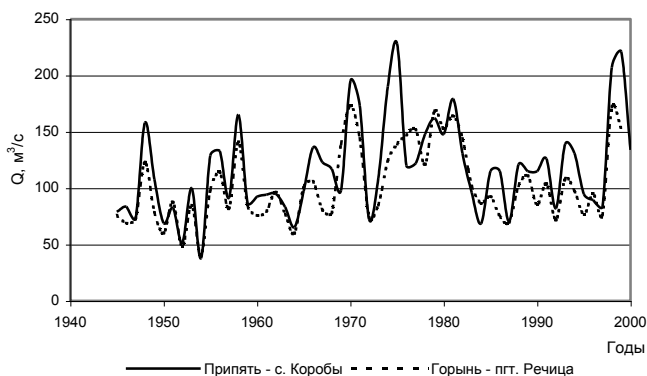
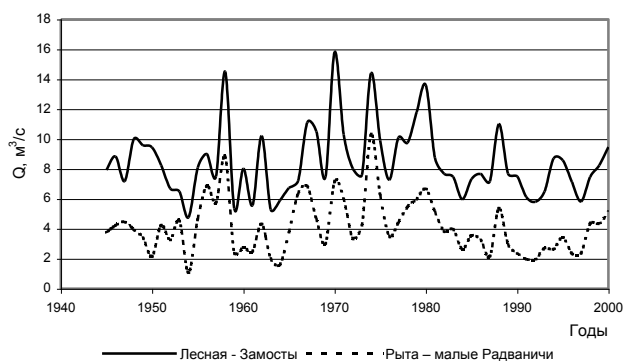
Таблица 3.3. Основные гидрологические характеристики рек

Река – створ	Норма стока, м <sup>3</sup> /с	К-т вариации C <sub>v</sub>	Соотношение C <sub>v</sub> /C <sub>s</sub>	Значения расходов (м <sup>3</sup> /с), обеспеченностью, %				
				5	25	50	75	95
1	4	5	6	7	8	9	10	11
Бобрин – с. Парохонск	6,13	0,37	2,0	13,7	9,57	7,27	4,75	3,38
Горынь – пос. Горынь	75,7	0,29	5,5	104	84,0	73,4	64,9	55,4
Горынь – пгт. Речица	102	0,34	3,0	240	120	97,5	80,3	60,0
Гривда – г. Ивацевичи	2,85	0,27	6,0	4,03	3,15	2,74	2,4	2,04
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,62	0,42	5,0	1,11	0,732	0,563	0,441	0,325
Жегулянка – с. Нехачево	0,986	0,42	3,5	1,76	1,19	0,905	0,696	0,481
Каменка – пос. Мухавец	0,308	0,49	3,0	0,714	0,399	0,258	0,160	0,074
кан. Винец – с. Рыгали	0,670	0,46	3,5	1,29	0,816	0,599	0,441	0,286
Копаяровка – с. Черск	1,26	0,59	2,5	2,64	1,61	1,11	0,748	0,400
Лесная – с. Замосты	8,50	0,29	5,5	11,8	9,46	8,22	7,24	6,15
Лесная – с. Тюхиничи	11,4	0,28	6,0	15,83	12,61	11,08	9,79	8,39
Малорыга – г. Малорита	1,89	0,5	2,5	3,48	2,34	1,74	1,27	0,79
Меречанка – с. Ставок	0,498	0,29	3,0	0,85	0,600	0,47	0,362	0,244
Меречанка – с. Красеево	0,544	0,33	3,0	0,897	0,647	0,514	0,409	0,293
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
Мышанка – с. Березки	3,94	0,35	3,0	6,21	4,63	3,76	3,06	2,27
Неслуха – с. Рудск	1,38	0,42	5,5	2,42	1,60	1,25	0,998	0,749
Припять – с. Коробы	118	0,37	3,5	185	137	113	93,1	70,9
Припять – пгт. Туров	268	0,35	3,5	419	311	256	211	161
Припять – г. Пинск	64,1	0,31	3,5	100	74,4	61,2	50,4	38,5
Пульва – г. Высокое	1,22	0,28	4,5	1,825	1,388	1,168	0,994	0,801
Рудавка – с. Рудня	0,673	0,38	4,5	1,198	0,797	0,614	0,482	0,348
Ружанка – г. Ружаны	2,47	1,15	4,0	7,30	3,03	1,64	0,877	0,353



1	4	5	6	7	8	9	10	11
Рыга – М. Радваничи	4,20	0,47	3,5	7,47	5,05	3,86	2,97	2,06
Цна – с. Дятловичи	4,40	0,43	2,5	7,72	5,38	4,12	3,11	2,03
Щара – с. Доманово	16,7	0,24	3,5	22,8	18,7	16,3	14,3	11,9
Щара – с. Залужье	4,04	0,29	6,0	5,70	4,47	3,89	3,42	2,91
Ясельда –г.Береза	4,72	0,33	2,5	7,37	5,57	4,54	3,68	2,68
Ясельда – с. Сенин	19,6	0,38	3,0	30,5	22,9	18,7	15,3	11,4

Под влиянием климатических и других физико–географических факторов годовой сток претерпевает непрерывные колебания во времени. На рисунке 3.1. представлены хронологические графики колебаний характерных расходов воды некоторых рек Брестской области.



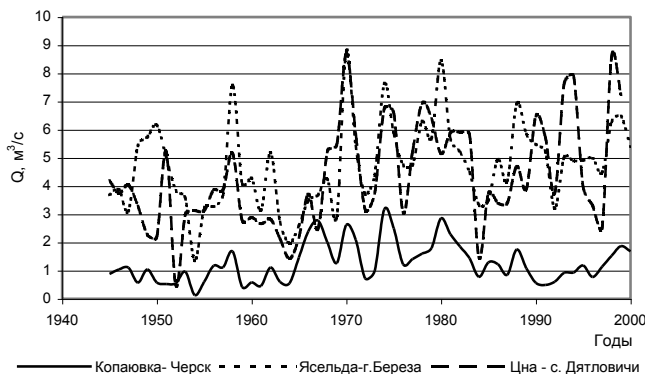


Рисунок 3.1. Графики колебаний характерных расходов воды рек Брестской области.

Как видно из графиков, колебания годового стока носят циклический характер, выражающийся в последовательной смене многоводных и маловодных лет. Для более наглядного представления цикличности колебаний стока используют разностные интегральные кривые годового стока (рисунок 3.2). Интегральные кривые стока построены в относительных величинах

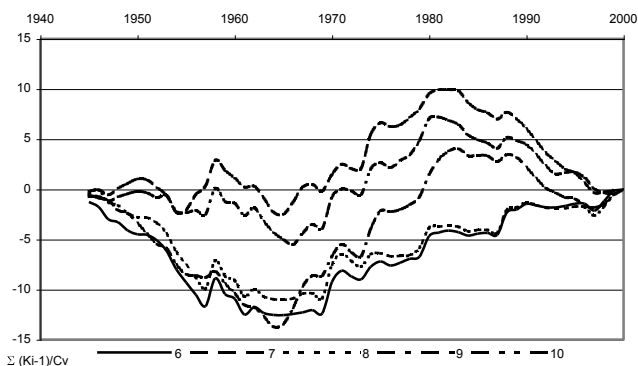
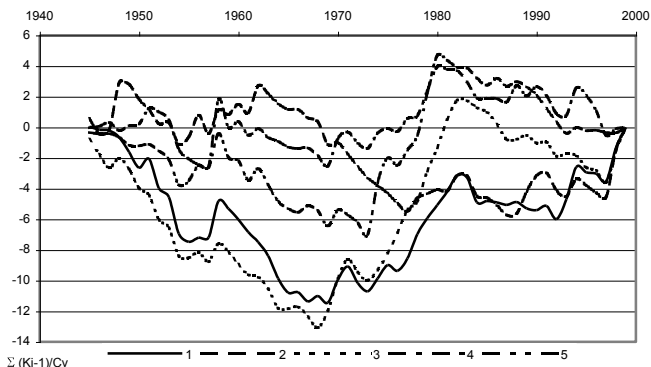
( $K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$ ). Ординаты разностной интегральной кривой стока определялись

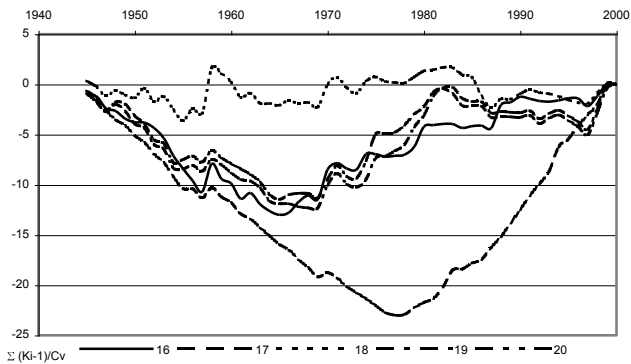
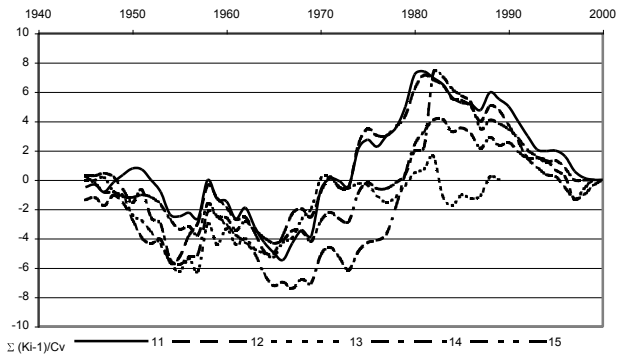
последовательным суммированием модульных коэффициентов хронологического ряда годового стока  $K_i$  от их среднего многолетнего значения  $\bar{K} = 1$ , т.е. установлена зависимость  $\sum (K_i - 1) \int C_v = f(T)$ .

Основным свойством разностной интегральной кривой заключается в том, что отклонение  $K_i$  за любой интервал времени  $T$  от среднего его значения за весь многолетний период наблюдений характеризуется тангенсом угла наклона линии соединяющей точки начала и конца интервала, к горизонтальной прямой.

Если при движении от ранних дат к более поздним участок интегральной кривой поднимается в вверх относительно горизонтальной линии и ( $\bar{K}_M - 1 > 0$ ), то период соответствует многоводной фазе цикла колебаний стока. Если участок кривой наклонен вниз и ( $\bar{K}_M - 1 < 0$ ), то период соответствует маловодной фазе. Если ординаты начала и конца участка интегральной кривой равны, то  $\bar{K}_M = 1$  и, следовательно, этот интервал соответствует полному цик-

лу колебаний водности. Выделяя на интегральной кривой значительные циклы и последовательно объединяя их в один более продолжительный период, устанавливают расчетный репрезентативный период, по которому следует определить ту или иную гидрологическую характеристику.





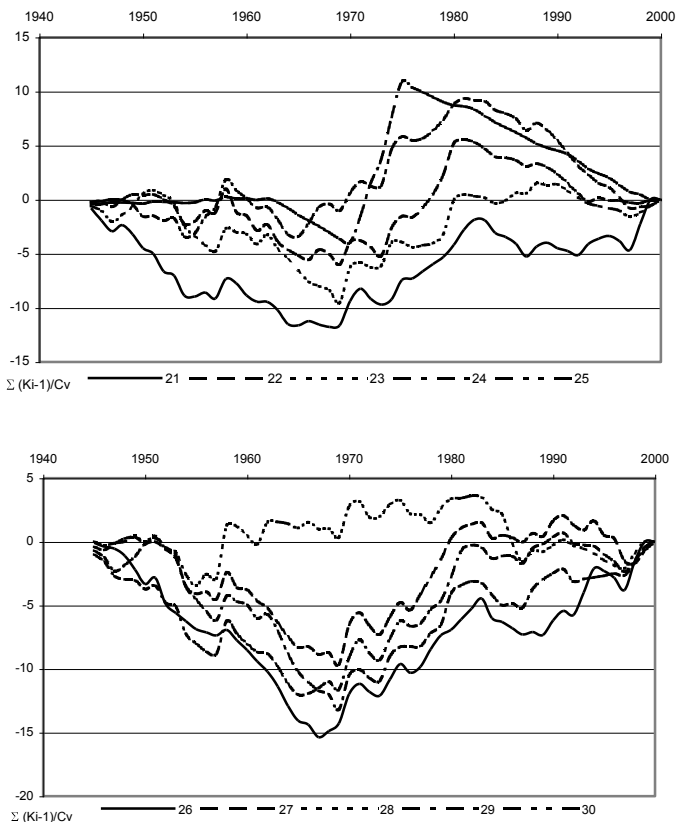


Рисунок 3.2. Нормированные разностные интегральные кривые годового расхода воды по рекам Брестской области: 1. Бобрик - с. Парухонск; 2. Горынь - пос. Горынь; 3. Горынь - пгт. Речица; 4. Гривда - гпт. Ивацевичи; 5. Жабинка - с. Малая Жабинка; 6. Жегулянка - Нехачево; 7. Каменка - пос. Мухавец; 8. кан. Винец - с. Рыгали; 9. Копаявка - с. Черск; 10. Лесная - Замостье; 11. Лесная - Тюхиничи; 12. Малорыта - г. Малорыта; 13. Меречанка - с. Ставок; 14. Меречанка - с. Красеево; 15. Мухавец - г. Брест; 16. Мухавец - г. Пружаны; 17. Мышанка - с. Березки; 18. Неслуха - с. Рудск; 19. Припять - с. Коробы; 20. Припять - пгт. Туров; 21. Припять - г. Пинск (мост Любанский); 22. Пульва - г. Высокое; 23. Рудава - с. Рудня; 24. Ружанка - г. Ружаны; 25. Рыта - с. Малые Радваничи; 26. Цна - с. Дятловичи; 27. Щара - с. Доманово; 28. Щара - с. Залужье; 29. Ясельда-г. Береза; 30. Ясельда - с. Сеннин.

Многолетние колебания годового стока и других характеристик можно рассматривать как изменение случайных величин, поэтому для их моделирования можно применять методы математической статистики. Принципиальное обоснование применения статистических методов к расчетам стока заключается в известной центральной теореме теории вероятностей, суть которой заключается в том, что если случайная величина представляет собой сумму (или линейную функцию) большого числа независимых одна от другой величин, то независимо от законов распределения суммарной величины, при стремлении количества случайных величин к бесконечности, стремится к нормальному закону распределения (или близкому к нему).

Установив вероятностные колебания стока по наблюдениям за сравнительно короткий отрезок времени, экстраполируют пределы колебаний стока за пределы периода наблюдений. С использованием кривых трехпараметрического гамма-распределения в зависимости от коэффициента вариации ( $C_v$ ) и соотношения ( $C_s/C_v$ ) были определены, по рекам Брестской области имеющим гидрометрические наблюдения, годовые расходы воды различной обеспеченности (таблица 3.3). Расчеты выполнены для очень многоводного года (5 %), многоводного (25 %), маловодного (75 %) и очень маловодного (95 %) годов.

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 основным для расчета календарного внутригодового распределения стока.

Реки Брестской области относятся к рекам с весенним половодьем, для которых характерны следующие сезоны: весна, лето – осень, зима. На рисунке 3.3 приведен средний многолетний гидрограф за водохозяйственный год по р. Ясельда – г. Береза, на котором выделены нелимитирующий период (весна: март–май), лимитирующий период (лето – осень, зима: июнь – февраль) и лимитирующий сезон (лето – осень: июнь – ноябрь).

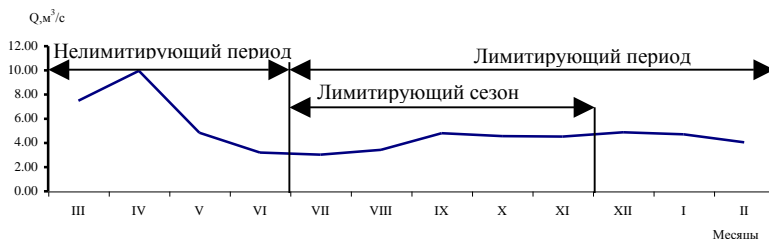


Рисунок 3.3. Средний многолетний гидрограф стока р. Ясельда – г. Береза.

Методом компоновки нами рассчитано внутригодовое распределение стока для рек области имеющих продолжительный период наблюдений, с использованием программного комплекса “Гидролог” [Определение..., 2000]. Расчеты выполнены для пяти характерных лет (5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности) и приведены в таблице 3.4

Таблица 3.4. Распределение месячного и сезонного стока рек Брестской области (числитель – в % от годового, знаменатель – в  $\text{м}^3/\text{с}$ )

Интервал осреднения	Водность года									
	очень многоводный		многоводный		средний		маловодный		очень маловодный	
	$\text{м}^3/\text{с}$	%	$\text{м}^3/\text{с}$	%	$\text{м}^3/\text{с}$	%	$\text{м}^3/\text{с}$	%	$\text{м}^3/\text{с}$	%
р. Лесная – с. Замосты										
<b>Весна</b>	<b>54,56</b>	<b>34,22</b>	<b>46,43</b>	<b>32,96</b>	<b>41,32</b>	<b>42,75</b>	<b>5,61</b>	<b>47,08</b>	<b>34,67</b>	<b>53,35</b>
Март	31,52	19,77	14,96	12,42	12,22	12,64	12,10	14,89	16,42	25,35
Апрель	14,86	9,32	24,80	20,97	22,11	22,87	20,43	25,15	10,94	16,90
Май	8,18	5,13	6,94	5,87	7,00	7,24	5,71	7,04	7,31	11,28
<b>Лето–осень</b>	<b>65,59</b>	<b>41,14</b>	<b>40,87</b>	<b>34,56</b>	<b>29,97</b>	<b>31,01</b>	<b>22,26</b>	<b>27,41</b>	<b>14,82</b>	<b>22,89</b>
Июнь	6,30	3,95	5,69	4,81	6,69	6,92	3,10	3,81	2,97	4,58
Июль	8,69	5,45	4,34	3,67	4,66	4,82	2,36	2,91	2,16	3,33

Интервал осреднения	Водность года									
	очень много- водный		многоводный		средний		маловодный		очень маловод- ный	
	м³/с	%	м³/с	%	м³/с	%	м³/с	%	м³/с	%
Август	13,44	8,43	9,44	7,98	3,34	3,46	5,14	6,33	1,56	2,41
Сентябрь	6,75	4,23	5,00	4,23	3,89	4,03	2,72	3,35	1,79	2,76
Октябрь	12,69	7,96	6,59	5,57	4,98	5,16	3,59	4,42	2,39	3,69
Ноябрь	17,73	11,12	9,82	8,30	6,41	6,63	5,35	6,59	3,96	6,12
<b>Зима</b>	<b>32,29</b>	<b>24,64</b>	<b>30,96</b>	<b>26,18</b>	<b>25,36</b>	<b>26,24</b>	<b>20,72</b>	<b>25,51</b>	<b>15,27</b>	<b>23,58</b>
Декабрь	11,26	7,06	9,23	7,80	11,46	11,85	6,17	7,60	6,45	9,96
Январь	7,33	4,60	14,92	12,62	8,37	8,66	9,99	12,29	4,06	6,27
Февраль	20,70	12,98	6,81	5,76	5,53	5,72	4,56	5,61	4,76	7,35
р. Ясельда – г. Береза										
<b>Весна</b>	<b>25,73</b>	<b>28,96</b>	<b>23,35</b>	<b>35,38</b>	<b>23,67</b>	<b>43,63</b>	<b>24,16</b>	<b>54,02</b>	<b>24,16</b>	<b>70,94</b>
Март	7,88	8,86	12,87	19,49	6,74	12,43	13,31	29,76	8,13	23,87
Апрель	14,59	16,41	6,74	10,21	13,35	24,61	6,97	15,59	10,44	30,65
Май	3,27	3,68	3,75	5,68	3,58	6,59	3,88	8,67	5,59	16,42
<b>Лето– осень</b>	<b>42,75</b>	<b>48,11</b>	<b>27,04</b>	<b>40,97</b>	<b>18,03</b>	<b>33,23</b>	<b>10,85</b>	<b>24,27</b>	<b>4,09</b>	<b>12,02</b>
Июнь	3,63	4,08	3,06	4,64	3,35	6,18	1,23	2,75	1,14	3,34
Июль	5,51	6,20	2,49	3,77	2,23	4,11	1,00	2,24	0,61	1,80
Август	7,31	8,23	3,88	5,88	1,71	3,15	1,56	3,48	0,39	1,16
Сентябрь	12,43	13,99	9,05	13,71	2,42	4,45	3,63	8,12	0,37	1,08
Октябрь	8,51	9,57	5,40	8,17	3,35	6,17	2,17	4,84	0,59	1,73
Ноябрь	5,36	6,03	3,17	4,79	4,97	9,16	1,27	2,84	0,99	2,91
<b>Зима</b>	<b>20,38</b>	<b>22,93</b>	<b>15,61</b>	<b>23,65</b>	<b>12,55</b>	<b>23,14</b>	<b>9,71</b>	<b>21,71</b>	<b>5,80</b>	<b>17,04</b>
Декабрь	10,04	11,30	4,90	7,43	5,34	9,85	3,05	6,82	2,98	8,74
Январь	5,99	6,74	3,89	5,90	3,20	5,90	2,42	5,41	1,59	4,67
Февраль	4,35	4,89	6,81	10,32	4,01	7,39	4,24	9,48	1,23	3,62
р. Горынь–пгт. Речица										
<b>Весна</b>	<b>628,71</b>	<b>34,7</b>	<b>596,8</b>	<b>39,68</b>	<b>575,53</b>	<b>43,56</b>	<b>549,39</b>	<b>47,69</b>	<b>508,28</b>	<b>53,93</b>
Март	332,02	18,3	332,99	22,14	172,17	13,03	306,56	26,61	238,55	25,31
Апрель	195,82	10,8	168,37	11,20	296,94	22,47	155,01	13,46	158,81	16,85
Май	100,87	5,56	95,40	6,34	106,42	8,05	87,83	7,62	110,92	11,77
<b>Лето– осень</b>	<b>753,99</b>	<b>41,6</b>	<b>577,66</b>	<b>34,81</b>	<b>474,72</b>	<b>35,93</b>	<b>383,73</b>	<b>33,31</b>	<b>276,43</b>	<b>29,33</b>
Июнь	89,86	4,96	105,53	7,02	106,14	8,03	70,10	6,08	62,92	6,68
Июль	192,56	10,6	153,94	10,24	85,18	6,45	102,26	8,88	43,21	4,58
Август	146,36	8,07	73,83	4,91	65,51	4,96	49,04	4,26	35,25	3,74
Сентябрь	77,90	4,30	104,57	6,95	65,50	4,96	69,47	6,03	38,95	4,13
Октябрь	98,91	5,46	74,15	4,93	80,42	6,09	49,26	4,28	43,31	4,60
Ноябрь	148,39	8,19	65,64	4,36	71,97	5,45	43,60	3,79	52,79	5,60
<b>Зима</b>	<b>430,20</b>	<b>23,7</b>	<b>329,51</b>	<b>21,91</b>	<b>270,99</b>	<b>20,51</b>	<b>218,88</b>	<b>19,00</b>	<b>157,77</b>	<b>16,74</b>
Декабрь	134,11	7,40	98,83	6,57	118,79	8,99	65,65	5,70	61,69	6,51
Январь	198,56	10,9	159,86	10,63	85,35	6,46	106,19	9,22	44,05	4,67
Февраль	97,53	5,38	70,83	4,71	66,84	5,06	47,05	4,08	52,34	5,55



Интервал осреднения	Водность года									
	очень много- водный		многоводный		средний		маловодный		очень маловод- ный	
	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%
р. Рыта – д. Малые Радваничи										
<b>Весна</b>	<b>20,81</b>	<b>23,22</b>	<b>24,14</b>	<b>39,36</b>	<b>22,72</b>	<b>48,10</b>	<b>20,33</b>	<b>55,43</b>	<b>86,35</b>	<b>63,68</b>
Март	11,28	12,59	11,24	18,32	7,52	15,92	9,46	25,80	7,81	30,43
Апрель	5,83	6,51	7,82	12,75	10,60	22,43	6,59	17,96	4,91	19,12
Май	3,69	4,12	5,08	8,29	4,61	9,75	4,28	11,67	3,63	14,14
<b>Лето– осень</b>	<b>40,53</b>	<b>45,23</b>	<b>27,17</b>	<b>35,40</b>	<b>14,51</b>	<b>30,71</b>	<b>9,85</b>	<b>26,85</b>	<b>5,83</b>	<b>22,701</b>
Июнь	8,44	9,42	4,88	7,95	3,22	6,81	2,21	6,03	1,37	5,32
Июль	6,01	6,71	2,35	3,83	2,24	4,75	1,06	2,90	0,85	3,33
Август	3,80	4,25	3,62	5,90	1,44	3,05	1,64	4,47	0,71	2,77
Сентябрь	3,99	4,45	4,28	6,98	1,98	4,19	1,94	5,29	0,79	3,09
Октябрь	7,40	8,26	3,67	5,98	2,41	5,09	1,66	4,53	0,96	3,75
Ноябрь	10,88	12,14	2,92	4,77	3,22	6,82	1,33	3,62	1,14	4,44
<b>Зима</b>	<b>28,27</b>	<b>31,55</b>	<b>15,48</b>	<b>25,24</b>	<b>10,01</b>	<b>21,19</b>	<b>6,50</b>	<b>17,72</b>	<b>3,50</b>	<b>13,62</b>
Декабрь	9,28	10,35	4,57	7,45	3,33	7,05	1,92	5,23	1,55	6,04
Январь	5,98	6,67	7,59	12,37	4,11	8,70	3,19	8,68	1,10	4,28
Февраль	13,02	14,53	3,33	5,42	2,57	5,44	1,40	3,81	0,85	3,30
р. Копаювка – с. Черск										
<b>Весна</b>	<b>8,36</b>	<b>25,75</b>	<b>8,43</b>	<b>41,03</b>	<b>7,36</b>	<b>49,61</b>	<b>6,07</b>	<b>56,91</b>	<b>4,30</b>	<b>65,54</b>
Март	4,07	12,53	3,80	18,51	2,53	17,08	2,74	25,67	2,07	31,62
Апрель	2,61	8,04	2,90	14,10	3,41	22,99	2,08	19,55	1,41	21,48
Май	1,68	5,18	1,73	8,42	1,42	9,54	1,25	11,68	0,82	12,44
<b>Лето– осень</b>	<b>13,97</b>	<b>43,05</b>	<b>6,99</b>	<b>34,02</b>	<b>4,30</b>	<b>28,96</b>	<b>2,63</b>	<b>24,66</b>	<b>1,29</b>	<b>19,59</b>
Июнь	2,93	9,03	1,67	8,14	0,87	5,86	0,63	5,90	0,28	4,28
Июль	1,99	6,13	1,03	5,03	0,62	4,16	0,39	3,64	0,09	1,39
Август	1,30	3,99	0,74	3,62	0,42	2,82	0,28	2,62	0,15	2,22
Сентябрь	1,50	4,62	1,50	7,30	1,02	6,91	0,56	5,29	0,17	2,65
Октябрь	2,58	7,95	1,10	5,35	0,73	4,91	0,41	3,88	0,25	3,85
Ноябрь	3,68	11,34	0,94	4,59	0,64	4,31	0,35	3,33	0,34	5,20
<b>Зима</b>	<b>10,13</b>	<b>31,20</b>	<b>5,13</b>	<b>24,95</b>	<b>3,18</b>	<b>21,43</b>	<b>1,96</b>	<b>18,43</b>	<b>0,98</b>	<b>14,87</b>
Декабрь	3,38	10,42	1,55	7,53	1,50	10,09	0,59	5,56	0,46	6,97
Январь	2,23	6,87	2,30	11,19	0,98	6,58	0,88	8,27	0,31	4,80
Февраль	4,51	13,91	1,28	6,23	0,71	4,76	0,49	4,61	0,20	3,09
р. Цна – с. Дятловичи										
<b>Весна</b>	<b>16,21</b>	<b>19,04</b>	<b>30,53</b>	<b>46,87</b>	<b>31,58</b>	<b>59,05</b>	<b>29,87</b>	<b>69,18</b>	<b>17,71</b>	<b>57,03</b>
Март	6,76	7,94	8,95	13,74	10,15	18,97	8,75	20,28	7,38	23,75
Апрель	12,75	14,98	16,44	25,24	16,37	30,61	16,08	37,25	13,76	44,3
Май	3,46	4,06	5,14	7,90	5,06	9,47	5,03	11,65	3,95	12,73
<b>Лето– осень</b>	<b>35,80</b>	<b>42,05</b>	<b>19,49</b>	<b>29,93</b>	<b>12,49</b>	<b>23,36</b>	<b>7,90</b>	<b>18,29</b>	<b>3,96</b>	<b>12,74</b>
Июнь	7,87	9,24	5,84	8,96	3,71	6,94	2,36	5,48	1,19	3,84
Июль	4,85	5,70	3,71	5,70	1,79	3,36	1,50	3,48	0,62	2,00

Интервал осреднения	Водность года									
	очень много- водный		многоводный		средний		маловодный		очень маловод- ный	
	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%
Август	2,77	3,26	1,88	2,89	1,05	1,97	0,76	1,76	0,41	1,31
Сентябрь	4,05	4,76	1,83	2,81	1,13	2,11	0,74	1,72	0,38	1,21
Октябрь	6,74	7,91	2,49	3,82	1,73	3,24	1,01	2,33	0,52	1,66
Ноябрь	9,51	11,17	3,75	5,75	3,08	5,75	1,52	3,52	0,84	2,72
<b>Зима</b>	<b>26,36</b>	<b>30,97</b>	<b>15,11</b>	<b>23,20</b>	<b>9,41</b>	<b>17,59</b>	<b>5,41</b>	<b>12,53</b>	<b>2,01</b>	<b>6,48</b>
Декабрь	9,21	10,81	4,76	7,31	4,63	8,66	5,70	3,95	0,86	2,75
Январь	11,83	13,90	7,40	11,36	2,86	5,36	2,65	6,13	0,63	2,03
Февраль	5,33	6,26	2,95	4,53	1,91	3,58	1,06	2,45	0,53	1,69
р. Припять – пгт. Туров										
<b>Весна</b>	<b>915,49</b>	<b>19,80</b>	<b>1556,8</b>	<b>40,89</b>	<b>1599,9</b>	<b>47,98</b>	<b>1568,2</b>	<b>53,77</b>	<b>1961,5</b>	<b>60,73</b>
Март	425,73	9,21	522,99	13,74	211,71	6,35	526,83	18,06	666,12	27,68
Апрель	681,81	14,75	698,71	18,35	788,60	23,65	703,84	24,13	480,25	19,96
Май	233,68	5,05	135,07	8,80	599,66	17,98	337,53	11,57	315,13	13,09
<b>Лето– осень</b>	<b>1865,4</b>	<b>40,35</b>	<b>1407,9</b>	<b>36,98</b>	<b>1154,1</b>	<b>34,61</b>	<b>945,82</b>	<b>32,43</b>	<b>707,53</b>	<b>29,40</b>
Июнь	441,30	9,55	326,16	8,57	271,73	8,15	219,11	7,51	172,74	7,18
Июль	304,71	6,59	245,07	6,44	211,02	6,33	164,64	5,64	104,87	4,36
Август	228,56	4,94	195,33	5,13	163,47	4,90	131,22	4,50	83,78	3,48
Сентябрь	229,92	4,97	254,4	6,68	144,98	4,35	170,90	5,86	89,02	3,7
Октябрь	276,45	5,98	206,66	5,43	172,44	5,17	138,83	4,76	108,13	4,49
Ноябрь	384,50	8,32	180,29	4,74	190,49	5,71	121,12	4,15	148,99	6,19
<b>Зима</b>	<b>1416,5</b>	<b>30,64</b>	<b>842,54</b>	<b>22,13</b>	<b>580,56</b>	<b>17,41</b>	<b>402,48</b>	<b>13,8</b>	<b>237,53</b>	<b>9,87</b>
Декабрь	357,13	7,72	287,45	7,55	235,99	7,08	137,31	4,71	95,04	3,95
Январь	501,08	10,84	219,23	5,76	186,55	5,59	104,72	3,59	76,42	3,18
Февраль	558,33	12,08	335,86	8,82	158,03	4,74	160,44	5,50	66,07	2,75

В Брестской области насчитывается большое количество малых рек и искусственных водотоков, к сожалению, на этих водных источниках не ведутся гидрометрические наблюдения. Однако в связи с активным использованием этих рек в сельском хозяйстве, кроме того, они служат местом сброса неочищенных сточных вод (особенно рассредоточенного), возникает необходимость количественной оценки водных ресурсов этих рек, поэтому прибегают к различным косвенным методам.

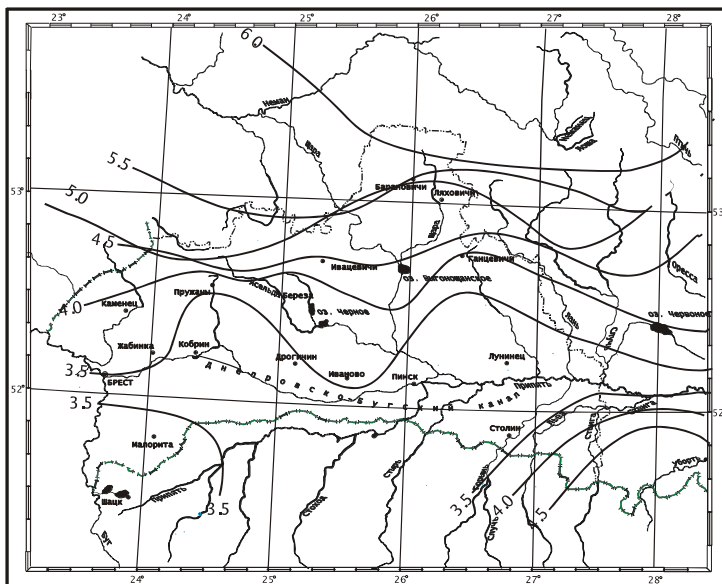


Рисунок 3.4. Карта среднегогодового стока рек Брестской области, л/(с·км<sup>2</sup>).

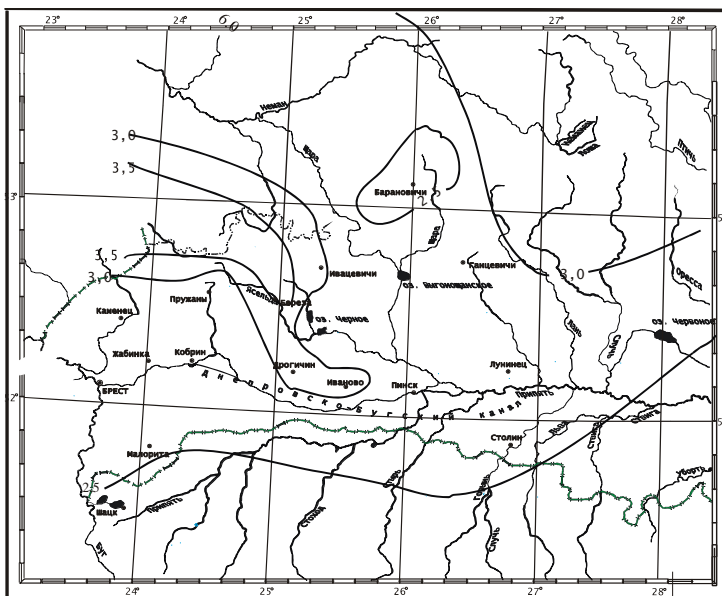


Рисунок 3.5. Карта среднегогодового поверхностного стока рек Брестской области, л/(с·км<sup>2</sup>).

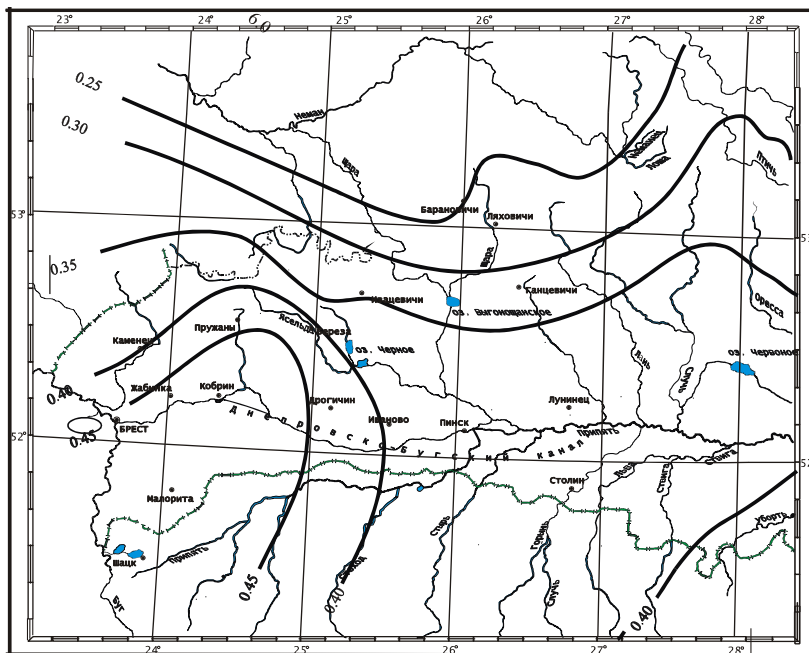


Рисунок 3.6. Карта коэффициента вариации среднемноголетнего годового стока рек Брестской области.

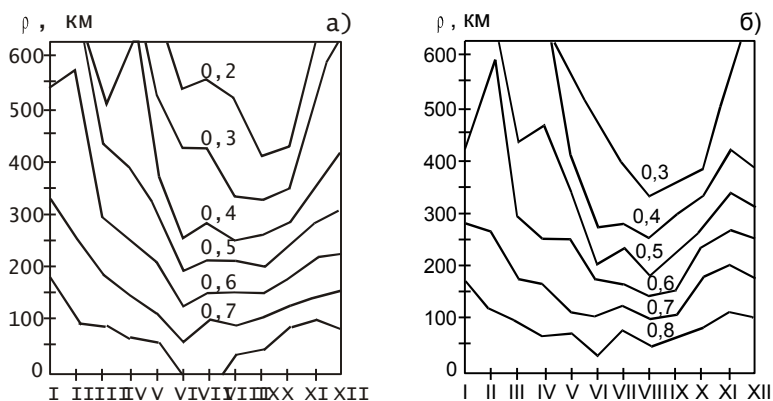
При оценке реальных водных ресурсов необходимо учитывать асинхронность в их формировании территории.

Особенность географического положения Брестской области (водораздел Балтийского и Черного морей), а также значительная пестрота подстилающей поверхности и определяют пространственную неоднородность водных ресурсов и различную степень синхронности колебаний стока рек отдельных районов. Общие закономерности временного хода стока рек области, согласованность их колебаний ослабевает не только по мере увеличения расстояния между бассейнами, но и в соответствии с неоднородностью подстилающей поверхности и движением влажных воздушных масс, формирующих атмосферные осадки и речной сток.

Общее представление о характере пространственных связей стока дает его пространственная корреляционная функция (ПКФ), характеризующая зависимость коэффициентов корреляции ( $R$ ) от расстояния между центрами тяжести бассейнов выбранных рек ( $\rho$ ). В настоящее время ПКФ годового и месячного стока средних рек Беларуси детально исследованы [Волчек, Плужни-

ков, 1991, Волчек, 2001]. Поля точек на построенных ПКФ сильно размыты как для месячных интервалов, так и для года в целом. Наибольшая связность поля наблюдается в зимние месяцы и достигает максимума в феврале, ПКФ для этого месяца пересекает ось абсцисс на участке 1800...1900 км. Наименьшая связность отмечена в летние месяцы и для августа она пересекает ось абсцисс на участке 500...600 км, для годовых ПКФ – 600..700 км. Такой разброс является следствием не только различием в водоразделах Балтийского и Черного морей, но и различий положения центров бассейнов по широте и долготе, определяющих разную направленность векторов расстояний между бассейнами к траекториям преобладающих влагопереносов и существенно влияющих на тесноту связи рек. Для рек Северного полушария различия в долготе обуславливают заметную асинхронность колебания стока, тогда как по широте этот эффект достигается меньшей разнице, что определяется различиями природы зонального и меридионального переноса в атмосфере и указывает на анизотропность полей годового стока в отношении их пространственной связности [Христофоров, 1986; Лобанов, 1995].

Несмотря на различие площадей водосборов сравниваемых рек, в связи с чем рассматриваемые ПКФ заведомо не однородны, уменьшение связи колебаний водности с увеличением расстояния между бассейнами происходит достаточно плавно. В соответствии с затуханием пространственной связи стока достаточное совпадение его изменений (синхронность) будет иметь место внутри ограниченных районов, размеры которых определяются степенью однородности условий формирования стока. На рисунке 3.7 представлен годовой цикл эмпирических ПКФ месячных значений стока рек Беларуси в зависимости от степени группировки данных, детальный анализ которых приведен в работе [Волчек, Плужников, 1991].



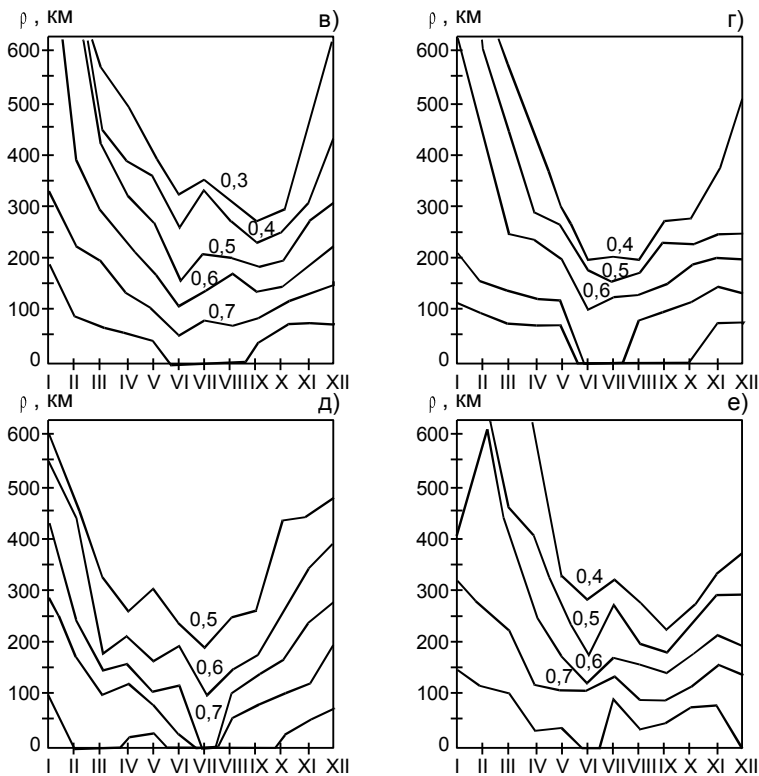


Рисунок 3.7. Годовой цикл пространственных корреляционных функций месячных величин стока: а – по Беларуси (в целом); б – поле ориентировано северо-восток – юго-запад; в – поле ориентировано запад – восток; г – поле ориентировано северо-запад – юго-восток; д – по Балтийскому склону (в целом); е – по Черноморскому склону (в целом).

Картина описания полей стока воды с помощью корреляционных функций хотя и наглядна, но все-таки недостаточна для количественной характеристики асинхронности. Требуется четкая и однозначная количественная оценка эффекта асинхронности, как для отдельных пар точек, так и для целых областей.

Эффект асинхронности неоднозначен, его количественная оценка достаточно сложна, тем более, когда она осуществляется во всем диапазоне кривой обеспеченности. Одним из наиболее простых и надежных методов определения эффекта асинхронности является метод, разработанный Н.В. сомовым

[Сомов, 1963]. Основное преимущество этого метода заключается в возможности однозначного определения количественных параметров эффекта асинхронности в любых зонах кривой обеспеченности в отдельности и для всей совокупности значений исследуемой величины.

В основу положено определение эффекта асинхронности по совмещенным кривым обеспеченности суммарных хронологического  $K_{j\ xp}(P)$  и равнообеспеченного  $K_{j\ po}(P)$  рядов значений величины стока воды. В качестве количественного показателя степени асинхронности стока воды используется отношение

$$K_{ac} = \frac{\sum_{j=1}^K K_{j\ xp}(P)}{\sum_{j=1}^K K_{j\ po}(P)}. \quad (3.1)$$

Данный прием оценки эффекта асинхронности хотя и прост, но обладает рядом недостатков: необходима равномерная и густая гидрометрическая сеть; расчет проводится для каждого конкретного случая и требует больших объемов исходных данных и вычислений. Поэтому нами разработана методика и выполнены специальные исследования по синхронности колебания речного стока.

Сток воды образует поле, которое может быть описано функцией пространственных координат и времени

$$M_{ij} = M(x_j; y_j; h_i; t_i). \quad (3.2)$$

Поле стока в определенный промежуток времени рассматривается как выборочные значения реализаций случайного поля. Если исходная точка  $M_{00} = M(x_0; y_0; h_0; t_0)$ , а любая текущая точка  $M_{ij} = M(x_j; y_j; h_i; t_i)$ , то коэффициент пространственной асинхронности стока воды для этих точек будет зависеть от 8 переменных и иметь вид

$$K_{ac}(P) = f(x_0; y_0; h_0; t_0; x_j; y_j; h_i; t_i). \quad (3.3)$$

Для стационарных полей введем переменную  $P = t_i - t_0$  (расчетная обеспеченность стока воды) и, считая начало координат в полюсе, введем новые координаты  $X_j = x_j - x_0$ ,  $Y_j = y_j - y_0$  и  $H_j = h_j - h_0$ . Разность отметок точек  $H$ , для которых определяются значения стока воды, вследствие ее малой величины для равнинных территорий, пренебрегаем. Кроме того, введем полярные координаты

$\rho_j = \sqrt{X_j^2 + Y_j^2}$ ;  $\alpha_j = \arctg\left(\frac{Y_j}{X_j}\right)$ , получим функцию коэффициентов

асинхронности стационарного поля

$$K_{ac}(P) = f(x_0; y_0; \rho_j; \alpha_j; P). \quad (3.4)$$

Для однородных стационарных полей функция пространственной асинхронности (ФПА), как и корреляционная функция, не зависит от координат полюса и не меняется при параллельных его перемещениях, т. е.

$$K_{ac}(P) = f(\rho_j; \alpha_j; P). \quad (3.5)$$

Для однородных и изотропных полей ФПА зависит только от двух переменных

$$K_{ac}(P) = f(\rho_j; P). \quad (3.6)$$

При этом коэффициент асинхронности принимает одни и те же значения для любых пар точек с одинаковыми расстояниями, так как такие пары точек всегда могут быть совмещены друг с другом с помощью параллельного переноса, вращения и зеркального отображения.

Как видно из формулы (3.6) коэффициенты асинхронности зависят только от расстояния и обеспеченности стока воды. Зависимости типа (3.6) устанавливаются для больших территорий. Коэффициент пространственной асинхронности стока воды для любого бассейна или территории с учетом их конфигурации может быть определен так

$$K_{ac}(P) = \frac{1}{A} \int_{x_1}^{x_2} \int_{y_1}^{y_2} f(\rho_j; P) dx dy, \quad (3.7)$$

где  $\rho_j$  – расстояние между гидрометрическими створами.

При определении асинхронности проведены расчеты как для всей территории Беларуси в целом, так и для отдельных ее частей по зависимости (3.2). Величина асинхронности стока в зависимости от обеспеченности, колеблется в широком диапазоне. Для стока прослеживается достаточно тесная связь коэффициентов асинхронности от обеспеченности. Поэтому в поле координат  $(K_{ac}, P)$  выполнена их аппроксимация с помощью однофакторных зависимостей  $K_{ac} = f(P)$ . С достаточной для практики точностью зависимость коэффициентов асинхронности от обеспеченности в диапазоне  $5\% \leq P \leq 95\%$  может быть представлена уравнением типа

$$K_{ac}(P) = (\alpha \cdot P + \beta)^n, \quad (3.8)$$

где  $\alpha, \beta$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от интервала осреднения и приведены в таблице 3.5;  $n$  – коэффициент редукции, в данном случае  $n = -1$ .

Следует отметить, обычное превышение асинхронности для второй половины вегетационного периода. Вероятно, это связано с большей устойчивостью атмосферных процессов в этот период, а также большим различием в напряженности термического режима и влажности атмосферы. Глобальной



причиной асинхронности ее изменения является природный комплекс условий (тип циркуляции атмосферы, рельеф, географическое положение и т. п.). Кроме того, существуют достаточно устойчивые для всей совокупности объединений частные факторы, обуславливающие изменение асинхронности.

По мере увеличения площади объединения растет и асинхронность. Действительно, объединение, занимающее значительную территорию, включает в себя тем больше число пунктов с асинхронными колебаниями, чем больше его площадь. На рисунке 3.8 представлены графики изменения коэффициентов асинхронности речного стока в зависимости от площади территории.

Величина асинхронности тем выше, чем меньше разница в самих величинах изменчивости объединенного ряда по сравнению объединяющими рядами. Анализ генезиса и структуры асинхронности на материалах по речному стоку за вековой период подтверждает данное положение.

Таблица 3.5. Значение коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  в формуле (3.8)

Параметр	Интервал осреднения					
	май	июнь	июль	август	теплый период	год
Черноморский склон						
$\alpha \cdot 10^{-2}$	-0,31	-0,28	-0,27	-0,37	-0,24	-0,21
$\beta$	1,13	1,11	1,10	1,14	1,10	1,09
Балтийский склон						
$\alpha \cdot 10^{-2}$	-0,16	-0,25	-0,24	-0,21	-0,15	-0,11
$\beta$	1,05	1,10	1,09	1,08	1,06	1,05
Бассейн Припяти						
$\alpha \cdot 10^{-2}$	-0,07	-0,09	-0,07	-0,08	-0,05	-0,05
$\beta$	1,02	1,04	1,02	1,02	1,02	1,02

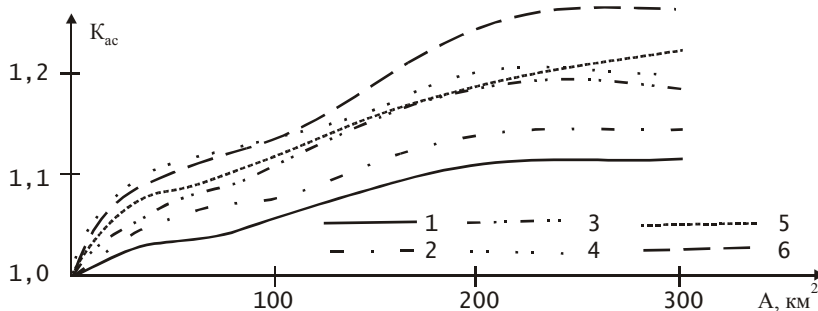


Рисунок 3.8. Изменение коэффициентов асинхронности стока рек Беларуси ( $P=95\%$ ) в зависимости от площади водосбора: 1 – год; 2 – теплый период; 3 – май; 4 – июнь; 5 – июль; 6 – август.

На основании анализа пространственно-временных колебаний речного стока установлены устойчивые связи коэффициентов асинхронности от расстояния и обеспеченности, которые аппроксимируются зависимостями типа

$$K_{ac}(P) = K_O(P) \cdot (\rho + 1)^{\alpha(P)}, \quad (3.9)$$

где  $K_O(P)$  – значение коэффициента асинхронности при  $\rho=0$   $K_O(P) \rightarrow 1$ ;  $\alpha(P)$  – эмпирический коэффициент, зависящий от интервала осреднения и обеспеченности.

Значения параметров  $K_O(P)$  и  $\alpha(P)$  приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Параметры функций коэффициентов асинхронности речного стока

Параметр	Интервал осреднения						
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль
Обеспеченность 5 %							
$K_O(P)$	1,01	0,99	1,09	1,09	1,09	1,07	1,08
$\alpha(P)$	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03
Обеспеченность 95 %							
$K_O(P)$	0,93	0,95	0,98	0,99	0,87	0,87	0,85
$\alpha(P)$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04

→ продолжение таблицы 3.6

Параметр	Интервал осреднения						
	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	
Обеспеченность 5 %							
$K_O(P)$	1,11	1,15	1,08	1,08	1,09	1,08	
$\alpha(P)$	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	
Обеспеченность 95 %							
$K_O(P)$	0,81	0,84	0,90	0,89	0,87	0,91	
$\alpha(P)$	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	

Зная расстояние между водосборами, можно определить асинхронность, вызванную глобальными причинами. Для определения асинхронности стоковых характеристик по территории необходимо проинтегрировать функцию (3.8) по площади (формула 3.7). После интегрирования, не сложных преобразований и некоторых упрощений, получим зависимость коэффициентов асинхронности для некоторой территории

$$\bar{K}_{ac}(P) = K_O(P) \cdot (A + 1)^{0,5 \cdot \alpha(P)}, \quad (3.10)$$

где  $A$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

Представленные результаты исследований показывают на наличие статистически значимой пространственно-временной асинхронности стока рек Беларуси. Величина коэффициентов асинхронности зависит от ряда причин и колеблется в пределах 4...50 %.

В таблице 3.7 приведены коэффициенты асинхронности годового стока рек области на которых ведутся наблюдения.

Таблица 3.7. Коэффициенты асинхронности годового стока рек Брестской области

Река-створ	Обеспеченность, %	Копаявка – с.Черск	Лесная – с.Замосты	Припять – с.Коробы	Рыга – с.М.Радваничи	Ясельда – г.Берега
Копаявка – с.Черск	5	–	0,993	0,948	0,883	1,000
	25	–	0,975	1,037	1,004	1,014
	50	–	1,022	0,968	1,001	0,936
	75	–	1,102	1,153	1,123	1,212
	95	–	1,025	1,077	1,031	1,130
Лесная – с.Замосты	5	0,993	–	0,923	1,000	0,970
	25	0,975	–	1,008	0,952	0,979
	50	1,022	–	0,989	1,005	0,975
	75	1,102	–	1,035	1,065	1,004
	95	1,025	–	1,053	1,001	1,018
Припять – с.Коробы	5	0,948	0,923	–	0,881	0,886
	25	1,037	1,008	–	1,076	0,953
	50	0,968	0,989	–	0,931	0,933
	75	1,153	1,035	–	1,075	1,042
	95	1,077	1,053	–	1,072	1,131
Рыга – с.М.Радваничи	5	0,883	1,000	0,881	–	0,953
	25	1,004	0,952	1,076	–	0,962
	50	1,001	1,005	0,931	–	0,960
	75	1,123	1,065	1,075	–	1,141
	95	1,031	1,001	1,072	–	1,038
Ясельда – г.Берега	5	1,000	0,970	0,886	0,953	–
	25	1,014	0,979	0,953	0,962	–
	50	0,936	0,975	0,933	0,960	–
	75	1,212	1,004	1,042	1,141	–
	95	1,130	1,018	1,131	1,038	–

Для всех интервалов осреднения прослеживается достаточно тесная связь коэффициентов асинхронности от обеспеченности. В годы 50 % обеспеченности и близкие к ним коэффициенты асинхронности, как правило, не выходят за пределы точности расчетов. Максимальных (минимальных) значений они достигают в диапазоне обеспеченности 3...10 % и 90...97 %. Это связано с

тем, что экстремальные явления водности, как правило, охватывают большие территории и редкие обеспеченности наблюдаются на реках расположенных в одном физико-географическом районе.

Кроме речной сети на территории Брестской области находится большое количество озер и искусственных водоемов.

#### *Водные ресурсы озер*

Исключая озера карстового происхождения, не существует озер, которые не питались бы или не питали бы (или то и другое вместе) реки. По этим причинам понятие о водных ресурсах озер является достаточно неопределенным. Несомненно, что надо учитывать статистические запасы пресных вод, содержащиеся в озерах. Однако их использование с отбором из источника будет вести к снижению уровня, ухудшению гидрохимического режима, примерно также, как это происходило бы при сокращении приточности рек к озерам в виду безвозвратного изъятия речного стока.

Для рек же, которые вытекают из озер (в гумидной, преимущественно, зоне) снижение уровня воды в них при отборах сказывается в меньшей степени благодаря регулирующему влиянию водной массы озера. В связи с этим озеро можно рассматривать как естественное водохранилище, мертвый объем (или статистические запасы) которого определяется по наимизшему естественному уровню воды в нем, а полезный объем (или динамические запасы) – по объему воды в вышележащей призме, подверженной случайным колебаниям, сходным по существу с колебаниями речного стока.

На территории области имеется значительное количество озер общей площадью больше  $100 \text{ км}^2$  (0,3 % от площади области). В том числе 11 озер имеют площадь больше  $1 \text{ км}^2$ . Большинство озер расположено группами: Споровская, Выгонощанская, Малоритская, в центральной и южной части области, в границах Брестского и Припятского Полесья. На относительно приподнятых равнинах Предполесья озер очень мало и размеры их незначительные. Озера отличаются по размерам, внешнему облику, морфометрическим особенностям котловин. Самым большим озером является Выгонощанское, площадь водного зеркала которого составляет  $26,0 \text{ км}^2$ . Глубина озер чаще всего незначительная, только в 5 озерах она превышает 10 м. Основные составляющие питания озер – атмосферные осадки и подземные воды. Расход воды – испарение и сток. Многие озера дают начало рекам, но есть и непроточные. По происхождению озерных котловин выделяют следующие типы озер:

Озера–разливы образовались в теплый и влажный послеледниковый период (9 – 8 тыс. лет назад) в связи с поднятием уровня грунтовых вод и общим заболачиванием территории. Озера–разливы значительные по величине,

мелководные, с низкими заболоченными берегами. К ним принадлежит большинство озер Полесья (Выгонощанское, Бобровитское, Белое, Черное, Споровское, Олтушское и др.).

Карстовые озера отличаются небольшими размерами, округлой формой и значительными глубинами (Вулька, Селяхи, Медное, Рогознянское, Страдзеч, Соминское, Белое).

Озера–старицы встречаются в долинах Припяти, ее притоков и Западного Буга. Они имеют небольшие размеры, удлинненную или серповидную форму, малые глубины, широкое распространение водной растительности.

### *Водохранилища*

В Брестской области построено более 30 водохранилищ с общей площадью более 121 км<sup>2</sup> и объемом воды в них более 351 млн м<sup>3</sup>. Площадь водного зеркала наибольших водохранилищ превышает 10 км<sup>2</sup>, а объем воды в них несколько десятков млн м<sup>3</sup>. К ним относятся: Береза – 1, Локтышы, Погост, Селец, Луковское, Велута.

Некоторые водохранилища созданы путем увеличения площади озер (например, Погост, Луковское). Особенно много в области водохранилищ речного типа, которые образовались на реках при строительстве плотин (Селец, Береза – 1, Локтышы). Немало водохранилищ наливного типа, куда вода подается помпами (Джыдинне, Велута, Большие Орлы).

Строительство водохранилищ ведется в разных целях: для двухстороннего регулирования влажности почв мелиорированных сельхозугодий, комплексного использования водных ресурсов области, развития рыбного хозяйства. Кроме этих целей некоторые водохранилища используются для развития рекреационных систем (Паперня, Пагост), разведение и сохранение диких зверей (Беловежская Пуща), водообеспечение населенных пунктов (Миничи), строительство небольших межколхозных электрических станций (Кутавщина).

Водохранилища области принадлежат к полесскому типу, который характеризуется наибольшими в Беларуси площадями затопления и незначительными глубинами (максимальные до 6 м). Уровень воды поддерживается искусственным регулированием стока. Преимущественное большинство водохранилищ имеет хорошо выраженное понижение воды зимой, период весеннего наполнения и летне-осеннюю сработку.

В области имеется много искусственных водоемов с объемами воды менее 1 млн м<sup>3</sup>. Обычно их относят к прудам. Преимущественно они в долинах малых рек, ручьев и временных водотоков, на местах бывших карьеров и торфоразработок. В отличие от водохранилищ пруды имеют относительно устойчивый уровеньный режим (Приложение Г).

Таковы основные характеристики ресурсов поверхностных вод Брестской области.

### 3.2. Ресурсы почвенной влаги

Почвенная влага является важным для сельскохозяйственного производства источником водных ресурсов. Она является связующим звеном между ресурсами поверхностных и подземных вод и формируется за счет части атмосферных осадков, просачивающихся в толщу почвенного покрова.

Рациональное использование агроклиматических ресурсов является необходимой составной частью научного обоснования мероприятий по повышению плодородия почв. Одним из показателей плодородия почвы является влажность корнеобитаемого слоя. Вместе с тем при оценке земельных ресурсов учитывается главным образом только бонитет почвы. Климату почв не придается должного значения, вероятно, в связи с тем, что при бонитировке почв в какой-то мере учитывается климат приземного слоя атмосферы. Однако этого недостаточно, так как почва является специфической средой, в значительной степени «преломляющей» климат атмосферы. Из всех элементов климата влажность почвы наиболее сложна в силу своей многофакторности и требует специального рассмотрения [Кельчевская, 1983].

Поскольку воды суши являются необходимым фактором существования наземных экосистем целесообразно отнести их к водным ресурсам, а в качестве меры ресурсов почвенных вод логично использовать величину суммарного испарения [Будаговский, Гусев, 1999; Гусев, 1990].

Уравнение среднегололетнего водного баланса некоторой территории можно представить как [Гусев, 1990]

$$H = E_c + V_n + V_z, \quad (3.11)$$

где  $H$  – атмосферные осадки (за вычетом их части, испарившейся с поверхности земли, снега, льда и зеркала внутренних водоемов);  $V_n$  и  $V_z$  – поверхностная и подземная составляющая речного стока.

Основанием для принятия определения ресурсов почвенных вод служит тот факт, что два последних члена в правой части уравнения (3.11) как раз и фигурируют во многих работах в качестве оценок ресурсов поверхностных и подземных вод. Таким образом, если почвенные воды, – необходимый природный ресурс, используемый растительностью, а  $V_n$  и  $V_z$  – меры ресурсов других составляющих вод суши, то естественно принять в качестве оценки ресурсов почвенных вод  $E_c$ , а  $H$  при данном подходе будет показателем ресурсов естественного увлажнения. Это позволяет с единых позиций подойти к оценке возможностей использования биосферой всех вод суши. Из слагаемых уравнений правой части уравнения (3.11) основная доля приходится на ресур-

сы почвенных вод. Поскольку при величине осадков в Брестской области 600 ... 650 мм/год, на испарение приходится 400 ... 450 мм/год. Таким образом, мерой ресурсов почвенных вод, т. е. показателем, характеризующим потенциальную мощность используемой биосферой циркуляции воды в системе почва – растительность – атмосфера, может служить величина суммарного испарения с рассматриваемой территории суши за расчетный промежуток времени.

На рисунке 3.9 показана связь двух циркуляционных структур: круговорота воды в системе почва – растительность – атмосфера ( $E_c$ ) и круговорота биогенных элементов в растительности, интенсивность которого оценена по годовичному приросту органического вещества суши ( $M$ ), характеризующему интенсивность образования первичных биологических структур автотрофными организмами [Гусев, 1990].

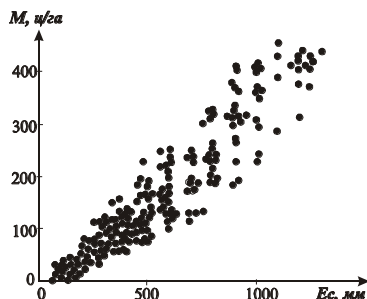


Рисунок 3.9. Связь годового прироста органического вещества растительности с годовым суммарным испарением (среднеголетние данные для различных районов Земного шара) [Гусев, 1990].

В однородных нормальных условиях показатели интенсивности работы фотосинтетического аппарата большинства растений, в среднем, практически одинаково. Отклонение от средних значений вызывает изменение показателей интенсивности и продуктивности фотосинтеза, что наблюдается у растений разных экологических групп.

Ресурсы всех составляющих вод суши связаны при данном методологическом подходе единой основой – они определяются на основе интенсивности потоков воды в соответствующей диссипативной структуре, поскольку интенсивность непрерывных жизненных процессов на Земле поддерживаются только такими водными ресурсами, которые также имеют непрерывный и возобновляемый характер. В этом смысле всякого рода мгновенные «запасы» ресурсами не являются. Они служат характеристиками состояния элементов,

образующих соответствующую диссипативную структуру, позволяя оценивать возможности регулирования временной динамики ее ресурса.

Циркуляция воды поддерживает непрерывную циркуляцию биогенных элементов суши. Поэтому собственно их и можно рассматривать в качестве ресурсов биосферных. В большей степени это относится к почвенным водам, поскольку они приводят в движение самое мощное звено в циркуляции биогенных элементов наземных экосистем – звено зеленых растений суши. Поверхностные воды в этом смысле имеют меньший коэффициент полезного действия, хотя первичная продуктивность водных экосистем в среднем имеет аналогичный порядок величин, что и продуктивность наземных экосистем, но площадь зеркала поверхностных вод суши намного меньше общей площади суши. Искусственное изменение эволюционно сложившихся структур общей циркуляции вод суши скорее всего неблагоприятно для биосферы в целом с точки зрения минимизации общего производства энтропии в ней. Поскольку увеличение и постоянное поддержание упорядоченности создаваемых новых структур (в частности, мелиоративных систем), влекущие за собой локальное уменьшение энтропии в месте расположения этих структур, «обусловлено тем, что где-то в другом месте порождается еще большая неупорядоченность». Последнее обстоятельство является простым следствием второго начала термодинамики [Гусев, 1990].

Анализ исходных данных запасов продуктивной влаги показывает, что они весьма изменчивы. 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 расхода 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, а растения начинают угнетаться и при дальнейшем уменьшении влажности растения могут погибнуть.



Почвенные влагозапасы на территории области весной после снеготаяния содержат  $5,15 \text{ км}^3$  влаги, что на  $0,2 \text{ км}^3$  превышает годовой объем местного стока. Летом они снижаются до  $2,19 \text{ км}^3$  и составляют 44,4 % годового местного стока (таблица 3.9) [Булавко, Плужников, 1982] в сравнении с Беларусью в целом.

Таблица 3.9. Данные о средних ресурсах продуктивной влаги в метровом слое почвы по областям Беларуси (в среднем по водности год)

Область	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Местный сток, км <sup>3</sup> /год	Наибольшие ресурсы (апрель – май)			Наименьшие ресурсы (июнь – июль, реже август)		
			объем		в долях от местного стока	объем		в долях от местного стока
			м <sup>3</sup> /га	км <sup>3</sup>		м <sup>3</sup> /га	км <sup>3</sup>	
Брестская	32,3	4,93	1595	5,15	1,04	680	2,19	0,44
Витебская	40,1	7,91	2340	9,39	1,19	1535	6,16	0,78
Гомельская	40,4	5,61	1590	6,42	1,14	675	2,72	0,48
Гродненская	25,0	4,91	2055	5,14	1,05	1090	2,73	0,56
Минская	40,8	7,78	2110	8,60	1,10	1075	4,38	0,56
Могилевская	29,0	5,27	1925	5,58	1,06	900	2,61	0,49
<b>Беларусь в целом</b>	<b>207,6</b>	<b>36,4</b>	<b>1940</b>	<b>40,28</b>	<b>1,11</b>	<b>1000</b>	<b>20,79</b>	<b>0,57</b>

Как видно из таблицы 3.9 почвенные ресурсы Брестской области заметно ниже средних по республике. Максимальные почвенные ресурсы наблюдаются в Витебской области  $2340 \text{ м}^3/\text{га}$ , а минимальные –  $1590 \text{ м}^3/\text{га}$  в Гомельской области. Это связано с количеством атмосферных осадков, тепло-ресурсами, а также почвами, на юге республики преобладают песчаные почвы, влагоудерживающая способность которых значительно ниже.

Различны водные ресурсы и по бассейнам рек. Так, наибольшие ресурсы в бассейне р. Западный Буг составляют в среднем  $1340 \text{ м}^3/\text{га}$ , а в бассейне р. Припять  $1810 \text{ м}^3/\text{га}$  и наименьшие ресурсы составляют  $535 \text{ м}^3/\text{га}$  и  $800 \text{ м}^3/\text{га}$  соответственно.

В ряде случаев необходимо учитывать и такой источник водных ресурсов как роса, среднее значение которой за ночь составляет  $2 \text{ м}^3/\text{га}$  или за период вегетации  $150\text{--}200 \text{ м}^3/\text{га}$ , что составляет 20 % ресурсов почвенной влаги [Булавко, 1971]. Несмотря на то, что роса многими не рассматривается как водный ресурс, она является полезной для растений, способствует некоторому снижению водопотребления и экономии ресурсов почвенной влаги.

Водный режим почв вообще и режим увлажнения корнеобитаемого слоя почвы в частности, а также влагообеспеченность культур остаются все

еще актуальными проблемами сельскохозяйственного производства. 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).

Критерии оценки влагообеспеченности культур или территорий, основанные на использовании данных о влажности почвы, является более информативными для целей сельского хозяйства, так как обладают 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 могут быть использованы для сравнительной оценки увлажнения почв каждого конкретного года. Такая оценка дает некоторое представление о влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в текущем году.

Водный режим почвы может определяться как теоретическим (расчетным путем), так и путем непосредственных наблюдений.

Измерение влажности почвы производится на ограниченном числе агрометеостанций и в основном на полях занятых сельскохозяйственными культурами. Запасы продуктивной почвенной влаги под различными культурами и для различных почв приведены в таблице 3.10 [Агроклиматический..., 1970].

Таблица 3.10. Средние значения продуктивной почвенной влаги по слоям под различными сельскохозяйственными культурами, мм

Метеостанция и тип почвы	Слой почвы, см	апрель	май			июнь		
		3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Яровая пшеница								
Ганцевичи (супесчаная)	0-10	-	-	30	25	25	25	20
	0-20	-	-	50	45	45	45	35
	0-50	-	-	105	95	90	80	75
	0-100	-	-	190	190	165	150	135
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	15	15	15	15	15	10	10
	0-20	35	30	30	30	25	20	20
	0-50	70	70	70	65	60	40	45
	0-100	110	115	110	110	100	65	80

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пинск (супесчаная)	0-10	20	20	20	20	15	10	10
	0-20	40	40	40	35	30	20	20
	0-50	100	100	100	90	75	60	45
	0-100	215	205	205	185	170	140	125
Овес								
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	15	15	15	15	10	10	10
	0-20	30	30	30	25	20	15	15
	0-50	65	65	60	55	50	35	35
	0-100	105	110	105	95	80	60	65
Кукуруза								
Ганцевичи (супесчаная)	0-10				10	15	15	15
	0-20				20	30	35	30
	0-50				–	75	75	75
	0-100				–	140	140	150
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	15	15	15	15	10	10	10
	0-20	30	30	30	30	25	20	25
	0-50	70	70	60	65	55	55	55
	0-100	105	100	95	100	90	85	80
Брест (супесчаная)	0-10	15	15	10	10	15	10	10
	0-20	30	25	25	25	25	25	25
	0-50	65	60	60	55	60	55	60
	0-100	120	105	110	105	115	115	110
Лен								
Пружаны (супесчаная)	0-10		15	21	20	18	18	20
	0-20		33	44	40	38	37	39
	0-50		75	108	68	80	76	66
	0-100		162	197	135	151	146	147
Брест (супесчаная)	0-10	18	13	11	11	14	15	10
	0-20	36	30	29	26	29	26	23
	0-50	84	75	71	68	71	72	68
	0-100			126	143	135	163	106
Картофель								
Ганцевичи (супесчаная)	0-10	-	25	20	20	20	25	20
	0-20	-	45	45	40	50	50	45
	0-50	-	130	115	110	120	110	100
	0-100	-	295	250	250	260	255	240
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	15	15	15	15	15	10	10
	0-20	30	30	30	30	30	25	20
	0-50	70	65	70	65	70	55	50
	0-100	120	100	110	100	110	90	80
Пинск (супесчаная)	0-10	20	20	15	15	15	15	15
	0-20	40	40	35	35	30	30	25
	0-50	100	100	90	90	90	80	75
	0-100	200	200	185	190	180	175	160
Брест (супесчаная)	0-10	15	15	15	10	10	10	10
	0-20	30	25	30	25	25	25	20
	0-50	65	65	65	55	60	55	55
	0-100	125	110	115	110	110	100	95

→ продолжение таблицы

Метеостанция и тип почвы	Слой почвы, см	июль			август			сентябрь	
		1	2	3	1	2	3	1	2
<b>Яровая пшеница</b>									
Ганцевичи (супесчаная)	0-10	20	20	15	15	15	15		
	0-20	35	35	30	30	30	25		
	0-50	70	65	55	50	50	-		
	0-100	130	120	115	110	110	110		
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	10	5	-	-	-	-		
	0-20	20	10	-	-	-	-		
	0-50	35	25	-	-	-	-		
	0-100	60	45	-	-	-	-		
Пинск (супесчаная)	0-10	10	10	10	10	15	10		
	0-20	15	15	15	20	25	25		
	0-50	40	40	35	40	50	55		
	0-100	115	105	105	105	125	125		
<b>Овес</b>									
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	5	5	10	-	-	-		
	0-20	15	15	15	-	-	-		
	0-50	30	25	35	-	-	-		
	0-100	50	50	50	-	-	-		
<b>Кукуруза</b>									
Ганцевичи (супесчаная)	0-10	15	15	10	10	10	10		
	0-20	30	30	30	25	25	25		
	0-50	75	75	70	65	60	55		
	0-100	135	130	135	130	135	125		
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	10	10	10	10	10			
	0-20	20	20	20	25	25			
	0-50	50	45	45	55	45			
	0-100	85	75	75	85	70			
Брест (супесчаная)	0-10	10	10	10	10	9	10		
	0-20	25	25	20	25	20	20		
	0-50	60	55	55	60	45	45		
	0-100	115	100	105	110	90	85		
<b>Лен</b>									
Пружаны (супесчаная)	0-10	11	10	13					
	0-20	22	20	25					
	0-50	50	47	55					
	0-100	109	114	108					
Брест (супесчаная)	0-10	12	11	13					
	0-20	24	24	29					
	0-50	63	56	73					
	0-100	113	95						
<b>Картофель</b>									
Ганцевичи (супесчаная)	0-10	20	15	15	15	15	10	15	15
	0-20	40	30	30	30	30	25	35	30
	0-50	100	85	85	85	85	80	70	65
	0-100	240	205	210	210	210	200	210	160

Метеостанция и тип почвы	Слой почвы, см	июль			август			сентябрь	
		1	2	3	1	2	3	1	2
Ивацевичи (супесчаная)	0-10	10	10	10	10	10	10	10	10
	0-20	20	20	20	20	15	15	15	15
	0-50	60	40	40	40	40	35	35	40
	0-100	80	70	70	65	65	60	60	65
Пинск (супесчаная)	0-10	15	10	10	10	10	10	10	–
	0-20	25	25	20	25	20	20	20	25
	0-50	70	60	55	55	55	55	50	65
	0-100	150	140	135	130	130	130	125	130
Брест (супесчаная)	0-10	15	10	10	10	10	5	10	
	0-20	20	15	15	20	20	15	15	
	0-50	50	45	40	50	45	35	35	
	0-100	90	80	80	90	80	70	75	

Сведения о временной изменчивости влажности почвы весьма актуальны, так как любые вероятностные характеристики являются в той или иной мере прогностическими.

Стохастическая природа влажности почвы предопределяет использование в качестве подхода к его описанию аппарата математической статистики, базирующегося на законах теории случайных функций. Характер кривой распределения вероятностей продуктивных запасов почвенной влаги определяется типом режима увлажнения почв и механическим составом почвы. Теоретическую кривую обеспеченности строят на основании математических кривых распределения, наиболее полно отражающих характер изменчивости этой величины. По аналогии с гидрологическими расчетами для установления распределения среднесезонных значений декадных влагозапасов, коэффициентов вариации ( $C_v$ ), коэффициентов асимметрии ( $C_s$ ) и соотношения ( $C_s/C_v$ ) используются математические кривые двух видов: биномиальная кривая распределения Пирсона III типа и трехпараметрическое гамма-распределение.

Исходная информация по влажностному режиму дерново-подзолистых почв Пружанской равнины представлена декадными многолетними рядами измеренной влажности почвы на стационарной агрометеорологической сети. Теоретические кривые сопоставлены с непосредственными данными наблюдений, в результате получено, что эмпирическим точкам распределения лучше всего соответствуют кривые трехпараметрического гамма-распределения (таблица 3.11).

Таблица 3.11. Параметры распределения запасов продуктивной влаги  $W$  в 20-ти (числитель) и 50-ти (знаменатель) *см* слое дерново-подзолистых супесчаных почв по метеостанции Пружаны

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

При анализе точечных данных установлена тесная связь коэффициентов вариации ( $C_v$ ) со средними многолетними декадными значениями запасов продуктивной влаги в почве ( $\bar{W}$ ), которая аппроксимирована экспоненциальной зависимостью

$$C_v = \frac{\alpha}{\bar{W}^\beta}, \quad (3.22)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – эмпирические коэффициенты, которые равны для 20 *см* слоя –  $\alpha = 17,24$ ;  $\beta = 0,47$  при коэффициенте корреляции  $r = 0,95$ ; для 50 *см* слоя –  $\alpha = 34,87$ ,  $\beta = 0,50$ ,  $r = 0,97$ .

В связи с тем, что для определения третьего статистического момента с требуемой точностью необходима выборка не менее 150 значений, нами применен метод увеличения объема исходной информации путем объединения многолетних данных о влажности почвы нескольких последовательных декад. В статистическом смысле подобная задача адекватна задаче проверки «нуль - гипотезы» и сводится к доказательству принадлежности объединяемых выбо-

рок к одной и той же генеральной совокупности. Положительный исход проверки «нуль-гипотезы» для объединяемых выборок позволяет формировать одну квазистационарно однородную совокупность, являющуюся отражением физического существа процесса формирования поля влажности почвы и обладающую большей информативностью, чем каждый из объединяемых рядов. В результате было установлено, что выборки декадных значений 20-ти см слоя имеют отрицательный коэффициент асимметрии, который колеблется от -0,06 до -0,50.

Выполненный анализ корреляционной матрицы рядов декадных величин влажности почвы, показал хорошую связь влажностей смежных декад. Выявленные связи могут быть аппроксимированы линейными уравнениями регрессии типа

$$W_{i+1} = a \cdot W_i + b, \quad (3.22)$$

где  $W_i$ ,  $W_{i+1}$  – влажность почвы текущей и последующей декад соответственно;  $a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты, значения которых приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12. Параметры уравнения регрессии (3.22) для 20-ти (числитель) и 50-ти (знаменатель) см слоя дерново-подзолистых супесчаных почв по метеостанции Пружаны

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

\*  $r$  – коэффициент корреляции.

При исследовании влажности почвы параллельно анализировалась динамика урожайности ячменя. Ячмень яровой в зерновом балансе является основной фуражной культурой. В структуре зерновых на долю ячменя приходится 32,6 %, а в общей посевной площади – 14,7 %. Посевы под ним по сравнению с 1965 г. увеличились в 2,4 раза. В 1985 г. средняя урожайность ячменя в колхозах и госхозах составила 30,1 ц/га, в Брестской области – 32,0 ц/га. В 1986 г. в республике был получен самый высокий урожай культуры - 31,4 ц/га.

Рассматриваемый период можно разделить на две части с 1971–1986 гг. (рисунок 3.10) и 1987 – 2000 гг. (рисунок 3.11). В первой части наблюдается устойчивая урожайность с незначительными колебаниями. Во второй части явно прослеживается уменьшение урожайности которую аппроксимировали

линейным уравнением  $Y = 3465,7 - 1,7251 \cdot t$ , где  $t$  – календарный год,  $Y$  – урожайность, ц/га. Коэффициент корреляции  $r = 0,84$ .

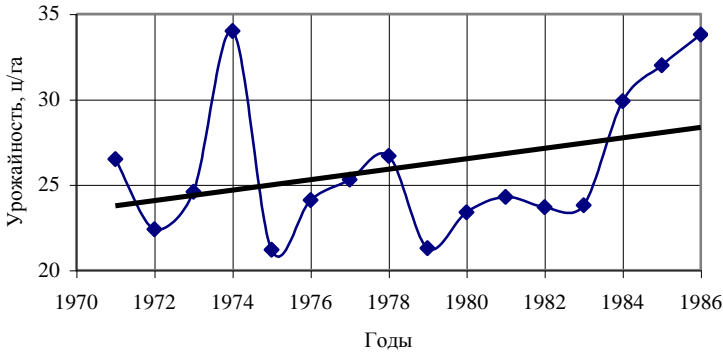


Рисунок 3.10. Динамика урожайности ячменя на минеральных почвах за период 1971 – 1986 гг.

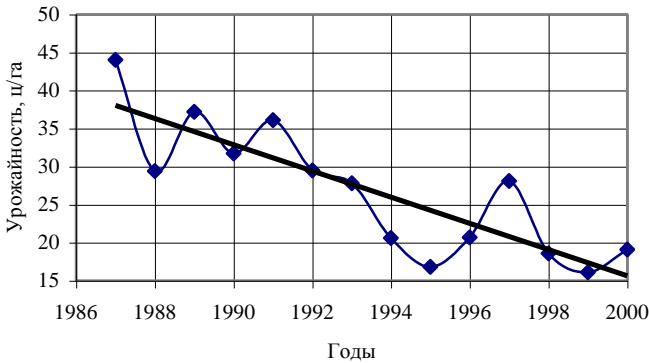


Рисунок 3.11. Динамика урожайности ячменя на минеральных почвах за период 1987 – 2000 гг.

Температура воздуха также влияет на урожайность. Температура в пределах ее значения от биологического минимума до биологического максимума является регулятором процессов роста и развития растений. При этом продуктивность различна при разных уровнях температуры. Низкие температуры, близкие к биологическому минимуму, обуславливают очень медленное



образование органического вещества. Естественно, что и количество его в таких условиях оказывается чрезвычайно малым. Высокие температуры, граничащие с биологическим максимумом, наоборот, способствуют очень большим скоростям развития, и полноценное органическое вещество не успевает образоваться в достаточном количестве. Если же температура среды соответствует гармоническому оптимуму, то образуется наибольшее количество полноценной продукции.

Исследования [Дмитренко, 1969, 1970] показали, что продуктивность растений существенно связана и с количеством атмосферных осадков. Роль осадков в формировании урожайности изучена в меньшей мере, чем роль почвенных влагозапасов. Однако осадки являются основным источником поступления влаги в почву и водоснабжения растений. С другой стороны, ливни, град, теплые дожди в холодный период года и т. п. неблагоприятно воздействуют на прирост растительной массы и урожай сельскохозяйственных культур. Кроме того, информация об атмосферных осадках обладает определенными преимуществами перед данными о влагозапасах благодаря простоте и доступности ее получения.

На рисунке 3.12 показано влияние климатических параметров различных декад, начиная с первой декады апреля на урожайность ячменя. Можно выделить декады которые существенно влияют на урожайность ячменя. Это декады приходящие на ключевые фазы развития.

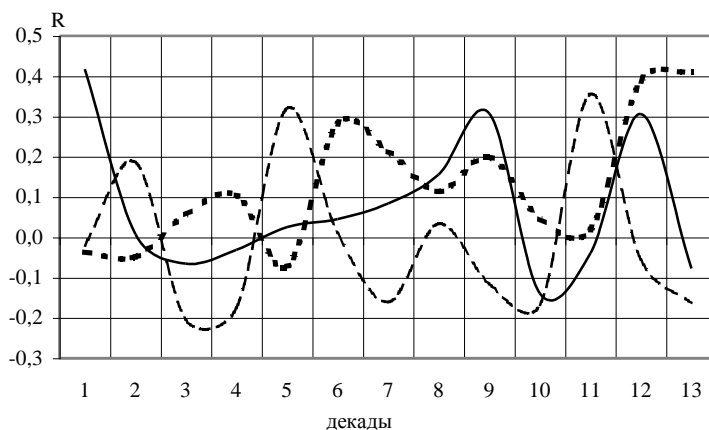


Рисунок 3.12. Временной ход коэффициентов корреляции урожайности ячменя с климатическими факторами : — декадными величинами влажностями 50-ти см слоя почвы; - - - - декадными величинами атмосферными осадками

мосферных осадков; - - - - - декадными величинами температуры воздуха.

Из всех элементов климата почвенная влажность наиболее сложна в силу своей многофакторности и требует специального рассмотрения. По своей сущности влажность почвы представляет собой сложное природное формирование, в основе которого лежит процесс рандомизации, суть которого заключается в суммировании всех случайно действующих факторов, определяющих условия формирования водного режима почв. Процесс рандомизации приводит к тому, что значения влажности почвы в различных точках территории имеют характер случайных величин и проявляются в виде дискретного случайного поля.

Поле влажности почвы является исключительно сложным природным формированием с отчетливо выраженным сезонным и годовым ходом. Влажностный режим почвы формируется под совокупным влиянием как погодных условий (осадки, температура, влажность воздуха и др.), так и целого ряда гидрофизических и агрометеорологических элементов и факторов, таких как глубина залегания уровня грунтовых вод, механический и литологический состав и тип почв, рельеф местности, произрастающих культур, экспозиции склона и др. Стохастическая природа поля предопределяет использование в качестве подхода к его описанию аппарата математической статистики, базирующегося на законах теории случайных функций. Такой подход к исследованию структуры баланса естественного увлажнения почвы позволяет вскрыть его общие свойства, характерные для территорий определенного масштаба во времени.

Можно использовать два подхода к решению проблемы с помощью: классических методов математической статистики (законов распределения, статистических моментов); аппарата корреляционной теории случайных функций.

Факт изменения одной случайной величины в зависимости от другой содержит две компоненты: стохастическую и случайную. В том случае, когда случайные величины связаны между собой зависимостью, это указывает на наличие стохастической компоненты. Случайная же компонента характеризует каждое случайное событие по комплексу основных, присущих только данному событию факторов. Если стохастическая компонента отсутствует, то случайные величины независимы. Отсутствие или наличие стохастической связи между случайными величинами в значительной степени предопределяет один из возможных вариантов подхода к исследованию статистической структуры поля баланса естественного увлажнения почвы.

Огромное значение при решении задачи исследования структуры поля почвенных ресурсов принадлежит исходной информации по влажностному режиму почвы. Исходная информация предопределяет не только методы исследования, но от нее в огромной мере зависит качество итога исследования.

Многие исследователи отмечают недостаточно высокую точность, а самое главное – малую представительность (репрезентативность) изменений для характеристики влажности почвы больших территорий.

Измеренная влажность почвы характеризует только локальный участок измерения. В настоящей работе использованы влажности почвы, рассчитанные методом водного баланса, которые в большей степени характеризуют зональность изменения и являются репрезентативными для больших территорий.

Расчетная влажность почвы обладает очевидными преимуществами. Поэтому для оценки влажности почв Брестской области использовался водно-балансовый метод гидролого-климатических расчетов (ГКР) [Мезенцев, 1969, 1976] ранее применяемый для воднобалансовых расчетов на территории Беларуси [Волчек, 1986, 2000], математическое уравнение, которого имеет вид

$$W_{i+1} = W_i + X_i - E_i, \quad (3.23)$$

где  $W_{i+1}$ ,  $W_i$  – влажность деятельного слоя почвы на конец и начало расчетного интервала, мм;  $X_i$  – атмосферные осадки за расчетный интервал, мм;  $E_i$  – суммарное испарение за расчетный период, мм.

Суммарное испарение рассчитывалось по методу гидролого-климатических расчетов. Методика расчета приведена в главе 1.

При воднобалансовых расчетах использованы данные о диапазоне активной влаги (ДАВ) равном разности между наименьшей влагоемкостью и влажностью разрыва капиллярных связей ( $W_{BPK}$ ).

При этом анализировались следующие случаи:

- $W_{i+1} > W_{HB}$  – влажность на конец расчетного интервала больше допустимой, наблюдается избыток влаги;
- $W_{BPP} \leq W_{i+1} \leq W_{HB}$  – влажность находится в оптимальном диапазоне;
- $W_{i+1} < W_{BPP}$  – влажность находится ниже оптимальной.

В силу различных обстоятельств сведения о водно-физических свойствах зачастую являются неполными. К основным водно-физическим (агро-гидрологическим) свойствам почв относятся: объемная масса ( $V_{OM}$ ), максимальная гидроскопичность ( $W_{MT}$ ), влажность завядания ( $W_{B3}$ ), влажность разрыва капилляров ( $W_{BPK}$ ), наименьшая ( $W_{HB}$ ), капиллярная ( $W_{KB}$ ) и полная ( $W_{ПВ}$ )

влажностность. Ряд перечисленных характеристик не определяется из-за трудоемкости экспериментов. Массовые данные по  $W_{BPK}$  вовсе отсутствуют, так как методы определения этого параметра на метеостанциях и в производственных условиях еще не освоены. Одним из путей получения недостающей информации является установление корреляционных зависимостей между различными характеристиками водно-физических свойств почв [Волчек, Макаревич, 1986].

Для минеральных почв предлагаются следующие зависимости

$$W_{KB} / W_{HB} = 1 + 4,93 \cdot \exp(-0,02W_{HB}); \quad (3.24)$$

$$(r = 0,918 \pm 0,028; F = 8,256 > F_{(31;30;1\%)}^T = 2,412);$$

$$W_{BPK} / W_{HB} = -0,13 + 0,38 \lg(W_{HB}); \quad (3.25)$$

$$(r = 0,710 + 0,091; F = 1,872 > F_{(30;29;5\%)}^T = 1,854).$$

При отсутствии опытных данных по  $W_{HB}$  ее можно определить по различного рода зависимостям, а также через  $W_{MG}$ :

$$W_{HB} = 74,9 + 3,24 \cdot W_{MG} \quad (3.26)$$

$$(r = 0,75 + 0,043; F = 2,646 > F_{(35;34;2,5\%)}^T = 2,052).$$

Все расчеты (в мм водного слоя) выполнены для полуметрового слоя почв, в основном определяющего водообеспеченность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических и мелиоративных исследованиях и расчетах. Для перехода к метровому слою можно воспользоваться переходным коэффициентом 1,9. Для более наглядного представления о категориях почвенной влаги построена номограмма (рисунок 3.13). За основу принята  $W_{HB}$ , представленная на оси абсцисс, как наиболее важная гидромелиоративная характеристика почв.

При построении номограммы,  $W_{B3}$  определялась по соотношению  $W_{B3}/W_{MG}$ , которое для песчаных почв – 1,44; супесчаных – 1,39; суглинистых и глинистых – 1,32. На номограмме выделены следующие категории почвенной влаги:

- А – мертвый запас влаги (от 0 до  $W_{MG}$ );
- Б – недоступная для растений влага (между  $W_{MG}$  и  $W_{B3}$ );
- В – недостаточное увлажнение (между  $W_{B3}$  и  $W_{BPK}$ );
- Г – оптимальное увлажнение (между  $W_{BPK}$  и  $W_{HB}$ );
- Д – допустимое повышенное увлажнение на время, меньшее критического для растений (между  $W_{HB}$  и  $W_{KB}$ );
- Е – избыточное увлажнение (между  $W_{KB}$  и  $W_{ПВ}$ ).

Данная номограмма позволяет решать ряд практических задач и использована нами для определения баланса естественного увлажнения.

Предлагаемые зависимости и номограмма получены для условий дерново-подзолистых почв различного механического состава, которые наиболее представительны для Беларуси и Брестской области в частности.

Результаты расчетов влажности 50-ти см слоя почвы по некоторым метеостанциям Брестской области приведены в таблице 3.13.

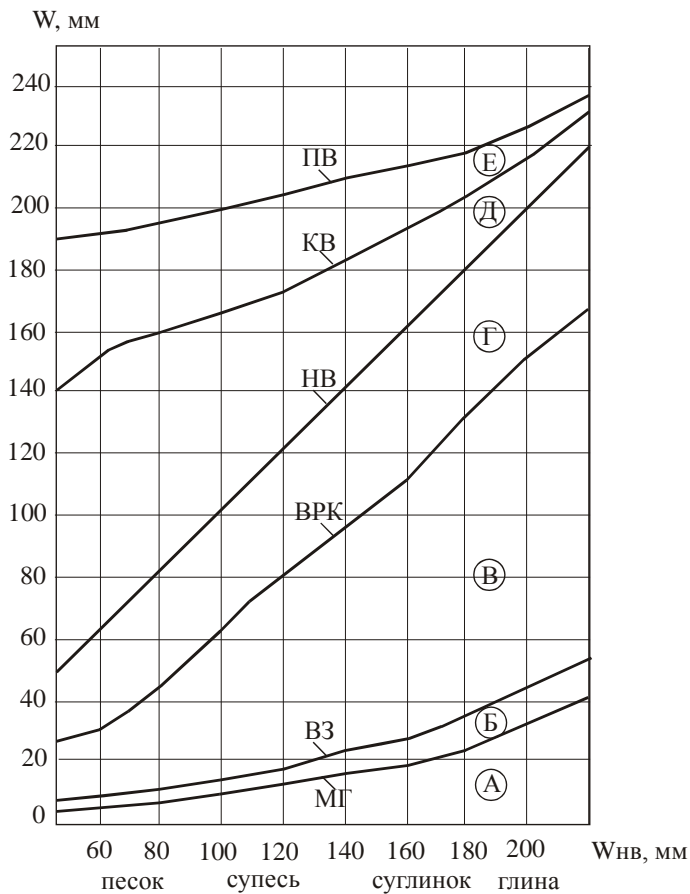


Рисунок 3.13. Номограмма для определения водно-физических характеристик минеральных почв (слой 0-50 см).

Таблица 3.13. Среднемесечная влажность почвы в долях от наименьшей влагоемкости (слоя 0-50 см)

Метеостанции	Месяцы						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Барановичи	1,09	0,04	0,80	0,82	0,87	0,92	1,03
Ганцевичи	1,02	0,85	0,80	0,87	0,95	0,97	1,03
Ивацевичи	1,00	0,82	0,77	0,82	0,88	0,89	0,95
Пружаны	0,96	0,77	0,77	0,76	0,82	0,86	0,92
Полесская	0,90	0,73	0,71	0,83	0,89	0,92	1,01
Пинск	0,99	0,82	0,78	0,82	0,87	0,87	0,91
Брест	0,81	0,65	0,67	0,65	0,72	0,73	0,73

Для оценки достоверности расчетов использовались независимые методы расчета составляющих водного баланса. В качестве базы сравнения были приняты следующие методы определения испарения: водного баланса, комплексный метод и почвенных испарителей. Кроме того, сопоставлялись рассчитанные и измеренные величины стока и влажности почвы. Оценка надежности результатов выполнена для средних многолетних условий а также за реальные месяцы.

По результатам воднобалансовых расчетов можно установить наличие дефицитов ( $D_i$ ) или избытков ( $I_i$ ) водного баланса (ВБ) корнеобитаемого слоя почвы за расчетный интервал времени из соотношений:

$$D_i \cdot \begin{cases} W_i - W_{нв}, & \text{если } W_i > W_{нв} - \text{требуется осушение;} \\ 0, & \text{если } W_{нв} \geq W_i \geq W_{врк} - \text{гидромелиорации не требуются;} \\ W_i - W_{врк}, & \text{если } W_i < W_{врк} - \text{требуется орошение,} \end{cases} \quad (3.27)$$

Сведения о водном балансе естественного увлажнения почвы представляют большую ценность при решении целого ряда научно-практических задач. Вопросы мелиорации, водно-балансовые расчеты, оценка влагообеспеченности сельскохозяйственных растений, определение сроков сева и способа уборки урожая, проходимость автотракторной техники вот далеко не полный перечень тех важных задач, которые могут быть решены только при наличии сведений о влажностном режиме почв. 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).

Существо перечисленных выше задач требует при их решении наличия сведений о влажности почвы не в точке, а на некоторой площади, величина

которой зависит как от характера решаемой задачи, так и от природы поля баланса естественного увлажнения почвы.

Стохастическая природа поля предопределяет использование в качестве подхода к его описанию аппарата математической статистики, базирующегося на законах теории случайных функций. Такой подход к исследованию структуры баланса естественного увлажнения почвы позволяет вскрыть его общие свойства, характерные для территорий определенного масштаба во времени.

Изменчивость величин баланса естественного увлажнения почвы по территории Брестской области колеблется в больших пределах. Для вегетационного периода изменяется от 0,46 до 0,73 и в среднем  $C_v = 0,59$ . Еще большие коэффициенты вариации месячных величин и в среднем для исследуемой территории равны  $C_v = 0,94$ ;  $C_v = 0,9$ ;  $C_v = 1,36$ ;  $C_v = 1,56$  соответственно для мая, июня, июля и августа. Примерно такого же порядка и пространственная изменчивость баланса естественного увлажнения.

Если пространственно-временная дискретность наблюдений не позволяет исследовать его тонкую структуру, связанную с низкочастотными составляющими процесса, то недостаточность выборок является наиболее серьезным моментом, сдерживающим исследования статистической структуры поля.

Наиболее простым, а потому и часто используемым в климатологической обработке статистических рядов методом увеличения объема исходных выборок, является метод объединения в один исходный статистический ряд данных о метеорологическом элементе, относящихся к различным, чаще всего последовательным, временным интервалам в многолетнем ходе. В некоторых задачах такой подход правомочен, хотя и требует в каждом конкретном случае строгого обоснования. В настоящей работе использован способ объединения значений конкретного месяца в одну выборку.

В статистическом смысле подобная задача адекватна задаче проверки «нуль - гипотезы» и сводится к доказательству принадлежности объединяемых выборок к одной и той же генеральной совокупности. Положительный исход проверки «нуль - гипотезы» для объединяемых выборок позволяет формировать одну квазистационарно однородную совокупность, являющуюся отражением физического существа процесса формирования поля баланса естественного увлажнения почвы и обладающую большей информативностью, чем каждый из объединяемых рядов.

Используемый метод позволяет привлечь к статистической обработке значительный по объему исходный материал. Полученные предлагаемым методом кривые распределения и их моменты должны быть репрезентативными

для значительных по размерам территорий во времени. Суть метода объединения многолетних исходных пространственно-временных выборок значений влажности почвы подробно изложен в работе [Волчек, Шпендик, 2001].

Реализация задачи объединения пространственно-временных выборок в одну однородную статистическую совокупность сводится к численному эксперименту-моделированию, заключающемуся в том, что при помощи вычислительного процесса формируется по значениям  $\bar{W}$  и  $s_w^2$  однородные статистические совокупности, которым соответствуют локально-однородные на интервале квазистационарности поля баланса естественного увлажнения почвы (таблица 3.14).

Таблица 3.14. Статистические характеристики объединенных кривых распределения вероятностей баланса естественного увлажнения корнеобитаемого слоя дерново-подзолистых почв Беларуси

Коэффициенты	Месяцы					Вегетационный период
	апрель	май	июнь	июль	август	
Вариации	1,01	1,12	1,06	1,04	1,03	0,69
Асимметрии	1,31	1,35	1,43	1,35	1,37	0,31
Автокорреляции	-0,07	0,17	-0,06	0,08	0,07	0,04

Возможности корректного описания различных метеорологических полей с помощью ПКФ, которая является показателем наличия стохастической связи между случайными величинами в пространстве и во времени, в значительной степени зависит от однородности исходных выборок. Концепция однородности исходных выборок в задачах применения корреляционного анализа к исследованию наземных метеорологических полей весьма специфична и теснейшим образом связана с природой рассматриваемых полей. Исходя из стохастической природы большинства реальных метеорологических полей, которые формируются под совокупным влиянием многих природных факторов, изучать успешно их можно лишь в том случае, если они статистически однородны, необходимым условием чего является постоянство суммарного эффекта взаимодействия основных факторов, формирующих поле конкретного метеорологического элемента.

С учетом того, что метеорологические элементы имеют широтный и годовой ход, исходные выборки, являющиеся количественным отражением конкретного поля метеорологического элемента, статистически однородны лишь на некотором временном интервале и для ограниченной по размерам территории.



Исследования ПКФ выполнены, как в целом для Беларуси, так и дифференцированно по территории, в зависимости от влияния господствующих воздушных масс: поле ориентировано в направлении северо-восток – юго-запад (влияние воздушных масс Северного Ледовитого океана); поле ориентировано в направлении запад-восток (влияние континентальных воздушных масс); поле ориентировано в направлении северо-запад – юго-восток (влияние воздушных масс Атлантического океана).

Предполагается, что характер анизотропии в пределах рассматриваемой территории и в пределах выделенных градаций углов не изменяется. Статистическая структура гидрометеорологических полей не остается постоянной в течение года. Для выявления характера внутригодовых соотношений между мелкомасштабной и крупномасштабной составляющими выполнены расчеты для месячных интервалов и вегетационного периода. Для этих случаев рассчитаны ПКФ в диапазоне расстояний между метеостанциями до 700 км (рисунок 3.14).

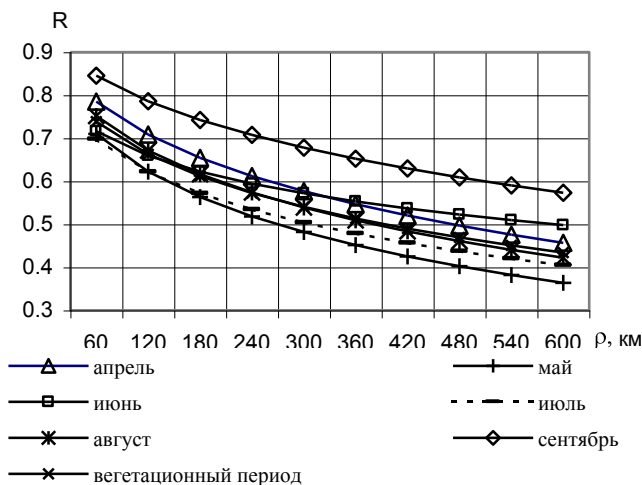


Рисунок 3.14. Пространственно-временные корреляционные функции баланса естественного увлажнения дерново-подзолистых почв Беларуси.

В мезомасштабной области для баланса естественного увлажнения почвы вклад крупномасштабной составляющей неодинаков. Поскольку коррелированность поля крупномасштабной составляющей выше, чем мелкомас-

штабной – значения ПКФ завышаются для значений  $\rho$ , не превышающих среднего масштаба крупных флуктуаций поля за счет крупномасштабной составляющей. Это обстоятельство учтено при выборе аналитической аппроксимации эмпирических корреляционных зависимостей и предпочтение отдано экспоненциально-степенной зависимости типа

$$R(\rho) = \exp(-\alpha \cdot \rho^\beta), \quad (3.28)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – эмпирические коэффициенты, приведенные в таблице 3.15.

Таблица 3.15. Характеристика статистической структуры баланса естественно-го увлажнения Беларуси

Параметры	Месяцы					Вегетационный период
	апрель	май	июнь	июль	август	
$\alpha$	0,03	0,05	0,09	0,07	0,04	0,05
$\beta$	0,51	0,47	0,32	0,40	0,48	0,44

Сезонный ход изменчивости связности поля баланса естественного увлажнения почвы устанавливается достаточно уверенно: минимум корреляция достигает в мае. Отмечается большая коррелированность в апреле, июне и сентябре. Поле баланса естественного увлажнения почвы в апреле характеризуется значительной однородностью, так как в это время влаги в почве достаточно, чтобы поддерживать оптимальный водно-воздушный режим и баланс естественного увлажнения почвы по всей территории избыточный, наблюдаются однородные поля на достаточно обширных территориях. В мае весенние влагозапасы значительно истощаются, большую роль играет механический состав почвы и на первое место выступают атмосферные осадки, которые в этот период неоднородны. Этот месяц является как бы переходным, в это время наблюдаются как дефициты влаги, так и избытки. Когда в июне весенние влагозапасы, в основном, расходованы и по всей территории наблюдается дефицит водного баланса корнеобитаемого слоя. В сентябре бывают достаточно затяжные дожди, которые охватывают большие территории и в это время почти повсеместно отмечаются избытки влаги.

Вопрос анизотропности поля баланса естественного увлажнения изучался путем исследования изокоррелят для различных периодов осреднения. Поля изокоррелят для каждого месяца имеют вид эллипсов, меньшая ось которых ориентирована в направлении преобладающего переноса воздушных масс (рисунок 3.15).

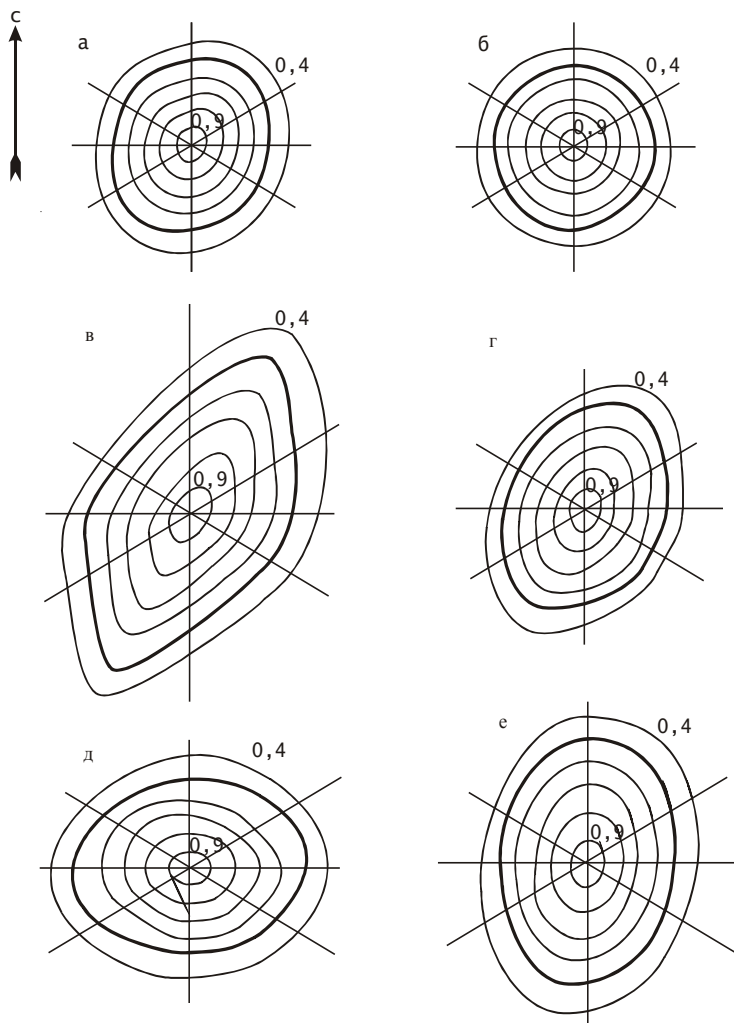


Рисунок 3.15. Изокорреляты полей баланса естественного увлажнения Беларуси: а – апрель; б – май; в – июнь; г – июль; д – август; е – вегетационный период (шаг изокоррелят 0,1).

В апреле и мае изокорреляты по форме близки к кругу. В этот период поля баланса естественного увлажнения, в основном, однородны, так как повсеместно баланс естественного увлажнения имеет положительный знак или оптимален. В июне баланс естественного увлажнения уже имеет разные знаки

по территории. Влажность почвы определяется метеорологическими условиями (атмосферными осадками и теплоэнергетическими ресурсами испарения), поэтому изокорреляты приобретают форму эллипсов с большой осью ориентированной в направлении северо-восток – юго-запад. В этот период атмосферное давление понижается с юго-запада – северо-восток и преобладающими становятся северо-западные и западные ветры. Они связаны либо с тыловой частью западных циклонов, либо с восточной окраиной областей высокого давления, идущих с Атлантики на материк. Менее выражены, но идентичные по характеру изокорреляты наблюдаются и в июле месяце, так как атмосферные процессы в июне и июле схожи. В августе главная ось эллипса занимает положение запад – восток, здесь на первый план выступают теплоресурсы, которые и определяют характер изменения баланса естественного увлажнения. В целом за вегетационный период характер изокоррелят представляет собой эллипс с главной осью ориентированной в направлении север – юг, так как преобладающее влияние оказывают воздушные массы Атлантического океана.

Учет пространственно-временных колебаний естественного увлажнения позволяет раскрыть закономерности формирования водного режима больших территорий и уточнить потребности в воде при гидромелиорации больших территорий. Что в свою очередь, сокращает проектные потребности в водных ресурсах в целом водохозяйственного комплекса страны.

### 3.3. Подземные воды

Подземные воды вместе с поверхностными, а также влагой атмосферы и зоны аэрации образуют водные ресурсы любого участка суши. Все составляющие тесно взаимосвязаны и участвуют в общем круговороте воды в природе. Между подземными и поверхностными водами существует гидравлическая взаимосвязь. Большую часть года поверхностные воды питаются за счет подземного стока, а в периоды паводков наоборот. У них изначально общий источник питания – атмосферные осадки, которые формируются за счет испарения и массопереноса с мирового океана, а также испарения с водной поверхности местных водоемов и водотоков и с зеркала грунтовых вод. Выпадая на земную поверхность, атмосферные осадки разделяются на 2 части. Одна из них образует поверхностный сток и по уклону рельефа движется к рекам и водоемам. Вторая – фильтруется через почвы и зону аэрации и питает грунтовые, а через них и межпластовые воды, которые разгружаются в водоемы и водотоки. Таким образом, подземные воды представляют собой уникальное полезное ископаемое, находящееся в природе преимущественно в жидком виде, постоянно возобновляемое и подвижное.

Ресурсы пресных и минерализованных подземных вод вследствие различного качества и целевого применения определяются раздельно. Наиболее полно характеризуют их качество *естественные* и *эксплуатационные ресурсы*, а также *эксплуатационные запасы*.

*Естественные ресурсы* представляют собой суммарную величину питания (восполнения) подземных вод в природных условиях за счет атмосферных осадков, фильтрации из поверхностных водоемов и водотоков, перетекания из выше- и нижележащих горизонтов, притока со смежных территорий. Они отражают основную особенность подземных вод как возобновляемого полезного ископаемого в процессе общего круговорота в природе. Их можно определять для каждого водоносного горизонта в отдельности или для всей зоны пресных вод.

Количественно естественные ресурсы подземных вод характеризуются величиной *модуля подземного стока*, представляющего собой усредненный по речному бассейну (или его части) расход потока подземных вод заданной обеспеченности с единицы площади расположения водоносного горизонта (комплекса) или бассейна подземных вод, в пределах которого этот расход формируется. В данном случае модуль подземного стока относится по всей зоне активного водообмена и характеризует суммарный подземный сток пресных вод.

Наиболее точно модуль стока определяется методом гидролого-гидрогеологического расчленения гидрографа рек. Среднегодулетние его величины определены на основании предыдущих исследований. При этом частные значения изменяются на большей части Брестской области в небольших пределах от 0,9 до 2,0 л/(с·км<sup>2</sup>). И только в пределах Барановичского района увеличивается до 3,0 – 4,5 л/(с·км<sup>2</sup>). В целом природные условия области и, в частности, равнинный характер ее поверхности не способствует формированию подземного стока. Средневзвешенное значение оценивается в 1,52 л/(с·км<sup>2</sup>).

Среднегодулетнюю величину естественных ресурсов подземных вод, формируемых на территории Брестской области, без учета притока со смежных территорий, можно определить по формуле:

$$Q_e = 86,4 \times M_e \times F, \quad (3.29)$$

где  $Q_e$  – естественные ресурсы подземных вод, м<sup>3</sup>/сут,  $M_e$  – среднегодулетнее значение модуля подземного стока, F – площадь Брестской области, 32,3 тыс. км<sup>2</sup>.

Подставив численные значения, получим 4242,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут или 1548,3 млн. м<sup>3</sup>/год.

*Эксплуатационные ресурсы подземных вод* – расход воды, который можно получить из водоносных горизонтов и комплексов, используя общий подземный сток (как местный речной, так и транзитный) и частично сработкой емкостных запасов. Они определяются без учета конкретного расположения водозаборных сооружений и их технико-экономических характеристик, поэтому они являются в известной мере прогнозными.

Эксплуатационные ресурсы, как правило, существенно превышают естественные. И только в региональных областях питания крупных артезианских бассейнов они могут быть меньше последних.

Для оценки величины эксплуатационных ресурсов используется их модуль ( $Mэ$ ), представляющий собой потенциальный расход подземных вод зоны активного водообмена, который можно получить с единицы площади их пространства. Среднегодовое значение модуля эксплуатационных ресурсов по материалам Института геологических наук НАН Беларуси оценивается в  $2,0 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$  [Кудельский А. В., Пашкевич В.И. и др., 1998]. По формуле (3.29) эксплуатационные ресурсы для области составляют  $4503,4 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  ( $2045,2 \text{ млн. м}^3/\text{год}$ ).

*Эксплуатационные запасы подземных вод* – количество воды, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требованиям в течение всего расчетного срока водопотребления. Они определяются гидрогеологическими расчетами (или моделированием) в результате проведения гидрогеологической разведки на конкретных участках групповых водозаборов и утверждаются в Республиканской комиссии по запасам полезных ископаемых (РКЗ) Минприроды Республики Беларусь. Для одиночных водозаборных скважин эксплуатационными запасами можно считать их максимальный дебит и они, естественно, не утверждаются в РКЗ.

Для минерализованных вод, отличающихся возрастанием количества солей с глубиной, а в верхней зоне и непостоянством химического состава, ресурсы, как правило, не определяются. Эксплуатационные запасы минерализованных вод оцениваются по фактическому дебиту разведочно-эксплуатационных скважин при условии постоянного их качества.

Обеспечение потребностей области в питьевой воде может осуществляться как за счет подземных, так и поверхностных вод. При существующей альтернативе выбора предпочтение отдается подземным водам, имеющим ряд преимуществ перед поверхностными. Главное из них заключается в сплошном (по площади) распространении подземных вод, что позволяет добывать их

непосредственно в местах потребления или вблизи них. Кроме того, они имеют большую природную защищенность от поверхностного загрязнения, а его миграция происходит значительно медленнее. При этом накопление вредных веществ происходит, как правило, вблизи источника загрязнения. Химический состав и органолептические свойства подземных вод обеспечивают лучшие вкусовые качества по сравнению с поверхностными.

### *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 интрузий<sup>1</sup> и даек<sup>2</sup>, в зонах контактов которых с осадочными породами могут образоваться открытые трещины, выводящие на поверхность подземные воды.

Кроме того, в осадочных породах, в самих интрузиях и дайках по трещинам также могут выходить на поверхность подземные воды.

По связи с безнапорными и напорными водами различают нисходящие и восходящие источники.

По приуроченности к отдельным типам подземных вод можно выделить источники: 1) питающиеся верховодкой; 2) грунтовых поровых вод; 3) трещинных вод; 4) карстовых вод; 5) артезианских вод; 6) подземных вод области многолетней мерзлоты.

1. Источники, питающиеся верховодкой, характеризуются резкими эпизодическими колебаниями дебита, температуры и состава, зависящими в основном от изменения метеорологических условий района распространения этих источников.

2. Источники грунтовых поровых вод являются нисходящими; дебит, температура и состав их подвержены сезонным и в меньшей степени эпизоди-

---

<sup>1</sup> Интрузия – процесс внедрения в толщу земной коры расплавленной магмы.

<sup>2</sup> Дайка – пластикообразное геологическое тело ограниченное параллельными плоскостями и секущие вмещающие породы.

ческим колебаниям, которые обусловлены также в основном изменением метеорологических условий района.

3. Источники грунтовых и напорных трещинных вод бывают нисходящие и восходящие. Первые связаны с трещинами зоны выветривания магматических, метаморфических и осадочных горных пород. От источников грунтовых поровых вод они отличаются тем, что обычно имеют более концентрированные сосредоточенные выходы.

Восходящие источники приурочены к отдельным тектоническим трещинам сбросового типа и зонам тектонических нарушений, пересекающих и дренирующих систему трещин зоны выветривания. Эти источники питаются напорными трещинными водами.

4. Источники грунтовых и напорных карстовых вод встречаются как нисходящие и восходящие. Они отличаются большим разнообразием условий выхода на поверхность. Питаются карстовыми водами, широко распространенными в районах развития карбонатных (известняки, доломиты, мергели), сульфатных (гипсы, ангидриты) и соленосных горных пород.

Переменяющиеся источники характеризуются резким непостоянством дебита во времени; действуя по принципу сифона (рисунок 3.16), они дают то большие дебиты, то очень малые, вплоть до прекращения выхода воды. Связаны подобные источники с зоной, залегающей выше уровня карстовых вод.

Постоянные источники связаны с крупными трещинами, подземными каналами, горизонтальными пещерами, развитыми в зоне распространения основных карстовых водоносных горизонтов. Дебит этих источников иногда достигает нескольких кубических метров в секунду, причем часто имеет резкие колебания по сезонам года.

Субмаринные источники приурочены к подземным карстовым каналам, залегающим ниже уровня воды в водоеме. Характерной особенностью этих источников является периодичность их выхода под водой в зависимости от соотношения давлений в канале и над головками источников.

5. Источники артезианских вод являются восходящими, связаны они с напорными водами артезианских бассейнов и склонов. На территории артезианских бассейнов источники выходят в долинах рек, оврагах, озерных котловинах, складках, трещинах сбросового характера, зонах контактов интрузий и даек, с осадочными горными породами, находящихся в областях напора и разгрузки.

Артезианские склоны характерны для предгорных районов, где моноклинально залегающие водоносные породы, погружаясь под водоупорные, выклиниваются или фациально изменяются от грубообломочных и песчаных



разностей до песчано-глинистых и глинистых. Вследствие этого создается гидростатический напор, приводящий к появлению мощных восходящих источников, иногда по линиям, повторяющим конфигурацию подножия гор.

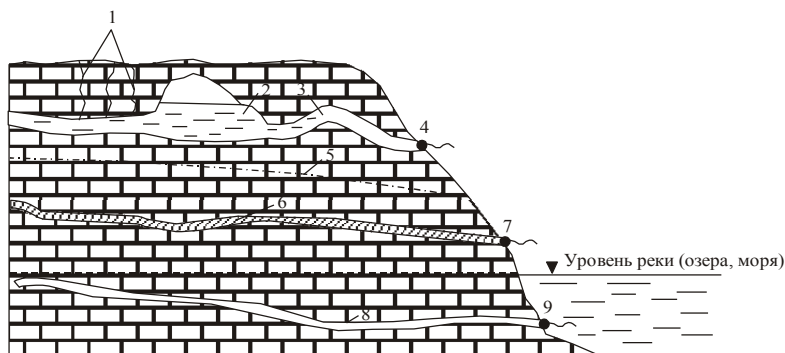


Рисунок 3.16. Карстовые источники: 1 — трещины и каналы, выходящие на поверхность земли; 2 — карстовая полость; 3 — изогнутый канал сифонного типа; 4 — перемежающийся источник; 5 — уровень воды постоянного карстового водоносного горизонта; 6 — карстовый канал; 7 — постоянный источник; 8 — карстовый канал, залегающий ниже уровня озера, моря; 9 — субмаринный источник.

Режим источников обусловлен рядом естественных и искусственных факторов. Среди первых прежде всего следует выделить факторы геологические, климатические, гидрогеологические и почвенно-биогенные; ко вторым относятся факторы, обуславливающие искусственное накопление (плотины, каналы, оросительные системы, подземные барражи<sup>1</sup> и др.) или истощение (забор) подземных вод (водопонизительные установки, водозаборные сооружения, шахтный водоотлив и др.).

Режим источников устанавливается путем специальных наблюдений за изменением дебита, состава и температуры воды источников. Эти наблюдения могут быть эпизодическими, сезонными и стационарными. Последние проводятся в течение не менее одного — трех лет.

Для установления связи между режимом источника и естественными факторами, определяющими его, строится так называемый комплексный график (рисунок 3.17). На указанном графике кроме результатов гидрогеологиче-

<sup>1</sup> Барражи — способ защиты шахт и карьеров от подземных вод путем полного или частичного ограждения выработок с помощью водонепроницаемых устройств.

ских исследований за отдельными элементами режима источника приводятся метеорологические данные, отражающие изменение давления, температуры воздуха, дефицита влажности и атмосферных осадков, а также данные о режиме подземных вод (уровни, температура, химический состав) водоносного горизонта, питающего источник. При необходимости на этом же графике отражается режим рек и других поверхностных водотоков.

По особенностям режима все источники в общем можно подразделить на постоянно действующие, сезонно действующие и ритмически действующие.

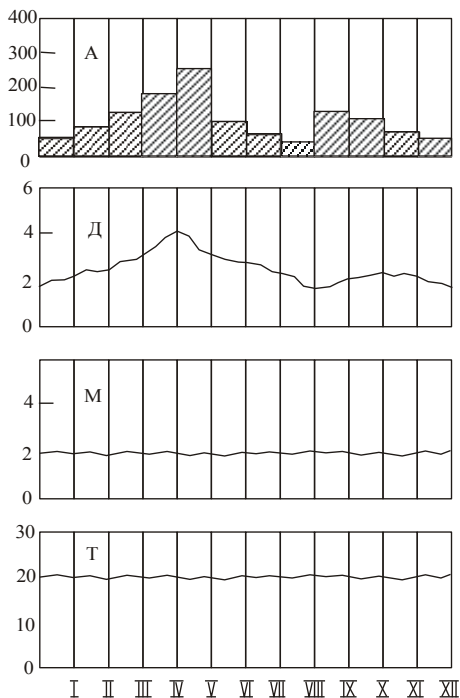


Рисунок 3.17. Комплексный график режима источника: *A* — атмосферные осадки, мм; *D* — дебит источника,  $\text{дм}^3/\text{с}$ ; *M* — минерализация воды,  $\text{г}/\text{дм}^3$ ; *T* — температура воды,  $^{\circ}\text{C}$ .

Первые характеризуются тем, что действуют постоянно в течение очень многих лет, имея годовые и многолетние изменения режима. К ним могут быть отнесены все источники первых пяти групп, выделенных по приуроченности к отдельным типам подземных вод.

Сезонно действующие источники отличаются тем, что вследствие каких-либо специфических условий питания или особых гидрогеологических условий выхода действуют только в определенное время года. Это преимущественно нисходящие источники, характеризующиеся особым механизмом действия (источники переливающиеся, перемежающиеся). К ритмически действующим источникам относятся те из них, которые имеют более или менее правильную периодичность или ритмические колебания дебита и напора.

Для отдельных групп источников установлены определенные закономерности в изменении режима их дебита. Так, например, источники, связанные с грунтовыми водами, в период, когда водоносный горизонт не пополняет запасы воды за счет инфильтрации атмосферных осадков, снижают свой дебит, подчиняясь определенному закону. Режим источников в период отсутствия инфильтрационного питания водоносного горизонта называется «независимым» или «упорядоченным» режимом (по Ж. Буссинеску). При этом различают два случая независимого режима источников: 1) мощность водоносного горизонта, питающего источник, достаточно велика и изменением ее в период спада уровня можно пренебречь, т. е. сохраняется условие  $h = h_{cp} = const$ ; 2) мощность водоносного горизонта невелика и изменением ее в период спада уровня нельзя пренебречь, т. е. имеет место условие:  $h \neq const$ .

Изменение дебита источника в первом случае описывается уравнением

$$Q = Q_0 \cdot \exp(-\alpha \cdot t), \quad (3.30)$$

во втором случае

$$Q = \frac{Q_0}{1 - \alpha \cdot t}, \quad (3.31)$$

где  $Q$  - дебит источника в любой момент времени независимого режима,  $dm^3/c$ ;  $Q_0$  - дебит источника в начальный момент его падения,  $dm^3/c$ ;  $\alpha$  - коэффициент истощения запасов воды в водоносном горизонте, питающем источник;  $t$  - продолжительность периода падения дебита,  $c$ .

Коэффициент истощения определяется по следующим формулам (Ж. Буссинеск):

$$\text{в уравнении (3.30)} \quad \alpha = \frac{\pi^2 \cdot k \cdot h}{4 \cdot \mu \cdot L^2}, \quad (3.32)$$

$$\text{в уравнении (3.31)} \quad \alpha = \frac{5,77 \cdot k \cdot F}{4 \cdot \mu \cdot L}, \quad (3.33)$$

где  $k$  — коэффициент фильтрации,  $m/c$ ;  $h$  — мощность водоносного горизонта,  $m$ ;  $\mu$  — коэффициент водоотдачи пород;  $F$  — площадь вертикального сечения

потока грунтовых вод от места выхода источника до водораздела ( $F=h \cdot L$ ),  $m^2$ ;  $L$  - расстояние от источника до водораздела грунтовых вод, м.

Ход изменения кривой дебита источника в период независимого режима, как это видно из уравнений (3.30) и (3.31), при прочих равных условиях зависит от накопленных ранее запасов воды в водоносном горизонте, отражающихся на  $Q_0$ . Совмещая кривые дебита, полученные за несколько лет, строят типовой график колебаний дебита для того или иного источника. По такому графику можно составлять прогноз изменения дебита источника в период отсутствия питания водоносного горизонта.

Кроме аналитических методов прогноза режима источников существуют и другие методы, основанные на установлении корреляционных связей между дебитом источника и отдельными природными факторами, определяющими изменение дебита источников (осадки, испарение, изменение уровня подземных вод и др.), а также разделение источников на категории и классы по дебиту и температуре. По дебиту источники разделяются на три типа (малодебитные, среднедебитные, высокодебитные) и десять классов.

Классификация источников по дебиту предложена Н. А. Мариновым, Н. И. Толстихиным (таблица 3.16). По температуре вод источники делятся на семь классов (таблица 3.17). По изменению дебита источники разделяются на пять категорий, характеризующихся следующими отношениями минимального дебита к максимальному (таблица 3.18).

Таблица 3.16. Классификация источников по дебиту

Тип	Класс	Название источника по дебиту	Дебит, $dm^3/c$
I	1	Наименьшие	0,001
	2	Весьма малые	0,001...0,01
	3	Малые	0,01...0,1
	4	Незначительные	0,1...1,0
II	5	Значительные	1,0...10
III	6	Весьма значительные	10...100
	7	Большие	100...1000
	8	Очень большие	1 000...10 000
	9	Исключительно большие	10 000...100 000
	10	Наибольшие	> 100 000

Таблица 3.17. Классификация источников по температуре

Класс	Источники	Температура, С
I	Исключительно холодные	Ниже 0
II	Весьма холодные	0...4
III	Холодные	4...20
IV	Теплые	20...37
V	Горячие	37...42
VI	Весьма горячие	42...100
VII	Исключительно горячие	Выше 100

Таблица 3.18. Классификация источников по изменению их дебита, по А. М. Овчинникову

Категории	Источники	Отношение $Q_{min}/Q_{max}$
I	Весьма постоянные	1:1
II	Постоянные	1:1 — 1:2
III	Переменные	1:2 — 1:10
IV	Весьма переменные	1:10 — 1:30
V	Исключительно переменные	1:30 — 1:100

Интерес к изучению родников вызван ландшафтным и хозяйственным их значением. Выходы подземных вод на поверхность не только создают предпосылки развития гидрологической сети, но и обуславливают 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 окружающих их наземных биоценозов, а также формирование 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. До настоящего времени жители д. Завершье Дрогичинского района используют воду из родника для лечения кожных заболеваний, а жители д. Ополь Ивановского района считают, что вода их родника восстанавливает силы и укрепляет организм. В настоящее время родники, помимо прочего, имеют важное значение в развитии туризма. Такие родники, нередко, оборудованы часовнями, где находятся иконы, украшенные ручниками, как, например, часовня в д. Охово Пинского

района и д. Верчицы Пружанского района. К сожалению не сохранилась часовня у родника в д. Смоляница Пружанского района.

В распределении родников на территории Брестской области прослеживается связь со строением поверхности и климатическими условиями. В силу разнообразия геологического строения и рельефа местности распространение родников по территории неравномерно. В области выявлено около 100 родников, большая половина которых приходится на геоморфологическую область равнин и низменностей Предполесья [Грибко, Карпук, 2001]. Особенно богат родниками Барановичский район, где находится более третьей части всех родников области, южная часть которого лежит в пределах Барановичской водно-ледниковой равнины, а север района расположен на склоне Новогрудской возвышенности. Пересеченный рельеф конечно-моренных гряд и возвышенностей, пологоволнистых водно-ледниковых равнин с долинами рек, ложбинами стока и эрозионными прогалинами, сложная, фациальная изменчивость пластов песчано-глинистых моренных и водно-ледниковых отложений способствовала образованию многочисленных выходов грунтовых вод на поверхность. В связи с этим много разнообразных родников на севере района в Молчадской и Городищенской зонах. Достаточно часто встречаются родники и в других районах Предполесья – Каменецком, Пружанском, Ивацевичском. Они также расположены в пределах пологоволнистых водно-ледниковых равнин – Высоковской, Пружанской и Коссовской. В южной Полесской части Брестской области, для которой характерно меньшее вертикальное расчленение поверхности, родники расположены значительно реже. В этой геоморфологической области преобладают плоские заболоченные озерно-аллювиальные и зандровые низины, ложбины стока. Больше всего родников находится на территории Пинского района, который лежит в пределах Логишинской водно-ледниковой равнины с краевыми ледниковыми образованиями, восточной части Загородья и Лунинецкой аллювиальной низины. Здесь часто родники связаны с неглубоким залеганием грунтовых вод и расположены в заболоченных топях. К краевым ледниковым образованиям с глициодислокациями и заторфованным понижениям водно-ледниковых равнин Загородья приурочены также источники грунтовых вод в Ивановском и Дрогичинском районах. В связи с высокой заболоченностью территории и широким проведением мелиоративных работ верхние водоносные горизонты часто вскрываются мелиоративными каналами, что служит причиной образования многих родников области (Кобринский, Дрогичинский и Столинский районы) [Грибко, Карпук, 2001].

Анализ родников Брестской области по морфологии выходов подземных вод на поверхность позволяет разделить их на три типа: собственно родники (реокрены), ключи (лимнокремы) и топи (геокрены) [Грибко, Карпук, 2001]. Топи, наиболее широко распространенные в области родники, находятся в заболоченных понижениях. Так из замкнутого заболоченного понижения, заросшего ольхой и плещом, грунтовые воды выклиниваются на поверхность у д. Вартыцк Ивановского района, где берет начало ручей, теряющийся среди болотной растительности. Такого происхождения и источник у д. Хрищановичи Ивацевичского района. Этот родник оборудован бетонным кольцом, имеет заиленное дно, и вокруг находится сильно переувлажненный топкий грунт. В заболоченном понижении Дубойского парка в Пинском районе установившийся уровень воды составляет всего 10 см, а ниже расположен слой ила мощностью 80 см. Расположенные северо-западнее деревни Дубой в лесу и у хутора Няневичи Брестского района, в д. Ковнятин Пинского района родники также являются топиями.

Собственно родники (реокрены) образуются на пересеченной местности и имеют четко выраженный выход грунтовых вод на поверхность. Такой родник расположен на вершине пологой слабовыраженной ложбины и питает начинающейся от него ручей в д. Заполье Брестского района. В Пружанском районе у д. Верчицы родник вытекает из склона долины ручья. В сосновом лесу в 5-ти км от Столина родник – из нижней части склона эолового холма. В д. Грацевичи и д. Тартаки Барановичского района у подножья ряда моренных холмов выходят на поверхность многочисленные родники, сливающиеся в ручей.

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.). Такие источники на дне мелиоративных каналов имеются в д. Запруды Кобринского района, Заеленье Дрогиченского района, Псыщево Ивановского района. Ключи бьют на дне пруда в д. Пелище Каменецкого района.

Среди родников области наибольшее распространение, наряду с каптажными и переливающимися, получили эрозионные родники появившиеся в результате активных антропогенных воздействий в системы речной сети и устройстве мелиоративной сети, вызвавших вскрытие водоносных горизонтов. Примером тому являются родники у д. Остромичи Кобринского района, д. Заверилье Дрогиченского района, урочище Лозы у д. Глинка Столинского района и др.

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

Большинство родников области относятся к низходящим (питающимся безнапорными водами) и только родник у д. Ясенец Барановичского района относится к типу восходящих (питающимся напорными водами). В выемке глубиной 6...7 м техногенного происхождения происходит выход грунтовых вод, которые через ложбину попадают в пойму р. Сервень. Ложбина расположена в районе Карчовских гляциодислокаций южного склона Новогрудской возвышенности, а область питания грунтовых вод расположена на более высоком гипсометрическом уровне на склонах холмов.

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

Воды родников относятся к пресным с низкой минерализацией, которая изменяется от 89 мг/дм<sup>3</sup> у д. Лахва до 887 мг/дм<sup>3</sup> в роднике у д. Ботово Пинского района.

В настоящее время воды многих из родников области используются на хозяйственные нужды. Родники расположенные вблизи населенных пунктов используются для питьевых нужд не только местными жителями, но и приезжими. В ряде мест (д д. Мынишицы Каменецкого района, Ковнятин, Дубой и Рудка Пинского района и др.) 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 срубками. Эксплуатируются такие источники эпизодически для питьевых нужд во время полевых работ, туристических походов, сбора грибов и ягод и т. п. Деревянные срубки 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, так, например, только в летнее время можно легко подойти к источнику в топкой заболоченной низине у д. Хрищановичи Ивацевичского района, а у источника Ясенец Борисовичского района склоны ложбины вытоптаны, подвергаются осыпанию и размыву. Немногие из родников имеют ограждение и приспособления для отбора воды, хотя такой элемент обустройства необходим в населенных местах для сохранения воды.





ственного кадастра, а также принятию 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 редким видам животных и растений.

Вокруг родников, выходов подземных вод и родниковых ручьев необходимо выделять прибрежные полосы и водоохранные зоны, в которых установить жесткие ограничения хозяйственной деятельности. 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 [Мороз и др., 2001].

## 4. ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

### 4.1. Показатели качества природных вод

Природная вода представляет собой многокомпонентную динамическую систему, в состав которой входят газы, минеральные и органические вещества, находящиеся в растворенном и взвешенном состояниях, а также микроорганизмы. В виде ионов, недиссоциированных молекул, коллоидных и взвешенных частичек в природных водах содержится свыше 50 элементов, однако только некоторые из них встречаются в значительных количествах.

Качество природных водных источников определяется по наличию в ней веществ неорганического и органического происхождения, а также микроорганизмов и характеризуются различными физическими, химическими, бактериологическими и биологическими факторами.

К *физическим* показателям воды относятся температура, запах, вкус, мутность, цветность, электропроводимость.

*Химическими* показателями качества воды являются общее количество растворенных веществ, или сухой остаток, прокаленный остаток, активная реакция, или pH воды, окисляемость, щелочность, содержание газов, наличие азотосодержащих соединений, хлоридов, сульфатов, железа, марганца, кальция, магния, некоторых ядовитых и радиоактивных веществ.

*Бактериологические, или санитарные,* показатели характеризуют общую бактериальную загрязненность воды, а также содержание в ней бактерий кишечной палочки (бактерий coli).

*Биологические* показатели определяют наличие водных организмов, находящихся на поверхности (планктон) и в толще (нейстон) воды или располагающихся у дна водоема, берегов и на поверхности подводных предметов (бентос).

*Органические вещества.* Показателем количества и качественного состава органических веществ является цветность воды и ее окисляемость. В речных водах области цветность изменяется в весьма широких пределах – от 5...50 до 75...314°. В больших пределах колеблется и окисляемость речных вод, которая в большинстве случаев увеличивается с увеличением цветности воды. Бихроматная окисляемость изменяется по территории от 4 до 155 мг  $O_2/дм^3$ , а перманганатная – от 2 до 46 мг  $O_2/дм^3$ , составляя 15...95 % бихроматной окисляемости. 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 и высокими значени-

ями цветности и окисляемости характерны главным образом для заболоченных и облесенных водосборов бассейнов рек.

Максимальные значения цветности и окисляемости воды наблюдаются в период летне-осенних паводков и весеннего половодья, чаще на его спаде. В период устойчивой низкой межени с уменьшением поверхностного и увеличением грунтового питания рек цветность и окисляемость воды достигают минимальных величин. Однако в отдельные годы на водосборах с преобладанием торфяно-болотных почв максимальные значения цветности могут наблюдаться и в период зимней межени. В этот период, при наличии сплошного мощного ледяного покрова в речных водах с большим содержанием органических веществ в результате протекающих процессов окисления органических веществ, могут наблюдаться заморы рыбы. Существенно изменяется содержание органических веществ и в разные годы. Как правило, при повышении водности содержание органических веществ увеличивается.

*Растворенный кислород* в водные источники поступает из атмосферного воздуха, а также образуется в результате фотосинтеза водорослями. Содержание  $O_2$  в воде уменьшается вследствие протекания процессов окисления органических веществ и потребления его живыми организмами при дыхании. Резкое уменьшение содержания  $O_2$  в воде по сравнению с нормальным свидетельствует о ее загрязнении.

Зимой содержание органических веществ в природных водах минимальное, однако, в период половодья и паводков, а также летом в период массового развития водорослей – «цветения» водоемов – оно повышается.

Присутствие в природных водах легко окисляемых органических веществ идентифицируется величиной биологического потребления кислорода за 5 суток (БПК<sub>5</sub>), фоновое значение которой принимается равной 1,2...2,0 мг/дм<sup>3</sup>, а для рек со значительным болотным питанием составляет 2,0...2,5 мг/дм<sup>3</sup>. В условиях техногенеза содержание органических веществ в речных водах повышается, что приводит к росту величины БПК<sub>5</sub>, значение которой выше предельно допустимой концентрации (ПДК) (3,0 мг/дм<sup>3</sup>) свидетельствует о загрязнении вод. Речные воды области характеризуются низким уровнем загрязнения органическими веществами, их усредненные значения по бассейнам основных рек колеблются от 0,8...1,8 ПДК.

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.

Качество поверхностных вод устанавливают по индексу загрязненности вод (ИЗВ), которому соответствует 7 классов в разной степени загрязненных вод (таблица 4.1) [Природная ..., 2002].

Таблица 4.1. Критерии классификации поверхностных вод по их качеству

Класс качества воды	Качественная характеристика	Величина ИЗВ
I	Очень чистая	менее или равно 0,3
II	Чистая	более 0,3 до 1,0
III	Умеренно загрязненная	более 1,0 до 2,5
IV	Загрязненная	более 2,5 до 4,0
V	Грязная	более 4,0 до 6,0
VI	Очень грязная	более 6,0 до 10,0
VII	Чрезвычайно грязная	более 10,0

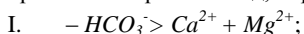
ИЗВ рассчитывается как 1/6 суммы средней концентрации по отношению к ПДК по следующим шести показателям: растворенный кислород, биологическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), азот аммонийный, азот нитритный, нефтепродукты и цинка. [Государственный водный кадастр..., 2000].

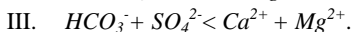
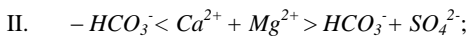
Наличие в воде *взвешенных веществ* свидетельствует о ее загрязненности твердыми неорганическими примесями – частичками глины, песка, ила, водорослей и другими веществами минерального или органического происхождения. Наименьшая мутность водоемов наблюдается зимой, когда они покрыты льдом, наибольшая – весной в период паводка. Повышение мутности воды может быть вызвано выделением некоторых карбонатов, гидроксидов алюминия, марганца, высокомолекулярных органических примесей гумусового происхождения, появлением фито- и зоопланктона, окислением соединений железа (II) кислородом воздуха, сбросом неочищенных производственных сточных вод и другими причинами.

В большинстве случаев природные воды Брестской области содержат ионы  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ . Катионы  $H^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  и анионы  $OH^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $F^-$  в природной воде встречаются в незначительных количествах, однако, их влияние на свойства и качество воды иногда также очень велико.

В природных водах существует семь основных ионов. О.А. Алекин предложил классифицировать природные воды деля на три больших класса: гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные.

Каждый класс по преобладающему катиону ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Na^+$ ,  $K^+$ .) делят на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую. В свою очередь, в группах различают три типа вод, определяемых следующим соотношением:





Могут встречаться случаи, когда каких-либо ионов имеется одинаковое количество, тогда класс воды определяется как сульфатно-гидрокарбонатные, сульфатно-хлоридные и т. д.

По содержанию ионов (солей) в воде определяют общую степень ее минерализации. Степень минерализации воды определяется по сумме ионов  $\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$  выраженных в  $\text{г}/\text{дм}^3$ . По степени минерализации ( $\text{г}/\text{дм}^3$ ) воду делят на:

- очень малой минерализации менее 0,1;
- малой минерализации 0,1...0,2;
- средней минерализации 0,2...0,5;
- повышенной минерализации 0,5...1,0;
- высокой минерализации более 1,0.

Степень пригодности воды для питья может оцениваться по следующей шкале: при минерализации до  $600 \text{ мг}/\text{дм}^3$  — хорошая вода, при минерализации  $600$  —  $1000 \text{ мг}/\text{дм}^3$  — удовлетворительная и  $1000$ ...  $1500 \text{ мг}/\text{дм}^3$  — допустимая для питья. Оценку пригодности воды для водопоя животных можно производить по этим же нормам. Однако, по мнению некоторых исследователей, общая минерализация при этом может быть, повышена [Ресурсы..., 1966]. Содержание солей в реках составляет  $191$ ... $298 \text{ мг}/\text{дм}^3$ , что позволяет отнести их к водным источникам со средней степенью минерализации.

Ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  присутствуют во всех минерализованных водах. Их источником являются природные залежи известняков, гипса и доломитов, присутствие которых в воде обуславливает жесткость воды.

Жесткость воды измеряют количеством  $\text{мг-экв}/\text{дм}^3$   $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  ( $1 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$  равен 2,8 немецких градуса). Общую жесткость воды подразделяют на *устраняемую* и *постоянную*, которая в свою очередь разделяется на *оставшуюся* и *неустраняемую*. По величине общей жесткости различают следующие категории природных вод: вода очень мягкая (жесткость меньше  $1,5 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$ ), мягкая ( $1,5$ ... $3 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$ ), умеренно жесткая ( $3$ ... $6 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$ ), жесткая ( $6$ ... $9 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$ ) и очень жесткая (жесткость больше  $9 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$ ).

Жесткость воды в поверхностных источниках тесно связана с минерализацией. С увеличением минерализации увеличивается и общая жесткость воды. Величина минерализации изменяется в разные сезоны года, что в значительной степени зависит от характера питания реки в конкретный момент.

Использование жесткой воды в промышленности и для коммунально-бытовых целей приводит к перерасходу топлива и химических добавок (мыла, красителей, соды и др.), ухудшению качества продукции, снижению надежности и экономичности работы технологического оборудования, а также к другим нежелательным последствиям.

Присутствие значительных количеств *азотистых соединений* (нитритов и нитратов) является одним из показателей загрязнения вод. Поэтому изучение естественного фона нитритов является одним из условий правильной оценки санитарного состояния рек и водоемов.

*Нитраты*, являясь конечным продуктом сложного процесса минерализации органического вещества, содержатся в речных водах в количествах значительно больших, чем  $NO_3^-$ . Их содержание колеблется в пределах от 0 до  $3,0 \text{ мг/дм}^3$ , а на некоторых водосборах достигает  $5...10 \text{ мг/дм}^3$ . В сезонном распределении нитратов имеется более или менее четкая закономерность. Максимальное содержание  $NO_3^-$ , как правило, наблюдается в период зимней межени и на преобладающей части территории колеблется в пределах от 0,5 до  $2,0 \text{ мг/дм}^3$ . Однако эта закономерность в отдельные годы нарушается. Максимальные и минимальные значения нитратов могут наблюдаться в другие фазы гидрологического режима.

Рост в поверхностных водах содержания нитратного азота имеет негативные последствия для речных систем, так как является одним из основных элементов эвтрофирования водоемов и водотоков. Содержание нитратов по данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды в речных водах области составляет от  $0,17 \text{ мг/дм}^3$  до  $1,8 \text{ мг/дм}^3$ . Исходя из ПДК ( $9,2 \text{ мг/дм}^3$ ) для нитратного азота, реки области могут быть отнесены к категории чистых. Однако, с позиций защиты водотоков от эвтрофирования, концентрация нитратного азота не должна превышать  $0,3...0,5 \text{ мг/дм}^3$ . Таким образом, в реках региона появились условия для развития процессов эвтрофирования.

Поступление 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 высокой 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.

*Агрессивность воды.* Под агрессивным действием воды подразумевается ее способность разрушать различные строительные материалы вследствие воздействия на них растворенными солями и газами или выщелачиванием их составных частей. Различают следующие виды агрессивности: выщелачивающую, общекислотную, углекислую, сульфатную и магниальную. Агрессивность выщелачивания свойственна мягким водам и особенно сильно проявляется в период весеннего половодья.

Общекислотная агрессивность определяется содержанием в воде ионов водорода (величиной рН) и тем выше, чем ниже величина рН. В речных водах области величина рН ниже 6,80 наблюдается редко. Более низкие значения рН встречаются обычно в зимнюю межень и в период прохождения пика половодья в водах заболоченных притоков р. Припяти, где величина рН уменьшается до 6,2...6,4.

Частным случаем общекислотной агрессивности является углекислая, при которой разрушение бетона происходит под действием агрессивной  $CO_2$ . Этот вид агрессивности встречается в природных условиях наиболее часто. В период весеннего половодья и летне-осенних паводков значение агрессивной  $CO_2$  колеблется в пределах 1...12 мг/дм<sup>3</sup>, достигая местами 19 мг/дм<sup>3</sup>. Наибольшее количество агрессивной  $CO_2$  наблюдается в притоках р. Припяти.

В период летней межени воды также содержат агрессивную  $CO_2$ . Повышенное ее количество, превышающее 5 мг/дм<sup>3</sup>, наблюдается в водах притоков Припяти, а на водосборах рр. Орессы и Бобрика оно превышает 10 мг/дм<sup>3</sup>. В период зимней межени содержание агрессивной  $CO_2$  выше 10 мг/дм<sup>3</sup> сохраняется в водах рр. Орессы и Бобрика, а в водосборе р. Уборти ее содержание достигает 20 мг/дм<sup>3</sup>. На остальной территории содержание агрессивной  $CO_2$  колеблется в пределах 3...5 мг/дм<sup>3</sup>.

Сульфатная и магниальная агрессивность возникает при значительном содержании в воде ионов  $SO_4^{2-}$  и  $Mg^{2+}$ , превышающем для ионов  $SO_4^{2-}$  250 мг/дм<sup>3</sup> и ионов  $Mg^{2+}$  1000 мг/дм<sup>3</sup>. В поверхностных водах области максимальное наблюдаемое содержание этих ионов не превышает 55 и 30 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Таким образом, сульфатной и магниальной агрессивностью они не обладают.

Решение вопроса о степени агрессивности воды следует производить в каждом конкретном случае особо, исходя из ее химического состава особенностей конструкции и условий работы сооружения, руководствуясь инструкцией по проектированию.



*Водородный показатель* (рН) 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 воды по отношению к бетону и металлам.

- При рН 3,0...5,0 - реакция воды кислая;
- 5,0...6,5 – слабокислая;
- 6,5...7,5 – нейтральная;
- 7,5...8,5 – слабощелочная;
- 8,5...9,5 – щелочная;
- более 9,5 – сильнощелочная.

В реках и водоемах нитраты и фосфаты являются питательными веществами для фитопланктона и высшей водной растительности, извлекающих их из воды. Содержанием этих соединений в поверхностных водах определяется потенциальная продуктивность водоемов. Поэтому территориальные и сезонные изменения этих соединений имеют важное значение для рыборазведения.

Относительно высокие концентрации нефтепродуктов, как правило, превышающие ПДК, прослеживаются в водах таких крупных рек как Ясельда, Припять. Максимальное значение р. Ясельда нефтепродуктами наблюдалось в 1995 г. Оно характеризовалось среднегодовыми значениями 0,35...0,64 мг/дм<sup>3</sup> (7...12 ПДК). В последующие годы содержание нефтепродуктов в речной воде составляло 0,8...1,2 ПДК [Государственный ..., 2001].

#### **4.2. Условия формирования химического состава природных вод и их гидрохимическая характеристика**

К основным природным факторам, обуславливающим химическое качество поверхностных вод и характерные черты их гидрохимического режима, относятся климатические условия, геоморфологическое и геологическое строение территории, характер почв и растительного покрова.

Формирование химического состава речных вод начинается с момента выпадения жидких атмосферных осадков на поверхность водосбора или интенсивно таящего снега. На всем пути стекания воды по поверхности склонов происходит изменение химического состава склонового потока, этот же процесс происходит и в почвенно-грунтовой толще.

Это связано с тем, что в процессе движения атмосферных осадков, через различные почвы и грунты и пребывая в контакте с ними в течение определенного времени, обогащаются растворимыми солями и органическими ве-

ществами. Закономерным является увеличение минерализации воды на всем пути от ее поступления на поверхность водосбора до попадания в речную сеть.

В процессе формирования химического состава поверхностных вод имеются различия в химическом составе этих вод в основные фазы гидрологического режима, которое выделяют в следующие категории вод:

а) *поверхностно-склоновые воды*, стекающие по поверхности почвенного слоя склонов водосбора и заканчивающие здесь формирование своего химического состава;

б) *почвенно-поверхностные воды*, стекающие по микроручейковой сети и представляющие собой смесь поверхностно-склоновых вод и вод, дренирующихся из верхнего переувлажненного слоя почвы, формирование химического состава которых заканчивается на поверхности и в самом верхнем слое почвенного покрова;

в) *почвенно-грунтовые воды*, дренируемые речной сетью из временных водоносных горизонтов, образующихся во время обильного увлажнения водосборов талыми или дождевыми водами в почвенно-грунтовой толще, в которой и завершается формирование химического состава этих вод;

г) *грунтовые воды*, стекающие в речную сеть из постоянных водоносных горизонтов и формирующие свой химический состав в процессе просачивания через всю толщу почвогрунтов, расположенных над этими горизонтами.

В различные фазы водного режима в речной сети преобладают, как правило, воды одной из указанных категорий. Так, в период половодья и длительных паводков речная сеть бывает заполнена почти исключительно почвенно-поверхностными водами. В переходный период – от половодья к летней межени (на шлейфе половодья) в речной сети преобладают почвенно-грунтовые воды.

Одним из основных факторов определяющим основные черты водного режима территории и направленность почвообразовательного процесса для Брестской области являются климатические условия.

Для водного режима области характерно наличие ясно выраженного весеннего половодья, довольно устойчивых летней и зимней межени, а также летне-осенних (а в отдельные годы и зимних) паводков. Кроме того, важной чертой водного режима являются смена фаз в течение года, а также различия в водности отдельных лет обуславливают сезонные и многолетние изменения минерализации и химического состава поверхностных вод.

Влияние торфяно-болотных почв сказывается двояко. Общеизвестным является то, что наиболее распространенные на территории неосушенные низинные и верховые болота обогащают воды большим количеством органи-

ческих соединений, вследствие чего в заболоченных водосборах формируются воды с пониженной и малой минерализацией, высокой окисляемостью и цветностью. Кроме того, согласно исследованиям БелНИСГИ, низинные торфяные болота, находящиеся в естественном состоянии, играют в формировании химического состава поверхностных вод роль своеобразного буфера. Так, жесткие грунтовые воды, питающие низинные болота, снижают жесткость с 5...7 до 3...4 мг-экв/дм<sup>3</sup>, а маломинерализованные паводочные воды, поступая на торфяники, повышают свою жесткость до 2...4 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Особенности геологического строения области, важнейшие в гидрохимическом отношении, состоят в следующем. Для территории Брестской области характерны ледниковые и послеледниковые отложения, представленные главным образом песками, супесями и реже суглинками, которые подстилаются отложениями преимущественно третичной системы. Особенностью является высокая водопроницаемость, способствующая хорошему промыванию песчаных отложений атмосферными водами и выносу солей.

Распространение по территории области лесных массивов, часто заболоченных, оказывает также влияние на формирование химического состава поверхностных вод. Леса влияют не только на общую минерализацию воды, но и на отдельные гидрохимические характеристики воды. Это связано с тем, что в лесах подзолообразовательный процесс протекает интенсивно. На залеменных водосборах поверхностно-склоновые воды в период половодья и высоких летних паводков стекают по поверхности хорошо промытой лесной почвы и их минерализация остается близкой к минерализации снеговых вод. В то же время они выщелачивают из лесной подстилки и верхнего горизонта почвы продукты разложения растительных и животных остатков и обогащаются органическими веществами гумусового происхождения, в частности органическими кислотами. Это увеличивает цветность воды, снижает величину рН и ослабляет степень гидрокарбонатного характера воды, который связан с относительным увеличением содержания ионов  $SO_4^{2-}$ . В меженный период влияние облесенности заметно ослабляется.

Изучение химического состава вод, образующихся из снега, до соприкосновения с поверхностью почвы показало, что в изменении минерализации и химического состава снеговых вод по территории невозможно установить какую-либо закономерность. Химический состав обусловлен главным образом ионами  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  и  $Ca^{2+}$ . Для большинства снеговых вод области в составе анионов преобладающими являются ионы  $SO_4^{2-}$ , содержания которых колеблется от 0,9 до 15,3 мг/дм<sup>3</sup> (0,02...0,32 мг-экв/дм<sup>3</sup>).

В ряде случаев преобладают ионы  $\text{HCO}_3^-$ , изменяющиеся в пределах 0,6...17,1 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее содержание ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  составляет 0,09 мг-экв, а ионов  $\text{HCO}_3^-$  – 0,07 мг-экв, или соответственно 4,0 и 4,3 мг/дм<sup>3</sup>. Преобладание в снеговых водах ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  над ионами  $\text{HCO}_3^-$  указывает на загрязнение снега серосодержащими соединениями, постоянно присутствующими в атмосфере.

В составе катионов снеговых вод повсеместно преобладают ионы  $\text{Ca}^{2+}$  в пределах 0,4...6,8 мг/дм<sup>3</sup> (0,02...0,34 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Обычно содержания  $\text{Ca}^{2+}$  редко превышает 3 мг/дм<sup>3</sup>. Ионы  $\text{Mg}^{2+}$  присутствуют в снеговых водах в очень малых количествах.

Талым водам свойственна слабо кислая реакция. Величина рН изменяется в пределах от 5,2 до 6,9, чаще всего не превышает 6,0.

Микроручейковые воды имеют очень малую минерализацию. Количество растворенных в них солей по наблюдениям изменилось от 10 до 119 мг/дм<sup>3</sup>. Для подавляющего числа пунктов наблюдений величина минерализации составляет 25...60 мг/дм<sup>3</sup>. Относительное содержание ионов  $\text{HCO}_3^-$  обычно находится в пределах 19...42 % -экв. Содержание нитратов преимущественно колеблется в пределах 0,5...2,5 % -экв.

В составе катионов микро ручейковых вод преобладают ионы  $\text{Ca}^{2+}$  (25...40 % -экв). Второе место занимают ионы  $\text{Mg}^{2+}$  (3...20 % -экв).

Природное качество подземных вод сформировалось в течении длительной геологической истории. Их химический состав определяется вещественным составом горных пород, через которые они протекают, а величина минерализации зависит от растворимости водовмещающих пород и продолжительности контакта воды с этими породами (скорость водообмена). Подземные сток пресных вод, происходящий по схеме: осадки → инфильтрация → фильтрация → разгрузка, и охватывает только верхнюю часть литосферы. Время движения воды от момента выпадения на земную поверхность до момента попадания этой воды в речные русла зависит от удаленности места выпадения осадков от поверхностного водного объекта, литологического состава водоносных пластов, гидравлического уклона и ряда других факторов. Кроме этого, постоянно все новые и новые ультрапресные атмосферные осадки с областей питания поддерживают природный водообмен. В результате легкорастворимые вещества из горных пород зоны активного водообмена давно вынесены

в Мировой океан. В водоносных пластах остались только трудно поддающиеся выщелачиванию силикаты и карбонаты, поэтому на территории Брестской области, как и на всей республике, сформировалась гидрокарбонатные кальциевые или кальциево-магнйевые воды. Химический тип воды определяется преобладающим содержанием основных анионов (гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов) и катионов (кальция, магния, натрия, калия), образуемых групп макрокомпонентов. В природных подземных водах, как правило, в небольших количествах присутствуют и микрокомпоненты (медь, цинк, мышьяк, стронций и др.), общее число которых в пресных водах может достигать 80. Среди них выделяют группу элементов невысоких фоновых концентраций в естественном залегании. К ним относятся медь, молибден, свинец, цинк и др. Увеличение содержания этих элементов в воде свидетельствует о ее техногенном загрязнении. Вторую группу образуют элементы, фоновые концентрации которых близки к предельно-допустимым концентрациям (ПДК) для питьевых вод. Это железо, селен, мышьяк, марганец, стронций, фтор и др.

Какие же концентрации химических веществ образуют природный гидрогеохимический фон пресных вод Брестской области? Для макрокомпонентов они составляют ( $мг/дм^3$ ): гидрокарбонаты – 85 – 120; хлориды – 0 – 5, сульфаты – 0 – 3, кальций – 6 – 72, магний – 3 – 24, натрий и калий (суммарно) – 1,5 – 6,4. Содержание большинства микрокомпонентов не превышает сотые и тысячные доли  $мг/дм^3$ . Исключение составляют железо, марганец, фтор.

Железо широко распространено в природных водах на территории области и в большинстве случаев осложняет проблему хозяйственно-питьевого водоснабжения. В подземных водах оно представлено преимущественно двухвалентной формой в поверхностных водах происходит его окисление до трехвалентного и образуются труднорастворимые компонентные соединения с органическими веществами. Последние, в основном, и определяют высокие концентрации железа в пределах заболоченных территорий Полесья. Брестская область относится к гидрохимической провинции железосодержащих вод. По данным химических анализов проб воды при разведке водозаборов содержание железа в эксплуатационных горизонтах изменялось от 0,2 до 2,9  $мг/дм^3$ , составляя преимущественно 1,0...2,0  $мг/дм^3$  (при ПДК для питьевых вод 0,3  $мг/дм^3$ ).

Концентрация фтора в пресных подземных водах повсеместно низкое и изменяется от 0 до 0,4  $мг/дм^3$  (при ПДК для питьевых вод 1,5  $мг/дм^3$ ). Его увеличение отмечено на водозаборе Опушка (г.п. Домачево), где в эксплуатационном верхнеюрском горизонте фториды достигают 0,67  $мг/дм^3$ , что обусловлено подтягиванием минерализованных вод из ниже расположенных кембрий-

ских отложений. На Полесской седловине (Пинский район) в самом низу гидрогеологического разреза (в зоне трещиноватости кристаллического фундамента) содержание фторидов увеличивается до  $3,2 \text{ мг/дм}^3$ .

Марганец в природных водах присутствует в двух-, трех-, и четырехвалентной форме. Наиболее распространена двухвалентная форма. Наиболее распространенные значения по области изменяются от 0,02 до  $0,24 \text{ мг/дм}^3$ .

Азотные соединения в подземных водах, как правило, отсутствуют. Они появляются в виде аммония на участках, где распространены погребенные торф и заторфованные горные породы. Наиболее высокие его концентрации выявлены в Полоцкой низине, где они достигают  $20 \dots 25 \text{ мг/дм}^3$ . На групповых водозаборах Окунево (г. Новополоцк) и Заозерье (г. Полоцк) потребовалось строительство установок по деаммонизации воды. В Брестской области к таким участкам относится групповой водозабор Струмень в г. Пинск.

Жесткость воды определяется содержанием кальция и магния. В большинстве случаев на исследуемой области распространены мягкие и умеренно жесткие воды с ее величиной  $1,7 - 5,7 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

Суммарное содержание солей в природных водах невысокое. Сухой остаток составляет  $120 - 230 \text{ мг/дм}^3$ . При этом необходимо отметить, что минерализация атмосферных осадков не превышает  $20 - 30 \text{ мг/дм}^3$ .

Оценка качества природных вод будет неполной без определения бактериологической "чистоты" воды. Как правило, в естественных условиях без техногенного воздействия подземные воды не содержат болезнетворных бактерий.

В подземных водах присутствует также и радиоактивные элементы. Содержание урана не превышает  $10^{-7} - 10^{-4} \text{ мг/дм}^3$ , а радия  $10^{-12} \text{ Ки/дм}^3$ . В то же время на отдельных участках близкого от поверхности залегания кровли фундамента наблюдается повышенные концентрации радона. Он образуется при распаде радиоактивных элементов уранового ряда пород фундамента и затем мигрирует (эмануирует) в подземные воды. На отдельных участках он выходит в атмосферу. Несмотря на короткую продолжительность жизни радона (3,8 дня), его содержание достигает  $200 - 300 \text{ эман}$  и более. Такие концентрации установлены в северо-западной части Барановичского района. А за его пределами, недалеко от г. Дятлово построен санаторий "Радон", использующий для бальнеологических целей радоновые воды. Для изучения распространения радона необходимо проводить радоновые съемки, которые выполнены в гг. Барановичи и Пинск. Выходы радона возможны и на участках глубокого залегания фундамента при наличии тектонических нарушений (в основном, разломов глубокого заложения).

Требования, предъявляемые к качеству подземных вод, зависят от их целевого использования. Для водопоя скота, орошения сельскохозяйственных угодий и, в большинстве случаев, технического водоснабжения они пригодны без предварительного улучшения. Исключение составляют паросиловые установки, где неприемлемы жесткие и, даже умеренно жесткие воды, образующие накипь.

Качество подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения по основным показателям регламентируются нормативными документами. Вместо общесоюзных ГОСТ-ов в Республике Беларусь с октября 2000 года действуют Санитарные правила и нормы, которыми установлены требования к качеству питьевой воды и его контроля при централизованном (СанПиН 10-124 РБ99) и не централизованном (СанПиН 8-83-98 РБ99) водоснабжении, а также при организации зон санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов (СанПиН 10-113 РБ99).

СанПиН-ами установлены предельно-допустимые концентрации в питьевой воде по 7 обобщенным показателям, 22 неорганическим и 3 органическим веществам, 6 микробиологическими паразитологическим, 4 органолептическим и 2 радиационным показателям (Сборник СанПиН по питьевому водоснабжению, 2000).

Сравнением фактических показателей качества пресных подземных вод Брестской области с требованием СанПиН-ов установлено несоответствие их по железу, фтору и марганцу. При этом содержание железа превышает ПДК в 2 – 10 раз и более. Концентрация фторидов не должна превышать  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ . Ранее ГОСТ 2874-82 ограничивал и минимальную границу в  $0,7 \text{ мг/дм}^3$ , ниже которой прогрессировал кариес зубов. ПДК для марганца в питьевой воде составляет  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ .

Таким образом, природное качество пресных подземных вод Брестской области позволяет их использовать без предварительного улучшения для различных целей, кроме питьевых. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения необходима предварительная очистка: обезжелезивание, фторирование, иногда деманганация и, возможно, деаммонизация.

Число факторов, определяющих химический состав подземных вод, чрезвычайно велико. Среди них выделяют следующие группы: 1) физико-химические – свойства воды в различных фазовых состояниях, водных растворов, химических элементов и соединений и т. д.; 2) физические – температура, давление, радиоактивность, магнетизм, гравитация и т. д.; 3) физико-географические – климат, особенно осадки и испарение, рельеф, гидрология и условия дренирования и т. д.; 4) геолого-гидрогеологические – структурно-

геологическое строение, тектоника, магматизм и метаморфизм, фациальное строение разреза, минералогический состав пород, фильтрационные свойства пород, гидродинамические условия, палеогидрогеология и т. д.; 5) биологические – микрофлора и микрофауна; 6) антропогенные.

Наиболее полный ряд данных наблюдений за естественным гидрохимическим режимом подземных вод Брестской области представлен в скважинах КМ 638 и СЛ 111. Отборы проб производились 1 - 2 раза в год с 1953 г. в скв. СЛ 111 и с 1969 г. в скв. КМ 638. В связи с нерегулярным отбором проб (в отдельные годы химический анализ не проводился), а также в связи с тем, что пробы отбирались в разные месяцы, установить многолетние и внутригодовые закономерности трудно. Однако можно отметить, что на качественное состояние подземных вод данного региона воздействуют все выше перечисленные факторы и их можно отнести к природно-техногенным, так как происходит преобразование естественного гидрохимического фона.

За период наблюдений кислотность среды в среднем составила pH 7,1 (СЛ 111) и 7,6 (КМ 638), изменяясь в пределах от 6,3 до 8,6. При этом происходит постепенное изменение среды в сторону щелочной (8,2, 8,6). Особенно резко такая тенденция проявляется в пробах воды скв. СЛ 111.

Количественное содержание химических компонентов в пробах воды в целом по Столинскому посту больше, чем по Каменюкскому (таблица 4.1). За весь период наблюдений содержание химических соединений в пробах воды (кроме нитратов на Столинском посту) не превысило ПДК. В скв. СЛ 111 содержание нитратов в большинстве проб превышает ПДК, которые по санитарным нормам составляют  $45 \text{ мг/дм}^3$  [Санитарные..., 1992]. Превышение ПДК, вероятно, связано с интенсивным ведением сельского хозяйства, внесением удобрений.

Таблица 4.2. Содержание химических соединений в пробах воды скв. КМ 608 и СЛ 111 за весь период наблюдений, в числителе: среднее значение, в знаменателе: максимальное, ( $\text{мг/дм}^3$ )

Химическое соединение / Скважина	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH
КМ 608	5,33	2,76	44,17	5,88	7,17	18,44	0,89	146,75	7,76
	17,50	11,04	61,20	10,40	25,30	85,80	1,90	183,0	8,60
СЛ 111	63,53	86,44	65,63	17,97	121,89	104,95	117,01	112,71	7,13
	155,71	155,71	98	30,6	293,5	169,9	320	262,3	8,2

В результате корреляционного анализа химического состава и климатических факторов (температура и осадки) не установлено достоверной связи



между количеством химических элементов, атмосферными осадками и температурой воздуха.

### 4.3. Основные источники загрязнения природных вод

Формирование состава речных вод области происходит при сложном взаимодействии ряда естественных антропогенных факторов. По составу растворенных в воде минеральных солей реки Брестской области относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу. Общая минерализация характеризуется средней степенью, и изменяется 200...400 мг/дм<sup>3</sup>. Более низкая минерализация характерна для рек протекающих по заболоченным и залесенным территориям, где максимальные показатели цветности до 220° и минимальные величины кислотности pH = 6,45.

Антропогенным воздействиям на водные ресурсы гидрология и смежные с ней науки уделяют пристальное внимание уже более 100 лет. Вначале исследовались преимущественно изменения водного режима территории под влиянием различных видов хозяйственной деятельности. Затем, с началом “научно-технической революции” и связанного с ней роста загрязнения природных вод, стало актуальным изучение трансформации качества водных ресурсов. Исследовались показатели состава природных вод и свойства ингредиентов, а именно: pH, количество и состав катионов и анионов, общая минерализация, количество растворимых органических и минеральных веществ, окисляемость, цветность. Это вызвано в первую очередь с влиянием загрязнения вод на окружающую среду, здоровье населения и т.д.

В таблице 4.3 приведен химический состав речных вод до проявления значительного антропогенного воздействия. Эту гидрохимическую картину, с некоторыми допущениями, можно принять за естественный гидрохимический фон воды рек Брестской области [Поверхностные..., 1966].

Особый интерес представляет динамика сбросов загрязняющих веществ. Прежде чем перейти к его анализу, отметим, что антропогенная нагрузка со стороны водопотребителей определялась в Брестской области, впрочем как и в Беларуси в целом двумя разнонаправленными процессами. Первый – снижение объема производства и, следовательно, образующегося количества загрязняющих веществ. Второй – снижение эффективности действия водоохраных мероприятий, в частности очистки сточных вод.

Уровень водоочистки стоков в настоящее время не является достаточным, поскольку имеющиеся очистные сооружения не способны эффективно выполнять свои функции и вследствие этого часть сточных вод сбрасывается не нормативно чистыми, а некоторая их часть и вовсе неочищенными.

Таблица 4.3. Фоновый химический состав речных вод Брестской области, (мг/дм<sup>3</sup>)

Реки	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Fe <sub>общ</sub>	Общая минерализация
Щара – с. Великая Воля	50,1	7,8	1,0	186	5,9	0,3	0,08	0,006	0,71	251,2
Гривда – г. Иващевичи	53,5	7,4	2,2	190,4	8,5	2,4	0,05	0	0,5	264,4
Рыта – с. Малые Радваничи	40,5	2,3	-	115,9	4,0	1,9	0,35	0,006	1,62	165,0
Лесная – с. Замосты	53	4,6	-	171,4	3,4	0,8	0	0,002	0,71	233,2
Припять – с. Коробы	73,7	3,0	0,5	233,7	3,7	1,4	0,07	0,001	0,48	316,1
Ясельда – г. Береза	44,5	5,7	-	139,1	2,1	0,9	0	0,005	2,12	192,3
Горынь – пос. Горынь	70	9,9	5	243,4	15,7	6,5	0	0,002	0,38	350,5

Очистка *городских сточных вод* осуществляется на станциях аэрации и отвечает санитарным требованиям лишь до тех пор, пока можно обеспечить значительное разбавление стоков и длительное пребывание их в водоеме. В настоящее время такая очистка городских сточных вод во многих случаях недостаточна. Во-первых, постоянно увеличивается сброс сточных вод в водоемы и увеличивается забор воды из них, что резко снижает возможности эффективного использования самоочищающей способности водоемов. Во-вторых, в городском стоке постоянно растет доля промышленных сточных вод, которые плохо поддаются биологической очистке. Этим и рядом других причин обусловлена необходимость доочистки (глубокой очистки) городских сточных вод. Около 70 % объемов сточных вод образуются именно в жилищно-коммунальном хозяйстве. Только с коммунально-бытовым стоком в водные объекты сбрасывается 81 % органических веществ, 78 % нефтепродуктов, 74 % азота аммонийного, 83 % нитратов и 85 % нитритов [Фактическое..., 2001].

В области на *промышленные нужды* используется 13 % от общего забора воды. Водопотребление в промышленности является оборотным и повторно-последовательным. Объем промышленных вод который непосредственно идет в водные объекты составляет менее 10 % всех сточных вод. Наибольшее количество сточных вод сбрасывает Брестская ТЭЦ, Жабинковский сахарный завод, Брестский электроламповый завод, Брестский

КБМ, ПМК “Еремичи”, нефтеперерабатывающая станция «Кобрин», Линовский крахмальный завод. На всех предприятиях, которые непосредственно сбрасывают сточные воды в водные объекты, действуют очистные сооружения. Сточные воды предприятий содержат широкий спектр загрязняющих веществ: машиностроительные предприятия – неорганические примеси с токсическим воздействием (соли, основания, тяжелые металлы), пищевые – органические вещества (спирты, жиры, органические загрязнения и другие).

Городские хозяйственные объекты в 2000 г. были оснащены очистными сооружениями мощностью 133,1 млн. м<sup>3</sup>. Однако, несмотря на то, что через них прошло только 93,3 млн. м<sup>3</sup>, вследствие перегрузки в отдельные периоды, износа оборудования, а также несовершенства технологий производства очистки в поверхностные водные источники было сброшено 4,2 млн. м<sup>3</sup> недостаточно-очищенных сточных вод [Государственный ..., 2001].

Со сточными водами в водные объекты в целом по области было сброшено 1101 т взвешенных веществ, 6139,0 т хлоридов, 3547,4 т сульфатов, 950,9 т органических веществ, 16,8 т нефтепродуктов, 231,6 кг меди, 265,3 кг цинка и значительное количество других загрязняющих веществ [Государственный ..., 2001].

Таким образом, поверхностные воды на территории области испытывают существенную химическую нагрузку, которая неравномерна для рек основных бассейнов региона. Наибольшее количество сточных вод сбрасывается в реки бассейна Припяти (46,4 %), Западного Буга (35,4 %) и Немана (18,2 %).

Мощным источником загрязнения вод является *сток с сельскохозяйственных угодий*. Это влияние проявляется в результате интенсивное применение химических удобрений и ядохимикатов, смыва и фильтрации загрязнений из выгребов, наносит значительный ущерб грунтовым и поверхностным водам. Грунтовые воды характеризуются низкой защищенностью от загрязнения. Это обусловлено высокой проницаемостью пород аэрации и небольшими глубинами залегания грунтовых вод (1,5...5 м). В связи с этим практически на всей площади сельскохозяйственных угодий, где вносятся органические и минеральные удобрения, натуральный геохимический фон грунтовых вод значительно изменяется (возрастают концентрации  $NO_3^-$ ,  $SO_4^-$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , которые проникают до глубины 14...16 м). Основная роль в загрязнении подземных вод принадлежит азотным удобрениям. В грунтовых водах иногда выявляются ядохимикаты, присутствие которых недопустимо. На современном этапе для большинства населенных пунктов характерно коммунальное неблагоустроенность и при-

мерно 63,6 % всех колодцев территории, согласно с данными центров гигиены и эпидемиологии, имеют повышенное содержание нитратов. Нередко воды колодцев не соответствуют и микробиологическим нормам.

Появление ряда новых проблем в области загрязнения окружающей среды связано с развитием *животноводства на промышленной* основе, которое сопровождалось строительством крупных комплексов и ферм. На сегодня существует 3 свиноводческих комплекса, 7 комплексов по откорму крупного рогатого скота и 4 птицефабрики. Около 70 % ферм находится в водоохранных зонах. Отходы животноводства и стоки животноводческих комплексов являются одним из источников загрязнений окружающей среды, в том числе и вод, органическими соединениями азота и фосфора, некоторыми микроэлементами. Наглядное представление о значительности загрязнения, образующихся на крупных животноводческих комплексах, дают данные по эквивалентной численности населения, от которого образовалось бы такое же количество загрязнений. Комплексы крупно рогатого скота молочного направления на 800 – 1200 коров эквивалентны по БПК<sub>5</sub> городу с населением 14 - 20 тыс. человек, а по грубодисперсным примесям – 80 - 120 тыс. чел.

С созданием крупных животноводческих комплексов связаны чрезвычайно острые проблемы обеспечения их водой, канализацией, организацией смыва и утилизации навозной жижи. Количество последней в зависимости от вида животных колеблется в широких пределах. Так ежедневный выход экскрементов на 1 голову крупного рогатого скота (КРС) составляет ~ 35, а свиней – 7,7 кг.

В комплексах, рассчитанных на 25 тыс. голов свиней, за сутки образуется до 220...230 м<sup>3</sup> навозной жижи, причем при удалении ее гидравлическим способом это количество возрастает до 500...875 м<sup>3</sup> [Морозов, 1983]. За стойловый период в 200 дней при удалении навоза гидросмывом от стада коров в 20 тыс. голов накапливается 300...400 тыс. м<sup>3</sup> навозной жижи.

Сточные воды животноводческие комплексы представляют собой высококонцентрированную смесь, состоящую из грубо- и мелкодиспергированных примесей, растворенных соединений и воды. Твердые экскременты свиней и коров содержат до 89...90 % воды и только, 10...11 % сухого вещества (7...8 % органического вещества и 2...3 % солей). В навозной жиже водная составляющая увеличивается до 93...95 % [Морозов, 1983].

Сточные воды комплексов сильно минерализованы. Содержание солей в них колеблется от 11360 (на фермах КРС) до 19860 мг/дм<sup>3</sup> (на свинокомплексах). В состав сточных вод входят: 2560...5710 мг/дм<sup>3</sup> гидрокарбонат-ионов;

500...700 мг/дм<sup>3</sup> неорганического азота; 370...712 мг/дм<sup>3</sup> фосфора; 610...650 мг/дм<sup>3</sup> калия; 241...350 мг/дм<sup>3</sup> и другие элементы.

Этим водам присуще повышенное количество общего числа микро организмов, в том числе сапрофитных бактерий, кишечной палочки, условно-патогенных и патогенных микробов, а также гельминтов. Количество сапрофитных микроорганизмов в зависимости от состава сточные вод колеблется от  $12 \times 10^6$  до  $24,85 \times 10^6$  кл/мл. Число бактерий кишечной группы в жиже свиноподкомплексов превышает  $23,1 \times 10^6$  кл/мл, а на фермах крупного рогатого скота находится в пределах  $2 — 13,8 \times 10^6$  кл/мл.

Так из животноводческих стоков шести комплексов мясомолочного хозяйства Брестской области было выделено 77 видов бактерий [Морозов, 1983]. Наряду с бактериями в сточных водах животноводческих комплексов определяются гельминты, вирусы и простейшие.

Итак, сточные воды животноводческих комплексов являются носителем инфекционного начала, а, следовательно, и распространителем разнообразных патогенных организмов. Изучение помещения свинарников, почвы территории или воды рек, куда попадают отходы или стекает сточная жидкость, показало, что все санитарно-бактериологические показатели свидетельствуют о высоком загрязнении этих объектов инфекционными микроорганизмами. Так, в воде открытых водоемов в 34 % проб имеются сальмонеллы различных серологических групп, в том числе и возбудители брюшного тифа. Это доказывает недопустимость сброса неочищенных и необеззараженных сточных вод животноводческих комплексов в водные источники и необходимость срочного оборудования упомянутых комплексов дешевыми и эффективными очистными сооружениями [Морозов, 1983].

Периодически действующим источником загрязнения вод биогенными веществами являются и *атмосферные осадки*, которые в значительной степени загрязнены. 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 Беларуси именно бассейн Западного Буга находится в наиболее неблагоприятном положении испытывая воздействие близрасположенных промышленных районов Западной Европы и стран СНГ.

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 перио-

ды без осадков – сухое осаждение, вклад которого составляет 15...30 %, а в засушливый период может превышать 30 %. В связи с этим значительный интерес представляет изучение тенденций изменения химического состава атмосферных осадков, выпадающих в рассматриваемом регионе.

В г. Бресте содержание ионов в атмосферных осадках в подавляющем большинстве лет составляло 16...29 мг/дм<sup>3</sup>. Более повышенная минерализация осадков (33...37 мг/дм<sup>3</sup>) наблюдалась в 1993 и 2000 – 2001 гг. В качественном составе осадков сульфаты и нитраты в последние годы составляли около 30 %. В 1992 – 1996 гг. вклад сульфатов и нитратов в общую минерализацию был существеннее (до 50 %) [Состояние..., 1993 - 2001].

В г. Пружаны атмосферные осадки несколько чище. Минерализация осадков в большинстве лет находилась в диапазоне 17...21 мг/дм<sup>3</sup> и лишь в 1993–1994 г.г. достигала 25...26 мг/дм<sup>3</sup>. Вклад сульфатов и нитратов в общую минерализацию здесь больше (от 30 до 38 %), а в отдельные годы – до 52 %. Наиболее высокие концентрации сульфатов и нитратов в атмосферных осадках обеих городов отмечены в холодное полугодие, что указывает на важную роль антропогенных источников в загрязнении осадков. Зимой содержание сульфатов в атмосферных осадках в среднем на 40 % выше, чем летом. Примерно на такое же значение возрастает антропогенная эмиссия серы в атмосферу во всех европейских странах. Важно отметить, что по данным метеостанции Пружаны на долю гидрокарбонатов приходится 25...35 % от общей суммы ионов. Содержание гидрокарбонатов в атмосферных осадках г. Бреста за период 1992 – 1996 гг. было гораздо меньше, но, начиная с 1997 г. наблюдается устойчивый рост загрязненности их гидрокарбонатами. Увеличение содержания гидрокарбонатов в атмосферных осадках фиксировали, как правило, в переходные сезоны. Из катионов первое место занимал кальций (10...20 %) [Козерук., Какарека, 2002].

В таблице 4.4 приведен средний за 1990 – 1999 гг. химический состав атмосферных осадков по метеостанциям Брестской области [Природная..., 2002].

Таблица 4.4. Химический состав атмосферных осадков Брестской области

Станция	Химические элементы									pH	Σ ионов
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		
Брест	7,47	2,99	3,53	4,16	1,37	0,62	0,82	4,12	0,52	6,08	24,49
Пинск	8,38	3,35	3,25	11,14	2,31	0,78	2,45	4,38	0,67	6,03	35,73
Пружаны	6,11	1,97	3,31	4,40	1,57	0,99	0,81	2,67	0,44	5,98	22,17

Среднегодовые значения кислотности на метеостанции Пружаны варьировали в довольно узких пределах: 5,9...6,4 pH. (слабощелочные осадки).

Примерно в таком же диапазоне были величины рН в атмосферных осадках г. Бреста.

В районе г. Бреста преобладают слабощелочные и щелочные атмосферные осадки (560 из 819 выпадений). В то же время зафиксировано 105 выпадений атмосферных осадков с рН < 5,0. Особо следует отметить случаи с рН осадков, достигших критической величины (<4,0), или очень кислые. Основное количество кислых осадков (до 70 %) приходится на отопительный сезон. Осадки с рН > 8,0 выпадают в большинстве случаев в переходные сезоны: март-апрель, октябрь-ноябрь [Козерук, Какарека, 2002].

По данным снегомерных съемок, выполненных в 1991, 1994 и 1999 гг., на территории бассейна р. Западный Буг можно выделить три зоны с различными уровнями загрязненности снежного покрова основными химическими компонентами: 1-я: западная; 2-я: восточная; 3-я: южная.

В зоне 1 (г. Высокое) диапазон изменений величин суммы ионов составлял 26,81...47,97 мг/дм<sup>3</sup>; во 2-ой зоне (гг. Пружаны, Кобрин) – 19,69...21,76 мг/дм<sup>3</sup>, в 3-ей зоне (г. Малорита) – менее 15,6 мг/дм<sup>3</sup>. В пробах снега, отобранных в 1-ой и 2-ой зонах преобладали сульфат и нитрат-ионы, суммарный вклад которых в общую минерализацию составлял от 33...42 % (г. Высокое) до 60 % (гг. Пружаны, Кобрин). Концентрации сульфат-ионов находились в пределах 6,0...7,7 мг/дм<sup>3</sup> и соответствовали региональному фону густонаселенных районов, находящихся под воздействием трансграничного переноса от стран Западной Европы. В южной зоне (г. Малорита) снег более чистый, чем на остальной территории бассейна р. Западный Буг [Козерук, Какарека, 2002].

Доля всех анионов от общего количества примесей в снежном покрове во всех зонах изменялась в узком интервале 63...73 %. Из катионов первое место занимал кальций.

Надежная оценка вклада снежного покрова в загрязнение водотоков довольно затруднительна. Поверхностный сток в период весеннего снеготаяния включает в себя не только вещества, загрязняющие снежный покров, но и захватываемые тальми водами с поверхности городов, пашен и дорог. 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 рас-

творенных веществ из оттаиваемой почвы. В целом поверхностный сток с различных элементов городской территории, характеризуется более высокими концентрациями и модулем общей минерализации по сравнению со стоком с территории включенных в сельскохозяйственное производство

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. [Природная ..., 2002]

По данным Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси средняя взвешенная интенсивность влажного выпадения сульфатов (в пересчете на серу), нитратов (в пересчете на азот) приведены в таблице 4.5 [Природная ..., 2002].

Таблица 4.5. Средние взвешенные суточные выпадения закисляющих соединений в бассейне реки Западный Буг (*кг/км сут*)

Год	Сера		Окисленный азот		Восстановленный азот	
	Брест	Пружаны	Брест	Пружаны	Брест	Пружаны
1990	4,58	5,14	1,91	0,65	3,62	4,34
1991	3,06	3,57	1,59	888	0,62	0,71
1992	3,63	3,32	1,39	1,43	2,22	2,72
1993	4,05	2,72	1,61	1,99	4,86	3,77
1994	4,27	2,10	1,98	2,51	3,46	2,78
1995	2,62	1	0,52	0,57	0,76	0,73
1996	4,39	1,80	0,98	0,57	0,60	0,69
1997	2,68	1,69	0,94	1,05	0,77	1,37
1998	2,00	2,06	0,41	0,62	0,47	1,88
1999	3,56	2,80	0,58	0,59	0,71	1,99
2000	2,67	2,05	0,45	0,54	0,69	1,18
2001	3,30	2,34	0,54	0,51	1,24	1,64

Следует полагать, что вклад в загрязнение водных объектов бассейна от загрязняющих веществ в атмосфере складывается из двух составляющих;

- а) непосредственное осаждение загрязняющих веществ на акваторию водных объектов;
- б) вынос загрязняющих веществ, осевших на территории водосбора и претерпевших частичную трансформацию за счет воздушной и водной эрозии.



На рисунке 4.1 приведены значения выбросов вредных веществ в атмосферу городами и районами Брестской области по данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

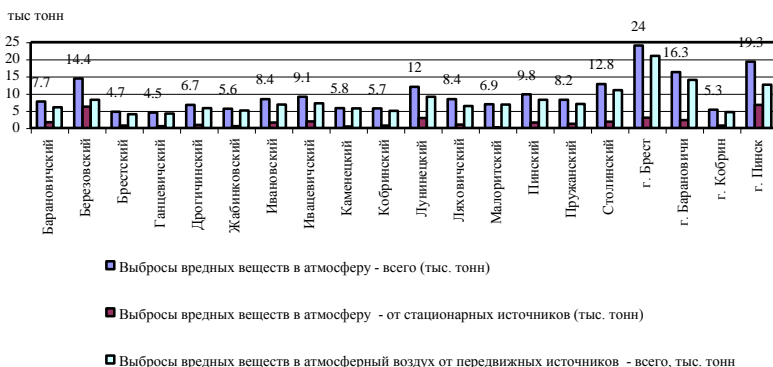


Рисунок 4.1. Выбросы вредных веществ в атмосферу городами и районами Брестской области.

Появление проблем в области загрязнения природных вод среды связано так же с *полигонами-накопителями*. Полигоны-накопители промышленных и бытовых отходов формируют аномальные зоны разной интенсивности, негативно влияющие на природный комплекс. Во многом это меняет характер водного режима. При разложении отходов и промывании их атмосферными осадками образуются фильтратные воды. Распространение загрязняющих веществ за пределы полигонов происходит за счет поверхностного стока, инфильтрации в грунтовые воды, ветровой эрозии, в результате химических и биологических процессов метаболизма. Несоответствие обустройства и эксплуатации полигонов нормативным требованиям усугубляет их экологическую опасность.

Еще одним видом хозяйственной деятельности человека существенно влияющим на гидрологический режим территории является проведение *гидромелиоративных работ* (осушение долин и спрямление русел рек, вырубка лесов и кустарников в бассейнах рек). Это ведет к изменению уровня залегания грунтовых вод и соотношения между поверхностным и подземным слагаемыми стока (увеличивается доля последнего), к нарушению характера стока по сезонам года и температуры воды водотоков. Существенные температурные нарушения водной массы малых рек приводят к значительным перестройкам экосистем, а иногда и полному их распаду. Чрезмерное осушение террито-

рий, в том числе долин малых рек, сокращение лесопокрытой площади на водосборах приводят к уменьшению речного стока, а иногда и к полному пересыханию русел малых рек. На сегодняшний день в пределах белорусской части бассейна р. Западный Буг около 90 % всех осушенных земель – сельскохозяйственные (47,3 % от площади сельскохозяйственных угодий). Из-за неисправности многих мелиоративных систем не удается поддерживать оптимальный уровень грунтовых вод. В результате увеличивается подземный сток в реки и водность их увеличивается, в то же время почвы в пределах таких мелиоративных систем ощущают острую нехватку влаги.

Осушительные мелиорации, проведенные в области, в сочетании с интенсивным использованием сельскохозяйственных земель приводит к заметному росту минерализации как поверхностных так и грунтовых вод. Как показали исследования Пружанского гидролого-гидрогеологической мелиоративной лаборатории, только за период шестилетней эксплуатации мелиоративной системы, расположенной в верховьях р. Ясельда наблюдался значительный рост концентрации почти всех ионов в речной воде [Бохонко, Корчоха, 2001]. Значения среднегодовых концентрации растворенных веществ в водах р. Ясельда до и после осушения приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Среднегодовая концентрация растворенных веществ в р. Ясельда до и после осушения, (мг/дм<sup>3</sup>)

Период наблюдений	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Общая минерализация
До осушения	45,0	4,3	0,7	3,8	0,6	152	5,3	6,0	0,4	0,14	218
6 лет после осушения	60,0	5,5	1,0	4,1	0,6	202	9,1	6,3	0,7	0,16	289
Возрастание минерализации	15,0	1,2	0,3	0,3	0	50	3,8	0,3	0,3	0,02	71

Осушение и сельскохозяйственное освоение болот, сопровождающиеся внесением минеральных удобрений, меняют направленность биохимических процессов, происходивших в них ранее, при болотообразовании. В хорошо аэрируемом окультуренном верхнем слое осушенного торфяника начинается процесс разрушения органического комплекса и происходит интенсивная минерализация торфа. Как следствие, воды, стекающие с осушенных и окультуренных болот, имеют несколько повышенную минерализацию. При этом в речную сеть выносятся ионы закисного железа, марганца и некоторых микроэлементов, которые накапливались в торфяной залежи в результате многовековых процессов болотообразования.

Во все фазы водного режима с осушенных болот выносятся в реки также повышенное количество нитритов и нитратов.

Изменения гидродинамических условий приводят к перестройке геохимических процессов (изменяется газовый состав вод, миграции химических элементов). Процесс осушения сопровождается ростом минерализации ( $SO_4^{2-}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , реже  $HCO_3^-$ ). Сульфаты – характерный компонент грунтовых вод осушенных земель. Накопление в водах ионов  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  определяется процессами разрушения осушенного торфа. При осушении болотных массивов резкое снижение уровней грунтовых вод вызвало значительный рост концентрации железа.

Следствием развития промышленности и сельского хозяйства и благоустройства населенных мест является, с одной стороны, истощение водных ресурсов и появление все большего количества вододефицитных районов, а с другой – загрязнение водоемов, затрудняющее их использование в качестве источников водоснабжения.

К источникам загрязнения поверхностных вод в пределах городов можно отнести: *ливневые стоки* (когда они не проходят через сооружения для очистки), стоки с территорий промышленных предприятий, содержащие нефтепродукты и некоторые элементы сырья, необорудованные склады с химическими удобрениями, станции ГСМ и т. п. в водоохраных зонах.

Многие столетия на территории Брестской области подземная гидросфера избавлялась от поверхностного загрязнения посредством самоочищения. Ретроспективный анализ сохранившихся результатов химических исследований проб воды в отдельных городах Беларуси показывает, что уже в довоенный период в первых от поверхности водоносных горизонтах фиксировались химические вещества техногенного генезиса. Например, концентрации нитратов в отдельных скважинах гг. Полоцка и Борисова достигали 20...30 мг/дм<sup>3</sup>. В то же время качество грунтовых вод было удовлетворительно даже в послевоенный период. Начавшаяся в 60-х годах массовое использование химических препаратов и удобрений в сельском хозяйстве стало как бы началом интенсивного поверхностного загрязнения подземных вод, достигшего своего апогея к началу 90-х. Спад промышленного и сельскохозяйственного производства, произошедшим после распада Советского Союза, в некоторой степени замедлил загрязнение подземных вод.

В настоящее время на подземные воды области воздействуют различные виды хозяйственной деятельности. Все источники поверхностного загрязнения можно подразделить на промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовой и специальные.

К промышленным относятся предприятия различных отраслей производства. Они расположены преимущественно в городах. Их воздействие на окружающую среду происходит через выбросы химических веществ в атмосферу, сбросы производственных и бытовых сточных вод, а также складирования твердых отходов. Состав газообразных, жидких и твердых отходов известен, контролируется экологической службой, а их количество учитывается государственной статистикой по форме №2-ОС. Но не везде внедряются безотходные технологии и оборотное водоснабжение, нередко отмечается недостаточная степень очистки стоков. На территориях многих предприятий отсутствует дождевая канализация, поэтому загрязненные вещества без очистки попадают в поверхностные и подземные воды. Системы водоотведения и очистки сточных вод не отличается техническим совершенством.

Сельское хозяйство негативно воздействует на подземную гидросферу через животноводство и растениеводство. В каждом административном районе области имеются свинофермы и птицефабрики, несколько десятков ферм и комплексов крупного рогатого скота. От их технологической оснащенности зависит экологическое состояние подземных вод: не все фермы имеют типовые навозохранилища, стойла животных часто устроенные без водонепроницаемого экрана.

Наибольшую опасность для подземной гидросферы представляют поля орошения животноводческими стоками. Отходы крупных животноводческих комплексов (в основном навоз) разбавляются водой и разбрызгиваются на сельхозугодьях. В результате загрязненные химически и микробиологически воды непосредственно фильтруются в грунтовые и в межпластовые воды, отравляя водоносные горизонты. Поля орошения животноводческими стоками имеются в Барановичском, Дрогичинском, Ивановском, Каменецком, Пинском и других районах.

Растениеводство в свою очередь требует больших количеств минеральных и органических удобрений, пестицидов, доломитовой муки (для раскисления почв). Длительное время основным видом удобрения был навоз. И только с 60-х годов началась массовая "химизация" растениеводства. Количество вносимых минеральных удобрений возрастало и к 90-ым годам достигло максимума (250 – 300 кг/га), количество азота достигло 100 – 120 кг/га. С началом экономического спада минеральных удобрений снизилось до 50 – 60 кг/га, а в последние годы оно понемногу стало снова возрастать.

Органические удобрения вносятся в почвы в виде навоза или компостов. На 1 га сельхозугодий приходится от 5 до 15 т и более. В последние годы

в связи с резким снижением общественного поголовья скота их количество уменьшилось почти в 2 раза.

Коммунально-бытовые источники загрязнения наиболее многочисленны. Они распространены как в городах, так и в сельской местности. И, хотя основная часть их отходов поступает на очистные сооружения и полигоны твердых отходов, немало остается в местах образования и на несанкционированных свалках.

Подворья и приусадебные участки сельских жителей и аналогичные им места индивидуальной застройки в городах представляют собой мощнейший источник загрязнения подземных вод. Здесь одновременно действуют животноводство, растениеводство с неконтролируемым и неквалифицированным внесением удобрений и коммунально-бытовые источники.

Осушение болот и заболоченных земель снизило уровень грунтовых вод и обезвожило торфяники, которые стали дополнительным источником поступления азота в подземные воды.

К источникам загрязнения относятся также автомобильный и железнодорожный транспорт, военные базы, которые поставляют в подземную гидросферу нефтепродукты и тяжелые металлы.

Поверхностное загрязнение подземных вод достигает своего максимума непосредственно под источниками или вблизи них. Влияние загрязнения воздушной атмосферы на качество подземных вод в пределах области незначительно. Исключение составляет катастрофа на Чернобыльской АЭС, в результате которой посредством трансграничного переноса радионуклидами загрязнены отдельные участки территории области.

Фактическое качество подземных вод области контролируется на основании мониторинга. Он включает региональные гидрогеологические посты наблюдений за естественным режимом, сеть режимных скважин на групповых водозаборах (нарушенный эксплуатацией режим) и наблюдения на крупных источниках загрязнения.

Гидрогеологические посты для изучения естественного режима подземных вод входили в общую сеть б. Советского Союза. В границах Брестской области они оборудованы в Барановичском (Андреевский, Галевичско-Пурневичский, Гольнский, Застаринье-Пархимовичский, Костминовский, Молчадский и Своротский), Березовском (Березавский), Брестском (Брестский), Каменецком (Волчинский, Каменецкий и Центрально-Беливенский), Кобринском (Кобринский), Лунинецкиом (Синкевичский), Малоритском (Великоритский и Масевичский), Пинском (Александровский, Крестуновский, Паразонский, Пинский, Плыжинский), Пружанский (Белолесокский, Глубо-

ненский, Клетновский и Шейтенский) и Столинском (Бережновский, Ольшевский, Столинский) районах.

Режимные гидрогеологические наблюдения за нарушенным эксплуатацией режимом подземных вод проводятся на действующих групповых водозаборах в Барановичах, Белоозерске, Бресте, Кобрине и Пинске.

Наблюдательные скважины оборудованы также на полях орошения животноводческими стоками в Дрогичском, Ивановском, Каменецком и Пинском районах. Кроме этого, наблюдения за подземными водами производятся на некоторых очистных сооружениях (Барановичи и др.), полигонах твердых бытовых отходов (Береза, Лунинец).

В подавляющем большинстве случаев режимные наблюдения организованы и проводятся Центральной гидрогеологической партией ПО "Белгеология", на отдельных участках (Лунинец) – их владельцами.

Важное место принадлежит районным и городским центрам гигиены и эпидемиологии, которые осуществляют мониторинг источников питьевых вод. В первую очередь, это относится к шахтным колодцам, служащих (при отсутствии централизованного водоснабжения) единственным источником питьевых вод для сельских жителей.

Оценка фактического качества подземных вод исследуемой области произведена на основании всех данных мониторинга. В результате систематизации и анализа результатов наблюдений установлено, что уровень поверхностного загрязнения пресных подземных вод по ее территории неодинаков. В пределах лесных массивов и лесопокрытых участков, используемых в сельском хозяйстве, где хозяйственная деятельность практически отсутствует или минимальна, подземные воды сохранили природный гидрохимический фон. Сельскохозяйственные угодья, где применяются удобрения, отличается преимущественно средним уровнем загрязнения, при которой вещества техногенного или техногенно-природного генезиса нередко существенно превышают естественный фон, но не достигают ПДК. Наибольшее изменение в качестве претерпели подземные воды на территории городов, городских поселков и сельских населенных пунктов, где сосредоточено большинство техногенных источников загрязнения. И хотя площадь населенных пунктов вместе с приусадебными участками не превышает 4 – 6 % от территории области, здесь проживает все ее население.

На действующих групповых водозаборах, где организованы зоны санитарной охраны, качество воды эксплуатационных горизонтов приближается к природному. В пробах воды, отобранных непосредственно из скважин (до станции водоочистки), наблюдается практически отсутствие фтора, повсе-

местное превышение ПДК железа, иногда марганца. Наиболее высокие концентрации железа установлены на водозаборах Брилево – в г. Кобрине (преимущественно  $4,3 - 5,2 \text{ мг/дм}^3$ ), Пружанский – в г. Пружаны (до  $5,5 \text{ мг/дм}^3$ ), Пина-2 – в г. Пинске (до  $3,8 \text{ мг/дм}^3$ ), марганца на водозаборе Волохва – в г. Барановичи (до  $0,2 - 0,3 \text{ мг/дм}^3$ ). На водозаборе Щара-1 (г. Барановичи) в отдельных скважинах величина общей минерализации составляет 1,2 ПДК ( $1,2 \text{ г/дм}^3$ ), что обусловлено подтоком нижерасположенных минерализованных вод. Имеются признаки и поверхностного загрязнения. Практически на всех водозаборах отмечается небольшое содержание нитратов (до  $2,0 - 2,3 \text{ мг/дм}^3$ ) и почти достигающие ПДК ( $2,0 \text{ мг/дм}^3$ ) концентрации аммония.

На полях орошения животноводческими стоками, как и следовало ожидать, преобладают азотное загрязнение подземных вод. При этом концентрации нитратов и аммония превышают ПДК. Особенно неблагоприятная экологическая ситуация отмечается на таких участках в колхозах Беловский Каменецкого района, Боровица Ивановского района и Южное Пинского района. Высокий уровень загрязнения подземных вод наблюдается также в пределах многих сельских населенных пунктов. Среди веществ загрязнителей преобладают соединения азота (нитраты, нитриты, аммоний), а также хлориды, нередко сульфаты.

Результаты контрольных определений качества питьевых подземных вод, выполненных центрами гигиены и эпидемиологии, систематизированы по административным районам в Приложениях Е – М.

Анализ приведенных данных в приложении показывает, что общее количество проб воды, не соответствующих действующим нормативам, в некоторой степени зависит от уровня централизации хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для источников централизованного водоснабжения в целом по области оно составляет 55,2 %. По отдельным административным районам этот показатель изменяется в широких пределах от 14,3 % в Ганцевичском до 92 % в Жабинковском. При этом в 7 из них (Брестский, Дрогиченский, Жабинковский, Ивацевичский, Кобринский, Лунинецкий, и Столинский) он превышает 75 %. Очевидно, такой высокий процент нестандартных проб обусловлен высокими концентрациями природного железа в водозаборных скважинах, превышение которого в среднем по области установлено в 65,9 % проб (Приложение Е). Необходимо отметить высокую степень загрязнения воды в коммунальных и ведомственных водопроводах, составляющих 37,5 и 39,1 %. Причиной такого явления является отсутствие станций обезжелезивания на водозаборах централизованного водоснабжения, базирующихся на одиночных водозаборных скважинах.

В шахтных колодцах (децентрализованное водоснабжение), эксплуатирующих грунтовые воды, количество некондиционных проб выше, чем в водозаборных скважинах, и составляет в среднем по области 61,8 %. При этом содержание железа в грунтовых водах в большинстве случаев не превышает ПДК. В целом по области за год из 100 проб воды только в 19 пробах установлено превышение норм железа. Основным загрязнителем "колодезных" (грунтовых) вод являются нитраты. Почти в половине проб их концентрации превышают ПДК = 45,0 мг/дм<sup>3</sup> и составляют 49 – 310 мг/дм<sup>3</sup>. Повсеместно наблюдается превышение естественного фона хлоридов, сульфатов и общей минерализации. Однако, превышение ПДК по этим показателям не установлено. Марганец в грунтовых водах встречается гораздо реже, чем в межпластовых. В 16 проанализированных пробах он обнаружен в небольших концентрациях. В то же время в межпластовых в 306 пробах из 1650 его содержание превышает ПДК, что составляет 18,5 % (Приложение Ж).

Показатели физических свойств пресных подземных вод (Приложение К) более чем в одной трети (37,3 %) скважинных водозаборов превышают установленные нормы. В шахтных колодцах процент некондиционных проб значительно ниже (20,6 %). На территории области преобладают мягкие и умеренно жесткие воды. Превышение ПДК по этому показателю установлено в скважинных водозаборах в 2,4 % случаев, в шахтных колодцах в 9,5 %. Несоответствия приходится на Барановичский, Кобринский, Лунинецкий и Столинский районы, а по грунтовым водам на Кобринский.

Среди административных районов наибольший уровень загрязнения грунтовых вод установлен в Ганцевичском, Дрогиченском, Кобринском, Лунинецком, Пружанском и Столинском (приложение М). Для наглядности степень загрязнения подземных вод по различным компонентам приведена на рисунках 4.2 - 4.8.



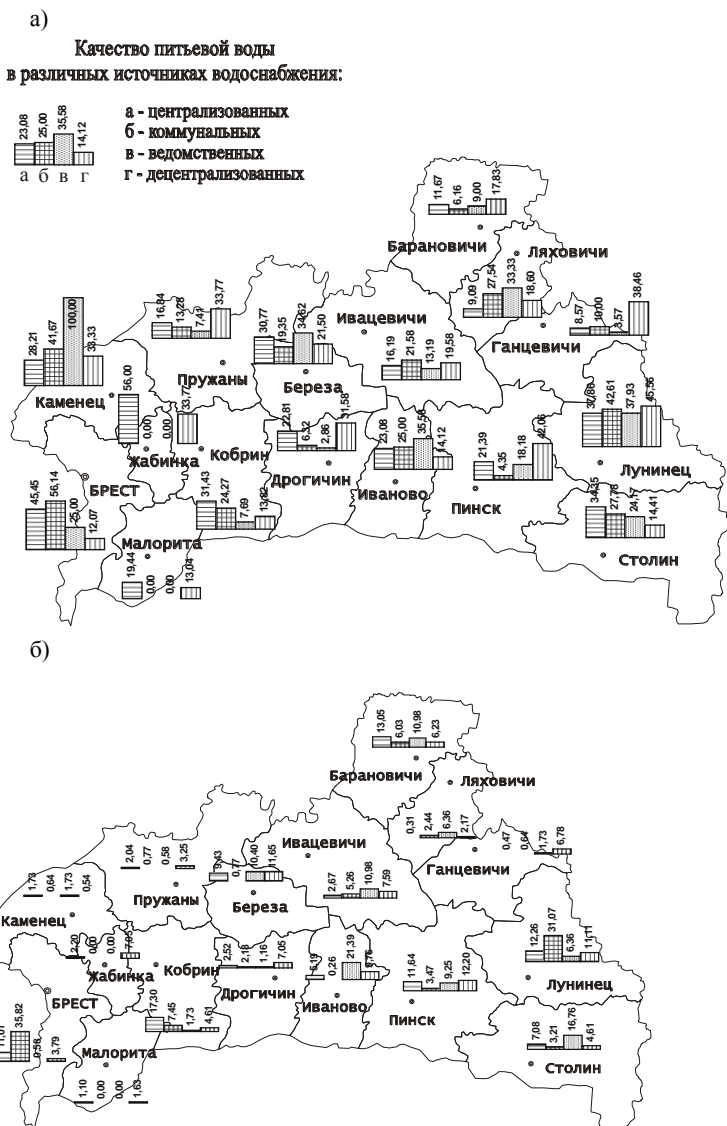


Рисунок 4.2. Характеристика качества проб питьевой воды по всем показателям (до 2 ПДК), %: а – в разрезе отдельно взятого района; б – в разрезе области.

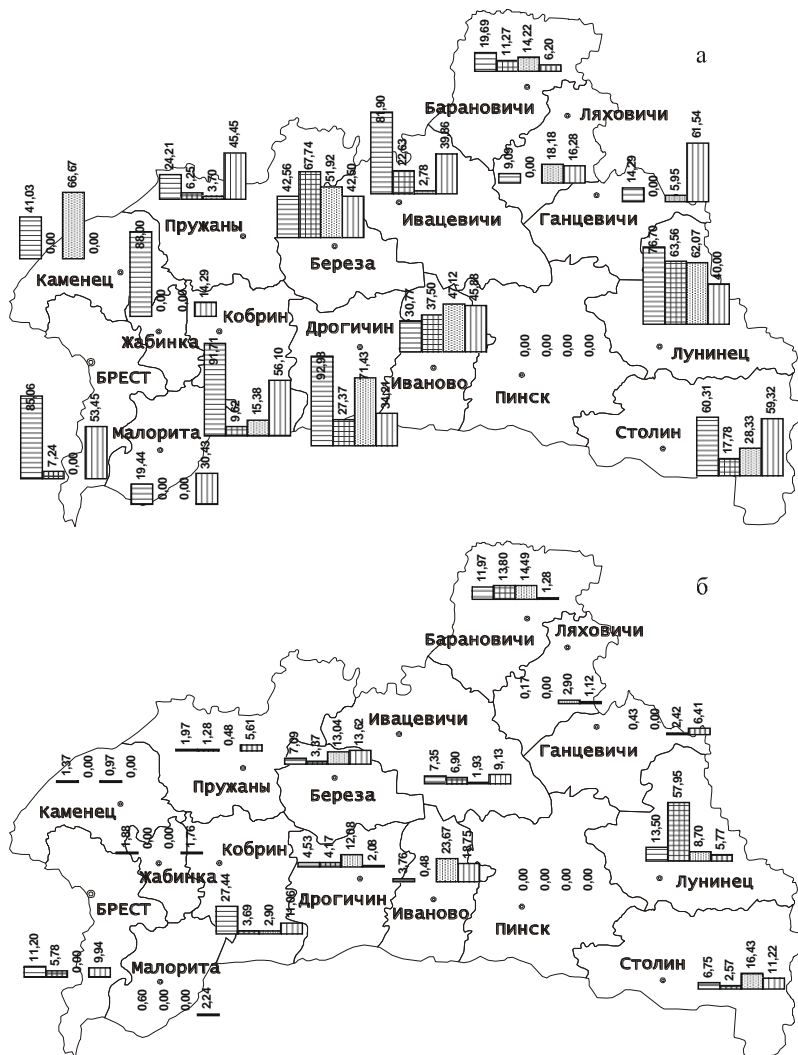


Рисунок 4.3. Характеристика качества проб питьевой воды по всем показателям (до 2-3 ПДК), %: а – в разрезе отдельно взятого района; б – в разрезе области.

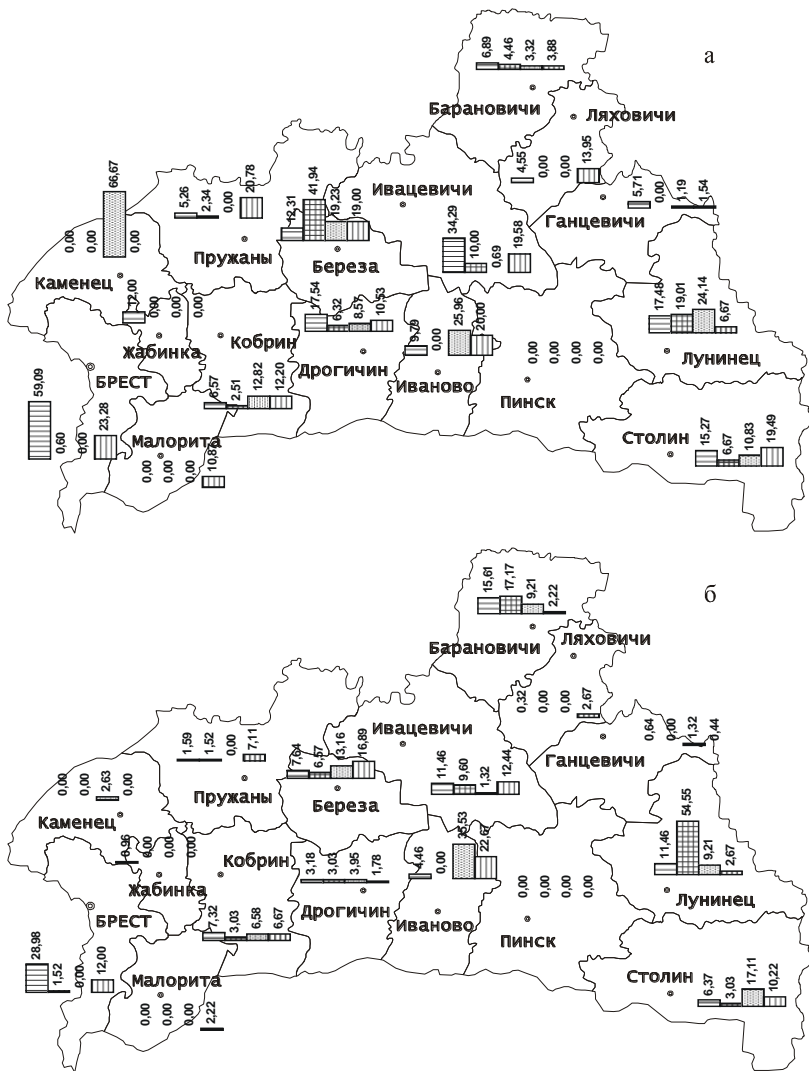


Рисунок 4.4. Характеристика качества проб питьевой воды по всем показателям (до 3-5 ПДК), %: а – в разрезе отдельно взятого района; б – в разрезе области.

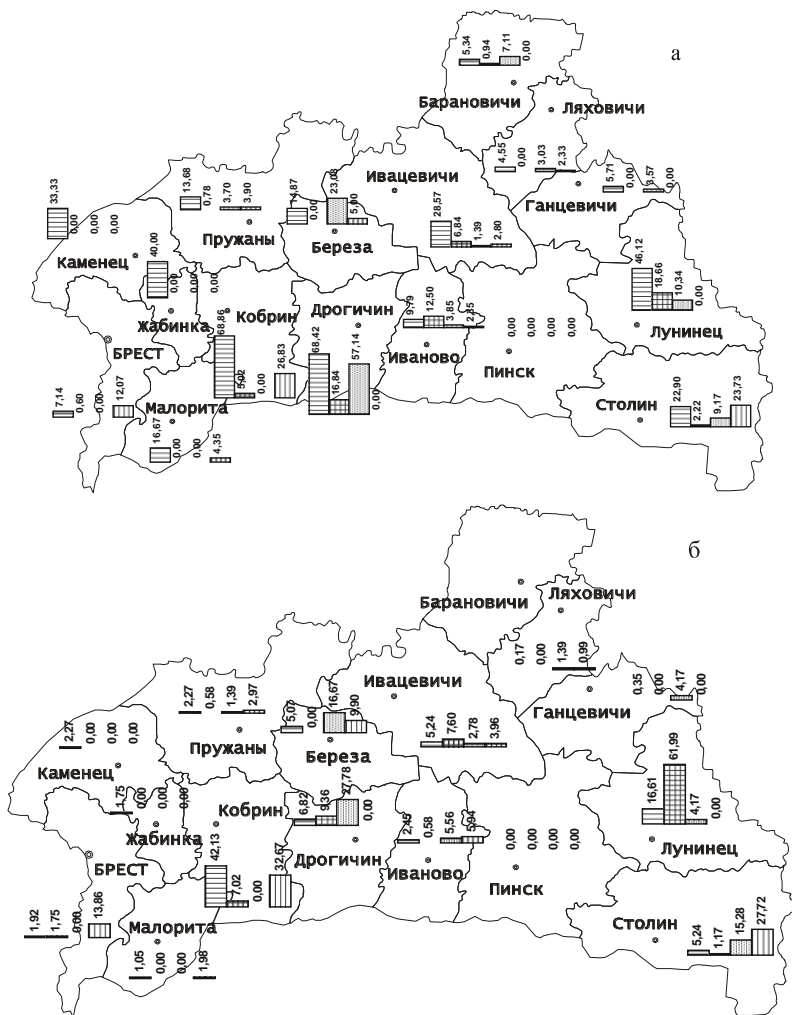


Рисунок 4.5. Характеристика качества проб питьевой воды по органолептическим показателям (3 – 5 ПДК), %: а – в разрезе отдельно взятого района; б – в разрезе области.



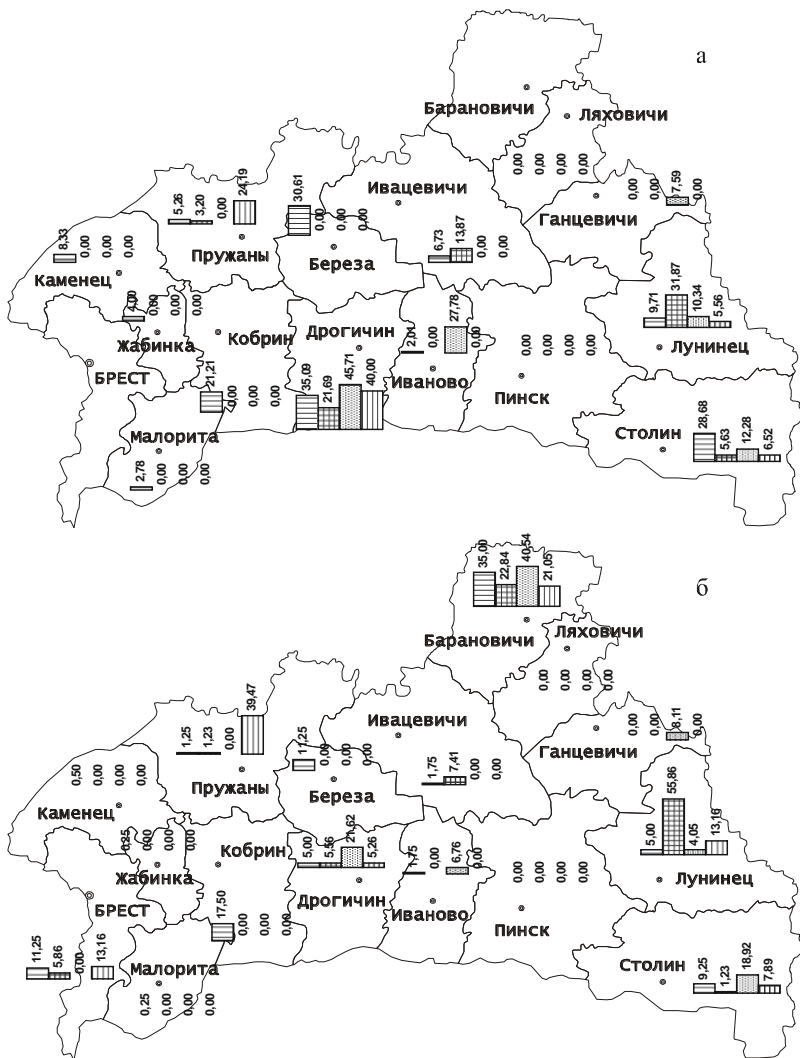


Рисунок 4.7. Характеристика качества проб питьевой воды по органолептическим показателям (3 – 5 ПДК), %: а – в разрезе отдельно взятого района; б – в разрезе области.

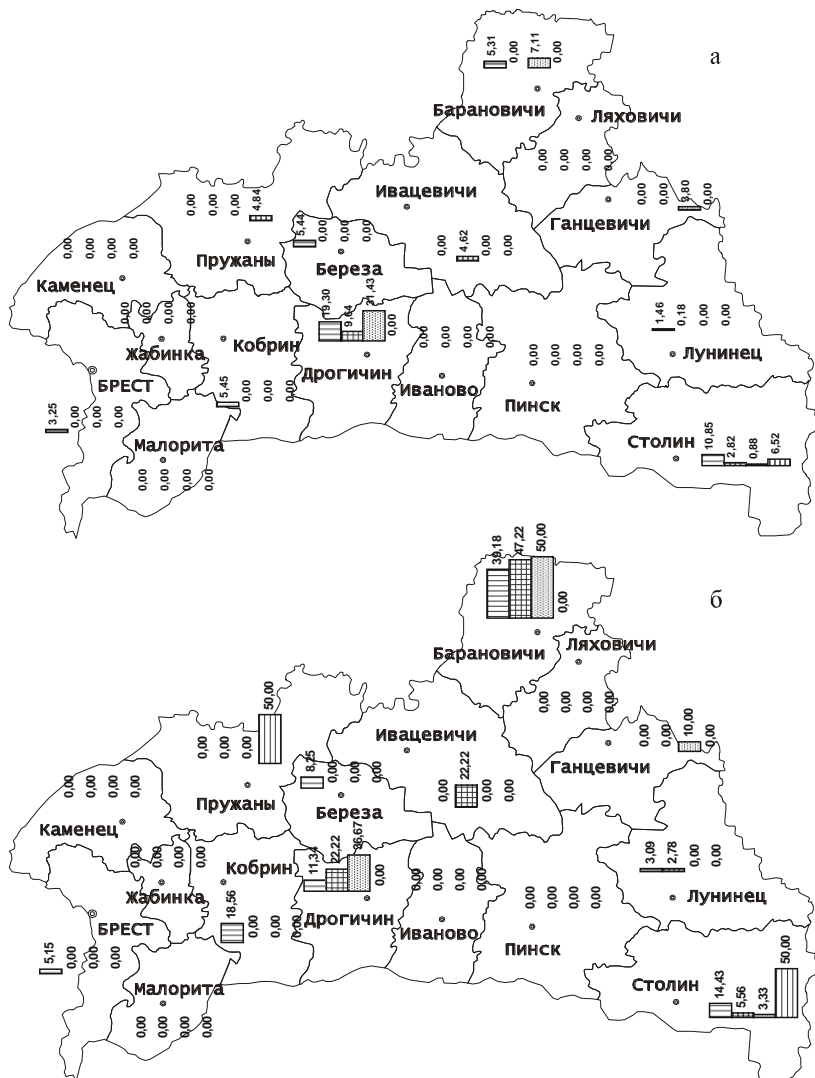


Рисунок 4.8. Характеристика качества проб питьевой воды по органолептическим показателям (5 ПДК и более), %: а – в разрезе отдельно взятого района; б – в разрезе области.

#### 4.4. Система мониторинга качества природных вод

Первые единичные сведения о химическом составе поверхностных вод Беларуси относятся к 30-м годам XX столетия в связи с созданием Водного Кадастра СССР. В ряде пунктов были проведены гидрохимические исследования и собран небольшой материал по анализам воды. Новой вехой в изучении речных вод страны стала организация Гидрометслужбой БССР в конце 40-х начале 50-х годов стационарных гидрохимических наблюдений на гидрологических постах, которые охватывали 13 водных объектов. Основной задачей этих исследований было накопление данных о естественной минерализации и химическом составе главным образом речных вод в различные сезоны года с целью выяснения пригодности их для водоснабжения и других производственных нужд. Начало систематической, но ограниченной по масштабам, регистрации загрязняющих веществ, присутствие которых в воде было обусловлено сбросом в речную сеть сточных вод, относится к 1964 г. С 1972 г. естественные колебания и антропогенные изменения химического состава поверхностных вод фиксируются на стационарной гидрохимической сети Департамента гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь.

Сегодня мониторинг поверхностных вод является одной из основных подсистем мониторинга гидросферы Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) Республики Беларусь.

В настоящее время стационарная сеть мониторинга поверхностных вод охватывает все гидрологические районы и подрайоны Брестской области (таблица 4.7). В пунктах наблюдений устанавливают один или несколько створов. Местоположение створов обусловлено гидрометеорологическими и морфологическими особенностями водного объекта, расположением источников загрязнения, количеством и составом сбрасываемых сточных вод. При отсутствии организованного сброса сточных вод на водотоках устанавливают один створ: в устьях загрязненных притоков, на незагрязненных участках водотоков, на замыкающих участках рек, в местах пересечения границы. При наличии организованного сброса сточных вод на водотоках устанавливаются два створа и более: один – выше источников загрязнения, другой – ниже источника или группы источников загрязнения в месте гарантированного (не менее 80 %) смешения сточных вод с водою водотока.

Периодичность гидрохимических наблюдений на стационарной сети мониторинга составляет от 7 до 12 раз в год на водотоках (в основные фазы гидрологического режима) и 4 раза в год - на водоемах, а гидробиологических – от 1 до 3 раз в год.



Таблица 4.7. Список действующих постов на реках и каналах Брестской области

№ п/п	Водного объекта – створ	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км	Год открытия наблюдений	
				Гидрологических	Гидрохим и гидробио
1	р. Западный Буг – с. Новоселки	225	30000	1978	
2	р. Копаювка – с. Черск	10	461	1928	
3	р. Мухавец – г. Брест (верхний бьеф)	1,8	6590	1922	
4	р. Мухавец – г. Кобрин				1972
5	р. Мухавец – г. Жабинка				1978
6	р. Мухавец – г. Брест	1,8	6590	1922	1965
7.	к. Ореховский – с. Меленково	6,0	1070	1978	
8	р. Рыга – с. Малые Радваничи	11	968	1926	1961
9	р. Малорыта – г. Малорита	7,3	460	1944	
10	р. Лесная Правая – д. Каменюки				1982
11	р. Лесная – г. Каменец	67	1920	1929	1960
12	Р. Лесная – с. Тюхиничи	17	2590	1974	
13	р. Пульва – г. Высокое	28	317	1958	
14	р. Нарев – ур. Немержа	461	326	1958	
15	р. Припять – г. Пинск (мост Любанский)	518	-	1978	1947
16	к. Белозерский – с. Горавица	11	-	1978	
17	к. Днепроовско-Бугский – с. Дубой	26	-	1980	1984
18	р. Пина (обв. канал) – с. Дубой	26	-	1979	
19	р. Пина – г. Пинск	1,6	-	1922	1947
20	р. Неслуха – с. Рудск	7,5	340	1969	
21	р. Ясельда – г. Береза	158	1040	1925	1959
22	р. Ясельда – с. Сенин	51	5110	1925	1995
23	к. Винец – с. Рыгали	24	205	1961	
24	р. Меречанка – с. Карасево	6,1	131	1930	
25	р. Бобрик – с. Лунин	10	1810	1955	1951
26	р. Цна – с. Дятловичи	40	1100	1954	1992
27	р. Горынь – п. Речица	70	27000	1922	1957
28	р. Лань – с. Мокрово	10	2160	1923	

В воде контролируемых рек, кроме показателей макрокомпонентного состава, взвешенных и органических веществ, соединений азота и фосфора, определяют такие ингредиенты, как нефтепродукты, фенолы, синтетические поверхностные активные вещества (СПАВ), аммиак, а также специфические загрязняющие вещества (цианиды, роданиды, сероводород, сероуглерод, метанол), тяжелые металлы (медь, цинк, никель, свинец, кадмий, молибден), железо, марганец и пестициды.

Гидробиологический мониторинг является одной из основных подсистем мониторинга поверхностных вод Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС). Головной организацией,

осуществляющей гидробиологический мониторинг является Департамент гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь.

Гидробиологические наблюдения на водных объектах Полесья были начаты в 1978 г. на отдельных пунктах стационарной сети мониторинга Госкомгидромета Республики Беларусь. В настоящее время в области ведутся регулярные наблюдения (гидробиологический контроль) за качеством воды, включая наблюдения за фитопланктоном, фитоперифитомом, зоопланктоном и зообентосом.

Пункты стационарной сети мониторинга на водных объектах Брестской области относятся, в соответствии с классификацией принятой в НСМОС, к региональному уровню, предназначенному для выявления и оценки антропогенных воздействий на объекты гидросферы, испытывающие значительную нагрузку, связанную с поступлением промышленно-бытовых сточных вод или интенсивным сельскохозяйственным использованием территории водосборов. Пункты наблюдения этого ранга располагаются на путях выноса загрязняющих веществ и позволяют оценивать величину антропогенного пресса на отдельные участки водных объектов.

Оценка качества поверхностных вод производится с помощью методов биоиндикации, базирующихся на изучении структуры гидробиоценозов и их отдельных компонентов. В системе гидробиологического мониторинга практически для всех сообществ определяются такие показатели, как видовой состав, численность и биомасса сообществ, доминирующих групп, массовых видов и видов-индикаторов.

Результаты гидробиологического мониторинга обеспечивают возможность прямой интегральной оценки состояния водных экосистем, позволяют определить величину и характер антропогенной нагрузки на контролируемые водные объекты, оценить пространственное распределение и выявить тенденции многолетней динамики уровня загрязнения, оценить результативность природоохранных мероприятий.

#### **4.5. Современное состояние природных вод Брестской области**

Воды Брестской области относятся к категории маломутных, так как концентрация взвешенных веществ колеблется в пределах от 4,8...28,4 мг/дм<sup>3</sup> до 50 мг/дм<sup>3</sup>.

Наименьшая общая жесткость воды наблюдается в период половодья, когда в питании рек преобладают талые снеговые воды. Их жесткость весьма невелика и в большинстве случаев изменяется от нуля до 0,3 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Однако уже в микроручейковой сети жесткость воды увеличивается до 0,5...1,2 мг-экв/дм<sup>3</sup> и достигает значений характерных для речных вод в период прохождения

ния пика весеннего половодья (почвенно-поверхностные воды). В этот период на всей территории области доминируют очень мягкие воды, жесткость которых не превышает  $1,5 \text{ мг-экв/дм}^3$ . На преобладающей части территории жесткость воды в это время изменяется от 0,5 до  $1,0 \text{ мг-экв/дм}^3$ . На юго-западе она увеличивается до  $1,2 \text{ мг-экв/дм}^3$ , а на юге уменьшается до  $0,4 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

На спаде половодья жесткость почвенно-поверхностных вод воды начинает увеличиваться и достигает наибольшей величины в период устойчивой низкой зимней межени, когда реки питаются почти исключительно грунтовыми водами. В это время жесткость воды в бассейнах р. Припяти увеличивается до  $3...4 \text{ мг-экв/дм}^3$ . Повышенная жесткость поверхностных вод ( $4...7 \text{ мг-экв/дм}^3$ ) в основном наблюдается в местах распространения и неглубокого залегания каменноугольных, меловых и девонских отложений с развитыми на них преимущественно суглинистыми почвами (глинами, моренными и лессовидными суглинками).

Низкой жесткостью (до  $2 \text{ мг-экв/дм}^3$ ) отличаются воды правобережных заболоченных притоков устьевой части р. Припяти. Химические анализы грунтовых вод в бассейне р. Припять, выполненные Белорусской гидрогеологической станцией, показывают, что жесткость речных вод в этот период весьма близка к жесткости неглубоких грунтовых вод, дренируемых речной сетью.

Жесткость воды в летнюю межень для подавляющего большинства рек меньше, чем в зимнюю межень, на  $0,2...0,5 \text{ мг-экв/дм}^3$ , а в отдельных случаях до  $1 \text{ мг-экв/дм}^3$ . Поэтому в качестве расчетного периода принята зимняя межень.

Соотношение между различными видами жесткости меняются по фазам водного режима. В летнюю и зимнюю межень устранимая жесткость составляет около 80...90 % общей жесткости, а относительные значения остаточной и неустраняемой жесткости колеблются около 3...6 и 8...15 % соответственно. В период же весеннего половодья в связи с резким снижением общей жесткости и сравнительной стабильностью остальных ее видов эти соотношения сильно меняются. Содержание устранимой жесткости снижается до 55...60 % и менее, содержание остаточной жесткости возрастает до 10...20 %, а неустраняемой – до 30...50 %.

Содержание растворенного минерального *фосфора* в водах колеблется в широких пределах – от 0 до  $0,45 \text{ мгP/дм}^3$ . Чаше количество фосфатов изменяется от 0,010 до  $0,075 \text{ мгP/дм}^3$ . Наименьшее количество их наблюдается в водах притоков р. Припяти. Здесь количество фосфатов в зимнюю межень изменяется от 0 до  $0,026 \text{ мгP/дм}^3$ . В летний период их содержание несколько

увеличивается, однако весьма редко превышает  $0,050 \text{ мг P/дм}^3$ . В период весеннего половодья содержание фосфатов несколько уменьшается, достигая наименьшей величины на спаде половодья.

Характерным для поверхностных вод области является повышенное содержание в них на протяжении всего года *железа*, которое изменяется обычно в пределах от  $0,20$  до  $2,00 \text{ мг/дм}^3$ . Количество железа меньше  $0,20 \text{ мг/дм}^3$  наблюдается весьма редко и главным образом в период летней межени. Высокое содержание железа, превышающее  $2,00 \text{ мг/дм}^3$ , а в отдельных случаях достигающее  $7...12 \text{ мг/дм}^3$ , наблюдается в Белорусском Полесье главным образом в зимнюю межень, в реках, на водосборах которых распространены заболоченные и торфяно-болотные почвы. На малозаболоченных и слабозалеженных водосборах содержание железа не превышает  $1,00 \text{ мг/дм}^3$ . В микроручейковых водах количество железа колеблется преимущественно в пределах  $0,10...0,50 \text{ мг/дм}^3$ .

Обычно в речных водах содержание *нитритов* ( $\text{NO}_2^-$ ) повсеместно колеблется от нуля до  $0,02 \text{ мг/дм}^3$  и лишь в отдельных случаях достигает  $0,10...0,20 \text{ мг/дм}^3$ , а в микроручейковых водах до  $0,30...1,00 \text{ мг/дм}^3$ . Содержание  $\text{NO}_2^-$  достигает наибольших значений в конце зимнего периода, а иногда в период половодья. На спаде половодья количество нитритов начинает уменьшаться и в летний период достигает минимума. Содержание азота нитритного в основном соответствует установленным ПДК ( $0,02 \text{ мг/дм}^3$ ). Однако в отдельных случаях наблюдались превышения ПДК. Так, в р. Мухавец содержание азота нитритного составляло  $0,5...1,2$  ПДК, в р. Припять  $1,5...2,4$  ПДК, в р. Ясельда - до  $1,8$  ПДК.

На рисунке 4.9 приведена динамика загрязнения воды по течению р. Мухавец в 2000 г. [Государственный ..., 2001].

Повышенное количество нитратов, достигающее  $1,00...3,00 \text{ мг/дм}^3$ , наблюдается в водах бассейна Немана. На осушенных и освоенных водосборах нитраты достигают максимальных значений ( $3...10 \text{ мг/дм}^3$ ) не в зимнюю межень, а в период половодья. На спаде весеннего половодья содержание нитратов начинает заметно уменьшаться, достигая в летний период вследствие максимального потребления их водной растительностью, наименьших значений, преимущественно  $0,00...0,30 \text{ мг/дм}^3$ .

Концентрации *аммонийного азота* в поверхностных водах области довольно часто превышают ПДК ( $0,39 \text{ мг/дм}^3$ ) и составляют от  $1,2$  до  $3,0$  ПДК, что свидетельствует о некотором загрязнении речных вод. В р. Мухавец от Кобрина до Бреста содержание азота аммонийного составляет  $1,4...2,3$  ПДК, в

реке Припять – до 3,0 ПДК, в рр. Ясельда и Горынь – 2,0...2,4 ПДК. Несколько увеличилось содержание азота аммонийного в рр. Лесная, Лесная Правая, Рита (1,9...2,4 ПДК).

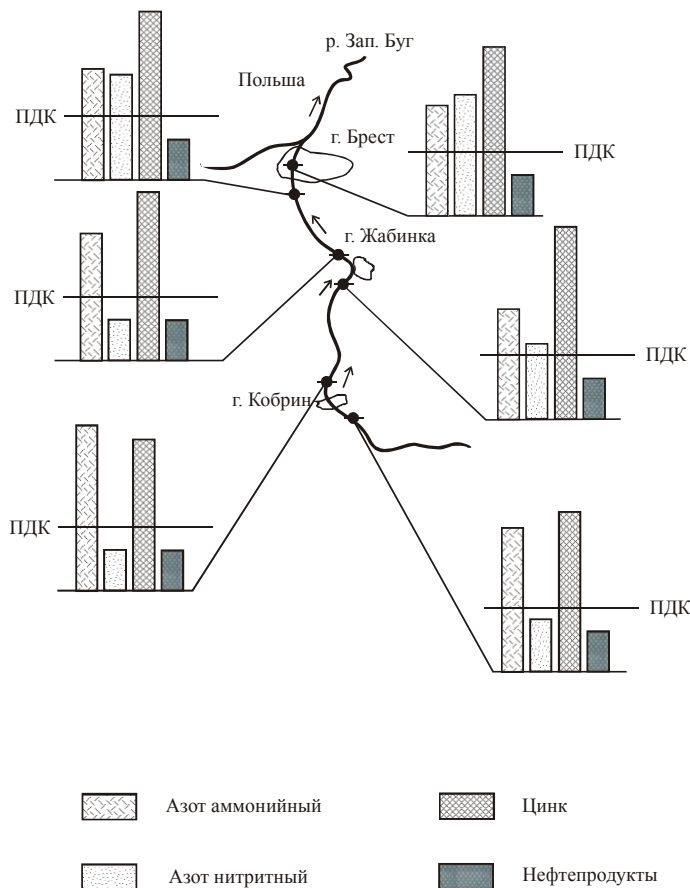


Рисунок 4.9. Изменение загрязненности воды по течению р. Мухавец в 2000 г.

По результатам анализов многочисленных проб воды отобранных институтом «Полесьегипроводхоз» по всей территории Брестской области по химическому составу речные воды относятся к гидрокарбонатному классу с преобладанием в солевом составе ионов кальция ( $Ca^{2+}$ ). Вода характеризуется как мягкая, в отдельные сезоны – умеренно жесткая, средней минерализа-

ции. Активная реакция воды нейтральная, по отношению к металлам и бетону неагрессивная. Средние значения основных биогенных элементов, для различных сезонов которые помещены в таблице 4.9 – 4.12. Для площадного анализа содержания биогенов в поверхностных водах вся территория Брестской области разбита на подрайоны, приуроченные к водосборам отдельных рек.

Таблица 4.9. Содержание основных биогенных элементов в поверхностных водотоках Брестской области ( $мг/дм^3$ )

Водосборы рек	Элементы	Сезоны									Год		
		весна			лето-осень			зима			максим.	миним.	средн.
		максим.	миним.	средн.	максим.	миним.	средн.	максим.	миним.	средн.			
Пульва, Лесная, Мотыкальский	$NO_3^-$	4,50	0,00	1,10	5,78	0,20	1,11	2,40	0,20	0,65	5,78	0,00	0,95
	$NH_4^+$	3,70	0,03	0,17	2,50	0,05	0,18	5,60	0,01	0,23	5,60	0,01	
	$PO_4^{3-}$	7,30	0,03	0,19	1,40	0,05	0,33	5,20	0,01	0,30	7,30	0,01	
	$Na^+ + K^+$	53,5	1,0	7,6	35,0	0,55	3,9	130,0	0,7	9,8	130,0	0,55	
Мухавец, ДБК (правые притоки)	$NO_3^-$	1,50	0,00	0,46	2,80	0,00	0,38	1,00	0,00	0,37	2,80	0,00	0,40
	$NH_4^+$	0,42	0,15	0,26	0,42	0,04	0,21	0,39	0,05	0,23	0,42	0,04	
	$PO_4^{3-}$	0,23	0,05	0,14	1,43	0,05	0,43	1,40	0,05	0,35	1,43	0,5	
	$Na^+ + K^+$	17,5	1,6	5,0	30,0	1,6	5,8	7,5	1,0	4,0	30,0	1,0	
К югу от Мухавца и ДБК, к Зап. от Белоозерского канала	$NO_3^-$	0,50	0,10	0,31	1,30	0,06	0,36	2,70	0,10	0,74	2,70	0,06	0,47
	$NH_4^+$	0,36	0,02	0,23	0,78	0,01	0,28	0,78	0,10	0,34	0,78	0,01	
	$PO_4^{3-}$	0,74	0,01	0,11	1,83	0,05	0,29	1,56	0,7	0,29	1,83	0,01	
	$Na^+ + K^+$	2,2	0,8	1,4	5,8	0,55	2,9	16,0	0,7	5,0	16,0	0,55	
Ялельда	$NO_3^-$	1,25	0,01	0,48	6,10	0,00	0,64	2,60	0,00	0,73	6,10	0,00	0,62
	$NH_4^+$	0,84	0,03	0,20	0,62	0,08	0,30	1,38	0,05	0,27	1,38	0,03	
	$PO_4^{3-}$	1,85	0,015	0,23	1,27	0,05	0,29	1,20	0,03	0,31	1,85	0,015	
	$Na^+ + K^+$	16,0	0,35	3,0	16,0	0,35	3,8	13,0	0,15	3,0	16,0	0,15	
Пина	$NO_3^-$	1,40	0,20	0,53	2,70	0,00	0,44	1,60	0,00	0,50	2,70	0,00	0,49
	$NH_4^+$	0,41	0,02	0,29	1,12	0,09	0,29	0,52	0,10	0,28	1,12	0,02	
	$PO_4^{3-}$	0,34	0,05	0,18	0,86	0,05	0,24	0,42	0,11	0,29	0,86	0,05	
	$Na^+ + K^+$	16,0	1,2	4,1	16,0	0,8	3,2	9,0	0,4	2,8	16,0	0,4	
Щара, Неман	$NO_3^-$	4,30	0,20	1,35	7,50	0,00	0,63	3,00	0,00	0,79	7,50	0,00	0,92
	$NH_4^+$	6,80	0,06	0,27	2,14	0,04	0,28	1,84	0,10	0,21	6,80	0,04	
	$PO_4^{3-}$	2,90	0,05	0,22	2,10	0,015	0,18	2,40	0,10	0,25	2,90	0,015	
	$Na^+ + K^+$	30,0	0,30	4,4	31,2	0,35	3,75	20,0	0,30	2,4	31,2	0,3	
Левые при- токи Припяти ниже устья Ясельды и Припяти	$NO_3^-$	5,00	0,00	0,72	3,51	0,00	0,69	1,6	0,00	0,23	5,00	0,00	0,55
	$NH_4^+$	0,89	0,07	0,35	1,46	0,06	0,49	1,05	0,10	0,38	1,46	0,06	
	$PO_4^{3-}$	0,46	0,025	0,25	3,40	0,01	0,28	2,00	0,05	0,32	3,40	0,01	
	$Na^+ + K^+$	10,2	0,5	2,2	34,2	0,1	2,8	65,0	0,8	6,0	65,0	0,1	
Правые при- токи Припяти	$NO_3^-$	1,20	0,00	0,47	1,40	0,00	0,40	1,50	0,00	0,59	1,50	0,00	0,49
	$NH_4^+$	0,60	0,25	0,44	0,82	0,16	0,42	0,59	0,20	0,33	0,82	0,16	
	$PO_4^{3-}$	0,82	0,14	0,35	1,04	0,025	0,16	0,30	0,05	0,27	1,04	0,025	
	$Na^+ + K^+$	20,0	1,6	3,9	2,8	0,4	1,5	1,54	0,4	0,64	20,0	0,4	
<b>Итого по водосборам</b>	$NO_3^-$	<b>5,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,81</b>	<b>7,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,65</b>	<b>3,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,60</b>	<b>7,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,67</b>
	$NH_4^+$	<b>6,80</b>	<b>0,02</b>	<b>0,28</b>	<b>2,50</b>	<b>0,01</b>	<b>0,31</b>	<b>5,60</b>	<b>0,01</b>	<b>0,28</b>	<b>6,80</b>	<b>0,01</b>	
	$PO_4^{3-}$	<b>7,30</b>	<b>0,01</b>	<b>0,21</b>	<b>3,40</b>	<b>0,01</b>	<b>0,29</b>	<b>5,20</b>	<b>0,01</b>	<b>0,30</b>	<b>7,30</b>	<b>0,01</b>	
	$Na^+ + K^+$	<b>53,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3,9</b>	<b>35,0</b>	<b>0,10</b>	<b>3,4</b>	<b>130,0</b>	<b>0,15</b>	<b>4,2</b>	<b>130,0</b>	<b>0,1</b>	

В последние годы выявлен значительный, ранее не учитываемый, источник загрязнения рек – поверхностный сток с городских территорий, возни-

кающий в период дождей, в процессе таяния снега и полива улиц, – в результате смыва химических веществ с городских и производственных территорий. Загрязненность этих стоков сопоставима с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

По комплексному показателю загрязненности вода рек области относится к умеренно-загрязненным (ИЗВ=1,1...1,7), за исключением р. Припять (створ “ниже г. Пинска”, где из-за высокой загрязненности воды азотом аммонийным с концентрацией загрязнений до 10-20 ПДК, переведен в класс загрязненной (ИЗВ = 2.6) [Кадастр..., 2001 ].

По данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды для рек области наиболее типично загрязнение вод соединениями меди, цинка. Содержание их в воде р. Мухавец составляет соответственно 0,002...0,009 мг/дм<sup>3</sup> и 0,01...0,023 мг/дм<sup>3</sup>, в реке Припять – 0,006 мг/дм<sup>3</sup> и 0,017...0,02 мг/дм<sup>3</sup>.

Поверхностные воды бассейна Западного Буга характеризуются повышенным содержанием железа природного происхождения, концентрация которого доходит до 10,9 ПДК.

В 2000 г. гидротехнический режим р. Пина оставался благополучным, содержание загрязняющих веществ не превышало 0,5...1,5 ПДК, за исключением железа и меди 5 ПДК.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в воде р. Пина в 2000 г. составили: БПК<sub>5</sub>=2,42 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, азот нитритный 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (1,9 ПДК), азот аммонийный 1,7 мг/дм<sup>3</sup> (3,4 ПДК), нефтепродукты 0,06 мг/дм<sup>3</sup>, железо 0,32 мг/дм<sup>3</sup> (3,2 ПДК), медь 0,006 мг/дм<sup>3</sup> (6 ПДК), цинк и никель отсутствуют.

На р. Ясельда ниже г. Березы оказывается значительная антропогенная нагрузка в связи с продолжающейся реконструкцией очистных сооружений.

В результате наблюдений за 2000 г. концентрации приоритетных загрязнений были следующими: БПК<sub>5</sub> = 3,84 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, азот нитритный 0,012 мг/дм<sup>3</sup>, азот аммонийный 0,69 мг/дм<sup>3</sup>, нефтепродукты 0,03 мг/дм<sup>3</sup>, железо 0,51 мг/дм<sup>3</sup>, медь до 0,007 мг/дм<sup>3</sup>, цинк до 0,021 мг/дм<sup>3</sup>, никель до 0,006 мг/дм<sup>3</sup>.

В обоих створах г. Березы в 2000 г. сохранилось повышенное содержание азота аммонийного 2,9...3,2 ПДК и железа до 11 ПДК. Содержание других приоритетных загрязнений составило 0,3...1,5 ПДК.

Анализ концентраций загрязняющих веществ в природных водах указывает на то, что сосредоточенные источники загрязнения продолжают оставаться существенным элементом загрязнения водной среды. Поэтому, наряду с внедрением прогрессивных технологий, направленных на снижение или прекращение сброса сточных вод, крайне важны мероприятия по интенсификации

очистки и доочистке сточных вод, в первую очередь от железа, азота аммонийного, цинка, хрома, нефтепродуктов, меди.

Качество природных водных источников определяется по наличию в ней веществ неорганического и органического происхождения, а также микроорганизмов и характеризуют различными физическими, химическими, бактериологическими и биологическими факторами.

В результате техногенной деятельности на источники водоснабжения оказывается негативное влияние путем сброса в них сточных вод, поверхностного стока, увлекающего загрязнения, образовавшиеся на поверхности земли (минеральные удобрения, нитраты, хлориды, сульфаты, нефтепродукты и др. загрязнения).

Поступающие в водоемы загрязнения в зависимости от их состава и объема могут оказать различное действие: изменять физические свойства воды, изменять химический состав воды, уменьшать содержание в воде растворенного кислорода, изменять число и видовой состав бактерий. Для водоемов особую опасность представляют сточные воды, в составе которых есть белки, жиры, углеводы, органические кислоты, эфиры, спирты, фенолы, нефть и др.

Требования к спуску очищенных сточных вод определяются нормативными документами. Водоемы, расположенные на территории области, относятся к категории коммунально-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Сброс промышленных сточных вод в природные водоемы приводит к загрязнению воды различными по составу и свойствам органическими соединениями, наиболее распространенными из которых являются нефтепродукты, полифенолы, поверхностно-активные вещества. Самыми значительными поставщиками органических веществ в природную воду являются почвенный и торфяной гумус, продукты жизнедеятельности и разложения растительных и животных организмов, и главным образом, сточные вод бытовых и промышленных предприятий. Содержащийся в воде *растворенный кислород* поступает из атмосферного воздуха, а также образуется в результате фотосинтеза водорослями органических веществ из неорганических. Содержание  $O_2$  в воде уменьшается вследствие протекания процессов окисления органических веществ и потребления его живыми организмами при дыхании. Резкое уменьшение содержания  $O_2$  в воде по сравнению с нормальным свидетельствует о ее загрязнении.

Зимой содержание органических веществ в природных водах минимальное, однако в период половодья и паводков, а также летом в период массового развития водорослей – «цветения» водоемов – оно повышается.



Присутствие в природных водах легко окисляемых органических веществ идентифицируется величиной БПК<sub>5</sub>, фоновое значение которой принимается равной  $1,2...2,0 \text{ мг/дм}^3$ , а для рек со значительным болотным питанием составляет  $2,0...2,5 \text{ мг/дм}^3$ . В условиях техногенеза содержание органических веществ в речных водах повышается, что приводит к росту величины БПК<sub>5</sub>, значение которой выше ПДК ( $3,0 \text{ мг/дм}^3$ ) свидетельствует о загрязнении вод. Речные воды области характеризуются низким уровнем загрязнения органическими веществами, их усредненные значения по бассейнам основных рек колеблются от  $0,8...1,8$  ПДК.

*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 данного вещества (стойкость к окислению, высокая подвижность) способствует значительному увеличению протяженности загрязненных участков, которая может достигать 120 км. Установленная ПДК для нефтепродуктов составляет  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ . Относительно высокие концентрации нефтепродуктов, как правило, превышающие ПДК, прослеживаются в водах таких крупных рек как Ясельда, Припять. Максимальное значение р. Ясельда нефтепродуктами наблюдалось в 1995 году. Оно характеризовалось среднегодовыми значениями  $0,35...0,64 \text{ мг/дм}^3$  ( $7...12$  ПДК). В последующие годы содержание нефтепродуктов в речной воде составляло  $0,8...1,2$  ПДК [Государственный ..., 2001].

Негативные последствия для речных систем имеет рост в поверхностных водах содержания *нитратного азота*, одного из основных элементов эвтрофирования водоемов и водотоков. Содержание нитратов в речных водах области составляет от  $0,17 \text{ мг/дм}^3$  до  $1,8 \text{ мг/дм}^3$ . Исходя из ПДК ( $9,2 \text{ мг/дм}^3$ ) для нитратного азота, реки области могут быть отнесены к категории чистых. Однако, с позиций защиты водотоков от эвтрофирования, концентрация нитратного азота не должна превышать  $0,3...0,5 \text{ мг/дм}^3$ . Таким образом, в реках области появились условия для развития процессов эвтрофирования [Государственный ..., 2001].

Поступление 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 высокой 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.

Концентрации *аммонийного азота* в поверхностных водах области довольно часто превышают ПДК ( $0,39 \text{ мг/дм}^3$ ) и составляют от 1,2 до 3,0 ПДК, что свидетельствует о некотором загрязнении речных вод. В р. Мухавец от Кобрина до Бреста содержание азота аммонийного составляет 1,4...2,3 ПДК, в реке Припять – до 3,0 ПДК, в рр. Ясельда и Горынь – 2,0...2,4 ПДК. Несколько увеличилось содержание азота аммонийного в рр. Лесная, Лесная Правая, Рита (1,9...2,4 ПДК).

Содержание *азота нитритного* в основном соответствует установленным ПДК ( $0,02 \text{ мг/дм}^3$ ). Однако в отдельных случаях наблюдались превышения. Так, в р. Мухавец содержание азота нитритного составляло 0,5...1,2 ПДК, в р. Припять 1,5...2,4 ПДК, в р. Ясельда - до 1,8 ПДК.

Изменение геохимического круговорота металлов в результате хозяйственной деятельности человека представляет серьезную экологическую опасность. Известно, что многие массовые заболевания человека связаны с образованием техногенных геохимических аномалий. Так, *Hg* вызывает нейрологический эффект, *Cd* и *Pb* обладают канцерогенными и гонадотоксичными свойствами. Избыток микроэлементов в организме приводит к эндемичным заболеваниям, в частности избыток *Sr* – к патологиям костных тканей, *Cu* – к анемии. В то же время элементы из группы тяжелых металлов (*Cu*, *Zn*, *Co*, *Sr*, *Ni* и др.) важны для нормальной жизнедеятельности организмов.

Экологические последствия загрязнения вод металлами меняются в зависимости от форм нахождения последних, способности к комплексообразованию, осаждению и биостимуляции в конкретных условиях природных водоемов. Однако совершенной методологии определения экологического риска, обусловленного загрязнением водных объектов металлами, пока нет. Ориентация на ПДК, которые определяются на основе общей концентрации отдельных металлов в воде без учета всех сопутствующих факторов, может привести к качественному истощению водных ресурсов.

Непосредственное токсичное действие металлов на водные организмы связано с нахождением этих металлов в ионных формах. Установлено, что поведение различных металлов специфично и определяется взаимодействием сложных процессов, протекающих в водной толще и седиментах, меняется по сезонам года, по глубинам (придонные и поверхностные слои), а также зависит от сопутствующих факторов (закисление или эвтрофирование).

Для рек области наиболее типично загрязнение вод соединениями меди, цинка. Содержание их в воде р. Мухавец составляет соответственно

0,002...0,009 мг/дм<sup>3</sup> и 0,01...0,023 мг/дм<sup>3</sup>, в реке Припять – 0,006 мг/дм<sup>3</sup> и 0,017...0,02 мг/дм<sup>3</sup> [Государственный ..., 2001].

Поверхностные воды бассейна Западного Буга характеризуются повышенным содержанием железа общего природного происхождения, концентрация которого доходит до 10,9 ПДК.

Наличие в воде *взвешенных веществ* свидетельствует о ее загрязненности твердыми неорганическими примесями – частички глины, песка, ила, водорослей и другими веществами минерального или органического происхождения. Воды Брестской области относятся к категории маломутных, т.к. концентрация взвешенных веществ колеблется в пределах 4,8...28,4 мг/дм<sup>3</sup> < 50 мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшая мутность водоемов наблюдается зимой, когда они покрыты льдом, наибольшая – весной в период паводка. Повышение мутности воды может быть вызвано выделением некоторых карбонатов, гидроксидов алюминия, марганца, высокомолекулярных органических примесей гумусового происхождения, появлением фито- и зоопланктона, окислением соединений железа (II) кислородом воздуха, сбросом неочищенных производственных сточных вод и др.

В большинстве случаев природные воды Брестской области содержат ионы  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ . По составу растворенных в воде минеральных солей (по преобладающему иону, согласно классификации О.А. Алекина) реки относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу. Содержание солей в реках составляет 191...298 мг/дм<sup>3</sup>, что позволяет отнести их к водным источникам со средней степенью минерализации. О содержании в природных водах солей можно судить по количеству *сухого остатка*. Сухой остаток, образующийся при выпаривании определенного объема воды, профильтрованной через бумажный фильтр, состоит из минеральных солей и нелетучих органических соединений.

При изучении процессов миграции и превращений органических веществ в воде, а также оценке степени ее загрязненности не менее важным является установление закономерностей распределения загрязняющих компонентов по вертикальному сечению водного объекта. При этом можно выделить две зоны с повышенной способностью, в которых происходит концентрирование примесей: поверхностная пленка и осадок.

Зоной наибольшего концентрирования примесей является поверхностная пленка, механизм процессов, протекающий в ней, сложен и плохо изучен. Однако благодаря повышенному содержанию в поверхностной пленке загрязняющих веществ она может служить своеобразным индикатором при оценке

содержания металлов и других примесей микроорганизмов, планктона органических соединений биогенов.

В последние годы выявлен значительный, ранее не учитываемый, источник загрязнения рек – поверхностный сток с городских территорий, возникающий в период дождей, в процессе таяния снега и полива улиц, - в результате смыва с благоустроенных городских и производственных территорий средств борьбы с пылью и гололедом, потери различного сырья и др. Загрязненность этих стоков сопоставима с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Сопоставление концентраций загрязняющих веществ в природных и сточных водах указывает на то, что во всех без исключения бассейнах рек качество сточных вод гораздо хуже качества природных вод, т. е. что сосредоточенные источники загрязнения продолжают оставаться существенным элементом загрязнения водной среды. Поэтому, наряду с внедрением прогрессивных технологий, направленных на снижение или прекращение сброса сточных вод, крайне важны мероприятия по интенсификации очистки и доочистке сточных вод, в первую очередь от железа, азота аммонийного, цинка, хрома, нефтепродуктов, меди.

## 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

### 5.1. Структура потребления воды

Как известно из многовековой истории человечества, становление и судьбы той или иной цивилизации всегда были связаны с водой. Подтверждением этого тезиса может служить тот факт, что сегодня более половины населения Земного шара проживает в пределах 60-километровой зоны морской береговой линии. Значение воды в жизни общества трудно переоценить, поскольку количество и качество водных ресурсов оказывает влияние практически на все виды хозяйственной, культурной и социальной деятельности человека. Именно поэтому различные аспекты водных проблем, в ряду которых и вопросы рационального использования природной воды, всегда привлекали внимание исследователей.

Учитывая прямую зависимость экономического процветания государства от экологического состояния собственной территории и территории сопредельных государств, можно и сейчас проследить существенную зависимость человека (его здоровья, благосостояния) и состояния водной среды (ее качества, величины ресурсов). Конференция ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро показала, что нельзя рассматривать раздельно окружающую среду и социально-экономическое развитие.

Одним из показателей состояния окружающей среды является количественная и качественная характеристика водных ресурсов территории. Критериями состояния среды можно также считать уровень заболеваемости населения, среднюю продолжительность жизни, достаточно широкий выбор средств и способов рекреации.

В концепции устойчивого развития человечества, выдвигаемой ООН, в число важнейших включена задача по обеспечению всех безопасной питьевой водой и санитарией. Недостаток водных ресурсов – одна из наиболее серьезных проблем современности.

Конечной целью политики рационального водопользования должно быть сохранение, а там, где это возможно восстановление водных экосистем до уровня, близкого к первоначальному состоянию. Основным принципом их использования должен стать "лучше понемногу для всех, чем много для некоторых", так как вода это жизнь.

В соответствии с Основами Водного законодательства Республики Беларусь использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства характеризуется юридическим термином "водопользование", с разделением на общее и специальное. *Специальным водопользованием* считается такое, когда применяются сооружения или технические

устройства (в отдельных случаях и без них), оказывающее влияние на состояние вод. *Общее водопользование* никакого влияния на водные объекты не должно оказывать.

*По целям водопользование идет на:*

- хозяйственно-питьевые и коммунально-бытовые нужды населения;
- лечебные, курортные и оздоровительные цели;
- нужды сельского хозяйства (без орошения и обводнения);
- орошение и обводнение;
- промышленные нужды;
- нужды теплоэнергетики;
- территориальное перераспределение стока поверхностных вод и пополнение запасов подземных вод;
- нужды гидроэнергетики;
- нужды водного транспорта и лесосплава;
- нужды рыбного хозяйства;
- прочие нужды.

*По характеру использования воды различают:*

- использование воды как вещества с определенными свойствами;
- использование массы и энергетического потенциала воды;
- использование воды как среды обитания.

*Способы использования воды могут быть:*

- с изъятием воды (с возвратом и без возврата);
- без изъятия воды.

В технической литературе все виды использования воды с изъятием из источников принято объединять термином – *водопотребители*, а без изъятия – *водопользователи*.

Потребности в воде первой группы практически всегда могут (и даже должны) суммироваться для выявления общих требований к отбору воды. Потребности же в воде второй группы – только в редких случаях, поскольку одна и та же вода в источнике может без изъятия использоваться для разных целей одновременно. Структурная схема классификации потребностей в воде разработанная В.Н. Плужниковым дана на рисунке 5.1, а потребности в воде на различные периоды в Приложениях Н – Р [Лугинов, Калинин и др., 2000].

Общими для всех потребностей в воде характеристиками являются требования по объему, режиму, месту и качеству, а также по надежности их удовлетворения (расчетной обеспеченности).

Потребности в воде первой группы выражаются объемом отбираемой из источников воды (его называют водопотреблением или потребностью в

свежей воде) и объемом потерь при транспортировке, использовании, обработке воды (безвозвратным водопотреблением). Разница между ними определяет количество возвратных вод (объем водоотведения).

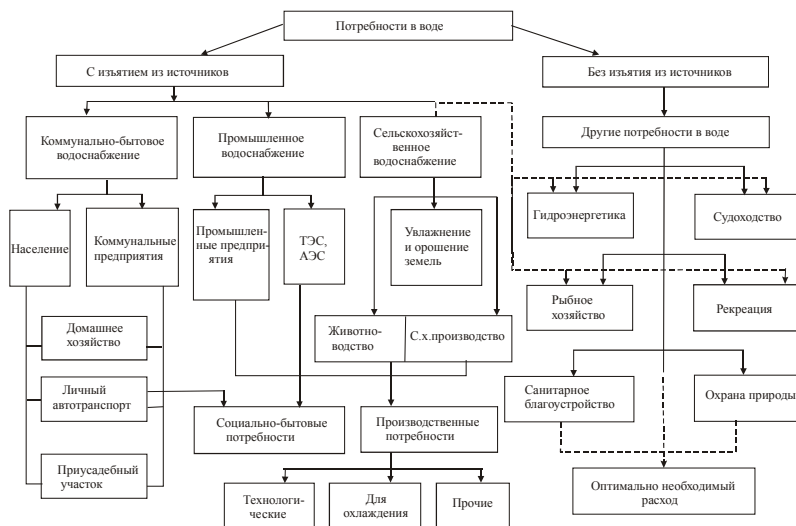


Рисунок 5.1. Структурная схема классификации потребностей в воде.

В потребности в воде для коммунально-бытовых целей входят расходы в жилых зданиях (или внутреннее водопотребление), расходы в общественных зданиях, на внешнее благоустройство зоны жилой застройки (коммунальное водопотребление). Затраты воды на полив зеленых насаждений являются безвозвратными, сходными с орошением, часть воды теряется в домашнем хозяйстве. Однако большая часть потерь приходится на возможные утечки в сетях.

Большое влияние на объем забираемой воды оказывают системы промышленного водоснабжения. При прямоточной системе вода из источника водоснабжения подается на предприятие, а после использования и очистки, а подчас и без нее возвращается в источник. В системах оборотного водоснабжения воду после технологического процесса охлаждают. Очищают и затем снова направляют в производственный цикл. Периодически для компенсации потерь система пополняется свежей водой. При повторной системе водоснабжения воду, использованную в одних процессах, передают для использования в иных процессах этого же или других предприятий и затем после соответствующей очистки сбрасывают в водные объекты. Безвозвратный расход воды

в промышленности чаще всего невелик и колеблется от 2 до 20 % в зависимости от характера производства и применяемой технологии.

Вода в промышленном производстве используется как сырье, растворитель, теплоноситель и наконец, как среда, поглощающая и транспортирующая растворенные примеси. Наибольшее количество воды используется для охлаждения: в теплоэнергетике – 85 % от общего расхода воды.

Объектами сельскохозяйственного водопотребления являются животноводческие фермы и комплексы, машинно-тракторные парки, ремонтные мастерские, предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции. В животноводстве вода применяется для нужд животных и птицы, кормоприготовления, санитарного ухода за скотом (включая подмывание молочных коров перед доением), гидравлического удаления (смыва) навоза и для других целей. При недостаточной обеспеченности водой надои молока, например, снижаются на 600 г в сутки, а среднесуточные привесы крупного рогатого скота – на 120 – 130 г. Брестская область расположена в зоне богарного земледелия, где водопотребление растений почти полностью покрывается ресурсами почвенной влаги и лишь в очень небольшой степени за счет орошения. [Булавко, Плужников, 1982].

При переработке сельскохозяйственной продукции. Воду потребляют в технологических целях, для мойки сырья, производства пара и других нужд. Вода может также входить в состав конечной продукции, например, хлеб, пиво и т. п. Потребности в воде для этих предприятий определяются по технологическим данным, на основании проектов или укрупненных норм. Значительное количество воды расходуется при эксплуатации и ремонте машинно-тракторного парка, энергосиловых установок, где она применяется для питания систем охлаждения, производства пара, наружной мойки машин и механизмов и т. п. Расход воды автотранспортом и сельскохозяйственными машинами при полевых работах зависит от вида выполняемой работы, свойств и состояния дороги или почвы, конструкции машины и других условий.

Потребности в воде второй группы выражаются в количественном отношении только одним показателем – объемом оставляемой или обеспечиваемой в источнике воды. Вода в прудовом рыбоводстве необходима, во-первых, для первоначального наполнения прудов всех систем и назначений, во-вторых, для обеспечения в них достаточной проточности и поддержания, в первую очередь, кислородного режима и, наконец, для подпитывания прудов (т. е. восполнения потерь на фильтрацию в ложе и через все элементы гидротехнических сооружений в течение вегетационного периода, а также на испарение). Если первые два вида связаны только с временным изъятием воды из источни-



ка, то последний, представляет непроизводственные (для хозяйства) потери, причем испарение – безвозвратные потери.

Первые два вида использования воды обеспечивают нормальное протекание производственных процессов, включая зимовку рыбобосадочного материала, и могут быть названы биотехническим водопотреблением, которое в полносистемном карповом хозяйстве составляет 1,10 – 1,15 суммарной емкости прудов, или 40 % фактического расхода воды в прудовом рыбоводстве. На непроизводительные потери уходит общего водопотребления.

Организация отдыха населения становится все более актуальной задачей во многих странах мира. В организации отдыха особая роль принадлежит водоемам. Возможность заниматься разнообразными видами отдыха и спорта (плавание, гребля, катание на яхтах, катерах, водных лыжах, рыбная ловля, подводная охота и т. п.), благоприятные температура и влажность воздуха вблизи воды, эстетическое воздействие живописных ландшафтов, смена впечатлений — все это, действуя в комплексе, приводит к тому, что водоемы вполне можно считать природными лечебницами. Поэтому большая часть рекреационных учреждений и почти все учреждения кратковременного отдыха располагаются на берегах водоемов и вблизи них.

Коммунально-бытовое, промышленное, сельскохозяйственное водоснабжение, орошение земель всегда связаны с отбором и перемещением воды к месту потребления. Напротив, обеспечение нужд в воде водного транспорта, гидроэнергетики, рыбного хозяйства, рекреации, экологических целей осуществляется обычно непосредственно на водных объектах. Однако деривационные ГЭС и искусственные каналы (судоходные, обводнительные) требуют отбора воды из рек. Нуждаются в сезонном изъятии и рыбоводные пруды. Поэтому распределение перечисленных потребностей в воде по группам не может быть однозначным и зависит от местных условий. Указанные особенности на рисунке 5.1 отмечены пунктиром.

## **5.2. Использование поверхностных и подземных вод**

Поверхностные и подземные воды наряду с атмосферной влагой образуют динамическую систему водооборота планеты. В этот процесс включается использование водных ресурсов для различных хозяйственных нужд и культурных целей.

Использование водных ресурсов начинается с забора природной воды из недр и поверхностных водных источников с последующим ее перераспределением между отраслями экономики и, наконец, отведением отработанных вод (стоков) на очистные сооружения и сбросом их в водоемы и водотоки.

Для оценки экологического состояния водных объектов Республики Беларусь, планирования и осуществления водохозяйственных и водоохраных мероприятий необходимы данные о водных ресурсах, их использовании и качестве вод. Для обеспечения получения, систематизации и анализа этих данных законом Республики Беларусь "Об охране окружающей среды" предусмотрено ведение государственного водного кадастра по единой для страны системе, состоящее в систематизации и ежегодном обновлении сведений о водных ресурсах и их использовании, включая доведение этих сведений до потребителей кадастровой информации. В рамках Государственного водного кадастра (ГВК) ведется учет использования водных ресурсов, количества и качества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, как по республике в целом, так и по областям, бассейнам рек, отраслям экономики.

Фактические данные, опубликованные в ГВК и экологических бюллетенях [Состояние..., 1991 – 2000], послужили основой для выявления тенденций изменения в использовании природной воды за многолетний период (1991 – 2000 гг.).

В конце 80-х - начале 90-х гг. наблюдался неуклонный рост объемов забора воды в Брестской области, в прочем, как и по республике в целом, причем наиболее четко эта тенденция выражена для поверхностных вод (таблица 5.1). Своего пика количество забранной воды (426,463 млн.  $m^3/год$ ) достигло в 1990 г., при этом более половины (337,72 млн.  $m^3$  или 78 %) пришлось на поверхностные воды, доля подземных вод составила 22 % или 92,74 млн.  $m^3$ .

С 1990 по 1998 г. отчетливо прослеживается тенденция к уменьшению забора воды (таблица 5.1).

Таблица 5.1. Динамика забора поверхностных и подземных вод в Брестской области, (млн.  $m^3$ ).

Год	Поверхностные воды		Подземные воды		Всего	
	объем забранной воды	изменение количества забранной воды	объем забранной воды	изменение количества забранной воды	объем забранной воды	изменение количества забранной воды
1985	296,45	0	80,45	0,00	376,90	0,00
1990	333,72	37,27	92,74	12,29	426,46	49,56
1995	100,20	-233,52	78,04	-14,70	178,24	-248,22
1996	82,38	-17,82	78,15	0,11	160,53	-17,71
1997	67,18	-15,20	75,42	-2,73	142,60	-17,93
1998	61,84	-5,34	73,79	-1,62	135,64	-6,96
1999	69,30	7,46	75,07	1,28	144,37	8,73
2000	67,55	-1,74	74,09	-0,98	137,13	-7,24
2001	72,06	4,50	71,22	-2,88	143,27	6,14

Наиболее существенное сокращение водозабора имело место с 1990 по 1995 гг., уменьшение составило 58 %. Для последних лет (1998 – 2001 гг.) характерна определенная стабилизация в объемах изымаемых природных вод (рисунок 5.2).

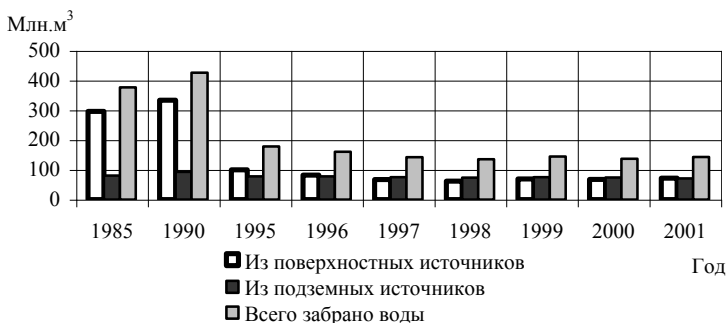


Рисунок 5.2. Диаграмма забора природных вод по Брестской области за 1985-2001 гг.

За рассматриваемый период существенно изменилась структура общего водозабора. В первой половине 90-х годов (1990 – 1996 гг.) в суммарном заборе воды доминировали поверхностные воды (55...60 %) при общей тенденции сокращения их абсолютных величин (таблица 5.1).

Значительное сокращение объемов изъятых поверхностных вод, составившее 75 %, характерно для периода с 1990 по 1996 гг. Максимальное уменьшение поверхностного водозабора зарегистрировано в 1995 г. (233,518 млн. м<sup>3</sup>/год).

На фоне менее значительного сокращения забора подземных вод по сравнению с поверхностными за рассматриваемый период их удельный вес в структуре общего водозабора, начиная с 1995 г., постоянно превышал 50 %, находясь в диапазоне 52...58 %.

В связи с сокращением общего водозабора закономерно уменьшился объем воды, изымаемой на нужды отраслей экономики (рисунок 5.3).

За исследуемый период объем забора свежей воды наиболее существенно сократился в сельском хозяйстве (по сравнению с 1990 г. в 2 раза) и рыбо-прудовом (в 4,7 раза). Забор воды для нужд жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) увеличился с 85 (1994 г.) до 104 (2001 г.) млн.м<sup>3</sup>.

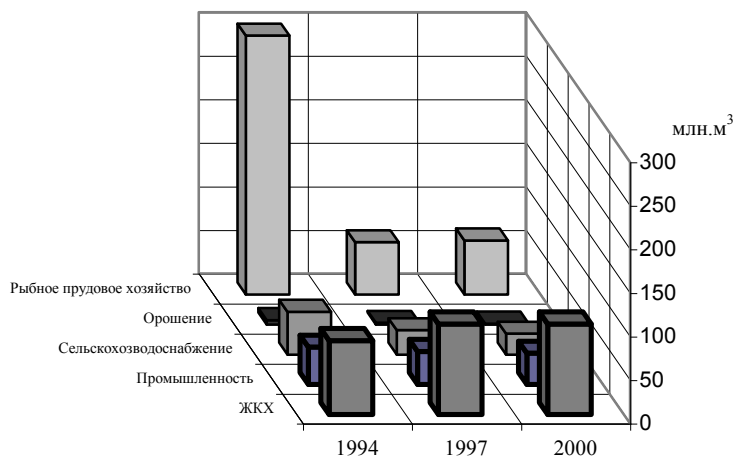


Рисунок 5.3. Забор воды отраслями экономики

Во второй половине 90-х годов в структуре водозабора устойчиво доминировал забор воды в системе ЖКХ (таблица 5.2).

Таблица 5.2. Забор воды отраслями экономики, (млн. м<sup>3</sup>)

Показатели	Годы						
	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001
1. Забрано воды из водных объектов	486	270	251	240	241	238	236
в т. ч.							
из поверхностных источников	321	109	87	74	165	75	78
из подземных	165	161	164	166	76	163	157
2. Использовано свежей воды:	479	263	243	232	231	227	227
в т. ч. жкх	85	88	102	104	104	104	103
промышленность	43	34	36	38	38	36	36
сельскохозяйственное водоснабжение	49	44	32	28	25	24	22
орошение	5	4	3	2	1	1	0,4
рыбное прудовое хозяйство	297	93	70	60	64	62	65,6
3. Полное водопотребление (включая оборотное и повторно - последовательное водоснабжение)	1576	1303	710	642	689	690	458

В 2001 г. объем суммарного забора воды составил 235,7 млн.  $m^3$  или 1 % от объема возобновляемых водных ресурсов. По сравнению с 1994 г. он сократился в 2 раза, при этом величина поверхностного водозабора уменьшилась более чем в 4 раза, а подземного – только в 1,1 раза.

Однако следует подчеркнуть, что по отношению к 2000 г. отмечается некоторый рост объемов воды на 2 млн.  $m^3$ , изъятая из поверхностных источников, и снижение на 6 млн.  $m^3$  из подземных источников. Таким образом, общий объем забранных природных вод в целом по области в 2001 г. оказался только на 2 млн.  $m^3$  меньше, чем в предыдущем году.

В то же время в районах области ситуация складывалась по-разному. Так, по данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, суммарный объем изъятая воды сократился по сравнению с предыдущим годом (2000) в Брестском, Барановичском и Лунинецком районах соответственно на 0,4; 1,7 и 0,6 млн.  $m^3$ , увеличился в Березовском на 5,01 млн.  $m^3$  и Жабинковском – на 4,4 млн.  $m^3$  районах.

Согласно данным приложения П-9, в структуре общего водозабора, как и в предыдущие годы, доминировали подземные воды, на долю которых в среднем приходилось 60...90 % забранной воды. Эта тенденция хорошо прослеживается для всех районов, кроме Березовского, Ганцевичского, Жабинковского и Пинского, в которых преобладает поверхностный водозабор.

Подземные воды используются главным образом на удовлетворение коммунально-бытовых потребностей городского и сельского населения, а также нужд пищевой и легкой промышленности.

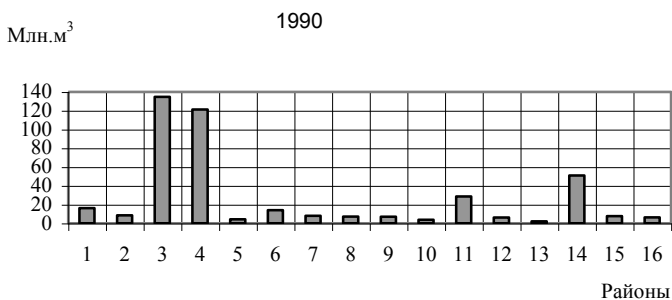
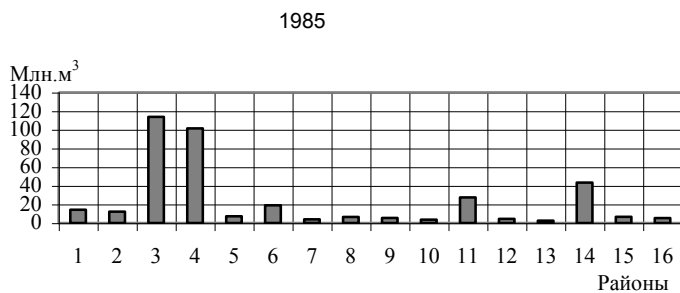
Потери воды при транспортировке от водоисточников до мест использования в течение 1999 – 2001 гг. изменились с 10,6 до 8,32 млн.  $m^3$ , составляя, соответственно 4 % и 3,5 %. Основной объем воды теряется в системах водоснабжения коммунального хозяйства из-за утечек водопроводной сети.

Наибольшее количество воды теряется в крупных городах области в сфере жилищно-коммунального хозяйства: Брест – 51,4 млн.  $m^3$ , Барановичи – 28,5 млн.  $m^3$ , Пинск – 20,48 млн.  $m^3$ .

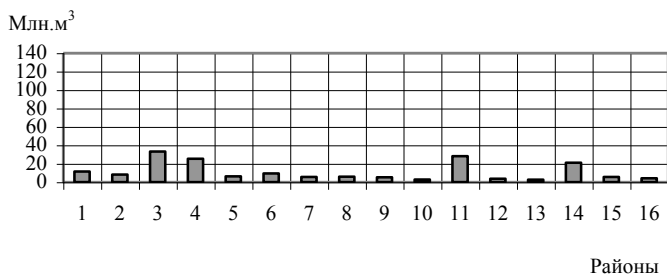
Предваряя анализ данных по использованию водных ресурсов, как на районном, так и на отраслевом уровнях, отметим, что в каждом конкретном случае учитываются все виды использования воды (хозяйственно-питьевое, производственное, сельскохозяйственное водоснабжение, на орошение или прудовое рыбное хозяйство). Так, промышленность использует воду не только на производственные нужды, но и на хозяйственно-питьевые (обеспечение работников водой в процессе производства). Определенное количество воды в промышленности расходуется на орошение, прудовое хозяйство, сельскохо-

зяйственное водоснабжение, так как исторически сложилось, что некоторые отрасли обладали собственными подсобными хозяйствами. В то же время под расходом воды на производственные нужды подразумевается использование ее не только в промышленности, но и в сельскохозяйственном производстве и ЖКХ.

В целом по Брестской области общий объем использованной свежей воды, начиная с 1990 г., постепенно снижался, и это особенно отчетливо проявилось в 1990-1995 гг. (рисунок 5.4).

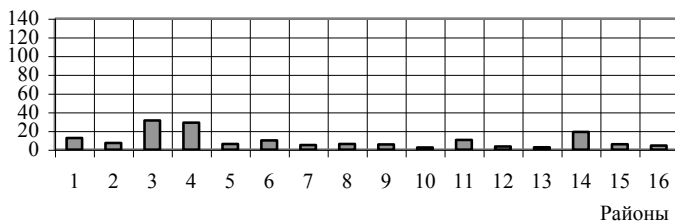


1995



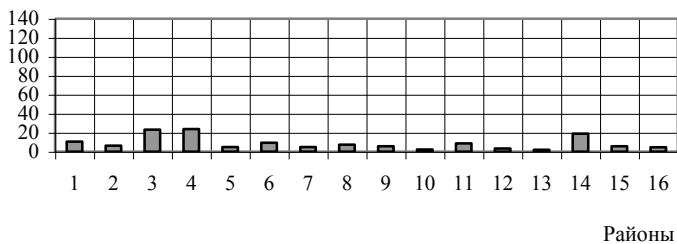
Млн.м<sup>3</sup>

1996



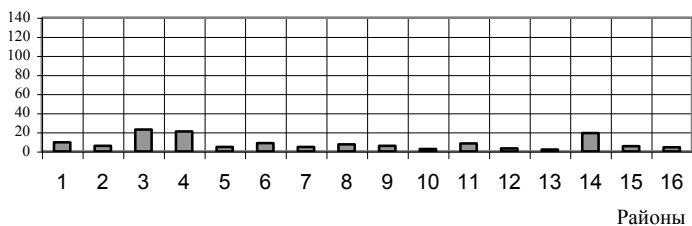
Млн.м<sup>3</sup>

1997

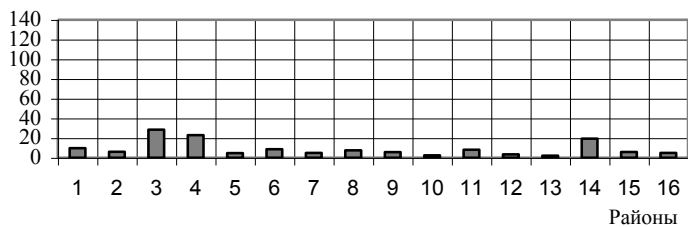


Млн.м<sup>3</sup>

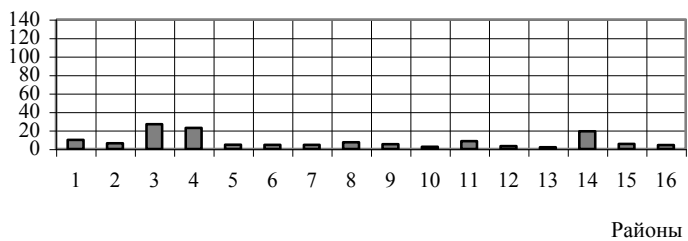
1998

Млн.м<sup>3</sup>

1999

Млн.м<sup>3</sup>

2000





2001

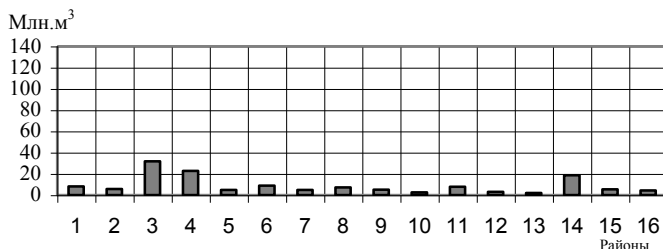


Рисунок 5.4. Динамика забора воды из природных источников по районам Брестской области: 1 – Барановичский; 2 – Брестский; 3 – Березовский; 4 – Ганцевичский; 5 – Дрогичинский; 6 – Жабинковский; 7 – Ивановский; 8 – Ивацевичский; 9 – Каменецкий; 10 – Кобринский; 11 – Лунинецкий; 12 – Ляховичский; 13 – Малоритский; 14 – Пинский; 15 – Пружанский; 16 – Столинский.

В то же время изменения в расходах воды, направленной на удовлетворение конкретных потребностей, неоднозначны. Так, согласно данным Приложения П, к середине 90-х годов наиболее существенный спад имел место в использовании воды на производственные нужды и в рыбном прудовом хозяйстве, в последующие годы наметилась относительная стабилизация в этих видах водопотребления. Зато для хозяйственно-питьевого водоснабжения хорошо прослеживается тенденция к росту израсходованных объемов воды.

Таким образом, за рассматриваемый период произошли существенные изменения в структуре использования воды, что отразилось в первую очередь в увеличении социальной составляющей водопотребления. Так, удельный вес расходов воды на хозяйственно-питьевое водоснабжение вырос с 17,7 (1994 г.) до 45,4 % (2001 г.), одновременно снизилась доля расхода воды на сельскохозяйственные нужды: с 10,5 (1994 г.) до 9,6 % (2001 г.). Использование воды на рыбное прудовое хозяйство и орошение также претерпело существенные изменения. Доля воды, используемой в рыбном прудовом хозяйстве в период с 1990 по 1994 гг., составляла 62 %, а в 2001 г. на нее пришлось 28,9 %. В начале 90-х гг. расходы воды на орошение достигали 1 % от общего водопотребления, во второй половине анализируемого периода они снизились до 0,2 % (рисунок 5.5). Это вызвано физическим износом существующих оросительных систем и новой тенденцией использования мелиорированных земель, где основной упор

делается на системы двустороннего действия, в основном предупредительное шлюзование.



Рисунок 5.5. Структура использования водных ресурсов Брестской области.

Как известно, суммарный объем водопотребления включает в себя и расход свежей воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, которое используется в промышленности, главным образом, в энергетике. Анализ данного показателя свидетельствует о снижении расходов воды в этих системах в конце 90-х годов по сравнению с началом рассматриваемого периода на 29,3 % (рисунок 5.6)

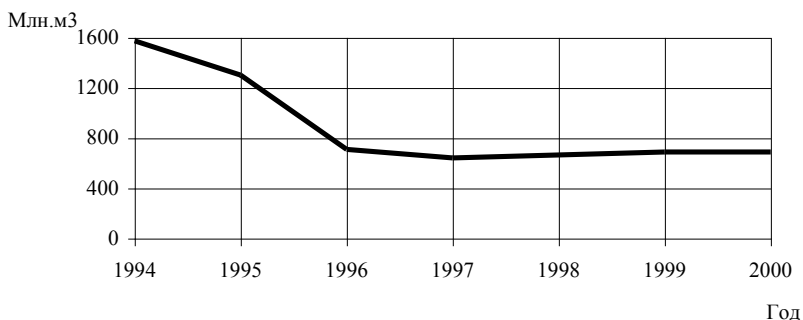


Рисунок 5.6. Изменение расходов воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, млн. м<sup>3</sup>.

Самыми крупными потребителями воды являются гг. Брест, Барановичи и Березовский район, на долю которых приходится треть всего водопотребления в области. Причем около 80 % всей израсходованной воды направляется на удовлетворение хозяйственно-питьевых потребностей.

По данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды потребление питьевой воды на душу населения по области составляет 180...370 л/сут., что существенно выше, чем в большинстве стран Европы (120...150 л/сут.) (рисунок 5.7). Большая разница водопотребления объясняется тем, что во многих деревнях области еще не достаточно развита система водоснабжения, а норма водопотребления определяется исходя из степени благоустроенности.

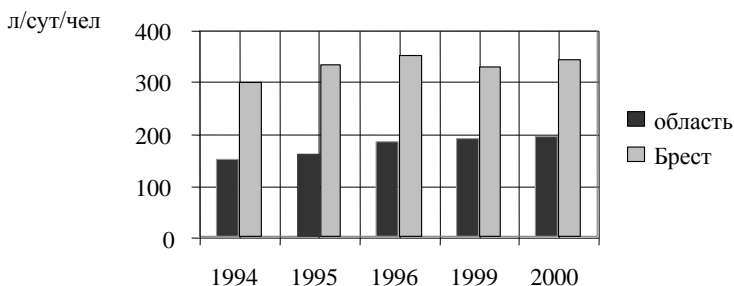


Рисунок 5.7. Удельное водопотребление по Брестской области и г. Бресту.

Процент экономии воды вследствие внедрения в промышленность систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в целом по области, как и в прошлые годы, остался на одном и том же уровне (92 %).

Безвозвратное водопотребление, а последние три года снизилось на 24 %. Его величина находилась в пределах 90...130 млн.  $m^3$ .

По отношению к имеющимся водным ресурсам области безвозвратное водопотребление наиболее значительно в бассейне р. Ясельда и наиболее низкое в бассейне р. Западный Буг (рисунок 5.8). Это объясняется тем, что расход р. Ясельда (84516,48 тыс.  $m^3/год$ ) по сравнению с остальными реками Западный Буг – 1700000 тыс.  $m^3/год$ , Муховец – 375278,4 тыс.  $m^3/год$ , Припять – 2043532,8 4 тыс.  $m^3/год$  меньше, а водопотребление – больше.

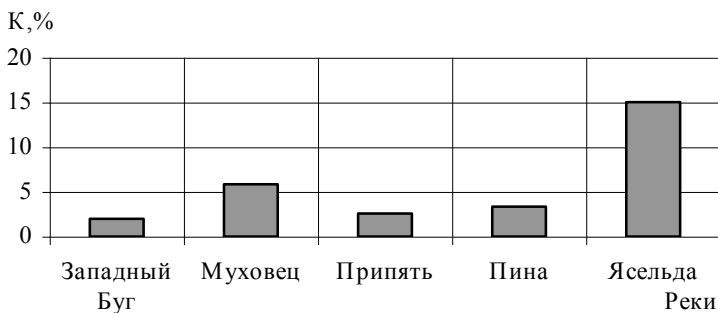


Рисунок 5.8. Степень использования водных ресурсов в бассейнах рек Брестской области. К – отношение максимального (за последние пять лет) безвозвратного водопотребления и потерь воды к речному стоку 95 %- ой обеспеченности.

#### *Использование подземных вод*

В последние годы в Брестской области для целей водоснабжения используется как подземные, так и поверхностные воды. При этом подземными водами полностью обеспечиваются хозяйственно-питьевое водоснабжение. Они же частично служат источником воды для части предприятий городов и городских поселков, водопоя скота и частично орошения сельскохозяйственных угодий. Как известно, Водным кодексом Республики Беларусь использование подземных вод разрешается только для хозяйственно-питьевого водоснабжения [Водный..., 1998]. Для иных целей допускается только в исключительных случаях при соответствующем эколого-экономическом обосновании. Поверхностные воды обеспечивают потребности области в технической воде и прудового рыбоводства.

Добыча подземных вод производится посредством водозаборных скважин, шахтных колодцев и, в единичных случаях, каптажа родников. Шахтные колодцы длительное время были единственным водозаборным сооружением.

Они и сегодня служат основным источником воды для жителей большинства деревень области, а также на отдельных участках индивидуальной застройки городов и городских поселков, не обеспеченных централизованным водоснабжением.

Только в конце XIX – начале XX столетия технические возможности позволили сооружать водозаборные скважины, без которых сегодня трудно представить себе системы водоснабжения. Скважинные водозаборы в зависимости от числа скважин подразделяются на групповые (от двух и более эксплуатационных скважин) и одиночные (состоящие из одной скважины). Проектирование и строительство групповых водозаборов, как правило, производится на основании материалов гидрогеологической разведки включающий подсчет эксплуатационных запасов подземных вод на конкретном участке. Необходимо сразу подчеркнуть, что усилиями Белорусской гидрогеологической экспедиции групповые водозаборы с утвержденными эксплуатационными запасами, обеспечивающими потребности, разведаны для всех городов и городских поселков, а также крупных промышленных и сельскохозяйственных объектов области.

Использование подземных вод в исследуемой области возрастало по мере развития промышленности, сельского хозяйства, роста городов. Своего апогея оно достигло к 1990 г. С началом экономического кризиса водопотребление сократилось, затем стабилизировалось на более низком уровне. Согласно статистической отчетности по форме № 2-ОС (вода) динамика забора и использования подземных вод по области в целом характеризуется следующими данными (таблица 5.3).

Таблица 5.3. Динамика забора и использования подземных вод в Брестской области (млн. м<sup>3</sup> в год)

Показатели	Годы				
	1985	1990	1995	1996	2000
Забор воды	150	173	161	164	163
Использование воды:					
1) на хозяйственно-питьевые нужды	59	77	88	101	104
2) на сельскохозяйственное водоснабжение	51	55	44	32	24
3) на производственное водоснабжение	30	30	21	23	24

Приведенные в таблице 5.3 данные свидетельствуют, что потребление воды на производственно-питьевые цели постоянно возрастает и составляет уже более половины (63 %) от объема добычи. Это объясняется расширением систем централизованного водоснабжения, особенно в сельской местности. Снижение сельскохозяйственного водопотребления обусловлено в первую

очередь уменьшением поголовья животных в колхозах и совхозах, особенно крупного рогатого скота. Для технических целей используется от 13 до 20 % воды питьевого качества с общей тенденцией снижения.

По отдельным административным районам и крупным городам области основные показатели водопотребления подземных вод приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4. Забор и потребление подземных вод в районах и крупных городах Брестской области за 2000 г. (тыс. м<sup>3</sup>)

Районы	Забор подземных вод	Водопотребление			
		хозяйственно-питьевое водоснабжение	производственное водоснабжение	сельскохозяйственное водоснабжение	потери при транспортировке, %
Барановичский	7956	1979/24,5	2093	3421	0
Березовский	9173	5212/56,8	2763	1057	1,5
Брестский	3703	2369/63,9	41	1441	0
Ганцевичский	2804	1382/49,3	436	908	1,8
Дрогиченский	3524	1271/36,1	627	1624	0,1
Жабинковский	2396	1619/67,6	188	587	0,1
Ивановский	4481	1186/26,5	1449	1615	5,2
Ивацевичский	5741	3359/58,5	940	1405	0,6
Каменецкий	5193	1850/35,6	681	2656	0,2
Кобринский	2471	853/34,5	119	1499	0
Лунинецкий	7038	4169/59,2	1642	1042	7,5
Ляховичский	3065	1474/48,1	378	1140	0,1
Малоритский	1938	1114/57,5	115	649	3,0
Пинский	5033	1819/36,1	955	2007	1,0
Прижанский	5531	3013/54,5	524	1909	1,6
Столинский	4045	1409/34,8	1289	1269	1,8
г. Брест	46539	36291/78,0	5527	0	9,8
г. Барановичи	22377	17212/76,9	2058	0	13,9
г. Кобрин	5315	4019/75,6	979	0	6,0
г. Пинск	14956	12304/82,2	1463	0	7,9
<b>Брестская область</b>	<b>163279</b>	<b>103903/63,6</b>	<b>24267</b>	<b>24230</b>	<b>6,2</b>

Примечание: 1. В графе 3 в знаменателе приведено количество подземных вод в % от объема добычи

Анализ данных таблицы 2 показывает, что доля хозяйственно-питьевого водоснабжения от объема забираемых подземных вод по районам области изменяется в весьма широких пределах от 24,5 % в Барановичском до 37,6 % в Жабинковском. Это объясняется частично тем, что в 4 районах (Брестском, Барановичском, Кобринском и Пинском) из отчетности исключе-

ны их центры. Хотя в Брестском сельском районе этот показатель также высокий (63,9 %). Основной причиной большой доли производственного водоснабжения является расположение многих районов в пределах водораздельных пространств и, как следствие, отсутствие крупных поверхностных водотоков – источников технической воды. Кроме этого, заметная роль принадлежит степени централизации хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских населенных пунктов. Потери воды при транспортировке в районах изменяется от 0 до 7,5 %, составляя преимущественно 0...1,8 %. Нулевые потери – это скорее нонсенс, обусловленный отсутствием приборного учета водоснабжения. Более точные данные по ним содержатся в отчетах четырех городов (Бреста, Барановичей, Кобрина и Пинска), составляемых профессиональными службами – водоканалами. В этих городах потери изменяются от 6,0 до 13,9 %, что вполне сопоставимо с другими регионами республики (например, в г. Минске они составляют 12,7 %).

В целом по области суммарный годовой забор пресных подземных вод не превышает 11,0 % от их ежегодного возобновляемых среднесезонных естественных ресурсов, формируемых на ее территории. Очевидно, что существующее и перспективное водопотребление не представляет опасности истощения подземных вод. В то же время в наиболее нагруженном Брестском районе, где вместе с г. Брестом ежегодный водоотбор достигает 5,0 млн.  $m^3/год$ , величина используемых естественных ресурсов, формируемых в его пределах (75,7 млн.  $m^3/год$ ), составляет 66,4 %.

Весь ежегодный объем пресных подземных вод добывается преимущественно групповыми водозаборами и в меньшей степени одиночными водозаборными скважинами. По данным Сидоркиной Т.П., водопользователи, забирающие непосредственно из природных водных объектов менее 50  $m^3/сут$ , и организации сельского хозяйства, забирающие менее 150  $m^3/год$  государственному учету по форме №2-ОС (вода) не подлежат. Их удельный вес в общем водоотборе не превышает 5 % и не может оказывать существенное влияние на результат. Не учитывается также и децентрализованное водоснабжение посредством шахтных колодцев.

Как уже отмечалось, для всех городов и городских поселков области произведена гидрогеологическая разведка групповых водозаборов с подсчетом эксплуатационных запасов. Часть из них построена и введена в эксплуатацию на полную мощность, некоторые эксплуатируются с продолжением строительства, а остальные ждут своей очереди. Основные сведения о групповых водозаборах приведены в Приложении С.

Первыми вводились групповые водозаборы в крупных городах области: в Пинске – водозабор Пина-1 (1938 г.), Бресте водозаборы Парк Свободы (1945 г.), Барановичах водозабор Волохва (1958 г.). На этих участках гидрогеологическая разведка не проводилась, а проектирование осуществлялось на основании гидрогеологического обследования. Позже по данным эксплуатации были оценены эксплуатационные запасы. Из-за неприемлемых санитарных условий запасы на водозаборах Пина-1 и Парк Свободы не утверждались.

С 60-х годов в области начинается период интенсивных гидрогеологических исследований источников подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, которые достигли своего апогея в 80 – 90-х годах. Однако ввод в эксплуатацию групповых водозаборов существенно отставал от разведочных работ. Только в крупных городах эксплуатируются почти все групповые водозаборы.

В г. Бресте имеется 6 водозаборов. Один из них, Парк Свободы, по неприемлемым санитарным условиям предполагается вывести из эксплуатации. Эксплуатируются также водозаборы Граевский, Мухавецкий и Западный, но не на полную мощность. Фактический водозабор составляет от 51,5 до 68,4 %. Водозабор Северный разведан на перспективу и его проект не разработан. В 1999 г. в зоне действия Мухавецкого водозабора для свободной экономической зоны (СЭЗ) Брест был разведан водозабор Аэропорт. Суммарная производительность всех водозаборов города составляет 224,4 тыс.  $m^3/сут$ , а фактический водоотбор в 2000 г. с учетом одиночных скважин составил 127,5 тыс.  $m^3/сут$ , что не превышает 56,8 % от утвержденных запасов. Очевидно, что разведка водозаборов Северный и Аэропорт были преждевременными.

В г. Барановичи эксплуатируется 4 водозабора: Волохва, Щара-1, Щара-2, Светиловичский общей производительностью 81,8 тыс.  $m^3/сут$ . Разведан перспективный водозабор Дубровно производительностью 31,3 тыс.  $m^3/сут$ . Фактический забор подземных вод в городе в 2001 г. с учетом одиночных скважин не превысил 61,3 тыс.  $m^3/сут$ , что составляет 75 % от мощности действующих водозаборов. С учетом необходимости вывода из эксплуатации водозабора Волохва, расположенного в пределах городской застройки, где невозможно организовать полноценные зоны санитарной охраны, количество разведанных водозаборов оптимальное и достаточное для существующего и перспективного водообеспечения.

В г. Пинске водозабор Пина-1 также расположен в центре города на левобережье Пины и по неприемлемым санитарным условиям подлежит закрытию. Основным действующим водозабором является Пина-2 производительностью 34,8 тыс.  $m^3/сут$ . Утверждены эксплуатационные запасы строящегося



водозабора Струмень производительностью 42,0 тыс.  $m^3/сут.$  Фактическое водопотребление подземных вод в городе в 2000 г. достигало 40,9 тыс.  $m^3/сут.$  Очевиден факт дефицита утвержденных запасов воды. В то же время местоположение водозабора Струмень в эколого-санитарном отношении выбрано крайне неудачно. Он расположен в долине Припяти вблизи русла. Значительная часть участка в зоне влияния водозабора затопляется паводковыми водами низкого качества. В разрезе четвертичных отложений присутствуют погребенные торфяники, служащие источником азотистых соединений и даже сероводорода. Строительство водозабора начато в 1992 г. Оборудовано 10 эксплуатационных скважин. Пусковой комплекс из 5 скважин в часы наибольшего водопотребления подавал воду в городской водопровод. Из-за отсутствия станции водоочистки решением Пинского горисполкома в 2002 году водозабор законсервирован и его строительство приостановлено.

По два водозабора разведано в г. Белоозерске и г.п. Микашевичи. В Белоозерске эксплуатируется водозабор Белоозерский производительностью 10,0 тыс.  $m^3/сут.$  при фактическом водоотборе чуть больше половины. В 1976 г. для перспективных потребностей разведан участок водозабора Лесное-2, производительность которого составляет 15,3 тыс.  $m^3/сут.$

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения г.п. Микашевичи в 1969 г. разведан групповой водозабор инфильтрационного типа Городской-2. Он расположен на правом берегу р. Случи в 100 м от русла. В 1973 – 1989 гг. введены в эксплуатацию 11 эксплуатационных скважин производительностью 22,0 тыс.  $m^3/сут.$  в. В связи с ухудшением органолептических свойств инфильтрационных вод принято решение о закрытии водозабора. В 2000 – 2001 гг. проведена гидрогеологическая разведка и составлен проект нового водозабора Случь-2 производительностью 10,0 тыс.  $m^3/сут.$  В качестве эксплуатационного выбран верхнепротерозойский водоносный горизонт в интервале глубин 150...210 м.

В остальных городах и городских поселках разведано по одному водозабору производительностью, достаточной для удовлетворения текущих и перспективных потребностей. Построены и эксплуатируются: водозабор Брилево в г. Кобрин, Пружанский в г. Пружан, Первомайский в г. Береза, Беленок в г. Дрогичин, Лесной в г. Иванов. В стадии строительства и частично эксплуатируются водозаборы Лунин в г. Лунинец, Любашево в г. Ганцевичи, Дубрава в г. Ивацевичи, Березянки в г. Каменец, Горынь в г. Столин, Заозерный в г. Малорита. При этом в гг. Ганцевичи, Каменец и Малорита разведочные гидрогеологические работы производились на участках действующих одиночных скважин жилищно-коммунальной службы, которые включены в состав разведанных водозаборов. В остальных городах и городских поселках (Антополь,

Жабинка, Косово, Телеханы, Ляховичи, Домачево, Логишин) строительство водозаборов не начиналось.

Подробные сведения о групповых водозаборах области содержатся в материалах поисково-разведочных гидрогеологических исследований. При необходимости с ними можно ознакомиться в Национальном геологическом фонде или у владельцев водозаборов.

Существующее хозяйственно-питьевое водоснабжение населенных пунктов, где не введены в эксплуатацию групповые водозаборы, базируется на использовании одиночных водозаборных скважин, принадлежащих организациям, ответственным за водоснабжение (чаще всего РПО ЖКХ), а также различным ведомствам. Например, в г. Косово Ивацевичского района используется 2 скважины, принадлежащих Косовскому участку РПО ЖКХ и 6 ведомственных. Аналогичная ситуация в г.п. Антополь Дрогиченского района и в других. Общим для этих городов и поселков является расположение водозаборных скважин в пределах застройки и рассредоточение по территории населенного пункта. В этих условиях все основные источники загрязнения поверхностных вод оказываются вблизи водозаборов. И создание полноценных зон санитарной охраны (ЗСО) практически невозможно. Кроме этого, при децентрализованной системе водоснабжения не обеспечивается предварительная очистка подаваемой потребителю воды. Поэтому строительство и ввод в эксплуатацию именно групповых водозаборов должно стать неотложной задачей.

Разведанные и утвержденные запасы пресных подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, используются на 32,4 %.

Для сельского водоснабжения используется водозаборные скважины и шахтные колодцы. Степень его централизации, как правило, невысокая. Наружный водопровод, обеспечивающий потребности всех жителей, имеется в 0...15 % сельских населенных пунктов. Еще около 20...40 % из них обеспечены частично. А в остальных единственным источником питьевых вод служат шахтные колодцы.

Водозаборные скважины в сельской местности принадлежат преимущественно колхозам и совхозам, частично предприятиям и организациям, расположенным в райцентрах, а иногда областным организациям. Они оборудованы преимущественно на первые от поверхности водоносные горизонты четвертичных и палеоген-неогеновых отложений. Почти в половине сельских населенных пунктов области водозаборы не сооружены. Их количество в разрезе деревень изменяется от 1 до 10 и более. Удельный вес сельских населенных пунктов, где оборудовано более 3 скважин изменяется от 10 до 22 %. Рекордсменом по их числу в области и, вероятно, в республике является д. Новая

Мышь Барановичского района, где их сооружено 25. Большое количество скважин в одном населенном пункте обусловлено существовавшей ранее практикой их бурения для каждого объекта: фермы, мастерской, школы, ФАПа и т.д. Простой расчет показывает, что для водоснабжения населенного пункта с населением 3,0 тыс. человек по высокой "городской" норме в 250 л/сут на 1 человека (а при наружном водопроводе норма снижается до 50 л/сут) потребуются 750 м<sup>3</sup>/сут. Такое количество воды обеспечит 1 скважина со средним дебитом. Нетрудно видеть, какие потери понесло сельское водоснабжение. Ведь за счет лишних скважин можно было организовать централизованное водоснабжение и решить другие социальные проблемы села. Существенные затраты несут владельцы по обслуживанию скважин и в первую очередь на установку и замену. Горрайинспекциям Природных ресурсов и охраны окружающей среды согласовать бурение новых водозаборных скважин следует в исключительных случаях с учетом существующих скважин при надежном эколого-экономическом обосновании, как правило, взамен непригодных для эксплуатации.

Большое количество практически невостребованных эксплуатацией водозаборов породило острую проблему так называемых "заброшенных" скважин. Они имеются как в городах, так а в сельской местности. Их появление обусловлено неоднократной сменой ответственных за водоснабжение лиц и руководителей сельских хозяйств и предприятий в городах. В результате документация утеряна, скважины без тампонажа засыпаны (особенно при колодезном типе павильонов). Заброшенные скважины при их разрушении могут стать прямыми каналами поступления поверхностных загрязнений в эксплуатационные водоносные горизонты с непредсказуемыми последствиями для здоровья населения. Какое же количество скважин заброшено? Оно известно в тех административных районах республики, где произведена комплексная экологическая оценка подземных вод по программе Территориальных комплексных схем охраны окружающей среды (ТерКСОС). Например, в г. Новополоцке Витебской области ПО "Нафтан" и "Полимир" "забыли" даже групповые водозаборы, участки которых заросли молодым лесом, павильоны вокруг скважин разрушены, а эксплуатационные колонны некоторых скважин открыты. Рекордсменом в республике пока является г. Борисов, где не ликвидировано более 100 вышедших из строя скважин, часть из которых оказалась под зданиями и сооружениями.

Поправить создавшееся положение призвана Республиканская инвентаризация и паспортизация водозаборов подземных вод, которая заканчивается в декабре 2002 г. Сведения о количестве действующих эксплуатационных

скважин в разрезе административных районов Брестской области по неполным данным на 01.10.2002 г. приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5. Количество водозаборных скважин в районах Брестской области (неполные данные инвентаризации на 01.10.2002 г.)

Районы	Количество действующих скважин	Примечание
Барановичский	513	С учетом скважин групповых водозаборов
Березовский	276	
Брестский	356	
Ганцевичский	103	
Дрогиченский	174	
Жабинковский	216	
Ивановский	228	
Ивацевичский	367	
Каменецкий	386	
Кобринский	224	
Лунинецкий	246	
Ляховичский	183	
Малоритский	185	
Пинский	372	
Прижанский	337	
Столинский	268	
<b>Итого:</b>	<b>4434</b>	

Окончательные выводы о вопросе тампонажа неработающих водозаборных скважин можно будет сделать после окончания инвентаризации всех скважин. Будут ли выявлены в ее процессе все незатампованные скважины? Это будет зависеть от их владельцев. Например, по данным экологических исследований подземных вод в Барановичском районе выявлено 76 скважин на групповых водозаборах, 16 одиночных в городе и 527 в сельской местности, что в сумме составляет 619. А в таблице 5.5 в этом районе числится пока 513. Очевидно, что Минприроды Республики Беларусь и, в частности, ПО "Белгеология" следует сопоставить итоги инвентаризации с фондовыми и архивными данными.

Санитарное состояние участков добычи пресных подземных вод различное. Проекты зон санитарной охраны разработаны в основном для всех действующих групповых водозаборов. Но не на всех водозаборах эти намеченные мероприятия реализованы полностью. Целесообразно один раз в 3 – 5 лет проводить контрольные эколого-санитарные обследования ЗСО с выдачей конкретных предложений владельцам.

Санитарная защита одиночных водозаборных скважин в области, как и во всей республике, превратилась в сложную проблему по охране питьевых вод. Больше половины водозаборных скважин не имеют даже обозначенной на

местности ЗСО строго режима, что является грубым нарушением действующего законодательства [Закон..., 1999]. Во всем мире владельцы водозаборов выделяют немалые средства на санитарное благоустройство водозаборов с целью не допустить даже единственного раза случайного и умышленного загрязнения питьевых вод. Природоохранной и санитарной службам области следует жестко потребовать владельцев водозаборных скважин соблюдения водного законодательства. Проекты ЗСО для одиночных водозаборных скважин, как правило, не составлялись. Их разработку для сельских населенных пунктов целесообразно вести в разрезе колхозов и совхозов.

Децентрализованное водоснабжение сельских жителей в большинстве деревень базируется на использовании шахтных колодцев. Их количество зависит от глубины залегания первого от поверхности водоносного горизонта. На равнинах Полесья (3...5 м) имеются практически в каждом подворье. Например, в Лунинецком районе с сельским населением в 43,1 тыс. человек во всех 80 деревнях имеется около 15,0 тыс. колодцев. В северо-восточных районах (Барановичский, Ивацевичский, Ляховичский) их значительно меньше. Так, в Барановичском районе, сельское население которого составляет 51,0 тыс. человек, насчитывается 10,2 тыс. шахтных колодцев в 240 деревнях. В целом по области их количество оценивается приблизительно в 180...190 тыс. шт.

Санитарное состояние участков, расположенных непосредственно у колодцев в большинстве случаев неблагоприятное. Это связано, в основном, не с техническим состоянием самих водозаборов, а с состоянием подворий. На каждом из них расположены опасные источники загрязнения: места содержания скота, уборные без септика, кучи навоза. Организовать требуемое ЗСО вокруг большинства из них невозможно. Закон "О питьевом водоснабжении" 1999 г. в санитарном отношении уравнивал все водозаборы. Но в нем не сказано, как организовать ЗСО вокруг сотен тысяч существующих шахтных колодцев среди стесненной деревенской застройки с экологически опасными источниками загрязнения подземных вод в каждом подворье. Выход видится в замене многочисленных шахтных колодцев, вокруг которых невозможно организовать ЗСО, водозаборными скважинами и центральным водоснабжением.

Уже отмечалось, что Брестская область не очень богата на минеральные воды, которые распределены далеко не повсеместно. В геологических фондах зарегистрирован всего 1 действующий водозабор в районе оз. Рогознянское Брестского района, принадлежащий санаторию "Берестье". Разведочно-эксплуатационные скважины сооружены в процессе поисково-разведочных

работ, выполненных Белорусской гидрогеологической экспедицией в 1976 – 1978 гг.

На участке водозабора оборудовано 2 скважины глубиной 552 (№ 1) и 450 м (№ 2). В первой получена хлоридная натриевая вода с минерализацией 19,1 г/дм<sup>3</sup> с содержанием брома 49 – 53 19,1 г/дм<sup>3</sup>, пригодная для наружной бальнеотерапии опорно-двигательного аппарата, нервной системы и др. Скважиной 2 каптирована та же хлоридная натриевая вода с минерализацией 4,9... 5,5 г/дм<sup>3</sup>, но образовавшиеся в результате смешения в эксплуатационной колонне залегающих выше пресных гидрокарбонатных натриевых вод (минерализация 0,5 г/дм<sup>3</sup>) с минеральными (минерализация 18,0 г/дм<sup>3</sup>) в соотношении 3:1. В результате получилась лечебно-столовая вода, полезная при лечении органов пищеварения. Дебит скважины №1 составляет 60 м<sup>3</sup>/сут.

Одна скважина глубиной 1130 м сооружена в 1988 г. в санатории "Буг" Белпрофсоюзкурорта, расположенного в 40 км от г. Бреста в Жабинковском районе на левобережье р. Мухавец. В интервале 884...10128 м каптирована хлоридная кальциево-натриевая вода с минерализацией 47,2 г/дм<sup>3</sup>. Используется минеральная вода для наружной бальнеотерапии преимущественно сердечно-сосудистых заболеваний.

В г. Бресте по 2 скважины (на лечебно-питьевые и высокоминерализированные воды) имеют электромеханический завод и Брестское отделение Белорусской железной дороги. Железнодорожники поставляют в торговую сеть столовую воду "Брестская".

В последние годы преимущественно в восточной части области, где минеральные воды залегают на значительно меньших глубинах (300...400 м) сооружено несколько одиночных водозаборных скважин. Они расположены у д. Холмск Дрогиченского района, д. Дубои Столинского района, д. Любашево Ганцевичского района, д. Рощкавичи Ивацевичского района и в г. Иваново.

Были еще две попытки каптажа минеральных вод. В 1984 г. для санатория "Алеся" Ивановского района Белорусской гидрогеологической экспедицией (БГГЭ) пробурена поисковая скважина 650,7 м, вскрывшая на глубине 533,3 м кристаллический фундамент. Опробованы интервалы 480...537, 551...548 и 551...650,7 м. Водотоки составили 57,8; 6,0 и 5,2 м<sup>3</sup>/сут, соответственно. Во всех интервалах залегают пресные хлоридно-гидрокарбонатные воды с минерализацией 0,80...0,84 мг/дм<sup>3</sup> и температурой 20...22 °С. Таким образом, по результатам отчета западной поисково-съемочной партии о результатах поисков минеральных вод в районе санатория "Алеся" Ивановского района Брестской области в 1987 на этом участке весь гидрогеологический разрез пресный.

В 1986 – 1987 гг. для обеспечения строящегося завода по разливу столовых минеральных вод, принадлежащих Белколхозздравнице, БГГЭ проведены поиски минеральных вод на участке "Скверики", расположенного в г. Бресте на левобережье р. Мухавец между его руслом и железной дорогой Брест-Малорита. Пробурена скважина глубиной 1445 м [Базылюк, 1988]. В интервалах 755...880 и 939...1035 м получены пресные воды с минерализацией 0,4 и 0,7 мг/дм<sup>3</sup>, соответственно. В интервале 1312...1408 м залегают хлоридные кальциево-натриевые воды с минерализацией 20,5 мг/дм<sup>3</sup> и температурой 33,8 °С. Водоприток в скважину был незначительный и составил 4,65 м<sup>3</sup>/сут при понижении уровня 255 м. Статический уровень не восстановился даже через 8 месяцев после откачки. Небольшой дебит не удовлетворил заказчика.

Суммарные эксплуатационные запасы минеральных вод различного качества (дебит разведочно-эксплуатационных скважин) в целом по области не превышает 1,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Фактические возможности их добычи несоизмерно выше.

При выборе мест добычи минерализованных вод на территории области прежде всего необходимо предварительное тщательное изучение материалов предыдущих гидрогеологических исследований.

## 6. ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОБЛАСТИ

Воды суши являются одним из основных факторов возникновения, развития и существования жизни на земле и самого человека. В тоже время водные ресурсы являются важным природным сырьем, которое широко используется для производительных сил, осуществления всех видов хозяйственной деятельности.

В тоже время в силу различных стихийных явлений и процессов (наводнения, засухи и др.) водный фактор оказывает и крайне негативное воздействие на жизнь и деятельность человека. По мере развития человеческого общества возникли и продолжают обостряться противоречия между ролью воды как источника жизни и неотъемлемой части среды обитания человека и ролью природных вод как одного из главнейших природных ресурсов, повышения жизненного уровня людей. Разумное сочетание использования вод суши с целью исключения или ограничения в необходимых пределах указанных противоречий составляет существо современных водных проблем [Воропаев, 1987].

В настоящее время среди проблем, стоящих перед человечеством, все чаще на первое место выдвигается проблема воды, т. к. состояние и развитие биосферы и человеческого общества, находятся в тесной зависимости от состояния водных ресурсов. Водные проблемы возникают при: отсутствии или недостаточности воды; неудовлетворительном ее качестве; водном режиме не соответствующем оптимальному функционированию экосистем и хозяйственных объектов; избыточном увлажнении и при наводнениях [Авакян, 2000]. Все эти проблемы в той или иной степени присущи и Брестской области.

В глобальном аспекте первые три проблемы порождены прошлым XX веком, а четвертая проблема сопровождает человечество с древнейших времен. С наводнениями в той или иной степени приходится сталкиваться практически на всех крупных реках Беларуси. Особенно ощутимо, а в отдельные годы катастрофично она проявляется в пойме Припяти.

### 6.1. Наводнения

Под *наводнением* понимают затопление территории водой в результате подъема уровня воды в реке или озере, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей. Затопление же водой местности, не сопровождающееся ущербом, характеризуется как разлив реки или озера. 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 нерестилиц рыб и т. д.

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.

К стихийным гидрологическим явлениям относятся высокие уровни воды в период половодий, дождевых паводков, при которых наблюдались затопления пониженных частей городов, населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, автомобильных дорог, повторяющиеся не чаще, чем 1 раз в 10 лет.

### *Половодье*

Половодье в Брестской области ежегодно формируется весной в результате снеготаяния и выпадения дождей при снеготаянии. На Припяти обычно оно начинается в первой половине марта, но в отдельные годы может смещаться на февраль или апрель и почти ежегодно затопляется. Средне-многолетняя продолжительность затопления поймы составляет 80...110 дней, а в отдельные годы – до 150...180 дней [Лиштван, Азява и др., 1999]. Ширина весеннего разлива на Припяти изменяется от 5 до 15 км, на отдельных участках составляя 1...2 км, наибольшая же в районе г. Пинска достигает 30 км. Глубина затопления преимущественно составляет 0,3...0,8 м, местами – до 2...2,5 м [Республиканская..., 2000]. Ширина разлива 1 %-ной обеспеченности достигает на участке от истока до устья р. Стырь и от г. Мозыря до устья – 1,5...6,0 км, в средней части – 8...15 км, на отдельных участках – 20...30 км. Зависимость площадей затоплений в пойме р. Припять от половодий различной обеспеченности уровня показана в таблице 6.1 [Васильченко, Гриневич, 1984]. Продолжительность половодья на малых реках колеблется в пределах – от 40...45 дней.

Доля весеннего стока в % 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.

Таблица 6.1. Зависимость площадей затоплений поймы р. Припяти от обеспеченности уровня, (%)

Затапливаемая территория	Площади в тыс. га при обеспеченности уровня, %				
	1	5	10	25	50
Всего по пойме Припяти	579	550	487	404	197
В том числе по Беларуси	425	404	348	289	120

Пик половодья на преобладающем числе рек приходится на конец марта – начале апреля. На притоках по сравнению с Припятью несколько изменяются сроки начала половодья: на левобережных половодье наступает позже, на правобережных – раньше. Однако при затяжной весне возможно почти одновременное вскрытие рек в бассейне и тогда на Припяти наблюдаются высокие половодья. Подъем уровня воды зависит в первую очередь от водности, а также от строения речной долины или ее отдельного участка. Так, в верховье Припяти в условиях широкой и заболоченной поймы, в сочетании с небольшим нарастанием площади водосбора, как правило, приводит к образованию расплывчатых, слабо выраженных половодий, высота которых над предподъемным уровнем составляет в среднем 0,5 м. Наиболее паводкоопасным районам является территория бассейна в среднем и нижнем течении р. Припять. Это обусловлено сужением поймы до 6...8 км в районе г. п. Турова и до 1,5...2 км в районе г. Мозыря, а также резким возрастанием боковой приточности. На этом участке впадают такие крупные притоки как р. Горынь (с площадью водосбора – 27000 км<sup>2</sup>), р. Случь (5350 км<sup>2</sup>), р. Уборть (5820 км<sup>2</sup>), р. Птичь (9480 км<sup>2</sup>).

Высшие уровни весеннего половодья, как правило, являются наивысшими в году. Средняя высота весеннего половодья над низшим летним уровнем составляет 3,5...4,5 м на р. Припять, 1,5...3 м для левобережных притоков и 1...2,5 м для правобережных. На малых реках стояние воды на пойме в среднем продолжается 25...30 дней, на средних и больших – около 1,5...2 месяцев.

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 1932, 1940, 1958, 1970, 1979 годах. Естественно, возникает стремление заглянуть в глубь веков и узнать напомним гидрологические сведения за отдаленные от нас столетия. Для этого необходимо обратиться к различным литературным и архивным источникам. Среди которых наиболее “продуктивными”, в смысле наличия необходимых сведений являются летописи, мемуары, хроники, описание путешествий и военных действий, катастрофических природных явлений и др. Возникает вопрос о надежности и достоверности летописных сведений. На основании глубокого анализа летописных данных ясный ответ на это дан М.А. Боголеповым, который считает, что достоверность их в отношении засух и половодий на реках не вызывает сомнений [Боголепов, 1908]. В этой связи нельзя упускать из виду, что работа летописцев (составителей и переписчиков) выполнялась в угождение правителям и “в научение потомству”. Конечно, в летописях часто встречаются суеверия и фантазии летописцев, но они проявляются не при фиксации, а при толковании событий и явлений и поэтому легко обнаруживаются.

Ценнейшим источником для восстановления гидрологических сведений являются архивные фонды Центрального государственного исторического архива УССР в Киеве (ЦГАУ), Киевского областного государственного исторического архива (КОГА) и др. В настоящее время наиболее сконцентрированы сведения о гидрологическом режиме за прошлые столетия в работе Г.И. Швеца [Швец, 1972]. Рассмотрим некоторые исторические даты с высокими половодьями.

О характере весны 1190 г. имеются сведения в описании похода Киевского князя на Литву. После двухлетних сборов он вышел с Овруча в поход, дошел до Пинска и дальше поход прекратился: “Быть тепло и стече снег и нельзя бо им дойти земли их (литовцев) взвратившася в свояси” [Грушевский, 1901].

Имеются четкие указания относительно многоводности весны: 1408 г. “Тое же зимы снег велик был до пяти пядей (около метра), а на ту весну паводь была велика; за 20 лет старіи паляшуки не запомнять толь великія” [Приселко, 1950]. О зиме 1408 г. говорили, что “она являлась самой холодной за последние 500 лет.”

В 1840, 1841 гг. на Припяти были значительные весенние половодья: “в 1840 и 1841 годах вода с обеих сторон реки залила пространство шириной 20 и

30 верст по лугам, пахотным полям и лесам. В сих последних можно плыть с нагруженными судами”. [ЦГИФЛ, ф. 218, оп 1, д. 5611, л. 8-10].

Максимальное значение стока весеннего половодья на Припяти отмечено в 1845 г. В этом году сформировалось чрезвычайно высокое весеннее половодье на большом пространстве Восточной Европы. В бассейне Припяти оно было столь катастрофическим, что его, вероятно, можно отнести к группе предельно возможных в нашу климатическую эпоху.

Половодье 1845 г. в бассейне Припяти – это уникальное гидрологическое явление весьма редкой повторяемости. Осеннее увлажнение в бассейне Припяти было значительным. Реки покрылись льдом при значительной глубине воды и при обширных разливах в болотах и прилегающих территориях. Зима в 1844 г. наступила необыкновенно рано. Ноябрь и декабрь, а также февраль (1845 г.) отличались необыкновенным холодом и вся весна, до мая включительно, отмечалась постоянно холодными температурами. Наряду с продолжительностью эта зима отличалась обилием снега по всей территории Восточной Европы. Кроме того, существенное пополнение снеготаяния произошло во время февральской метели, которая продолжалась несколько дней и охватила большую территорию, особенно бассейн Припяти. Весна была поздняя, дружная, и развитие растительности опоздало почти на целый месяц. В апреле наступила теплая весна, при ясной погоде возросла дружность и интенсивность снеготаяния, что привело к стремительному росту водности рек. Вдобавок ко всему при сильном потеплении прошли дожди, которые усилили снеготаяние, что, вызвало формирование очень высоких уровней и резкое повышение стока воды на реках бассейна. Максимальный уровень 1845 г. превышал нуль графика современного гидропоста у г. Мозыря на 675 см, т. е. на 187 см превысил максимальный уровень 1932 года. При этом, расход воды, полученный косвенным способом Г. И. Швецом оценивается как 11000 м<sup>3</sup>/с при модуле стока 113 л/(с·км<sup>2</sup>). Принимая во внимание высоту максимального уровня 1845 г., условия формирования половодья, а также выявленные данные за историческое время, можно допустить, что по меньшей мере с конца XIV в до настоящего времени высота этого половодья является непревзойденной [Швец, 1972]. Максимальный уровень и расход р. Припять в половодье 1845 г. приближенно можно считать повторяющимися не чаще чем один раз в 800 лет.

Некоторой характеристикой половодья могут служить сведения о затоплениях и разрушениях в бассейне.

В Мозырьском уезде были затоплены села: Скрыгалов, Костюковичи, Мышенка, Жаховичи, Бесядка; разрушен Злодинский мост и несколько плотин; в м. Турове залиты все дома, а в селах Снядынь и Морозовино затоплены

все поля, срубленный лес; в Речицком уезде р. Припять затопила села Ширейку, Гриды, Обуховщина, Тульговичи и др.; в г. Мозырь “Припять при необыкновенном возвышении воды залила пространство на 6 верст в ширину и все прибрежные дома и строения, так, что жители принуждены были обратиться на возвышенные места” [Журнал..., 1854].

Второе по величине половодье наблюдалось в 1877 г. В этом году на огромной территории сформировалось высокое половодье, охватившее бассейны рек от Дуная и Немана до Иртыша. Значительным половодье было в бассейне Припяти. Максимальный уровень у г. Мозырь достигал 589 см, что на 86 см ниже максимального наблюдаемого уровня, максимальный расход при этом составил  $7500 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В 1888 г. большой разлив отмечен на р. Пина: “20 марта р. Пина выступила из берегов и затопила у г. Пинска дамбы вдоль города, железнодорожную ветвь и несколько домов” [ЦНИАЛ, ф. 174, оп. 1/5, д. 7918, л. 1-2].

К началу весеннего снеготаяния 1979 г. запасы воды в бассейне Припяти превышали норму 1,5 – 2 раза, что способствовало формированию очень высокого половодья на Припяти и ее притоках. Так в г. Мозырь наивысший уровень был 2 % обеспеченности, превысив средний за многолетний период на 2,26 м. Близкими к экстремальным за весь период наблюдений наивысшие уровни наблюдались на р. Горынь и ее притоке р. Случь. Половодье 1979 г. нанесло огромный ущерб народному хозяйству. Так были затоплены населенные пункты: Стахово, Березцы, Осово, Дворище, Гольцы, Коробы, Плотница, Теробень, Туров, Рычев, Староженцы, Семурадцы, Хлупин, Борки, Багримовичи, Беседки, Снядин, Белегы, Озерки и др. (всего 37 населенных пунктов).

Несколько домов было затоплено в Пинске.

В бассейне р. Горыни были затоплены: населенные пункты Воронки, Рубель, Речица, Хоромск, Ольнень и др. [Государственный..., 1979].

Не безинтересен также вопрос: «Как часто повторяются высокие половодья?» Анализ систематических наблюдений на гидрологических постах более чем за 100 летний период и архивных материалов показывают, что многоводные весны с высокими половодьями повторяются 2 – 3 года подряд с перерывом между ними 10 и более лет.

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 (рр. Ясельда, Бобрик) – 70...80 дней, а на Припяти – более 100 дней. Заканчи-

вается половодье в среднем в последней декаде апреля, а на заболоченных водосборах (реки Ясельда, Бобрик, Цна) в конце мая. На Припяти половодье заканчивается в среднем в начале июля, хотя может затягиваться и до начала августа.

Высокие половодья на Припяти и связанное с ними значительное затопление местности приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2. Годы с наводнением различной градации в период весеннего половодья

Река-пост	Характеристика наводнения		
	Катастрофическое P < 1 %	выдающееся P = 1...2 %	большое P = 3...10 %
Мухавец – г. Брест (н/б)	-	1974, 1979	1967, 1970
Припять – г. Пинск	-	1979	1999
Припять – с. Коробы	-	1958	1957, 1966, 1979
Припять – г.п. Туров	-	1979	1932, 1940, 1956, 1958, 1970
Припять – с. Черничи	-	1999	-
Припять – г. Петри- ков	-	1979	1931, 1932, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999
Припять – г. Мозырь	1845	1888, 1895, 1979	1886, 1889, 1907, 1924, 1931, 1932, 1934, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999
Пина – г. Пинск	-	1979	1928, 1932, 1940, 1958
Ясельда – с. Сенин	-	1999	1958, 1979, 1981
Горынь – г. Речица	-	1956	1966, 1979, 1996, 1999

В таблице 6.3 представлены расходы воды 10 наиболее значительных половодий на Припяти.

Таблица 6.3. Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

Годы	1845	1877	1895	1888	1889	1940	1979	1932	1970	1958
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	11000	7500	5670	5100	4700	4520	4310	4220	4140	4010

Гидрологические характеристики половодий в естественных условиях приведены в таблице 6.4. Расчетный период принят продолжительностью 57 лет с 1930 по 1986 гг. Параметры, трехпараметрического гамма-распределения установлены методом наибольшего правдоподобия. При этом из расчета были

исключены более ранние наблюдения, вследствие недостаточно надежного учета, и данные после 1986 г., начало осуществление противопаводковых мероприятий на р. Припять [Республиканская..., 2000]. В связи, с чем в расчете не учитывались пять выдающихся половодий. В тоже время гидрологи неоднократно обращали внимание на недостаточное использование данных за прошлые годы. В таблице 6.4 приведены максимальные расходы воды весеннего половодья за весь период наблюдений по р. Припять – г. Мозырь (120 лет). Принято трехпараметрическое гамма-распределение, параметры которого установлены методом наибольшего правдоподобия и соответственно равны: норма весеннего половодья – 1860 м<sup>3</sup>/с; коэффициент вариации – 0,89 и соотношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации – 4.

Таблица 6.4. Максимальные расходы и уровни воды весеннего половодья рек Полесья

Водоток- стор	Площадь водосбора км <sup>2</sup>	Максимальные расходы, (м <sup>3</sup> /с) и уровни (мм) воды весеннего половодья в естественных условиях за расчетный период (1930 – 1986) годы							
		норма	коэффициенты		обеспеченные величины				
			Cv	Cs	1%	3%	5%	10%	25%
Припять – с. Коробы	35100	550 57	0,74 0,40	2,22 0,40	2040 116	1540 104	1330 97	1050 88	704 72
Припять – г. Туrow	74000	1110 61	0,68 0,41	2,38 0,62	3840 130	2910 115	2520 106	2020 95	1390 77
Припять – г. Мозырь	101000	1690 70	0,68 0,40	1,70 0,68	5640 146	4450 129	3900 120	3170 108	2200 88
Ясельда – с. Сенин	5110	103 60	0,85 0,53	2,55 0,80	430 151	316 130	268 119	207 103	132 79
Бобрнк – ст. Парахонск	1450	38,2 67	0,68 0,50	1,36 0,75	122 160	99,4 139	88,4 127	72,9 112	50,9 86
Цна – с. Дятловичи	969	21,2 66	0,61 0,48	1,22 0,72	62,1 155	51,2 135	46,0 124	38,5 109	27,8 86
Горынь – с. Речица	2700	789 50	0,76 0,48	1,90 0,72	2920 117	2260 102	1950 94	1550 82	1040 64
Лань – с. Локтыши	909	82,5 62	0,66 0,52	0,99 0,78	246 154	207 132	187 121	158 106	114 81
Случь – с. Новодворцы	4480	55,3 64	0,69 0,51	1,38 0,77	180 157	146 124	130 108	107 83	74,0 60
Случь – с. Ленин	4480	179 67	0,79 0,55	1,18 0,82	615 174	509 149	454 136	374 117	255 89

Таблица 6.5. Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь различной обеспеченности

P, %	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3	0,5	1,0	3,0	5,0	10,0
Q, м <sup>3</sup> /с	22700	17900	16000	13600	10400	9110	7530	5400	4550	3500

В таблице 6.6 приведены максимально опасные уровни воды весеннего половодья за период наблюдений на реках рассматриваемой территории.

Таблица 6.6. Максимальные опасные уровни воды весеннего половодья на реках Брестской области и на р. Припять за период наблюдений

Река –пост	Отметка нуля поста, м	Опасный высокий уровень		Максимальный уровень воды, год			Максимальный уровень воды (весенний ледоход)		Количество дней в году с опасным уровнем	
		уровень воды, см	обеспеченность, %	уровень воды, см	дата	обеспеченность, %	уровень воды, см	дата	наибольшее	год
Мухавец – г. Брест (н/б)	130,00	350	10	416	30-31.03 1979	2	416	30.03 1979	17	1979
Припять – г. Пинск	133,18	250	425	302	29.03 1979	1	302	29.03 1979	50	1980 1981
Припять – с. Коробы	126,88	420	40	486	20.04 1958	2	460	31.03 1979	32	1979
Припять – г.п. Туров	121,77	340	22	410	02-03.04 1979	1	405	31.03 1979	28	1979
Припять – с. Черничи	119,23	520	57	637	21-22.03 1979	2	637	21-22.03 1999	46	1999
Припять – г. Петриков	112,55	800	45	933	03-04.04 1979	1	924	01.04 1979	40	1999
Припять – г. Мозырь	110,93	550	30	742	22-24.04 1995	1	670	21.04 1931	31	1941
Пина – г. Пинск	132,29	335	8	366	01.04 1979	2	347	29.03 1979	12	1979
Ясельда –с. Сенин	134,39	195	37	247	27.03 1999	0,9	234	06-12.03 1999	127	1999
Горынь – г. Речица	130,50	530	52	635	11.04 1956	2	635	11.04 1956	26	1979

Рассмотрим вопрос продолжительности стояния весенних вод в пойме рек. Сведения о выходе воды на пойму помещены в таблице 6.7 [Республиканская..., 2000]. Наиболее поздние сроки прекращения подтопления пойменных земель (при уровнях воды в р. Припять на 0,5 м ниже выхода воды на пойму) относятся в среднем к концу августа месяца.

Таблица 6.7. Сведения о выходе воды на пойму

Река-пункт	Отметка выхода воды	Исходное количество	Исходное количество затопления	Сроки затопления поймы	Продолжительность стояния воды на пойме, дни



				ранний (начало затопления)	поздний (конец затопления)	средняя	наибольшая
Припять – с. Большие Диковичи	136,79	32	25	25.02	5.06	32	85
Припять – с. Коробы	130,68	43	31	8.02	20.06	48	107
Припять – г. Туров	123,77	43	40	10.02	27.02	82	146
Припять – г. Петриков	119,11	43	36	5.02	28.06	48	112
Пина – г. Пинск	134,54	44	37	4.02	7.07	49	109
Ясельда – с. Сенин	135,76	44	43	30.01	29.06	66	131
Стыр – с. Иванчицы	139,96	10	5	1.02	18.04	29	68
Горынь – г. Давид Городок	129,59	26	26	15.02	31.05	28	81

В таблице 6.8 приведены средние и экстремальные сроки и продолжительность стояния критических горизонтов воды, определяющих сельскохозяйственное использование пойменных земель [Республиканская..., 2000].

Таблица 6.8. Сроки и продолжительность стояния критических горизонтов воды

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму, м	Расчетные уровни воды, м	Процент лет с наблюдавшимся уровнем	Даты начала стояния уровней			Даты конца стояния уровней			Продолжительность стояния уровней воды, дни		
				ранние	средние	поздние	ранние	средние	поздние	наибольшая	средняя	наименьшая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Припять – с. Большие Диковичи	136,79	136,51	90	20.02	26.03	25.04	26.03	4.05	16.06	101	47	7
		136,87	67	9.03	3.04	16.04	11.04	25.04	1.06	77	27	1
		137,23	20	7.04	11.04	16.04	15.04	21.04	29.04	14	10	9
Припять – г. Пинск	135,30	134,73	96	7.02	11.03	6.04	15.04	14.07	31.10	245	125	2
		135,16	89	10.02	12.03	6.04	14.03	6.06	31.10	245	87	1
		135,60	69	22.02	26.03	23.04	23.03	5.05	23.06	173	41	4
		136,00	33	4.03	28.03	16.04	13.03	17.04	11.05	39	20	7
Припять – с. Коробы	130,68	130,50	80	3.02	26.03	14.04	3.04	13.05	10.07	116	61	8
		130,96	50	11.02	11.03	17.04	25.02	15.04	19.05	69	27	3
		131,44	14	12.03	9.04	20.04	14.03	17.04	29.04	15	8	3
Припять –	123,77	123,67	93	10.02	16.03	23.04	8.04	10.06	22.08	161	86	20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
г. Туров		124,17	91	15.02	21.03	16.04	18.03	22.05	12.07	146	62	20
		124,67	77	3.03	30.03	25.04	24.03	27.04	30.05	75	29	4
		125,17	21	4.03	1.04	16.04	20.03	18.04	6.05	26	18	10
Припять – г. Петриков	119,11	118,81	86	2.02	23.04	22.04	21.03	20.05	20.07	142	61	37
		119,41	81	5.02	28.03	27.04	12.03	28.04	18.06	82	35	1
		120,01	56	11.02	1.04	25.04	28.02	23.04	14.05	42	22	3
		120,61	21	6.03	7.04	19.03	21.03	19.04	3.05	20	15	4
Ясельда – с. Сенин	135,76	136,20	32	22.03	5.04	6.05	5.042	21.04	23.05	49	21	4
		136,30	10	15.04	17.04	19.04	4.04	30.04	5.05	21	15	6
Бобрик – ст. Парохонск	134,80	135,00	30	27.03	5.04	17.04	1.04	16.04	29.04	20	12	4
		135,20	7	12.04	14.04	15.04	20.04	20.04	20.04	9	8	6
Горынь – г. п. Речица	134,60	134,60	100	5.02	23.03	13.04	1.03	24.04	5.06	89	42	2
		135,81	53	5.02	27.03	9.04	7.02	22.04	2.06	19	9	2
		136,10	22	27.02	28.03	10.04	4.03	31.03	20.04	11	5	1
Горынь – г. Давид- Городок	129,59	130,15	100	15.02	25.03	17.04	6.03	24.04	31.05	81	28	6
		130,62	58	17.03	1.04	11.04	19.03	7.04	24.04	14	6	1
Лань – с. Мокрово	–	130,3	47	1.04	14.04	21.05	7.04	21.04	23.05	29	12	1
		130,4	21	4.04	14.04	25.04	9.04	21.04	4.05	17	9	4

В таблице 6.9 приведены вероятности превышения и продолжительность стояния уровней воды выше характерных отметок [Республиканская..., 2000].

Таблица 6.9. Продолжительность стояния уровня воды выше характерных горизонтов

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму, м	Характер- ные гори- зонты воды, м	Продолжительность стояния уровня воды выше указанных горизонтов (в днях), при разной обеспеченности, P %			
			5	10	25	50
1	2	3	4	5	6	7
Припять – с. Большие Диковичи	136,9	136,15	175	106	76	62
		136,51	94	78	60	45
		136,87	67	50	31	16
Припять – г. Пинск	135,30	134,30	263	253	229	200
		134,73	240	224	171	112
		135,16	199	162	103	73
		135,60	117	76	39	20
Припять – с. Коробы	130,68	130,04	153	127	96	78
		130,50	106	90	71	58
		130,96	38	35	27	5
Припять – г. Туров	123,77	123,17	203	173	126	98
		123,67	148	130	102	82
		124,17	109	90	73	61
		124,67	58	44	36	23
Припять – г. Петриков	119,11	118,21	158	121	92	77
		110,81	108	90	67	57
		119,41	69	53	41	32

1	2	3	4	5	6	7
		120,01	38	33	24	10
Припять – г. Мозырь	114,23	114,18	104	86	50	26
		115,13	60	50	37	27
		116,03	36	26	19	5
Горынь – г.п. Речица	134,60	134,60	–	71	54	36
		135,81	–	15	8	2
		136,10	–	3	0	0

Картина цикличности стока воды весеннего половодья р. Припять представлена в виде нормированных разностных интегральных кривых по створу у г. Мозырь. Рассмотрены расходы весеннего половодья, а также среднегодовых расходов воды (рисунок 6.1). Как видно из рисунка, начиная с середины 60-х годов, среднегодовые расходы имеют устойчивую тенденцию к увеличению, в тоже время расходы весеннего половодья несколько уменьшаются.

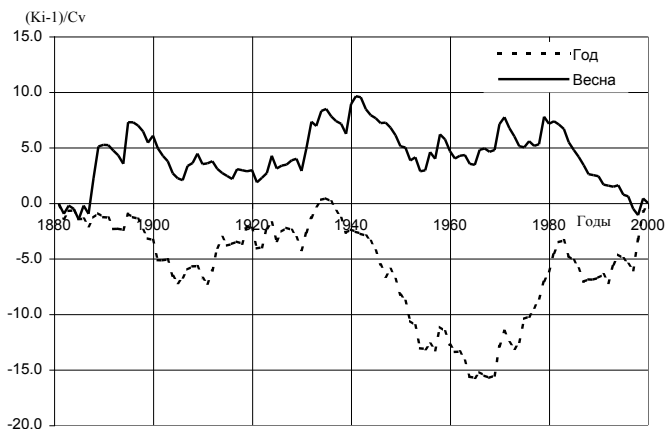
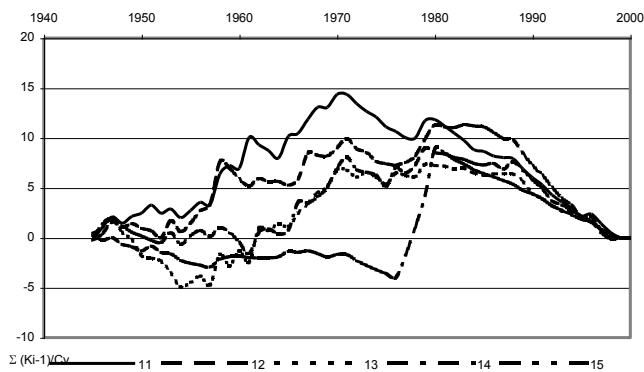
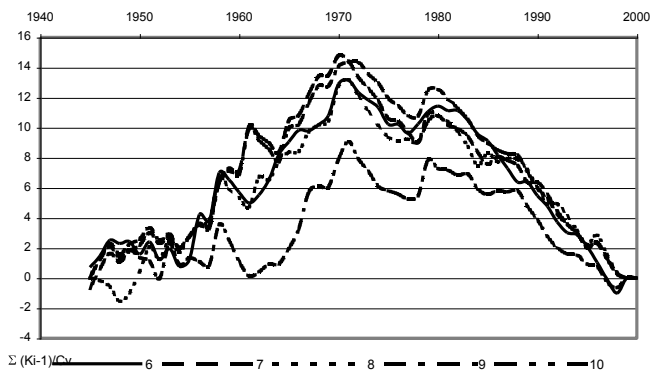
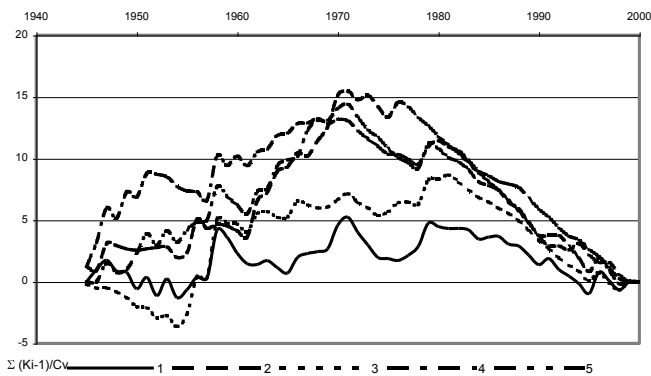


Рисунок 6.1. Нормированные разностные интегральные кривые годовых расходов воды и весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь.

Аналогичная картина и по рекам области, интегральные кривые весеннего половодья представлены на рисунке 6.2.



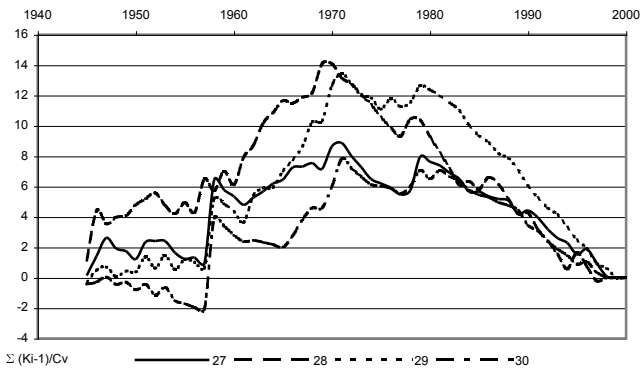
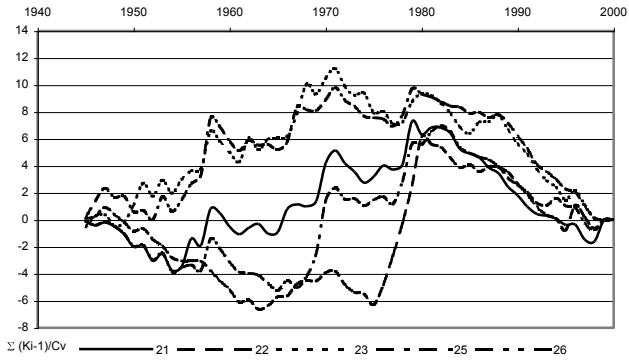
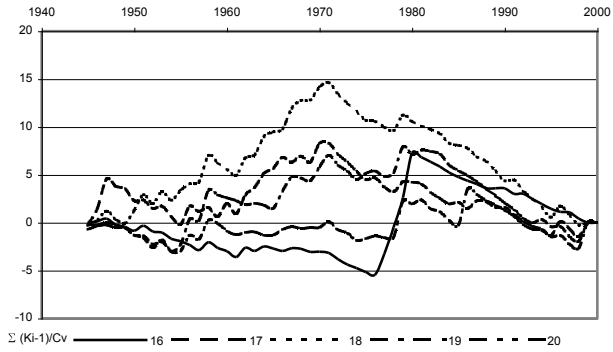


Рисунок 6.2. Нормированные разностные интегральные кривые весеннего половодья рек Брестской области: 1. Бобринк – с. Парахонск; 2. Горынь – пос. Горынь; 3. Горынь – пгт. Речица; 4. Гривда – пгт. Ивацевичи; 5. Жабинка – с. Малая Жабинка; 6. Жегулянка – с. Нехацево; 7. Каменка – пос. Мухавец; 8. кан. Винец – с. Рыгали; 9. Копаяовка – с. Черск; 10. Лесная – Замосты; 11. Лесная – с. Тюхиничи; 12. Малорыта – г. Малорита; 13. Меречанка - с. Ставок; 14. Меречанка – с. Красеево; 15. Мухавец - г. Брест; 16. Мухавец – г. Пружаны; 17. Мышанка – с. Березки; 18. Неслуха – с. Рудск; 19. Припять – с. Коробы; 20. Припять – пгт. Туров; 21. Припять – г. Пинск (мост Любанский); 22. Пульва – г. Высокое; 23. Рудавка – с. Рудня; 24. Ружанка – г. Ружаны; 25. Рыта – с. Малые Радваничи; 26. Цна – с. Дятловичи; 27. Щара – с. Доманово; 28. Щара – с. Залужье; 29. Ясельда – г. Береза; 30. Ясельда – с. Сенин.

Дружность весеннего половодья рек бассейна Припяти оценивалась с помощью пространственных корреляционных функций. Теснота связи расходов воды весеннего половодья оценивалась коэффициентами корреляции ( $R$ ), которые зависят от расстояния между центрами тяжести водосборов ( $\rho$ ) и изменяются по линейному закону  $R=1 - 0,874 \cdot \rho$ . Градиент поля расхода воды весеннего половодья рек бассейна Припяти  $\alpha=0,874$  свидетельствует о достаточно высокой синхронности половодья [Волчек, 2001].

О пространственной структуре распределения весеннего половодья в год 1 %-ной обеспеченности можно судить по карте стока весеннего половодья, представленной на рисунке 6.3 [Пособие..., 2000].

Как видно из рисунка 6.3 на территории Брестской области отмечаются наименьшие слои стока весеннего половодья в республике – 120 мм, в то время как на севере республики слой весеннего половодья в два раза больше и достигает 240 мм. Слой стока весеннего половодья закономерно возрастает с юго-запада области на северо-восток. Тем не менее область регулярно подвергается наводнению в силу своих специфических условий: ровная местность и как следствие малые уклоны рек и малая их пропускная способность, малая врезка русла и т. д. Изменчивость весеннего половодья на территории области составляет примерно 0,50.

Среднегодовое значение слоя стока весеннего половодья также наименьшие в республике, так в районе Брестского Полесья составляет около 50 мм и закономерно возрастает в направлении северо-востока области, достигая 70 мм, в районе Белорусской гряды (рисунок 6.4).

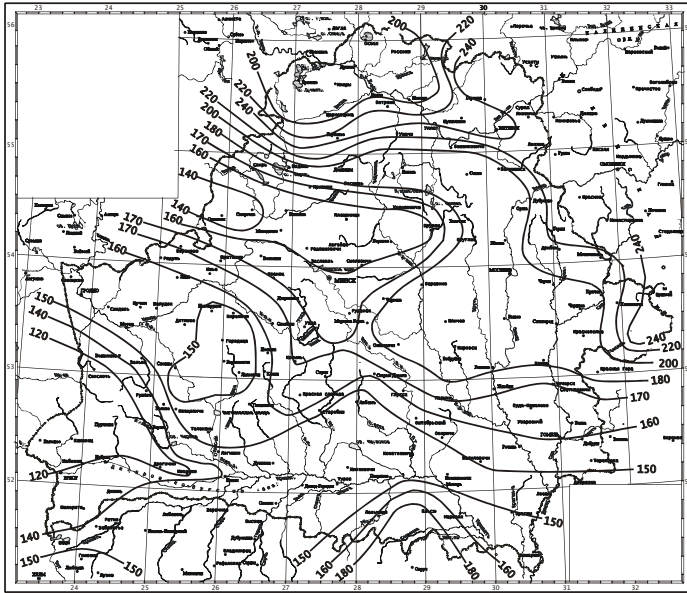


Рисунок 6.3. Карта слоя стока весеннего половодья однопроцентной обеспеченности, мм.

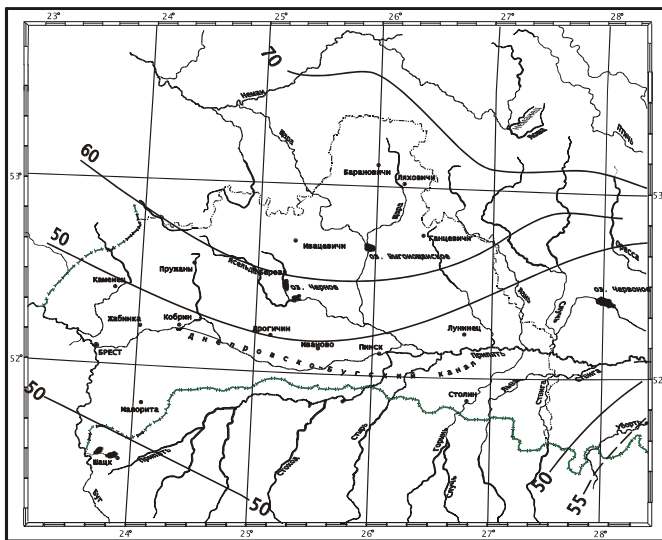


Рисунок 6.4. Карта среднегогодового слоя стока весеннего половодья, мм.

### *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.

Паводки, в отличие от половодий, возникают нерегулярно. Дождевые паводки 1952, 1960, 1974, 1993, 1998 гг. по многим водотокам и створам на самой Припяти превысили половодье и нанесли значительный ущерб народному хозяйству, т. к. серьезно пострадали сельскохозяйственные угодий и другие освоенные территории. Даже локальные паводки значительной интенсивности на левобережных или правобережных притоках способны вызвать значительные подъемы уровня в нижнем течении Припяти, обусловленные продвижением вниз паводочной волны. Высота паводков в среднем и нижнем течении Припяти достигает 2 – 3,5 м над предподъемным уровнем.

В связи с изменением климата, начиная с 1988 г. на реках участились случаи, когда высший уровень за год наблюдался не в период весеннего половодья, а в период летних и чаще зимних паводков. Так, например, на посту р. Припять – г. Мозырь из 118 лет наблюдений отмечено 19 случаев, когда высший годовой уровень был отмечен не в период весеннего половодья, а в период летних и зимних паводков, и из них 9 отмечены в последние 13 лет.

Паводки 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.

Приведем некоторые выдержки из архивных материалов, свидетельствующие о выдающихся паводках на Полесье.

Летом 1255 г. татары не смогли овладеть Луцком (на р. Стырь в бассейне Припяти), ибо «вода в Стыре была велика» [Швец, 1963]. Поэтому лето можно считать многоводным.

Год 1606 «вельми дивный был, а то в том, иж вода все лета так была велика, яко праве весне, не только летом, но и о запусах Филиновых (конец ноября): раз упадет, потом прибудет, из берегов выливаясь» [Довнар–Запольский, 1898].

В бассейне Припяти в 1608 г. «лето было мокрое, поводи были частые, мало хто при реках великих сена косил, бо и до восени поводки великие были» [Довнар–Запольский, 1898].



Сильный неурожай 1663 г. на территории от р. Вислы до р. Случи (приток Припяти) был вызван частыми дождями [Бучинский, 1957].

В 1818 г. «От непрестанно шедших дождей еще в половине июля месяца р. Случь выступила из берегов... Прибыль в этой реке воды в августе сделалась столь сильная и нечаянная, что ею не только снесло многие плотины и повредило мельницы, но причинено еще большие опустошения посеянной жатве, ибо скошенное сено и сжатый хлеб или разнесены или сгнили» [ЦГИ-АЛ, ф. 446, от 13, д. 3, л. 512].

В таблице 6.10 приведены максимально опасные уровни паводков на реках Брестской области и р. Припяти за период инструментальных наблюдений.

Таблица 6.10. Максимально опасные уровни воды паводков на реках за период наблюдений

Река – пост	Опасный высокий уровень		Максимальный уровень воды					
			зимнего паводка			дождевого паводка		
	уровень воды, см	обеспеченность, %	уровень воды, см	дата	обеспеченность, %	уровень воды, см	дата	обеспеченность, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мухавец – г. Брест (н/б)	350	10	–	–	–	391	06.11.1974	0,9
Припять – г. Пинск	250	42	284	15.01.1981	1	–	–	–
Припять – с. Коробы	420	40	431	08.01.1975	2	439	19–23.11.1993	2
Припять – г.п. Туров	340	22	–	–	–	–	–	–
Припять – с. Черничичи	520	57	–	–	–	520	08–11.08.1993	4
Припять – г. Петриков	800	45	826	12–13.1.1981	1	829	02, 05.1975	2
Припять – г. Мозырь	550	30	–	–	–	–	–	–
Пина – г. Пинск	335	8	–	–	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенин	195	37	221	19.12.1980	2	203	30.11–17.12 1990, 1995	1
Горынь – г. п. Речица	530	52	550	29.01.1948	2	567	31.07.1993	3

Годы с выдающимися паводками приведены в таблице 6.11.

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.

Таблица 6.11. Годы с паводками различной градации

Река – пост	Характеристика паводка			
	зимний		летний	
	выдающийся P=1...2%	большой P=3...10%	выдающийся P=1...2%	большой P=3...10%
Мухавец – г. Брест (н/б)	–	–	–	–
Припять – г. Пинск	1980–81	1979–80; 1992–93 1993–94; 1997–98 1998–99	–	–
Припять – с. Коробы	1974–75	1947–48 1980–81	1974	–
Припять – г.п. Туров	–	–	–	–
Припять – с. Чернича	–	–	–	1993
Припять – г. Петриков	1980–81	1947–48; 1974–75 1981–82	1974, 1975	1993
Припять – г. Мозырь	–	–	–	–
Пина – г. Пинск	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенин	1980–81 1998–99	1970–71; 1974–75 1988–89; 1990–91 1997–98	1990	1974, 1980, 1988, 1998
Горынь – г. п. Речица	–	1947–48 1981–82 1997–98	–	1948, 1969, 1974, 1975, 1977, 1988, 1993, 1998

Наиболее ярким паводком последних лет является паводок 1993 г. Во второй и третьей декадах июля того года в ряде районов Брестской, Гомельской и Минской области выпало 2,5 – 3 месячных норм осадков. Особенно дождливыми были вторая декада июля на территории Слуцкого и Любанского районов Минской области и третья декада в Столинском районе Брестской области. Здесь декадные суммы осадков наблюдались в размере 5 – 6 декадных норм. Наиболее неблагоприятная обстановка сложилась в Житковичском и Столинском районах, так как повышенное количество осадков выпало и в июне (около 1,5 – 2 месячных норм), а в июле осадки наблюдались в виде ливней редкой повторяемости. Суточный максимум 23 июля в Житковичском районе составил 57 мм, а в Столинском – 115 мм. Следует отметить, что за сутки 24 июля на территории Столинского района выпало 67 мм. Такого количества осадков не было за весь период наблюдений.

В результате выпадения катастрофических осадков произошло переувлажнение корнеобитаемого слоя и сформировался дождевой паводок на реках юга Беларуси. На условия формирования дождевого паводка оказали влияние и большие суммы атмосферных осадков, выпавшие в Житомирской и

Ровенской областях Украины. Начало подъема уровней воды на р. Припять и ее притоках отмечается 12 – 15 июля.

Максимальные уровни дождевого паводка на малых реках сформировались уже 28 – 30 июля, на р. Горыни – 31 июля, а на р. Припяти в середине августа. Наиболее высокие паводки сформировались на малых водотоках Столинского района и в бассейнах рек Горыни и Ствига. По своей величине они сопоставимы с максимальными уровнями весеннего половодья редкой повторяемости. Превышение максимальных уровней дождевого паводка над меженными для р. Припять составило около 3 м, а на р. Горынь – 3,4 м, на малых водотоках 2,0 – 2,5 м.

Такие подъемы уровней вызвали подтопление и затопление значительных территорий. Гидрологическая обстановка усложнилась тем, что паводок сформировался в период наибольшей зарастаемости травяной и кустарниковой растительностью русел и пойм рек. Повышенная шероховатость русел и пойм водотоков вызвала не только высокий подъем уровней воды, но и существенно замедлила их спад в августе.

На самой Припяти за счет поступления воды с притоков повышение уровней продолжалось до середины августа. Синхронность прохождения паводка на левобережных (Цна, Лань, Случь, Птичь) и правобережных (Горынь, Ствига, Уборть) притоках определила развитие значительного паводка в нижнем течении Припяти, соответствующего 2 % вероятности превышения.

На участке Туров – Мозырь вода находилась на пойме до начала сентября.

В июне – июле 1998 г. в районах Полесья выпало до 2...3 норм месячных атмосферных осадков. Особенно дождливыми были вторые декады июня и июля, где выпало до 140 мм при норме 25...30 мм. В отдельные дни выпадало до 60 мм осадков. По состоянию на 3 августа на рр. Припять, Случь, Птичь наблюдался интенсивный рост уровней воды. По данным наблюдений на гидропосту р. Припять – г.п. Туров такие максимальные уровни воды дождевых паводков наблюдались раз в 20 лет. Паводковая ситуация лета 1998 г. во многом повторяет ситуацию 1993 г.

#### *Стратегия защиты и снижение ущербов от наводнений*

Повышенная вероятность паводков, особенно катастрофических, тяжелые экономические и социальные их последствия дают основания относить значительную часть Полесья к территории с часто повторяющимися чрезвычайными ситуациями.

По числу жертв и ущербу, причиненному обществу, наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий. Поэтому защита территорий от

наводнений является не только одной из самых актуальных задач комплексного использования и охраны природных ресурсов, но и важнейшей социально-экономической и хозяйственной проблемой.

В последнее время наводнения, приносящие огромный материальный ущерб, случаются раз в 4 – 5 лет. Только от наводнений 1974 г. прямой ущерб в Полесской зоне составил 173 млн. руб. в ценах 1991 г. [Азява, Аземша, 2001]. Паводок 1974 г., сформировавшийся за счет выпадения большого количества осадков и подпора горизонта воды Киевским водохранилищем, когда уровень воды в реке достиг максимальной отметки за весь период наблюдений, под водой оказалось 400 тыс. га земель, было повреждено и выведено из строя 640 км линий электропередач без энергии на длительный период остались 674 населенных пункта, 453 животноводческие фермы, было разрушено 246 км автомобильных дорог, затоплено 2858 домов [Лиштван, Азява, 1999].

Значительный ущерб принес и летний паводок 1993 г. В зоне затоплений на длительный период оказались более 10 тыс. домов, в которых проживало 40 тыс. человек, около 200 тыс. посевов зерновых, более 30 тыс. га посевов картофеля и других культур, повреждено более 200 км автомобильных дорог, 10 мостов, 150 участков линий электропередач, обесточены 400 населенных пунктов и 160 животноводческих ферм. Экономический ущерб в результате паводка без экологического ущерба и затрат на нормализацию санитарно-эпидемиологической обстановки в пострадавших районах составил более 200 млрд. рублей в ценах 1993 г. [Азява, Аземша, 2001].

Это оказало существенное влияние на экономику хозяйств расположенных в пойменных зонах, где подобные паводки систематичны и приносят невосполнимые утраты, в первую очередь на территории Пинского, Столинского и Лунинецкого районов.

Особенно большое влияние на затопление и подтопление Столинского района оказывает р. Горынь. водосборная площадь которой в створе г. Давид-Городка составляет 27,7 тыс. км<sup>2</sup>. Максимальный расход весеннего половодья 1 %-й обеспеченности равен 3167 м<sup>3</sup>/с, летне-осеннего паводка 10 %-й обеспеченности – 453 м<sup>3</sup>/с. Пропускная способность русла Горыни сравнительно небольшая и составляет 300...350 м<sup>3</sup>/с: при больших расходах вода выходит из берегов и затапливает и подтапливает пойменные земли. Сглаженный пониженный рельеф обуславливает затоплению больших территорий паводковыми водами р. Горынь, соединение их с паводковыми водами р. Львы и переливы в низовье р. Ствиги. В ходе паводков затапливались и подтапливались десятки тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий, 25 населенных пунктов, в том числе и г. Давид-Городок, подвергались разрушению мосты, дороги и другие

сооружения. Так, паводком 1970 г. было затоплено свыше 40 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в 1979 г. – 52 тыс. га, в 1993 г. – порядка 35 тыс. га [Лиштван, Азява, 1999].

Расходы р. Горынь – г. Давид–Городок во время половодья 1999 г. составили 1800...1900 м<sup>3</sup>/с и относятся к обеспеченности P = 15...20 %, что, в принципе, является не опасным, но уровни воды на этот период были близкими к катастрофическим, т. е. P = 3...5 %. Это вызвано сильно заросшей поймой и некоторыми другими климатическими факторами. Кроме того, картину усугубили построенные автомобильные мосты через р. Припять у г. Житковичи и р. Горынь у г. Столина, оказывающие влияние на пропуск паводковых вод и сформировавшие уровни на высоту до 0,5 м в критические периоды.

Паводковая ситуация также усугубляется за счет отсутствия графика пропуска максимальных расходов и использования имеющихся водохранилищ с Украиной. В водосборе рр. Горынь и Стырь, берущих свое начало с территории Украины и впадающих в р. Припять на территории Белорусского Полесья расположено пять крупных водохранилищ, общей полезной емкостью 1695 млн. м<sup>3</sup>. Заполнение и сработка этих водохранилищ напрямую связана с уровнем режимом р. Горынь в районе гг. Столин и Давид–Городка. Необходима увязка графика пропуска паводковых вод между двумя государствами. Сравнительно небольшим весенним половодьем 1999 г. на Полесье было затоплено 194 населенных пункта и около 200 тыс. га сельхозугодий. 5 тыс. жилых домов, только по Столинскому району, ущерб составил 4,0 млн. руб. в ценах 1991 г. [Округ, 2001].

В таблице 6.12 приведены данные об ущербах, причиняемых наводнениями [Рудковский, 2001].

Таблица 6.12. Расчетные суммарные среднегодовые значения ущербов

Водосбор реки	Площадь затопления, км <sup>2</sup>			Затапливаемые объекты	Расчетный ущерб от наводнений, тыс. руб. (в ценах 1990 г.)		
	P=50 %	P=25 %	P=1 %		P=50 %	P=25 %	P=1 %
Западный Буг	3,8	13	519,6	Жилой фонд	–	30	70
				Сельскохозяйственные угодья	0,8	4,6	45,8
Припять	11,56	2680	9202	Железнодорожный транспорт	–	–	1332
				Промпредприятия	–	–	102
				Жилой фонд	–	–	9110
				Сельскохозяйственные угодья	18403	44028	75519

Последствия катастрофических наводнений показали неотложность осуществления специальных противопаводковых мероприятий в пойме р. Припять.

Исходя из мирового и отечественного опыта в качестве основы стратегии, направленной на защиту и снижение ущербов от наводнений в Республике Беларусь, необходимо:

- разработать единую государственную политику в области борьбы с наводнениями, механизмов ее реализации, определить задачи и ответственность всех уровней государственной власти, разграничить полномочия, создать систему финансового обеспечения противопаводковых мероприятий;
- создать и развить механизм регулирования хозяйственного использования территорий, подверженных затоплениям, включающий административные и экономические меры;
- осуществить комплексные инженерно-технические мероприятия и обеспечить их надежность;
- совершенствовать систему мониторинга и прогнозировать наводнения. Восстановить и расширить сеть гидрометеонаблюдений;
- развить научно-техническое, информационное, нормативно-правовое и кадровое обеспечение противопаводковых мероприятий;
- международное сотрудничество, в первую очередь в бассейнах трансграничных рек, т. к. меры по предупреждению наводнений, пропуску и снижению ущербов от них должны разрабатываться с учетом особенностей всего района водосбора, независимо от государственных границ. Межгосударственное сотрудничество абсолютно необходимо, как минимум, на уровне министерств и других административных органов и ведомств, занимающихся вопросами водохозяйственной деятельности, регионального планирования, сельского и лесного хозяйства, транспорта, сохранения природы, здравоохранения. Межгосударственные органы должны совместно разработать долгосрочную стратегию предупреждения наводнений и защиты от них, которая охватывала бы весь трансграничный речной бассейн и всю его водную систему. Это позволило бы составить совместный план действия, содержащий все меры по управлению риском и снижению его для здоровья и материального ущерба, уменьшению масштабов наводнений, созданию и совершенствованию эффективности прогнозов и оповещения о надвигающейся угрозе затопления, разработать соответствующие меры, порядок и сроки их осуществления [Таратунин, 2001].

Прогнозируемое потепление климата и неизбежный рост хозяйственного освоения речных долин, в связи с ростом населения, несомненно, приведут к увеличению повторяемости и разрушительной силы наводнений. Поэтому необходимо усилить научно-исследовательские, организационные и практические работы, направленные на уменьшение ущербов от наводнений. Предотвращение стихийных бедствий в 50...70 раз уменьшит затраты на ликвидацию последствий наводнений.

Анализ структуры сложившейся системы защиты от наводнений в пойме р. Припять, опыта ее эксплуатации, итогов прохождения половодья 1999 г. показывает, что применение чисто инженерных способов не обеспечивает существенное снижение ущербов от наводнений при эффективном использовании пойменных территорий.

Необходимо сочетать инженерные методы защиты (регулирование стока водохранилищами, строительство дамб обвалования приречных территорий, спрямление и углубление речного русла в целях ускорения стока паводковых вод, строительство каналов для отвода вод в естественные понижения рельефа, подсыпка территорий и др.) с *неинженерными*. К последним относятся разработка экономических и юридических норм с учетом особенностей использования паводкоопасных территорий. К ним в первую очередь принадлежат: ограничение или полное запрещение таких видов хозяйственной деятельности, в результате которых возможно усиление наводнений, а также расширение мероприятий, направленных на создание условий, ведущих к уменьшению стока. Кроме того, должны выбираться и осуществляться такие виды хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен наименьший ущерб.

Инженерные сооружения по защите земель и хозяйственных объектов должны быть надежны, и вместе с тем их осуществление должно быть связано с минимальными нарушениями природной среды.

При разработке противопаводковых мероприятий в долинах рек следует рассматривать весь водосбор, а не его отдельные участки, поскольку локальные противопаводковые мероприятия, не учитывающие всю ситуацию прохождения паводка в долине реки, могут не только не дать экономического эффекта, но и существенно ухудшить ситуацию в целом и привести в результате к еще большему ущербу от наводнения.

При хозяйственном освоении паводкоопасных территорий в долинах рек следует проводить детальные технико-экологические исследования, с целью выявления путей получения максимально возможного экономического

эффекта от освоения этих территорий и вместе с тем сведение к минимуму возможного ущерба от наводнений.

Решение этого вопроса невозможно без разработки и дальнейшего совершенствования методики расчета как прямых, так и косвенных ущербов от наводнений. Объективное определение ущерба от наводнений имеет важнейшее значение для правильного выбора стратегии и тактики борьбы с этим стихийным бедствием. Точная оценка потерь фактических и возможных как в период, так и после наводнения позволяет выбрать оптимальный вариант мероприятий по предотвращению и ликвидации нарушений и ущербов, вызываемых наводнениями. Определение ущербов очень важно, в частности, для оценки экологической целесообразности и эффективности систем инженерной защиты, а также страхования населения и юридических лиц.

Гибкая программа по страхованию от наводнений, сочетающая как обязательные, так и добровольные его формы может быть лучшим инструментом по регулированию землепользования на паводкоопасных территориях.

При этом, должна существовать четко работающая система по прогнозированию паводков и извещению населения о времени наступления наводнения, о максимально возможных отметках его уровня и продолжительности в сутках. Большое внимание следует уделять заблаговременному информированию населения о возможности наводнения, разъяснению вероятных его последствий и мерах, которые следует предпринимать в случае затопления строений и сооружений. В паводкоопасных районах должна быть широко развернута пропаганда знаний о наводнениях. Все государственные структуры, а также каждый житель должны ясно представлять, что им надлежит делать до, в период и после наводнения. Прогнозирование паводков и половодий должно осуществляться на основе развития широкой службы наблюдений за гидрометеорологической обстановкой (следует заметить, что за последние годы произошло значительное сокращение наблюдательных постов гидрометеослужбы). Необходимо непрерывно обеспечивать гидрометеослужбу современным оборудованием - автоматизированными системами сбора и обработки информации, использовать радарные установки и искусственные спутники Земли.

Достаточно сложная ситуация наблюдается с информацией по р. Припять. Это связано, в первую очередь, с необходимостью учета речного стока по большому количеству отдельных притоков (со стороны Украины) и с ограниченными гидрологическими наблюдениями непосредственно на границе. Открытые, после наводнения 1999 г., новые посты гидрологических наблюдений: на р. Стырь – Ладорож, р. Цна – Кожан-Городок, р. Словечна – Новая Рудня не могут в полной мере решить эту задачу.



Должны быть осуществлены четкое районирование и картирование пойм с нанесением границ половодий и паводков различной водообеспеченности. С учетом вида хозяйственного использования территории рекомендуется выделить зоны с 20 %-ной обеспеченностью паводка для сельскохозяйственных угодий, 5 %-ной – для строений в сельской местности, 1 %-ной – для городских территорий и 0,3 %-ной – для железных дорог. Само собой разумеется, что в разных природных зонах и экологических районах число зон и принципы их выделения могут в какой-то степени измениться. Однако практически везде участки поймы, затопляемые чаще, чем один раз в 5 лет, могут использоваться только под многолетние травы.

Сочетание инженерных и неинженерных способов защиты от наводнений при наличии эффективной службы эксплуатации позволит в значительной степени уменьшить негативные последствия от наводнений.

Особое внимание необходимо обратить на влияние искусственного изменения условий формирования максимального стока на гидрологические и гидравлические параметры стока, прогнозирование масштабов наводнений и выработку стратегии управления, позволяющей минимизировать отрицательные последствия наводнений, определение путей эффективного использования пойменных территорий, потенциал которых достаточно высок.

В области изучения и борьбы с наводнениями первоочередными задачами являются [Калинин, Волчек, 2001]:

- выполнение районирования и картирования пойм с нанесением границ наводнений различной водообеспеченности, с учетом вида хозяйственного использования территории;
- разработка математической модели и создание соответствующих баз данных для прогнозирования наводнений;
- разработка противопаводковых мероприятий в долинах рек с учетом всего водосбора;
- определение видов хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен минимальный ущерб;
- создание надежных инженерных сооружений по защите сельскохозяйственных земель и хозяйственных объектов с минимальными нарушениями природных биогеоценозов;
- оптимизированное сочетание инженерных методов защиты населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий с неинженерными (экономическими и юридическими). Создание гибкой программы по страхованию от наводнений, сочетающую как обязательные, так и добровольные формы;

- разработка системы оповещения населения о времени наступления наводнения, о максимально возможных отметках его уровня и продолжительности;
- разработка единой методики учета последствий от наводнений и подсчета причиняемого ими ущерба, а также учета ущерба, наносимого здоровью людей в период наводнений и после них.

## 6.2. Засухи и маловодье

После окончания половодья на реках устанавливается межень, продолжительностью 130 – 140 дней.

*Межень* – это период водного режима водотока внутри годового цикла, возникающего вследствие уменьшения питания водотока и характеризуемый малой водностью, длительным стоянием низкого уровня воды [Мелиорация..., 1984].

В распределении минимального стока по территории области какой-либо закономерности не наблюдается, так как на величину минимального стока, помимо климатических факторов, большое влияние оказывают характер подземного питания, который зависит от дренирующей способности рек и почвенно-геологического условий рассматриваемой территории.

Минимальные уровни и сток воды в летний период наблюдается при высоких среднесуточных температурах воздуха и при продолжительных периодах отсутствия осадков; в зимний период – при низких температурах. В пределах рассматриваемой территории в засушливые годы (1939, 1951, 1952 и др.) наблюдалось пересыхание водотоков с площадями водосборов свыше 1000 км<sup>2</sup>. Промерзание наблюдается лишь на малых реках и на непродолжительное время.

В литературе имеется много высказываний, что хозяйственная деятельность человека а (в частности осушение болот) отрицательно сказывается на реках. И эта полемика началась с момента осушения болот в Беларуси экспедицией под руководством И.И. Жилинского. Главным аргументом И.И. Жилинского против тех, кто опасался обмеления рек и засух вследствие осушения, было утверждение, что почти единственным источником питания полесских болот “Служат воды, приносимые извне, вод же местного происхождения в виде источников, родников, ключей почти не приходилось наблюдать.”

Научный работник Главной обсерватории А.Е. Гейну, сопоставил годовое количество атмосферных осадков за 15 лет (до и после начала работ Жилинского, 1874 г.). На основании произведенных расчетов А.Е. Гейну сделал вывод, что “начатое осушение Полесья не имело по-видимому никакого суще-

ственного влияния на количество выпадающих атмосферных осадков в самой рассматриваемой области и на смежных территориях.”

А наблюдались ли засухи в те годы, когда человек не вмешивался в природу? Для этого опять обратимся к архивным материалам.

Засуха 1340 г. достигла верхней части бассейна Днепра, в Смоленском княжестве лето было засушливое, маловодное, неурожайное; неурожай вызвал голода [Мавродин, 1940]. Можно предположить, что в бассейне Припяти лето было маловодное.

Зима 1538 г. была теплая, почти без морозов, а весна – очень ранняя [Оппоков, 1933]. Очень теплая зима отмечена в Прибалтике, в январе цвели сады [Московина, 1960].

Прошедшей зимой (1831 – 32 гг.) совершенно снега не было, вследствие чего вообще в реках VI Округа путей сообщения необыкновенный недостаток воды, так что ежели она не будет от дождей, то судопромышленники по оным встречать будут остановку [ЦГИАЛ, ф 199, оп. 1. д. 351, л. 353].

По сведениям Веселовского, зима 1851-52 г. была теплая [Оппоков, 1933].

В 1875 г. было сильное обмеление Припяти и ее притоков: Случи, Стыри, Турии [ЦГИАЛ, ф. 176, оп. 1/1, д. 347, л. 196].

По данным И.И. Жилинского, р. Припять у г. Мозырь переезжали водами.

На реках области территории летне-осенняя межень обычно наступает в конце мая – середине июня и заканчивается в октябре. В отдельные годы при дружном прохождении весеннего половодья период низкого стояния стока на реках наступает значительно раньше – в конце апреля – начале мая, а в годы затяжного половодья или когда на спаде его проходят дожди, – в конце июня – середине июля.

В отдельные годы при отсутствии осенних паводков межень может продолжаться до появления ледовых образований – середины ноября – начала декабря.

Величина среднего слоя стока за период летне-осенней межени по малым и средним рекам колеблется от 3 до 15 мм.

Наиболее маловодный период летне-осенней межени в основном наблюдается в июле – августе, реже – в сентябре. Продолжительность его для малых и средних водотоков составляет до 130 дней, для Припяти – 85 – 90 дней.

Зимняя межень обычно устанавливается в конце декабря. Наиболее ранние даты наступления межени приходится на конец октября – начало нояб-

ря, а наиболее поздние – на январь, окончание – с началом весеннего половодья.

Средняя продолжительность межени на малых и средних реках изменяется от 49 до 100 дней.

На многих малых реках наблюдается прекращение стока в период межени вследствие пересыхания летом и перемерзания зимой. Данные о возможности прекращения стока и его продолжительности весьма важны при решении вопросов использования водных ресурсов малых рек и разработке природоохранных мероприятий. Физическая сущность явления состоит в постепенном уменьшении речного стока в период межени в результате истощения подземных вод, питающих данную реку, и снижении минимального стока до нулевых значений. Оба эти процесса имеют внешнее сходство, заключающееся в том, что в обоих случаях сток падает до нуля и прекращается. Однако в генетическом отношении между ними имеется различие. Пересыхание, как правило, связано с истощением питающих реку подземных вод. Перемерзание же может иметь место при наличии подземных вод в том случае, если в зоне дренирования они промерзнут и питание реки прекратится.

В результате анализа данных систематических наблюдений приведенных в Гидрологических ежегодниках, установлено, что в пределах Полесья нулевой сток отмечен на 17 водотоках с площадями водосборов 11...1280 км<sup>2</sup>.

Средняя продолжительность одного случая нулевого стока может достигать летом 195 сут., зимой – 75...100 сут.

К стихийным гидрологическим явлениям относятся не только высокие уровни, при которых наблюдается затопление территорий, но и низкие уровни воды — ниже проектных отметок навигационных уровней на судоходных реках, раннее образование ледостава и появление льда на судоходных реках, повторяющиеся не чаще, чем один раз в 10 лет. Для судоходства на реках опасными являются низкие уровни – уровни ниже навигационных отметок, когда создавались затруднительные условия для судов, закрывались отдельные участки, уменьшалась загрузка судов, мелководье вызывало увеличение поломок, ремонт судов.

В таблице 6.13 приведены низкие уровни ниже навигационных, указаны продолжительные периоды стояния низких уровней. Кроме этого, для судоходства опасными явлениями может становиться раннее образование ледовых явлений, в результате чего уменьшается навигационный период.

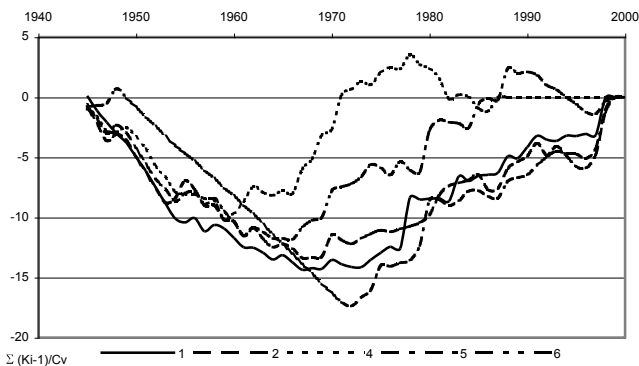
Таблица 6.13. Низкие уровни на судоходных реках

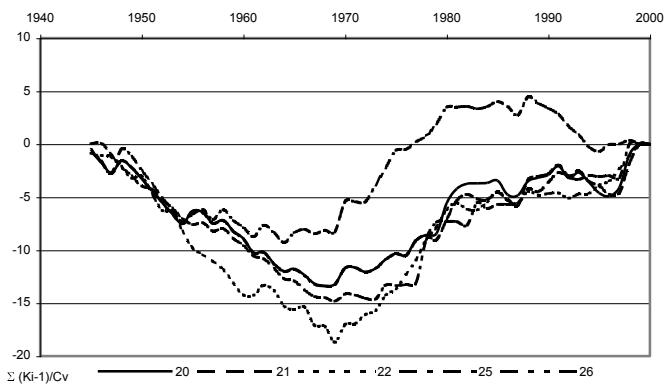
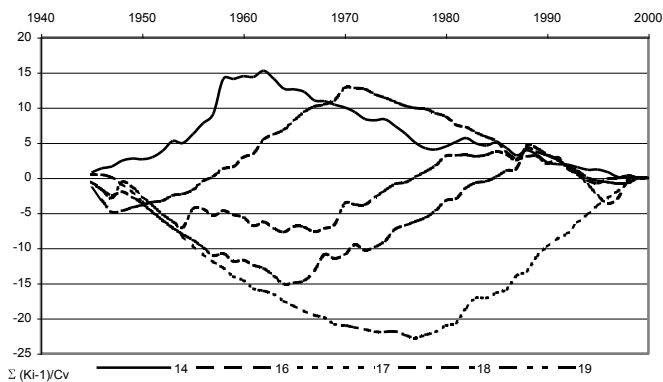
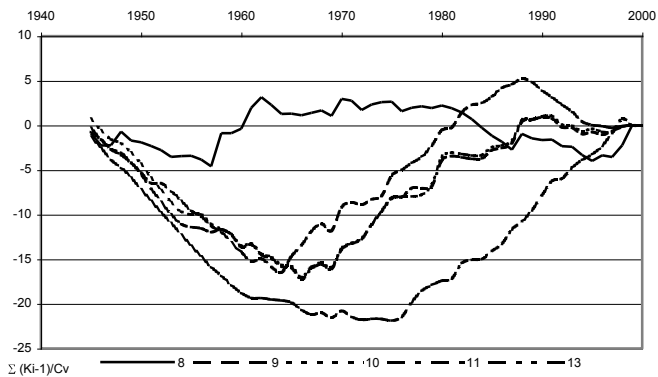
Река-пост	Опасный низкий уровень, см	Количество лет с минимальным уровнем	Самый низкий уровень			
			уровень, см	обеспеченность, %	дата	продолжительность, дни
Припять – с. Черничи	125	1	110	94	28.29.08.1992	26
Припять – г. Мозырь	15	1	-5	99	03-06.09.1992	34

→Продолжение таблицы 6.13

Река-пост	Наибольший продолжительный период			Число случаев различной продолжительности						
	Продолжительность, дни	уровень, см	Дата	≥ 10	11–20	21–50	51–70	71–100	101–150	>150
Припять – с. Черничи	26	110	28, 29.08.1992	0	0	1	0	0	0	0
Припять – г. Мозырь	34	-5	03 – 06.09.1992	0	0	1	0	0	0	0

Сопоставление многолетних колебаний минимального суточного стока рек Брестской области в летне-осенний, зимний сезоны с годовым соком (рисунк 6.5) указывает на синхронность их хода.





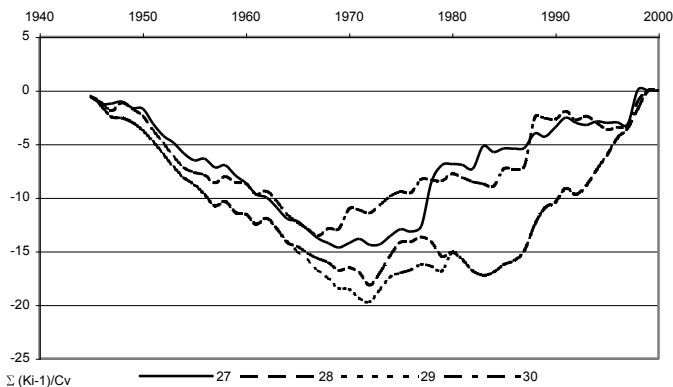


Рисунок 6.5. Нормированные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов минимального суточного летне-осеннего стока: 1. Бобринь – с. Парохонск; 2. Горынь – пос. Горынь; 3. Горынь – пгт. Речица; 4. Гривда – гпт. Ивацевичи; 5. Жабинка – с. Малая Жабинка; 6. Жегулянка – с. Нехачево; 7. Каменка – пос. Мухавец; 8. кан. Винец – с. Рыгали; 9. Копаяновка – с. Черск; 10. Лесная – Замосты; 11. Лесная – с. Тюхиничи; 12. Малорыта – г. Малорита; 13. Меречанка – с. Ставок; 14. Меречанка – с. Красеево; 15. Мухавец – г. Брест; 16. Мухавец – г. Пружаны; 17. Мышанка – с. Березки; 18. Неслуха – с. Рудск; 19. Припять – с. Коробы; 20. Припять – пгт. Туров; 21. Припять – г. Пинск (мост Любанский); 22. Пульва – г. Высокое; 23. Рудавка – с. Рудня; 24. Ружанка – г. Ружаны; 25. Рыта – с. Малые Радваничи; 26. Цна – с. Дятловичи; 27. Щара – с. Доманово; 28. Щара – с. Залужье; 29. Ясельда – г. Береза; 30. Ясельда – с. Сенин.

В таблице 6.14 и 6.15 приведены расчетные величины минимального стока рек Брестской области и их статистические параметры.

Таблица 6.14. Минимальные летне-осенние расходы воды различной обеспеченности, ( $m^3/c$ )

Река–створ	Норма стока, $m^3/c$	К-г вариации $C_v$	Соотношение $C_{95}/C_v$	Значения расходов, обеспеченностью, %				
				50	75	95	97	99
				5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бобринь – с. Парохонск	1,18	0,77	4,0	0,941	0,610	0,333	0,289	0,221
Горынь – пос. Горынь	29,7	0,34	3,5	28,4	23,4	17,8	16,7	14,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горынь – пгт. Речица	42,1	0,32	1,0	41,5	33,1	22,4	20,1	16,1
Гривда – пгт. Ивацевичи	0,848	0,42	3,0	0,784	0,595	0,399	0,361	0,299
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,109	1,26	3,5	0,046	0,013	0	0	0
Жегулянка – Нехачево	0,204	0,63	3,0	0,165	0,102	0,049	0,041	0,029
Каменка – пос. Мухавец	0,072	0,88	4,5	0,029	0,001	0	0	0
кан. Винец – с. Рыгали	0,131	0,78	3,0	0,076	0,022	0	0	0
Копаяовка – с. Черск	0,259	0,86	2,0	0,174	0,067	0,007	0	0
Лесная – с. Замосты	2,23	0,55	2,5	2,00	1,39	0,79	0,68	0,52
Лесная – с. Тюхиничи	3,52	0,55	2,5	3,17	2,22	1,27	1,10	0,835
Малорыта – г. Малорыта	0,343	0,81	3,0	0,264	0,154	0,067	0,054	0,036
Меречанка – с. Ставок	0,192	0,68	1,5	0,141	0,037	0	0	0
Меречанка – с. Красеево	0,181	0,6	5,5	0,129	0,07	0,023	0,015	0,005
Мухавец – г. Брест	5,83	0,71	3,0	4,79	3,04	1,53	1,28	0,917
Мухавец – г. Пружаны	0,043	0,72	2,5	0,029	0,012	0,001	0	0
Мышанка – с. Березки	2,12	0,49	2,0	1,98	1,43	0,852	0,735	0,554
Неслуха – с. Рудск	0,299	0,54	1,5	0,267	0,156	0,054	0,039	0,004
Пришпяг – с. Коробы	35,0	0,56	3,0	31,39	22,6	14,0	12,4	9,86
Пришпяг – пгт. Туров	111,3	0,47	3,0	103,5	79,5	54,1	49,2	41,0
Пришпяг – г. Пинск	29,4	0,35	4,0	27,89	23,1	17,9	16,9	15,1
Пульва – г. Высокое	0,232	0,54	1,0	0,21	0,104	0,015	0,006	0
Рудавка – с. Рудня	0,085	1,15	3,5	0,036	0,009	0	0	0
Ружанка – г. Ружаны	0,493	0,24	0,5	0,490	0,397	0,273	0,246	0,197
Рыга – М. Радваничи	0,96	0,59	2,5	0,839	0,555	0,290	0,245	0,176
Цна – с. Дятловичи	0,845	0,96	4,0	0,605	0,350	0,160	0,132	0,093
Шара – с. Доманово	5,91	0,56	5,0	5,19	3,93	2,74	2,50	2,15
Шара – с. Залужье	0,964	0,4	2,5	0,902	0,683	0,446	0,400	0,324
Ясельда – г. Береза	1,28	0,8	2,0	1,02	0,530	0,153	0,112	0,051
Ясельда – с. Сенин	5,6	0,69	4,5	4,73	3,36	2,12	1,91	1,57

Таблица 6.15. Минимальные зимние расходы воды различной обеспеченности, ( $m^3/c$ )

Река–створ	Норма стока, $m^3/c$	К-г вариации $C_v$	Соотношение $C_v/C_{v0}$	Значения расходов, обеспеченностью, %				
				50	75	95	97	99
Бобринк – с. Парахонск	1,72	1,34	4,0	1,01	0,486	0,61	0,122	0,073
Горынь – пос. Горынь	32,3	0,42	4,5	29,6	23,4	17,1	15,9	14,0
Горынь – пгт. Речица	51,0	0,47	3,5	47,1	36,6	25,6	23,6	20,1
Гривда – пгт. Ивацевичи	0,91	0,26	1,0	0,898	0,736	0,526	0,480	0,400
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,13	1,02	3,5	0,084	0,042	0,015	0,011	0,007



Река–створ	Норма стока, м <sup>3</sup> /с	К-т вариации $C_x$	Соотношение $C_x/C_y$	Значения расходов, обеспеченностью, %				
				50	75	95	97	99
Жегулянка – Нехачево	0,397	0,76	4,5	0,303	0,190	0,100	0,086	0,065
кан. Винец – с. Рыгали	0,222	0,78	2,5	0,148	0,061	0,005	0	0
Копановка – с. Черск	0,42	1,18	4,0	0,252	0,122	0,040	0,030	0,018
Лесная – с. Замосты	3,44	0,49	3,0	3,17	2,39	1,59	1,44	1,19
Лесная – с. Тюхиничи	6,41	0,31	4,0	6,09	5,04	3,91	3,68	3,30
Малорыта – г. Малорыта	0,824	0,95	4,0	0,595	0,347	0,160	0,133	0,094
Меречанка – с. Ставок	0,081	0,57	2,5	0,047	0,002	0	0	0
Меречанка – с. Красево	0,202	0,52	2,0	0,178	0,110	0,050	0,040	0,025
Мухавец – г. Брест	12,6	0,72	3,5	10,3	6,73	3,64	3,12	2,33
Мухавец – г. Пружаны	0,101	1,54	4,0	0,041	0,014	0,002	0,001	0
Мышанка – с. Березки	2,49	0,60	6,0	2,12	1,57	1,07	0,968	0,819
Неслуха – с. Рудск	0,446	0,87	3,0	0,322	0,172	0,064	0,05	0,03
Припять – с. Коробы	47,2	1,10	4,0	31,6	17,1	6,98	5,61	2,93
Припять – штг. Туров	122,0	0,82	4,5	95,7	61,9	34,1	29,6	22,9
Припять – г. Пинск	41,23	0,6	3,5	36,74	26,91	17,3	15,6	12,8
Пульва – г. Высокое	0,497	0,44	5,0	0,441	0,339	0,241	0,222	0,192
Рудаўка – с. Рудня	0,192	0,93	4,0	0,133	0,074	0,031	0,025	0,017
Рыга – М. Радванічы	1,55	0,95	4,0	1,133	0,67	0,316	0,263	0,188
Цна – с. Дятловичи	1,8	0,95	3,5	1,31	0,757	0,334	0,272	0,185
Шара – с. Доманово	7,50	0,62	6,0	6,37	4,71	3,21	2,91	2,46
Шара – с. Залужье	1,74	0,49	6,0	1,56	1,23	0,910	0,860	0,760
Ясельда–г.Береза	1,91	0,81	2,5	1,5	0,843	0,326	0,254	0,151
Ясельда – с. Сенин	9,52	1,18	4,0	6,35	3,42	1,39	1,11	0,73

О пространственной структуре распределения меженного стока можно судить по карте модуля стока представленного на рисунке 6.6. Величина меженного стока закономерно возрастает с  $1,5 \text{ л/с км}^2$  на северо-западе. На территории области прослеживается широтная зональность меженный сток изменяется с юга на север от  $1,5 \text{ л/с км}^2$  до  $4,0 \text{ л/с км}^2$ .

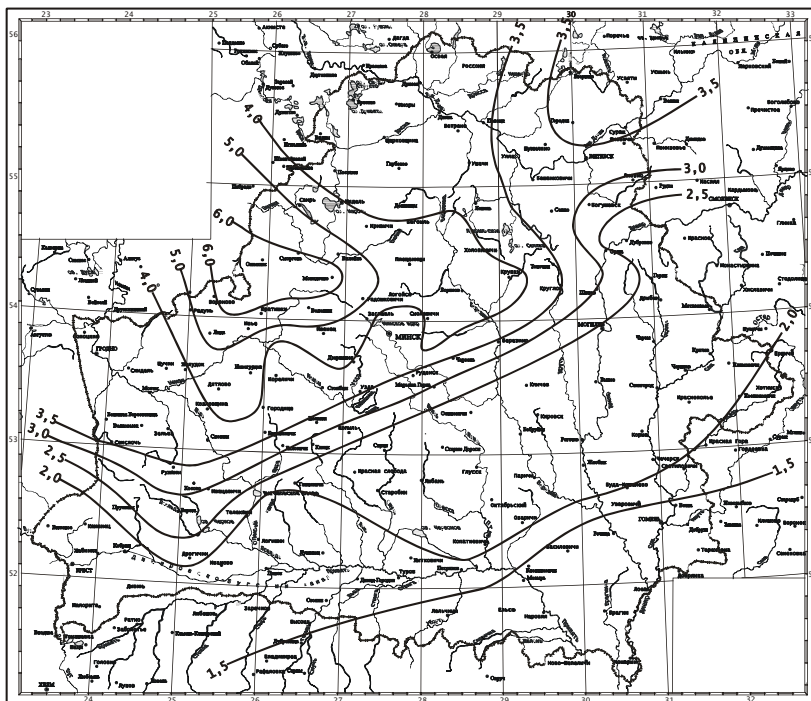


Рисунок 6.6. Карта изолиний среднемеженного модуля стока пятидесятипроцентной обеспеченности, л/(с км<sup>2</sup>).

### 6.3. Загрязнение природных вод

Наибольшие трудности в решении водных проблем связаны с изменением качества природных вод, их режима, и особенно с загрязнением водотоков и водоемов. Несмотря на принимаемые меры во многих речных системах и водоемах накоплено огромное количество загрязнений, в ряде мест природные процессы самоочищения водной среды подавлены, качество водной среды существенно изменилось в худшую сторону. Такое положение приводит к снижению биологической продуктивности водной среды, ухудшению природной обстановки, утрате рекреационных качеств.

Для основных водопользователей требования к качеству воды являются решающим фактором выбора источников и технических решений по водообеспечению и соответственно по размещению производственных объектов; требования различных водопользователей в большинстве случаев оказывается

между собой несовместимы, что вызывает необходимость в максимальной степени осуществлять комплексный подход при разработке водных проблем.

В последнее время повышенное внимание стало уделяться ухудшению качества природных вод в связи с увеличением точечного и площадного загрязнения, вызванного промышленностью и сельским хозяйством. Это связано с недостаточной обеспеченностью крупных населенных пунктов очистными сооружениями, повсеместным отсутствием очистки ливневых вод, не регламентируемым использованием минеральных и органических удобрений трансграничным переносом, а также с радионуклидным загрязнением территории после аварии на ЧАЭС. В последние десять лет, в связи с сокращением производства и грузоперевозок речным транспортом, антропогенный пресс на реки снизился. Коэффициент техногенного воздействия в бассейне реки Припять на данный момент составляет 0,08, что несколько слабее, чем в других регионах республики. И, хотя в настоящее время по Припяти выделены неблагоприятные в экологическом отношении участки, она остается по Европейским меркам довольно чистой рекой [Углянец, 2000].

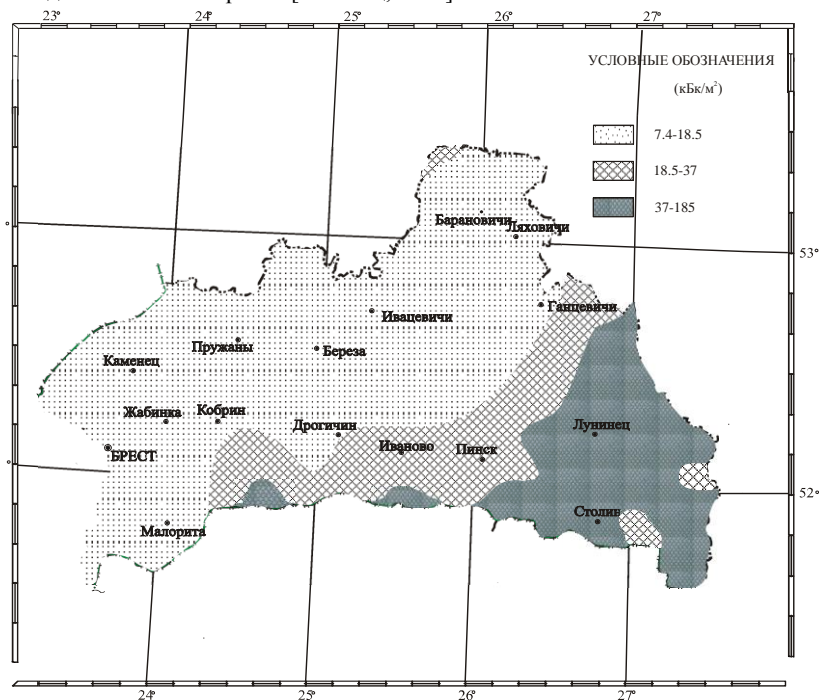
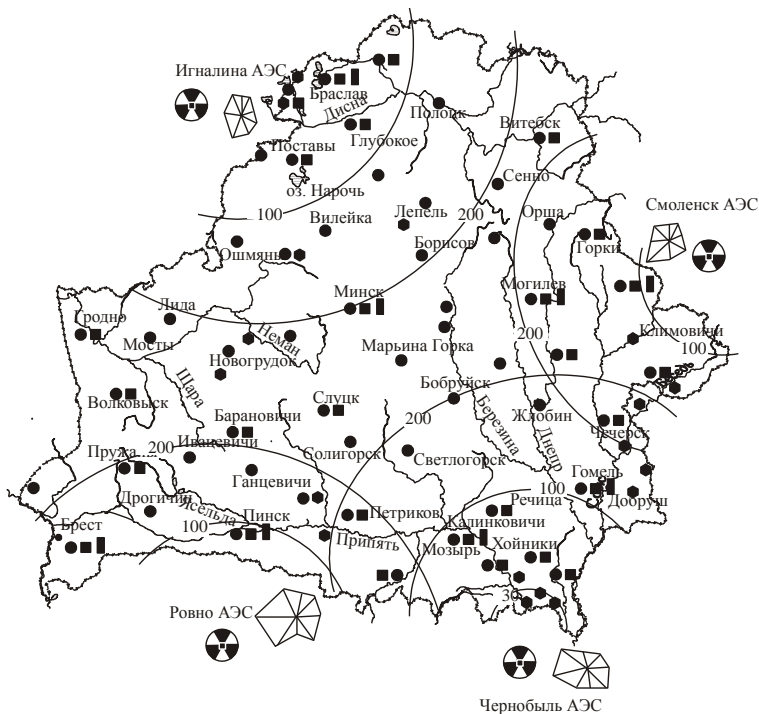


Рисунок 6.7. Содержание цезия-137 в почве на территории Брестской области по состоянию на 01.01.95 г.

До аварии на Чернобыльской АЭС концентрации  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде р. Припять составляли соответственно 0,0033...0,00185 и 0,00185...0,0066 Бк/дм<sup>3</sup>. В первые дни после аварии (период первичного загрязнения) суммарная бета-активность речной воды в районе ЧАЭС превышала 3000 Бк/дм<sup>3</sup> и только к концу мая 1986 г. снизилась до 150...200 Бк/дм<sup>3</sup>. Максимальные концентрации плутония-239 в воде р. Припять составили 0,37 Бк/дм<sup>3</sup>. В настоящее время наиболее высокое содержание стронция-90 (от 1,59 до 2,70 Бк/дм<sup>3</sup>) наблюдается в водах рек Брагинка, Желонь, Ротовка, Несвич, дренирующих территорий с высокой плотностью радиоактивного загрязнения, а также в старицах Припяти на территории зоны отселения. Анализ процессов накопления радионуклидов в донных отложениях показывает, что в настоящее время максимальные концентрации радионуклидов в донных наносах обусловлены их смывом с водосбора и дальнейшей транспортировкой по руслу реки взвешенными и влекомыми наносами, а также обменными процессами в системе вода – донные отложения, взвесь – вода. Концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в воде значительно ниже допустимых концентраций по нормам радиационной безопасности и не превышает республиканский допустимый уровень по его содержанию в питьевой воде. Но он все еще выше доаварийных значений. По сравнению с 1986 г. среднегодовые концентрации  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились: в Припяти – в 7 раз. Надо отметить, что территория почвы области в той или иной степени загрязнены радионуклидами (рисунок 6.7.). Переход радионуклидов в глубь почвы снизил величину смываемых частиц с поверхностными водами в реки, зато стал потенциально опасным источником загрязнения подземных вод. Кроме того, в непосредственной близости находится Ровенская АЭС и юго-восток области находится в зоне действия двух АЭС (рисунок 6.8).

Одной из особенностей речных систем Республики Беларусь, в том числе и Брестской области, является то, что они либо формируются за пределами государства и проходят транзитом из одной страны в другую через Беларусь, либо, сформировав местный сток в пределах Беларуси, "уходят" в другие государства. В связи с такими особенностями, вопросы трансграничного переноса речными системами приобретают значительный интерес как в свете оценки роли внутритерриториальной ситуации на реках, так и межгосударственных интересов в области охраны поверхностных вод.

Чисто транзитными речными системами в Брестской области являются: бассейн р. Припять (транзит между территориями Украины); бассейн р. Западный Буг (приход со стороны Украины — Польши и вынос на территорию Польши).



**Условные обозначения**








-  Преобладающее направление ветра - среднегодовая "роза ветров"
-  АЭС
-  100 Удаление от АЭС
-  Ландшафтно-геохимические полигоны
-  Пункты отбора проб радиоактивных выпадений
-  Измерение уровней мощности экспозиционной дозы гамма-излучения
-  Пункты отбора проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы

Рисунок 6.8. Система радиационного контроля Государственного Комитета по гидрометеорологии Республики Беларусь

Естественно, и с практической, и с методической точек зрения, в первую очередь представляет интерес трансграничный перенос основных загрязняющих веществ (либо описывающие их показатели и индексы типа БПК<sub>5</sub>). Причем необходима оценка всех трех составляющих переноса: количества прихода вещества с верхнего течения на границу, количества внутритерриториальной "добавки" и количества вещества, передающееся в другие государства с территории Республики Беларусь.

До настоящего времени не решен вопрос, связанный с трансграничным переносом основных загрязняющих веществ. В связи с этим необходима оценка составляющих этого переноса количества загрязнений: поступающих на территорию области с сопредельных государств, формирующихся на ее территории и уходящих за ее пределы [Плужников, Гриневич, 1998]. Достаточно сложная ситуация с информационным обеспечением отмечается на р. Припять. Это связано, в первую очередь, со сложной гидрографической картиной (приход со стороны Украины необходимо учитывать по большому количеству отдельных правых притоков) и с ограниченными гидрологическими и гидрохимическими режимными наблюдениями непосредственно на границе. Пункты контроля поверхностных вод на входе Украина – Беларусь в бассейне р. Припять на территории Брестской области расположены только на двух из семи основных трансграничных водотоков таблица 6.16. Следует отметить также достаточно непростую картину по бассейну р. Западный Буг. Так как сама река протекает непосредственно по границе — сначала между Украиной и Польшей, а затем между Беларусью и Польшей, в связи с чем по данным на основной реке невозможно оценить роль отдельной страны, и необходимы наблюдения практически на всех притоках (или хотя бы на основных) для получения достоверных данных о трансграничном переносе в полном объеме. На всех основных притоках р. Западный Буг имеются посты, но расположены эти посты не при впадении в главную реку, а намного выше по течению.

Естественно, точные данные по реальному трансграничному переносу предполагают большой объем натурных измерений одновременно на двух пограничных линиях, с учетом скорости продвижения и процессов трансформации водной массы. Однако в настоящее время такая возможность отсутствует, и возникает задача оценить трансграничный перенос с максимальным и эффективным использованием имеющихся стационарных наблюдений на ограниченном наборе расчетных створов.

Таблица 6.16. Список пунктов контроля качества поверхностных вод на границе Брестской области с соседними государствами

Название водного объекта	Местоположение (название) поста
р. Припять	г. Пинск 1 км выше
р. Припять	с. Качановичи (верхний бьеф)
р. Припять	с. Качановичи (нижний бьеф)
р. Горынь	г.п. Речица 3 км выше
р. Стыр	с. Ладорож
р. Западный Буг	с. Томашевка
р. Западный Буг	г.п. Домачево
р. Западный Буг	с. Колодно
р. Мухавец	г. Брест (верхний бьеф)
р. Мухавец	г. Брест (нижний бьеф)
р. Лесная*	с. Тяхиничи
р. Копанювка*	с. Черск
р. Пульва*	г. Высокое

Роль Брестской области в формировании гидрохимического стока по транзитным речным системам (рр. Припять, Западный Буг) оценивается в виде разности между величиной поступления и величиной на выходе с территории страны. При такой упрощенной постановке вопроса фактически учитывается не суммарная величина доли Беларуси в поступлении данного загрязняющего вещества в речную систему, а некий конечный результат после вмешательства сложных процессов самоочищения по мере продвижения водной массы. Возможно, с практической точки зрения эта итоговая величина наиболее интересна и показательна.

За время пробега на такое дальнее расстояние вещества подвергаются воздействию различных физических, механических, химических, биологических и других факторов, в результате которых происходит процесс самоочищения водных масс, т. е. концентрация загрязняющих веществ снижается. Одновременно с этим процессом, происходит попадание в реку веществ от точечных и рассредоточенных источников загрязнений. В результате на выходе масса выносимых веществ трансграничными водотоками является функцией противоположных процессов: самоочищения и загрязнения водотока на всем протяжении по территории страны.

По данным Департамента гидрометеорологии в ЦНИИКИВР выполнен расчет переноса загрязняющих веществ за 1995 – 2000 гг. [Станкевич, 2002]. В связи с тем, что достаточно сложно гидрологически разделить процессы происхождения по водосборно-административным районам, рассмотрим трансграничный перенос р. Припять в целом для Белорусского Полесья

Расчет вноса веществ на границе Украина – Беларусь выполнен в табличной форме.

Таблица 6.17. Средние за период 1995 – 2000 гг. характеристики переноса загрязняющих веществ антропогенного происхождения

Река	Нефтепродукты	СПАВ
Припять (г. Пинск), %	38,8	18,9
Горынь(п. Речица), %	47,8	73,9
Уборть (с. Краснобережье), %	13,4	7,2
Всего, %	100	100

Таблица 6.18. Средние за период 1995 - 2000г. характеристики переноса веществ преимущественно природного происхождения

Река	Железо общее	Марганец
Припять (г. Пинск), %	28,5	29
Горынь(п. Речица), %	35,9	58
Уборть (с. Краснобережье), %	35,6	13
Всего, %	100	100

Таблица 6.19. Средние за период 1995-2000г. характеристики переноса веществ смешанного происхождения.

Река	ВВ	БПК <sub>5</sub>	Азот аммон.	Азот нитрат.	Азот нитрит.	Фосфаты	Медь	Цинк	Никель
Припять (Пинск), %	25,3	29,8	38,3	21,6	31,6	12	34,9	41	37,2
Горынь (Речица), %	70,1	62,8	42,4	70,5	59,4	83	55,8	54,9	55,8
Уборть (с. Краснобережье), %	4,6	7,4	19,3	7,9	9,0	5,0	9,3	4,1	7
Всего, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Анализ таблиц показывает, что основное влияние на трансграничный внос веществ с Украины на территорию области оказывает река Горынь. Влияние р. Уборть по большинству показателей качества воды не превышает 7 – 9 %. Поскольку реки, не охваченные пунктами гидрохимического контроля (Ствига, Стырь, Моства, Словечна) сопоставимы по площади водосбора с р. Уборть, можно приближенно ожидать такого – же влияния этих рек на трансграничный перенос веществ [Станкевич, 2002].

Проведенный сопоставительный анализ показывает, что на реках бассейна р. Припять среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в речных водах, как правило, не превышают ПДК для водотоков и водоемов культурно-бытового назначения. В то же время эти концентрации по отдельным показателям (нефтепродукты, азот аммонийный, азот нитритный, медь, никель, цинк) превышают ПДК, установленные для водных объектов рыбохозяйственного назначения, в несколько раз (до 10), а максимальные из зарегистри-



рованных – в десятки раз. Однако в последние годы уровень загрязненности рек несколько снизился почти по всем показателям.

Сравнительная оценка качества поверхностных вод левых и правых притоков выполнена на примере р. Ясельды и р. Горынь. По взвешенным веществам, фосфатам, меди худшее положение на р. Горынь, по показателям БПК<sub>5</sub>, азоту аммонийному и нитритному, нефтепродуктам на р. Ясельда. Ход изменения загрязнений по рекам Полесья представлен в таблице 6.20 [Государственный..., 2001]. Наибольшие концентрации взвешенных веществ наблюдались на р. Припять ниже г. Мозырь, азота аммонийного и нитритного на р. Припять ниже г. Пинск.

Таблица 6.20. Средние годовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ в воде рек Белорусского Полесья за 2000 год

Показатели загрязнения	Единицы измерения	Река – створ			
		Припять 3,5 км ниже г. Пинска	Припять 1,0 км ниже г. Мозыря	Ясельда 0,5 ниже г. Березы	Горынь 0,5 км ниже п. Речица
Взвешенные вещества	мг/л	10,1	2,9	9,1	9,0
Растворенный кислород	мгО <sup>2</sup> /л	7,66	8,82	7,42	7,52
Бихромат окисляемый	мгО <sup>2</sup> /л	41,7	45,2	51,9	32,1
БПК <sub>5</sub>	мгО <sup>2</sup> /л	2,36	2,68	3,84	2,63
Азот аммонийный	мг/л	3,39	0,68	0,69	1,16
Азот нитритный	мг/л	0,037	0,013	0,012	0,054
Фосфаты	мг/л	0,368	0,049	0,047	0,184
Железо	мг/л	0,56	0,45	0,51	0,45
Медь	мг/л	0,008	0,008	0,007	0,007
Цинк	мг/л	0,027	0,031	0,021	0,036
Никель	мг/л	0,007	0,006	0,026	0,008
Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,04	0,03	0,03
СПАВ	мг/л	0,12	0,046	0,062	0,060
Индекс загрязнения воды	-	2,6	1,3	1,3	1,9

Расчет выноса веществ на границе Беларуси - Украина.

Таблица 6.21. Средние за период 1995-2000г. характеристики переноса веществ почти исключительно антропогенного происхождения, (т)

Река	Нефтепродукты	СПАВ
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	605	291
Припять (г. Наровля)	1360	351

Таблица 6.22. Средние за период 1995-2000г. характеристики переноса веществ преимущественно природного происхождения, (т)

Река	Железо общее	Марганец
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	3762	100
Припять (г. Наровля)	7864	307

Таблица 6.23. Средние за период 1995-2000г. характеристики переноса веществ смешанного происхождения, (т)

Река	ВВ	БПК 5	Азот ам-мон.	Азот нит-рат.	Азот нит-рит	Фос-фаты	Медь	Цинк	Никель
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	1050 92	1773 2	4272	176	5339	581	43	122	43
Припять (г. Наровля)	1479 65	3833 8	8487	210	6652	886	93	344	113

Общее состояние чистоты реки по физико-химическим и биологическим показателям свидетельствует о том, что р. Западный Буг сильно загрязнена, большинство показателей не соответствует нормам. Такое состояние обусловлено главным образом недостаточным и некачественным очищением стоков. На территории Украины наибольшее загрязнение приносит горнодобывающая промышленность с окраин Нововольнской области (Львов, Буска). На белорусской территории наибольшее влияние на качество воды в р. Западный Буг оказывают коммунальные и промышленные стоки г. Бреста, поступающие в Буг посредством р. Мухавец. На польской стороне большое количество стоков идет с сахарного завода в Стшижуве, которые очищаются механически. Далее по течению р. Западный Буг в месте впадения р. Влодавки поступают коммунальные и промышленные стоки с г. Влодавы. Последним левобережным притоком приграничного участка Буга является р. Кшна, которая со-

бирает коммунальные и промышленные стоки с. Лукува, междуречья Подляского и Бела - Подляского (таблица 6.16).

Таблица 6.24. Сравнительная характеристика качества воды в пограничных створах р. Западный Буг с. Томашевка (вход на территорию Беларуси) и с. Колодно (выход с территории Беларуси)

Показатели	Концентрация, г/м <sup>3</sup>			
	Средние		Максимальные	
	Томашевка	Колодно	Томашевка	Колодно
Взвешенные вещества	22,8	14,4	121,6	37,2
Азот аммонийный	0,74	0,46	4,26	0,61
Азот нитратный	1,16	0,72	4,6	2,76
Хлориды	49,1	31,4	76,0	47,
Фосфаты	0,24	0,23	0,48	0,43
Медь	0,002	0,002	0,007	0,0052
Никель	0,01	0,01	0,03	0,03
Цинк	0,01	0,01	0,1	0,02
Железо	0,19	0,30	0,52	0,60
БПК <sub>5</sub>	5,79	5,35	9,8	11,1

Полученные результаты трансграничного переноса веществ носят оценочный характер. Для более точной оценки на основании имеющейся мониторинговой информации необходимо выполнить работы по разработке единой для трех стран (Беларусь, Украина, Польша) расчетной методике трансграничного переноса веществ. В ней необходимо отразить следующие аспекты, влияющие на оценку переноса: точность представленных данных по качеству воды, внутригодовая неравномерность распределения гидрологических и гидрохимических показателей качества воды для каждого створа наблюдений, несовершенство методик отбора проб воды, не учитывающих неравномерность распределения примеси по сечению водотока. Анализ гидрохимической информации показывает, что на значения среднегодовой характеристики качества воды и соответственно выноса вещества по отдельным ингредиентам очень значительное влияние оказывает одна проба с высокими значениями, которые в дальнейшем за весь период (1995 – 2000гг.) не повторяются. Очевидно, что эти данные отражают какую-либо кратковременную аварийную ситуацию и не должны распространяться на значительный временной промежуток.

Информационное обеспечение по трансграничному переносу загрязняющих веществ реками Белорусского Полесья не может в полной мере обеспечить ее объективную оценку. В бассейне р. Припять стационарные наблюдения ведутся на самой р. Припять в г. Пинске и г. Мозыре, а также на двух правобережных притоках: на р. Горынь – п. Речица и р. Уборть – с. Краснобе-

режье. Гидрохимический сток, поступающий с территории Беларуси на Украину, оценивается по створу в 45 км ниже г. Мозыря, где практически отсутствует какое-либо заметное поступление гидрохимического стока в р. Припять с территории Беларуси. В бассейне р. Западный Буг гидрохимические наблюдения ведутся в створах Томашевка, Домачево, Речица и Колодно. Однако в связи с тем, что р. Западный Буг протекает по границе двух государств трудно оценить долю каждого из них в гидрохимическом стоке. Регулярные наблюдения за речным стоком и гидрохимическим режимом имеются в устье р. Мухавец и на р. Лесная – г. Каменец.

Динамика трансграничного переноса загрязняющих веществ весьма изменчива, поэтому в условиях недостаточности гидрологических и гидрохимических данных трудно объективно оценить сложившуюся ситуацию. При этом ожидать в ближайшее время существенного роста количества гидрохимических створов не приходится. В связи с этим необходимо совершенствовать методы косвенных оценок переноса загрязняющих веществ, организовать учет сброса загрязненных веществ через ливневую канализацию, уточнить методы количественной оценки загрязнений, поступающих в водные объекты вследствие смыва удобрений с сельхозугодий, поверхностного стока с урбанизированных территорий, а также от автотранспорта и выпадения загрязненных осадков; организовать мониторинг трансграничных водных объектов, наладить автоматизированный обмен кадастровой информацией с соседними государствами.

Поэтому создание международной (Беларусь, Украина, Польша) сети мониторинга за поверхностными водами, а также увеличение плотности метеорологической сети имеет важное значение.

Наблюдение за подземными водами в слабо- и ненарушенных условиях, осуществляемое в бассейне Западного Буга по 44 скважинам, а в бассейне р. Припять по 56 скважинам, показало, что хорошее качество грунтовых вод характерно для Беловежской Пущи. На остальной территории наблюдается очаговое их загрязнение, где повышено содержание ионов хлора, сульфатов, нитратов [Государственный..., 2001]. В бассейне р. Припять основными загрязнителями являются сульфаты (до  $35 \text{ мг/дм}^3$ ) – в низовьях р. Птичь, хлориды (до  $109,9 \text{ мг/дм}^3$ ) – в бассейне р. Горынь; нитраты – ( $61,35 \text{ мг/дм}^3$ ) – Ситненский гидрогеологический пост. В бассейнах р.р. Бобрик, Оресса и прирусловой части среднего течения р. Припять наблюдается повышенное содержание ионов железа (до  $67,4 \text{ мг/дм}^3$ ).

Качество подземных вод, отбираемых групповыми и одиночными водозаборами, в основном, соответствуют требованиям ГОСТа и в процессе экс-

плуатации меняются слабо. Однако, по ряду водозаборов, в результате не соблюдения санитарных условий, наблюдается локальное загрязнение отбираемых вод. Подземные воды, как правило, характеризуются высокой цветностью, достигающей 40...90° (при допустимом значении 20°). На водозаборах гг. Барановичи, Кобрин, мутность воды достигает 2...10 мг/дм<sup>3</sup>. На водозаборах Щара-1 и Щара-2 (г. Барановичи) минерализация воды достигает 0,9...1,1 мг/дм<sup>3</sup> [Государственный..., 2001].

Серьезную экологическую опасность для природных вод оказывают разведка и разработка нефтяных месторождений, а также других полезных ископаемых. Так, например, разработка месторождения гранита «Микашевичи» с водоотливом 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут изменила естественные гидрогеологические условия в радиусе 10 км и вовлекла в нарушенный режим территорию в несколько сот километров. В пределах бассейна Припяти, согласно исследованиям М.М. Черепанского, выявлено около 10 месторождений обводненных твердых полезных ископаемых, суммарный водоотлив из которых может составить 150 тыс. м<sup>3</sup>/сут [Современные..., 1998; Состояние..., 1998].

По данным А.В. Кудельского и В.И. Пашкевича, в настоящее время 76 % колодцев имеют воды с содержанием нитратов выше ПДК [Сборник санитарных правил..., 2000]. Их концентрации достигают нередко 600-1200 мг/дм<sup>3</sup>. Часто эти воды неблагоприятны и по микробиологическим показателям. В то же время, именно на использовании грунтовых вод базируется 90 % питьевого водоснабжения сельского населения. Загрязнение грунтовых вод нитратами отмечается в районе эксплуатируемых водоносных горизонтов в районе одиночных скважин. На водозаборах "Волохва" и "Щара-1" (Барановичи) подземные воды загрязнены аммиаком (от 2,25 до 10 мг/дм<sup>3</sup>).

На ухудшение качества подземных вод в Брестской области существенное влияние оказывает не только существующая техногенная нагрузка, но и санитарно-техническое состояние самих водозаборов и прилегающих к ним территорий. Для большинства групповых водозаборов не разработаны проекты по организации зон санитарной защиты и комплекса мероприятий, исключающих возможность ухудшения качества подземных вод [Калинин, Писарик, 2001; Калинин, 1998].

Потенциально опасным источником загрязнения подземных вод являются территории площадью 47 тыс. км<sup>2</sup>, загрязненные чернобыльскими радионуклидами выбросами с плотностью свыше 1 Ки/км<sup>2</sup> по <sup>137</sup>Cs. Случаев превышения активности радионуклидов свыше республиканского контрольного уровня (РКУ) в подземных водах не установлено. Однако в грунтовых водах уровень загрязнения значительно превышает естественный фон и на некото-

рых прирусловых инфильтрационных водозаборах (водозабор "Сож", г. Гомель) отмечается тенденция к росту содержания  $^{90}\text{Sr}$ .

Следует отметить, что до 1992 г. в республике отсутствовали детальные гидрогеоэкологические исследования территорий городов, районов, областей. Исследования, выполненные в составе территориальных комплексных схем охраны окружающей среды Могилевской области, Барановичского, Гомельского, Жлобинского, Калинковичского, Мозырского, Пинского и др. районов республики положили начало восполнению этого пробела [Калинин, Писарик, 2001; Калинин, 1998]. Была разработана методика исследований с учетом специфики и размеров территории. Так, для области использовался масштаб 1: 200 000, для района – 1:100 000, для города – 1:10 000. В ходе исследований выполнялась оценка естественных, эксплуатационных и прогнозных запасов подземных вод. Отбирались пробы воды на химическое, бактериологическое и радиационное загрязнение. Изучалось санитарно-гигиеническое состояние участков групповых и одиночных водозаборов, колодцев, обследовались потенциальные источники загрязнения подземных вод. Особое внимание уделялось водам зоны активного водообмена, незатампонированным водозаборным скважинам, складам минеральных удобрений и пестицидов, животноводческим фермам и крупным комплексам, птицефабрикам, полям орошения, местам геологоразведочных работ на нефть, месторождениям полезных ископаемых, нефтепроводам, военным городкам, садоводческим товариществам, полигонам твердых бытовых отходов, местам захоронения радиоактивных отходов, очистным сооружениям сточных вод и т.п.

В результате для каждой изученной территории были составлены карты: гидрогеологических условий, условий формирования и движения грунтовых и напорных вод, их защищенности, эксплуатации и степени химического загрязнения. Проведена оценка роли каждого источника загрязнения в ухудшении качества подземных вод. Определен период, когда качество подземных вод было наиболее критическим. Для этого использовались химические, бактериологические и радиологические анализы различных организаций за последние 20-25 лет. Анализ этих данных позволил провести районирование территории по качеству подземных вод и составить карту. Были разработаны рекомендации, по рациональному использованию и охране подземных вод каждого населенного пункта, каждого группового и одиночного водозабора. Составлена карта мероприятий по охране подземных вод. Проведена оценка ущерба от загрязнения и истощения подземных вод, а также оценка эффективности от внедрения эколого-ориентированных мероприятий [Калинин, Писарик, 2001; Калинин, 1998].

В качестве примера использования подземных вод БП и описания степени их химического загрязнения приведем результаты исследований для Барановичского района Брестской области, где проживает более 220 тыс. человек [Калинин, Писарик, 2001]. В городе эксплуатируются 6 групповых и 16 одиночных водозаборов, что обеспечивает 100 %-ное централизованное водоснабжение. Сохранившиеся колодцы используются, в основном, для хозяйственных целей. Хозяйственно-питьевое водоснабжение сельских населенных пунктов района базируется исключительно на подземных водах. Доля поверхностных вод не превышает 25 %. В районе к 1998 г. пробурено 634 одиночные скважины, а действовало 346, по данным ССМУ-2 затампонировано 107 скважин. Судьба 181 скважины неизвестна. Около 71% скважин эксплуатируют воды четвертичных отложений. На населенный пункт приходится от 1 до 25 скважин, в то же время в 59 деревнях скважины отсутствуют. Полное централизованное водоснабжение имеют п.п. Жемчужный, Мир и Октябрьский. В 40 деревнях оно организовано частично, что компенсируется 10216 колодцами. Глубина их составляет от 3 – 5 до 10 – 15 м. Суточный отбор воды из колодцев (из расчета 50 л на человека) может составлять 1,27 тыс. м<sup>3</sup>. Для бальнеологических целей в санатории “Радон” в долине р. Молчадь используются подземные воды с содержанием радона до 220 эман. В районе есть и другие участки выхода радона с меньшей интенсивностью.

Анализ данных последних лет показывает, что использование подземных вод в районе не соответствует рациональному водопользованию. Фактически водоотборы на всех групповых водозаборах города ниже утвержденных эксплуатационных запасов по категориям А+В и составляют всего 44 – 61 % от них. Количество эксплуатационных скважин (без учета ведомственных) достигло 69, что составляет 4 скважины на 10 тыс. жителей. Для сравнения в Гомеле на это количество жителей приходится 2,5 скважины. Фактические дебиты скважин на всех водозаборах составляют в среднем 60 – 70 % от проектных, хотя понижение уровней в центре водозаборов не превышает 40 % от допустимого. Водоприемные части на многих скважинах (особенно на водозаборе Щара-1) выполнены с низким качеством.

При рациональном водопользовании современные потребности города могут быть удовлетворены только за счет водозаборов Щара-1 и Щара-2, запасы которых утверждены в количестве 48,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, и водопотребление при норме в 250 л/сут не превысит 43,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В дальнейшем возможен ввод в эксплуатацию водозабора Дубровно. Водозаборы Волохва, ПХБО и все ведомственные групповые и одиночные водозаборы, расположенные в пределах городской застройки, где практически невозможно обеспечить зону санитар-

ной охраны (ЗСО) 3 пояса, необходимо вывести из эксплуатации и затампонировать.

В сельских населенных пунктах возможности водозаборных скважин, как и в городе, используются не полностью. Потенциальная производительность всех действующих скважин в районе оценивается в 55 млн.  $m^3/год$ , в то время как существующее водопотребление составляет 8,8 млн.  $m^3/год$ , т.е. не превышает 16 %. Этот водоотбор может быть обеспечен в 6 – 7 раз меньшим числом эксплуатационных скважин.

Анализ многолетних данных по химическому составу подземных вод позволило построить карту степени их химического загрязнения в масштабе 1:100 000 (рисунок 6.9). К *низкой степени загрязнения грунтовых вод* отнесены участки, где воды за последние 20 лет не изменили своего первоначально качественного состава, хотя имеют некоторые отступления от ГОСТ 2874-82. Это преимущественно лесные массивы и территории, не используемые в сельскохозяйственной деятельности. К *средней степени загрязнения грунтовых вод* отнесены участки, где содержание загрязняющих веществ (нитратов, хлоридов и др.) в воде выше естественного фона, но не превышает ПДК. Эта зона зафиксирована на территории пашни и большинства населенных пунктов. К *периодически высокой степени загрязнения грунтовых вод* отнесены территории, где содержание загрязняющих веществ в отдельные годы или его периоды превышают ПДК. К *высокой степени загрязнения грунтовых вод* отнесены участки, где содержание загрязняющих веществ в воде постоянно превышает ПДК.

На основании обширного фактического материала установлено, что химическому загрязнению в районе подверглась большая часть подземных вод.

*Участки с низкой степенью загрязнения грунтовых вод* и вод sporadического распространения выделены в юго-западной и западной частях района (д.д. Полонка, Подгорная, Лесная, Миловиды). Содержание хлоридов и сульфатов здесь не превышает  $3 \dots 5 \text{ мг/дм}^3$ , а нитратов –  $0,5 \dots 1,0 \text{ мг/дм}^3$ . Минерализация воды соответствует естественному фону ( $0,4 \text{ г/дм}^3$ ). Площадь этой зоны составляет 33 % от территории района.

К *средней степени химического загрязнения грунтовых вод* отнесены участки 28 деревень, перечень которых представлен в работе [Калинин, Писарик, 2001]. В грунтовых водах и водах sporadического распространения содержание хлоридов составляет  $5 \dots 30 \text{ мг/дм}^3$ , нитратов –  $0,2 \dots 45 \text{ мг/дм}^3$ . Минерализация воды изменяется в пределах  $0,1 \dots 0,4 \text{ г/дм}^3$ . Эта зона занимает около 53 % территории района.



*Периодически высокая степень загрязнения* грунтовых вод установлена в большинстве сельских населенных пунктах (в 170 из 247). Содержание нитратов изменяется от 0 до 509, хлоридов – от 1 до 210 мг/дм<sup>3</sup>. Суммарное содержание солей преимущественно составляет 0,3...0,5 г/дм<sup>3</sup>, в отдельные периоды снижаясь до 0,15...0,2 или повышаясь до 0,7...0,9 г/дм<sup>3</sup> и более (дд. Заболотье, Звездная – 1,5; Колпеница – 1,13 г/дм<sup>3</sup>).

*К высокой степени загрязнения* грунтовых вод отнесены территории г. Барановичи и 19 сельских населенных пунктов [Калинин, Писарик, 2001]. Содержание нитратов здесь постоянно превышает ПДК (составляя 49...309 мг/дм<sup>3</sup>), хлоридов – 15...47 мг/дм<sup>3</sup>, общая минерализация не превышает 0,6 г/дм<sup>3</sup>.

Выполненный детальный анализ динамики загрязнения подземных вод показывает, что началом загрязнения можно считать 1980–1985 гг., когда содержание нитратов в пределах деревень составляло 0,5...21,3 мг/дм<sup>3</sup>. К 1988 г. в отдельных населенных пунктах содержание нитратов выросло до 65, а иногда и 345,8 мг/дм<sup>3</sup>. При этом происходил рост хлоридов до 130 мг/дм<sup>3</sup>. Максимум загрязнения приходится на 1992–1993 гг., когда содержание нитратов в большинстве деревень превысило ПДК и достигло 400...500 мг/дм<sup>3</sup>. Это вполне согласуется с количеством внесенных удобрений. С 1992 г. количество вносимых удобрений стало сокращаться. В 1995 г. оно уменьшилось в 3 раза, что привело к самоочищению грунтовых вод во многих деревнях до средней степени. И только в 19 вышеназванных деревнях сохранилось высокое загрязнение. Неблагоприятная обстановка сложилась на полях орошения животноводческими стоками в совхозе-комбинате “Мир” и в районе свиноводческого комплекса “Восточный” на 46 тыс. голов.

В г. Барановичи в абсолютном большинстве контролируемых участков (в 26 из 28) содержание нитратов уже с 1989–1993 гг. от 1,5 до 10 раз превысило ПДК. На ул. Литовской достигнуто рекордное значение – 852 мг/дм<sup>3</sup>, что 19 раз превышает ПДК. В последующие годы снижение загрязнения не отмечается. Причиной высокого загрязнения подземных вод в городе являются приусадебные участки и огороды в частном секторе, с неконтролируемым внесением удобрений, наличием дворовых туалетов, выгребных и компостных ям, необорудованных мест содержания животных и птицы.

В городе трудно обеспечить защиту водозаборов подземных вод от загрязнений. Так, например, ЗСО 3 пояса водозабора Волохва охватывает практически весь город. Для водозабора ПХВО проект ЗСО не разработан, но фактически она будет захватывать застроенную часть города. Водозаборы КЭЧ также подверглись нитратному загрязнению. В военных городках содержание

нитратов в 1995 г. составило 47,7...64,8; хлоридов – 28...40, сульфатов – 63...84 мг/дм<sup>3</sup>. В ЗСО 3 пояса водозабора Щара-1 имеются крупные загрязнители в виде животноводческих ферм. В 1996 г. здесь наблюдались случаи бактериального загрязнения подземных вод. Этот вид загрязнения зафиксирован в двух скважинах и на водозаборе ТЭЦ.

Ниже залегающие межпластовые воды в городе и районе также подверглись загрязнению, хотя уровень его несколько меньше, чем в грунтовых водах и водах спорадического распространения. Первые признаки загрязнения межпластовых вод отмечались еще в 70-е годы при сооружении новых водозаборных скважин. К концу 80-х годов содержание нитратов составляло до 20–30 мг/дм<sup>3</sup>. В последние годы, как в городе, так и в районе резко возросло содержание аммиака до 0,5...1,8 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК равном 2 мг/дм<sup>3</sup>).

Относительно высокий процент (до 12...13 %) бактериального загрязнения межпластовых вод в районе, эксплуатируемых одиночными водозаборными скважинами, объясняется отсутствием пояса строгой санитарной защиты.

Близость к земной поверхности кристаллического фундамента, разделенного тектоническими нарушениями на блоки, обусловило насыщение подземных вод радоном. Концентрации радона в верхнепротерозойском горизонте на водозаборе Волохва составляет до 36,1; водозаборе Щара-1 до 22,8; на водозаборе Щара-2 до 26 Бк/дм<sup>3</sup>, что выше РДУ (18 Бк/дм<sup>3</sup>).

Анализ приведенных данных свидетельствует, что качество подземных вод г. Барановичи и многих сельских населенных пунктах неблагоприятное. Для восстановления их качества, защиты от дальнейшего загрязнения и рационального их использования разработан комплекс мероприятий, который передан в исполнительные и контролирующие органы г. Барановичи.

Пресные подземные воды Пинского района, занимающие практически всю мощность гидрогеологического разреза, в естественных условиях залегания характеризуются повышенным содержанием железа и пониженным содержанием – фтора. В результате антропогенного воздействия на отдельных участках они подверглись загрязнению и претерпели существенные изменения. Использование подземных вод в районе не всегда носит рациональный характер, а их охрана явно недостаточна. Вот несколько примеров, подтверждающих это высказывание.

В г. Пинск общее количество незатампонированных и неэксплуатирующихся скважин составляет 13 шт. В третьем поясе зоны санитарной охраны (ЗСО) водозабора Пина-1 расположена нефтебаза с высоким уровнем загрязнения подземных вод нефтепродуктами. В третьем поясе ЗСО водозабора Пи-

на-2 не проводится дезинфекция сточных вод инфекционной больницы в д. Молотковичи, кроме того, в этой зоне расположены животноводческие фермы. Большая часть одиночных водозаборных скважин в городе и районе не имеет первого пояса ЗСО. Из 150 животноводческих ферм и комплексов типовые навозохранилища имеются только на 95.

В 73 деревнях наблюдается периодически высокая степень загрязнения подземных вод, причем, только в 14 из них (Бобрик, Бол. Диковичи, Вылазы, Жидче, Завидчицы, Ладарож, Мал. Дворцы, Молодельчицы, Невель, Островичи, Парахонс, Паре, Селище, Хойно) имеется водопровод, обеспечивающий все население. Частичное обеспечение водопроводом (от 2 до 90 %) имеется в 30 деревнях. Общая протяженность водопроводной сети составляет 140 км. В остальных деревнях централизованное водоснабжение не организовано.

В 76 сельских населенных пунктах, где отсутствует водопровод, на протяжении последних лет не контролируется качество питьевых вод в шахтных колодцах. Отсутствуют сведения по качеству воды также в 94 садоводческих товариществах района.

В 56 деревнях пробурено по три и более водозаборных скважин, которые по своей сути представляют групповые водозаборы. Тем не менее, вокруг этих водозаборов отсутствуют не только второй и третий пояса ЗСО, но не редко и первый пояс ЗСО. Не имеют поясов ЗСО также водозаборы, предназначенные для орошения сельскохозяйственных культур.

С целью защиты подземных вод от загрязнения, восстановления их первоначального качества, рационализации их использования предложен комплекс эколого-ориентированных мероприятий общего, технического, санитарно-гигиенического характера.

*Неотложные мероприятия.* Они предусматриваются на наиболее экологически неблагоприятных участках и направлены на минимизацию антропогенного воздействия, санитарно-гигиеническую защиту водозаборов, усиление контроля за качеством подземных вод и улучшением обеспечения населения качественной питьевой водой. Для этого:

- в г.п. Логишина и на территории 73 деревень, где отмечается периодически высокая степень загрязнения подземных вод необходимо благоустроить территории вокруг шахтных колодцев и исключить загрязнения от животноводческих ферм, скотных дворов, навозохранилищ, складов ГСМ, личных подворий и т. п.;
- заброшенные, незаконсервированные и выведенные из эксплуатации водозаборные скважины, которые могут стать прямыми каналами поступления загрязнений с поверхности в водоносные горизонты необхо-

димо затампонировать. В Пинске требуется тампонаж скважин: бывшего казенного винного склада, на станции железной дороги, на ул. Факельная, Дзержинского, Ксендовская, Краснопольская, Почтовая, Ленина, которые были сооружены до второй мировой войны. Не эксплуатируются скважины, которые были построены в послевоенный период: Белгидростанции, школы 10, промышленной базы строительного управления № 100, промышленной базы Главполесьеvodстроя, жилого поселка строительного управления № 902, базы СПМК – 35 и базы Пинского участка ССМУ – 2;

- необходимо реализовать проект зоны санитарной охраны (ЗСО) водозабора Пина-2, санитарное благоустройство третьего пояса ЗСО водозабора Пина-1 и организацию (восстановление) первого пояса строго режима ЗСО одиночных водозаборных скважин, как в городе (31 шт.), так и районе (210 шт.);
- необходима утилизация отходов свиноводческого комплекса «Южное»;
- требуется инвентаризация более 5 тыс. шахтных колодцев в 73 деревнях с периодически высокой степенью загрязнения подземных вод, а также изучение уровня загрязнения подземных вод в 76 деревнях, где такие обследования не проводились.

*Первоочередные и перспективные мероприятия.* Они направлены на уменьшение антропогенной нагрузки, оптимизацию водоснабжения Пинска, Логишина и сельских населенных пунктов. По времени эти мероприятия более продолжительны и трудоемки:

- в 26 деревнях со средней степенью и в 83 деревнях с низкой степенью загрязнения грунтовых вод необходимо благоустроить территории вокруг шахтных колодцев, приступить к сооружению централизованного водопровода и исключить загрязнения от животноводческих ферм, скотных дворов, навозохранилищ, складов ГСМ, личных подворий и т.п.;
- требуется тампонаж 50 заброшенных и непригодных для дальнейшего использования одиночных водозаборных скважин, а также консервация 27 скважины;
- необходимо изучить качество грунтовых вод, используемых на территории 94 садоводческих товариществ;
- требуется реализация проектов ЗСО для группового водозабора «Козловка» г.п. Логишин, и сооружение скважинных водозаборов в деревнях с периодически высокой степенью загрязнения подземных вод, где их еще нет;

- необходимо строительство станций обезжелезивания перед подачей воды для населения;
- требуется вывод из эксплуатации группового водозабора Пина-1, из-за невозможности обеспечения вокруг него ЗСО. Ликвидация водозабора будет возможной при расширении водозабора Пина-2 или при вводе в эксплуатацию нового водозабора Струмень;
- необходимо выбрать 180 участков около каждой деревни для складирования твердых бытовых отходов и организовать периодический контроль по недопущению образования стихийных неорганизованных свалок, являющихся потенциальным источником загрязнения грунтовых вод;
- необходимо возобновление режимных наблюдений за грунтовыми водами на полях орошения животноводческими стоками, на строящихся полигонах ТБО;
- организация централизованного водоснабжения в 6 деревнях, расположенных в зоне влияния водозабора Пина-2;
- строительство 55 типовых навозохранилищ на животноводческих объектах.

Приведенные примеры являются характерными для территории всей Брестской области.

Проведенные исследования показали масштабы загрязненности грунтовых и напорных вод по площади отдельных районов Брестской области. Понимая особую важность сохранения высокого качества пресных подземных вод, 26 мая 1999 г. был принят Закон «Об обеспечении населения питьевой водой», а Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды взят под строгий контроль вопрос обеспечения населения чистой питьевой водой и сохранения водных источников.

Первоочередными задачами в области улучшения качества поверхностных и подземных вод являются [Калинин, Волчек, 2001]:

- оценка современного состояния загрязнения поверхностных и подземных вод и прогноз на ближайшую перспективу;
- оценка составляющих трансграничного переноса основных загрязняющих веществ для Припяти и Западного Буга. Оптимизация сети наблюдений за качеством поверхностных вод;
- разработка эффективных методов и способов улучшения природных и очистки сточных вод;

- разработка мероприятий по снижению загрязнения поверхностных и подземных вод при разработке месторождений полезных ископаемых (гранита - «Микашевичи»);
- разработка мероприятий по улучшению качества подземных вод на групповых водозаборах основных населенных пунктов Брестской области;
- разработка мероприятий по регулированию стока, подаче воды из вне, повторному использованию дренажных вод, а также исследование возможности применения нетрадиционных способов, методов и источников покрытия дефицитов влажности почвы сельскохозяйственных полей;
- разработка методики оценки ущерба от загрязнения вод с учетом экологической безопасности для человека и природной среды.

Дальнейшие исследования по водным ресурсам Брестской области целесообразно сосредоточить на следующих основных направлениях [Калинин, Волчек, 2001]:

- предотвращение и уменьшение негативных последствий от наводнений;
- улучшение качества поверхностных и подземных вод;
- охрана водных источников при разработке месторождений полезных ископаемых;
- управление режимом поверхностных и подземных вод, обеспечивающим биосферное функционирование природных экосистем;
- создание бассейновой схемы управления водными ресурсами Брестской области.

## 7. АНТРОПОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

В современных условиях одной из главных задач человечества является рациональное использование и охрана природных ресурсов и особенно наиболее чувствительного из них – водных ресурсов.

В связи с увеличением потребления пресной воды и интенсивным преобразованием естественных природных ландшафтов в последнее столетие остро стоит проблема оценки антропогенных изменений гидрологического режима водных объектов и контроля состояния водных ресурсов, через которые происходит важнейший аспект взаимодействия человека и окружающей среды.

Основные гидрологические характеристики водных ресурсов не являются стабильными величинами. Под влиянием и при участии комплекса разнообразных по генезису и динамике факторов они непрерывно изменяются как по территории, так и во времени. Совокупность этих причин можно разделить на природные и антропогенные, которые различаются характером и последствиями своего влияния на водные ресурсы. Природные причины определяют пространственно-временные колебания водных ресурсов в зависимости от различий в ее физико-географических условиях, а также под влиянием годового и векового хода климатических условий. Внутригодовые колебания происходят постоянно и их последовательность. Вековые колебания происходят сравнительно медленно, распространяются на довольно обширные территории, носят обычно периодический характер и стремятся к некоторой постоянной величине. Наблюдения и исследования показывают, что за прошедший период эти отклонения не носили прогрессирующего характера. Периоды похолодания и потепления, засушливые и влажные годы чередуются во времени и общее состояние водных ресурсов и их качество существенно не изменяются. Таким образом, главной особенностью естественных причин является то, что происходящие изменения не имеют односторонней тенденции [Булавко, Плужников, 1982].

Антропогенные причины являются следствием различных видов человеческой деятельности. Они влияют на водные ресурсы и качество вод сравнительно быстро и действуют односторонне. В этом и состоит их главное отличие от природных причин [Булавко, Плужников, 1982]. Виды хозяйственной деятельности, вызывающие изменения количественных и качественных характеристик водных ресурсов, весьма разнообразны, зависят от физико-географических условий территории, особенностей ее водного режима и характера использования. Они могут быть в виде перераспределения водных ресурсов во времени (регулирование речного стока водохранилищами), про-

странстве (территориальное перераспределение стока), изменения влагозапасов зоны аэрации с помощью гидротехнических мелиораций, интенсификации сельскохозяйственного производства, включая применение минеральных удобрений и ядохимикатов, создание животноводческих комплексов, трансформация растительного покрова и т. п.

Антропогенные воздействия по гидрологическим последствиям, методам их учета и оценки многообразия их видов можно разделить на две большие группы: прямые и косвенные. Первая группа включает инженерные мероприятия в руслах рек, вторая – деятельность на поверхности водосборов. К первой группе относятся: создание водохранилищ, территориальное перераспределение стока из одного водосбора в другой, устройство водозаборов и т. п. Все изменения водных ресурсов, связанные с непосредственными заборами или сбросами воды, поддаются инженерному расчету и легко могут быть учтены в практике водохозяйственного проектирования.

Вторую группу составляют такие виды деятельности, как интенсификация богарного земледелия, мелиорация земель, агролесомелиоративные мероприятия, сказывающиеся на водных ресурсах косвенно. Определить непосредственным расчетом характер и размеры такого влияния обычно невозможно, так как задача отличается большой сложностью и недостаточной изученностью. Поэтому оценку влияния этих видов деятельности делают обычно приближенно по результатам специальных исследований. Анализ гидрологических последствий производственной деятельности показывает, что суммарный эффект состоит в устойчивой тенденции к уменьшению ресурсов местного стока и ухудшению качества вод, что необходимо учитывать при их использовании.

В настоящее время на территории Брестской области, впрочем как и на других освоенных территориях, гидрологический режим водных объектов определяется не только естественными колебаниями метеорологических элементов, но и антропогенными факторами. При этом роль последних с каждым годом усиливается, не смотря на некоторый экономический спад в экономике, недоучет их может привести к значительным ошибкам при определении расчетных характеристик.

Данные об изменениях водных ресурсов и прогнозируемых изменениях гидрологического режима необходимы для научного обоснования и эффективного их использования. В связи с этим проблема оценки влияния хозяйственной деятельности на водные ресурсы и связанный с ним гидрологический режим, а также водный баланс является одной из главных проблем гидрологии.



### 7.1. Анализ методов оценки воздействия антропогенных факторов на речной сток

Современные методы количественной оценки влияния антропогенных факторов на речной сток зависят от наличия исходной информации, генетических особенностей водосборов, вида хозяйственной деятельности и степени ее развития, их можно разделить на три основные группы [Шикломанов, 1979]:

- методы, основанные на исследовании многолетних колебаний стока в опорных гидростворах в совокупности с анализом изменений естественных метеорологических факторов и развития хозяйственной деятельности в бассейнах;
- воднобалансовые методы, предусматривающие отдельный учет водозаборов и сбросов, изменений элементов водного и теплового балансов в бассейне реки в результате воздействия каждого вида хозяйственной деятельности в отдельности;
- методы активного эксперимента.

В основу первой группы методов положена гипотеза изучения многолетних колебаний гидрологических характеристик в замыкающем створе под воздействием различных природных факторов и количественная оценка степени влияния хозяйственной деятельности. Для этих целей используются следующие методы: сравнение характеристик стока за различные периоды; аналогии; восстановления стока по естественным стокоформирующим факторам в бассейне. Достоинством этих методов является возможность провести оценку влияния на гидрологический режим всей совокупности действующих на водосборе как антропогенных, так и естественных факторов. Одним из наиболее используемых методов определения величин антропогенных факторов является сравнение наблюдений выделенных из многолетнего ряда временных отрезков с различным уровнем хозяйственной деятельности. При этом сравнивают значение какого-либо метеорологического фактора, например, для условий Брестской области таким фактором можно считать атмосферные осадки, т. е. годовой сток в основном определяется годовыми атмосферными осадками (коэффициент корреляции  $R = 0,7 \dots 0,9$ ).

Кроме сравнения среднего стока одинаковых по атмосферным осадкам периодов, применяются так называемые двойные интегральные кривые зависимости годового руслового стока от годовых атмосферных осадков, по измерению угла наклона которых делается вывод о том, когда начались изменения стока под воздействием хозяйственной деятельности и каковы эти изменения.

Парная корреляция и двойные интегральные кривые могут быть эффективными для восстановления стока, если в качестве аргумента использу-

ются характеристики, отражающие основной стокообразующий фактор бассейна, который может быть различным в зависимости от особенностей формирования стока и от общих функционально-географических условий.

При невозможности выделения одного главного фактора действующего на сток, используется метод множественной линейной корреляции, который по экспериментальным данным позволяет составить многофакторную математическую модель изменения гидрологических характеристик. Метод множественной линейной корреляции при решении задач влияния хозяйственной деятельности на сток используется в двух аспектах: - исследование пространственных изменений средних значений стока за один и тот же период наблюдений на возможно большее число водосборов выбранного района с различными физико-географическими характеристиками и уровнями хозяйственного освоения; - изучение колебаний стока во времени в замыкающем створе водосбора за возможно более продолжительный многолетний период.

Количественная оценка изменений стока производится путем включения в непосредственном виде антропогенных факторов в уравнение множественной регрессии, а также посредством восстановления естественных гидрологических характеристик по уравнению множественной регрессии между стоком и природными факторами, его определяющими. Разность между восстановленным и наблюдаемым стоком показывает суммарную роль антропогенных факторов в формировании стока в замыкающем створе. При этом принимается, что хозяйственная деятельность человека проявится равномерно по всей территории, в качестве естественных стокообразующих факторов для расчетов по методу множественной корреляции принимается только метеорологические данные (атмосферные осадки, снеготпасы, температура и влажность воздуха, скорость ветра и др.). При оценке стока крупных рек с использованием множественной корреляции в качестве предикторов используется сток небольших бассейнов индикаторов, имеющих естественный режим.

Для исследования пространственных изменений гидрологических характеристик под влиянием различных естественных факторов и хозяйственной деятельности в однородном физико-географическом районе выбираются водосборы и для них подсчитывается сток за один и тот же многолетний период, строится уравнение регрессии стока от определяющих естественных и антропогенных факторов и выявляется влияние и роль в формировании средних характеристик стока того или иного фактора в отдельности.

Широкое распространение в гидрологии для оценки влияния хозяйственной деятельности получили различные модификации восстановления естественных гидрологических характеристик исследуемой реки по аналогам

или так называемым контрольным водосборам, имеющим ненарушенный режим. При этом используется линейная парная зависимость или строятся графики связи интегральных значений стока.

Использование этих методов требует периоды совместных наблюдений, включая период с ненарушенным водным режимом. Корректность восстановления стока полностью зависит от правильности выбора реки-аналога, изменение гидрологических характеристик которого под влиянием метеорологических факторов должно быть синхронно изменению характеристик основной реки за анализируемый совместный период наблюдений.

Подбор рек-аналогов на территории Брестской области затруднен вследствие больших воздействий крупномасштабных мелиораций проводимых в 60-80-х годах прошлого столетия и уже практически нет относительно больших водосборов, не затронутых хозяйственной деятельностью, а на малых водосборах, как правило, имеют место короткие ряды наблюдений. Кроме того, на малые реки локальные природные факторы влияют в большей степени, чем на средние и большие реки.

Приведенные выше доводы снижают эффективность восстановления гидрологических характеристик по аналогам и в ряде случаев с их помощью трудно произвести надежную количественную оценку влияния антропогенных факторов. Методы первой группы нашли широкое применение для оценки изменений стока средних рек под воздействием осушительных мелиораций, агролесотехнических мероприятий, урбанизации и т. д.

Второй группой методов являются методы, основанные на изучении изменений элементов водного, радиационного, теплового, солевого и других балансов непосредственно на участках водосборов и русла, где под влиянием хозяйственной деятельности происходят изменения природных условий. В настоящее время на основании анализа экспериментальных данных по гидрологическому режиму, водному и тепловому балансам разработаны воднобалансовые методы оценки влияния на сток рек мелиоративных мероприятий, водохранилищ и др. Эти методы при наличии информации позволяют вскрыть физическую сущность процессов, происходящих под влиянием не только в прошлом, но и в ожидаемом будущем.

В настоящее время активно разрабатываются балансовые методы, основанные на математическом моделировании процессов, происходящих на водосборе или на отдельных частях его. Применению методов математического моделирования к оценке влияния факторов хозяйственной деятельности на гидрологический режим предшествует ряд этапов: детальное изучение процесса в натуре; разработка алгоритма уравнений, описывающих динамику и изме-

нение гидрологического режима во времени и пространстве; реализация этого алгоритма на ЭВМ, путем адаптации модели к конкретным условиям, настройка параметров модели на объект; численный эксперимент.

Преимущество этих методов перед другими методами состоит в том, что они не требуют больших затрат и за короткое время позволяют оценить влияние самого разнообразного сочетания естественных и антропогенных факторов. Тем самым они дают возможность прогнозировать водный режим речного бассейна при осуществлении тех или иных вариантов хозяйственной деятельности.

Основным недостатком методов оценки с использованием методов математического моделирования является то, что его результаты зависят не только от надежности исходных данных, но и от полноты и обоснованности принятых расчетных уровней, в равной степени и как изученности самого процесса и правильности определения необходимых параметров и коэффициентов. Математическое моделирование довольно сложный и творческий процесс, требует от исполнителя детальных знаний происходящих процессов, поэтому наиболее распространено математическое моделирование для оценки влияния хозяйственной деятельности на процессы, которые надежно описываются математически [Волчек, Шведовский и др., 2002].

Из ныне существующих методов, наиболее эффективным для выявления роли факторов подстилающей поверхности на данном конкретном водосборе является метод активного эксперимента. Суть метода состоит в том, что на водосборе, имеющем достаточно длительный и надежный ряд наблюдений за гидрологическим режимом и обуславливающим его климатическими факторами, производится искусственное изменение одного из факторов подстилающей поверхности, влияние которого на режим и водный баланс хотят выяснить, и снова ведут комплексные наблюдения за всеми элементами баланса. Несмотря на достоинства этого метода, он не нашел широкого применения вследствие своей дороговизны и большого промежутка времени для получения надежных выводов. В связи с этим чаще всего он применяется на малых водосборах, и выводы его далеко не всегда являются репрезентативными для других водосборов.

## **7.2. Осущение как основной фактор воздействия на водные ресурсы**

Под мелиорацией (от лат. [melioratio] – улучшение) понимается совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных на коренное улучшение земель.

История мелиорации на Полесье уходит в глубь веков. Начиная с примитивных усилий в далеком прошлом и кончая крупномасштабными мелиора-

тивными воздействиями конца прошедшего столетия. Ее изучение является необходимым условием научного подхода ко всем проблемам мелиорации этого обширного края. Истории мелиорации Брестчины посвящена книга П.И. Лукашика, в которой подробно излагаются хронологические события связанные с мелиорацией земель, поэтому мы только вкратце остановимся на этом вопросе [Лукашик, 1998].

Развитие социально-экономических и производственных отношений в XVI веке, а также рост населения Полесья и культуры, в том числе и земледельческой, потребовало привлечение новых земель в сельскохозяйственный оборот, их улучшения. Одним из основных путей решения этой проблемы была мелиорация.

Первым мелиоративным объектом, дошедшим до наших дней, является мелиоративный канал, который был прорыт при Кобринском старосте по велению польской королевы Боны и названный в ее честь «Канал Бона» [Лукашик, 1998]. Канал берет свое начало у д. Павлополь Малоритского района и впадает в р. Мухавец в черте г. Кобрина, имеет протяженность 29 км, и площадь водосбора 261 км<sup>2</sup>. Предполагают также, что с транспортной целью по указанию королевы Боны выкопан еще один канал от Пинского замка до деревни Стыгычево [Лукашик, 1998].

На рубеже XVIII и XIX вв. активно и планомерно велись работы по осушению болот в поместье Манкевичи, входившем в состав графства Давыд-Городок. Его владелец Антоний Радзивил ежегодно вел осушение трех больших урочищ. Там прокладывались рвы, спускалась вода, производилась корчевка древесной и кустарниковой поросли. Дрова шли на винокурню, а осушенные урочища засевались зерновыми.

В конце XVIII в. в гидротехническом строительстве в Полесье наряду с крестьянами и феодалами приняло участие Правительство Речи Посполитой, начавшее проявлять интерес к развитию торговли.

По инициативе магната Михаила-Казимира Огинского был проложен канал, соединивший бассейны Припяти и Немана, названный его именем, а на средства казны сооружен Королевский канал, связавший Припять с Западным Бугом.

Крупные работы по осушению Полесья были впервые организованы царским правительством в эпоху капитализма. Их инициатива исходила от известной «Комиссии для исследования нынешнего положения сельского хозяйства и сельской производительности в России». По результатам которого в 1873 г. была организована так называемая «Западная экспедиция по осушке болот», начальником которой назначен полковник, впоследствии генерал

Иосиф Ипполитович Жилинский, известный как специалист по инженерным работам. Главной целью намечавшихся осушительных работ было увеличение дохода казны с государственных лесных и луговых угодий.

Наиболее полные фактические данные об осушительных работах конца XIX столетия содержится в книге И.И. Жилинского [Жилинский, 1899]. В ней приводится характеристика природных условий Полесья и дается подробное описание работ выполнявшихся Западной экспедицией по осушению болот. Имеются также архивные документы, сохранившиеся в фамильных фондах отдельных магнатов. Они разрознены и распылены по фондам Радзивиллов, Огинских, Санег, Комиссии по делам Огинских и др. Эти документы находятся в Центральном государственном историческом архиве (ЦГИА) Беларуси, ЦГИА Литвы, а также в архивах Польши.

В основу плана И.И. Жилинского было положено представление о том, что причиной образования болот на Полесье является малый уклон притоков р. Припять в их нижнем течении, радиальность направлений этих притоков и перпендикулярность русел в устьях по отношению к главной реке. В результате малейшие препятствия в котловине Полесья вызывают разлив речной воды по окружающей местности, особенно в устьях притоков и возникновения наносов, замедляющих свободный сток воды после разлива обратно в реку. С целью устранения этих причин план предусматривал прокладку сети магистральных и боковых каналов, расчистку и спрямление притоков Припяти. Осушительные работы должны были первоочередное освоение восточной части Полесья и оттуда продвигаться на Запад.

Несмотря на внушительные показатели эффективности осушительных работ в Полесье, их план проведения и его последующая реализация встретили довольно веские возражения. Они сводились к следующему. Ввиду того, что р. Припять и ее притоки страдали летом от мелководий, специалисты по водным путям высказывали опасение, что осушение болот еще более затруднит судоходство в это время года. По настоянию Министерства путей сообщения осушительные работы в зоне Днепровско-Бугского канала не проводились. Многие лица главным образом помещики черноземных губерний Украины и центра России, опасались, что осушение Полесья уменьшит количество атмосферных осадков, выпадающих в этих губерниях, и отрицательно повлияют на урожай. Не отрицая пользы осушения для самого Полесья, они настаивали на прекращении осушения болот, ссылаясь на общегосударственные соображения.

В процессе проведения осушительных работ стал выявляться и такой существенный недостаток, как пересушка болотной почвы. Возможность пере-

сушки предсказывали некоторые, более дальновидные помещики. В личном письме к И.И. Жилинскому помещица М.Е. Арбенева, в имении которой Дубай–Заречном Пинскогог уезда Экспедиция прокладывала каналы, просила в 1889 г. обратить внимание на то, чтобы при осушении не упущено было устройство шлюзов, “без которых может быть много вреда для имения, так как по условиям местности необходимо будет в сухие годы задерживать воду на осушаемых ниже сенокосах” [ЦГИА БССР, ф. 694, ст. 2. д. 3 л. 10].

После 1900 г. работы по осушению Полесья резко сократились. Законом от 20 августа 1902 г. “Об изменении порядка производства осушительных, оросительных и обводнительных работ в Европейской России” Западная экспедиция была упразднена. Выполнявшиеся ею функции перешли к местным управлениям земледелия и государственных имуществ, в составе которых находился аппарат специалистов – “гидротехнические чины”.

Однако местные управления в первом десятилетии XX в. не проявляли большой инициативы, что объяснялось как их бюрократическим составом, так и отсутствием необходимых кредитов.

Новое оживление государственных осушительных работ намечилось в 1910 – 1915 гг. в связи с проведением в жизнь Столыпинской аграрной реформы. Одновременно, под влиянием быстрого роста капитализма в России, активизировались мелиоративные работы и в частновладельческих имениях. Начавшаяся первая мировая война приостановила мероприятия по осушению болот. Сильнейшим тормозом мелиорации была частная собственность на землю, препятствовавшая успешному планированию, строительству и поддержанию в рабочем состоянии осушительных систем.

На начальном этапе мелиоративного строительства осушение земель в Полесье проводилось преимущественно без учета природных условий и требований охраны окружающей среды, что объясняется не только ограниченными материально-техническими ресурсами, но и недостаточным в то время уровнем экологических знаний вопросов мелиорации и использовании осушенных земель. Последним можно объяснить и бытовавшую десятилетиями концепцию об излишках воды в Полесье, которую надо “сбросить”. Чтобы быстрее сбросить эти “излишки” воды, началось спрямление рек и ручьев, служивших водоприемниками. Эксплуатация мелиорированных земель велась под самыми разнообразными культурами, включая пропашные и зерновые, в системе упрощенных севооборотов, которые обуславливались в основном потребностями народного хозяйства и отсутствием почвоохранной концепции использования торфяных почв.

К середине 60-х годов прошлого столетия выявился ряд негативных явлений и процессов как в преобразованных, так и в сопредельных природных ландшафтах, следствием чего явился недобор сельскохозяйственной продукции и обострение экологической обстановки в регионе: исчезновение отдельных рек и ручьев, ухудшение водного режима прилегающих к осушенным массивам территорий, ускоренная минерализация мелиорированных торфяных почв. Наличие столь значительного количества заболоченных земель сдерживало социально-экономическое развитие региона, препятствовало устойчивости и интенсификации сельского хозяйства. Многовековой опыт развитых в сельскохозяйственном отношении стран указывал на путь решения проблемы. Была очевидной целесообразность и эффективность мелиорации – комплекса гидротехнических, агромелиоративных, агротехнических и биологических мероприятий, направленных на улучшение и повышение производительности земель. Например, уже к середине XX века удельный вес мелиорированных земель составлял в Германии 41 %, США – 44 %, Великобритании – 64 %, Нидерландах – 89 %.

Решения XXIII съезда КПСС и Майского Пленума ЦК КПСС (1966 г.) положили начало принципиально новому этапу в развитии комплексной мелиорации земель Полесья. В целях проведения всего комплекса мелиоративных работ с учетом требований Пленума 1967 г. была уточнена схема осушения и освоения земель Полесской низменности Белорусской ССР и Украинской ССР, разработанная в 1954 г. Белгипроводхозом при участии академии наук БССР и УССР. В 1966 г. при Президиуме Академии наук БССР был создан Научный совет по проблемам Полесья. В его функции входило формирование тематических планов научно-исследовательских работ, координация исследований, проводимых различными организациями, обобщение и обсуждение результатов исследований, их апробация и передача проектным, строительным и эксплуатационным организациям.

В 1970 г. были разработаны “Основные направления в мелиоративном строительстве и освоении мелиорированных земель”, в которых нашел отражение многолетний теоретический и практический опыт по мелиорации переувлажненных земель и торфяных болот, регламентировано использование торфяно-болотных почв, даны рекомендации по эксплуатации водных ресурсов, водохранилищ и прудов, установлена очередность использования мелиорированных земель, определены основные направления по их агротехнике. Этим документом была отвергнута система одностороннего сброса воды с торфяно-болотных почв и установлена необходимость обязательного их увлажнения, регламентировано использование мелкозалежных торфяников,



водных и растительных ресурсов, даны рекомендации по созданию водохранилищ и прудов, систем осушения и обводнения земель.

В последние годы ведутся большие дискуссии о влиянии мелиорации на речной сток. По исследованиям БелНИИМиЛ в целом на годовой сток влияние мелиорации практически не сказывается. Нет однозначных выводов о влиянии мелиорации на внутригодовое распределение стока. Большая часть исследователей склоняется к выводу о повышении меженных (летних и зимних) расходов воды после проведения мелиоративных работ. Однако, что касается максимального стока весенних половодий и дождевых паводков, то выводы даже по одной и той же реке оказываются противоположными: в одних случаях, отмечается увеличение максимумов, а в других – их снижение

После разработки в 1970 г. научно-технического прогноза «Оценка влияния осушительных мелиораций на изменение водного режима территории природного ландшафта, флоры и фауны» изучению последствий осушительных мелиораций на весь природный комплекс осваиваемых территорий Белорусского Полесья было уделено еще большее внимание. Углубленные исследования проводились по следующим основным вопросам: характеристика природного ландшафта и отдельных его компонентов на территориях, не подвергшихся мелиоративному воздействию; формирования урожая сельскохозяйственных культур на осушенных торфяниках; гидрологический режим, микроклимат и продуктивность различного типа угодий; некоторые физиологические особенности сельскохозяйственных растений на мелиорированных землях.

Осушительная мелиорация посредством изменения водного режима и связанных с ним других экологических факторов существенно влияет на весь природный комплекс (флору, фауну, природный ландшафт и т.д.).

Локальные структурные и качественные антропогенные изменения, вызываемые осушением и последующим сельскохозяйственным освоением земель, приводит к региональной динамике растительности и флоры: исчезают гидрофильные сообщества (например, осочники сменяются менее гидрофильными и мезофильными осоко-злаковыми сообществами или механически уничтожаются при мелиорации, заменяясь сорно-полевыми группировками). Наблюдающиеся интенсивные изменения в естественном растительном покрове Полесья требуют незамедлительного решения вопросов охраны ценных природных растительных ресурсов, компоненты флоры и растительности данного региона.

Мелиорация болот приводит также к существенным изменениям исходных фаунистических комплексов и вызывает общее обеднение видового

состава, изменение структуры и плотности популяций. В основном наблюдается снижение численности многих полезных видов (бобра, боровой и водоплавающей дичи). Вместе с тем почти в 2 раза снижается численность паразитических организмов (особенно комплекса гнуса). Снижение численности гнуса уменьшает потенциальные возможности существования природно-очаговых заболеваний. Мелиорация лесов, таких как ольшаники, сосняки и дубравы, приводит к снижению численности иксодовых клещей – переносчиков возбудителей клещевого энцефалита, пироплазмозных заболеваний. Хозяйственная деятельность на осушенных массивах может привести к возникновению новых очагов развития мокрецов, комаров, слепней. Такими очагами часто становятся придорожные и строительные карьеры, искусственные водоемы, системы дренажных каналов.

Изучение влияния осушительных мелиораций на гидрологический режим прилегающих к осушенным землям суходолов показало, что оно носит сложный характер, но в условиях Полесской низменности на песчаных почвах надпойменных террас осязаемое для жизнедеятельности растений снижения уровня грунтовых вод происходит на расстоянии до 2...4 км, в случае непосредственного прилегания суходолов к осушительной сети. Установлено, что наиболее значительные изменения в водном режиме территории под влиянием осушения проявляются в характерные по увлажненности годы и отдельные гидрологические сезоны.

Осушение, кроме понижения уровня грунтовых вод, влечет за собой снижение радиационного баланса и транспирационного расходования влаги, что отрицательно сказывается на приросте насаждений. Радиационный и тепловой баланс сельскохозяйственных полей находится в зависимости от вида и фазы развития растений, погодных условий и характера мелиорации. Дождение вызывает возрастание радиационного баланса, при этом большое количество тепла расходуется на испарение и меньшее на турбулентный теплообмен по сравнению с другими способами увлажнения почв. Осушенные болотные почвы нагреваются быстрее, чем неосушенные, но обладают меньшей теплопроводностью. Осушенные и не занятые растительностью торфяно-болотные почвы нагреваются до 50...60° С и выше, что больше по сравнению с минеральными почвами на 11...20° С. При орошении осушенных болотных почв максимальная температура их поверхности снижается на 6...10° С. Осушенные торфяники характеризуются значительными суточными амплитудами температур поверхности почвы, превосходя в этом отношении минеральные почвы на 7...8° С. Под влиянием травяного покрова эти контрасты сглаживаются. В вегетационный период пахотный горизонт осушенных торфяников

холоднее, нежели у минеральных почв. Суммы температур воздуха выше 10° на осушенных торфяниках на глубине 10 см за вегетационный период на 400-500° меньше, чем на минеральных почвах, а безморозный период на 30...60 дней короче. Торфяно-болотные почвы, осушаемые гончарным дренажем, оказываются теплее почв осушаемых открытой сетью каналов. Температурный режим осушаемых торфяно-болотных почв, занятых посевами сельскохозяйственных культур, определяется не только характером мелиорации, но и в значительной мере фазой развития, высотой, густотой и степенью покрытия поверхности почвы надземной частью растений. Днем сельскохозяйственные культуры препятствуют нагреванию торфяно-болотных почв, а ночью предохраняют их от потери тепла путем излучения.

Осушительная мелиорация, изменяя водно-воздушный режим почв, прежде всего оказывает влияние на продуктивность фитоценозов прилегающих суходолов, имеет положительный или отрицательный характер. При избыточном увлажнении лесов и полей под влиянием осушения может создаться более благоприятный водный режим и снизиться амплитуда колебаний уровня грунтовых вод в течение вегетационного периода. Отрицательное влияние сказывается в условиях, когда до осушения водный режим был близок к оптимальному. Снижение урожая сельскохозяйственных культур и продуктивности лесов (еловых и некоторых других) на суходолах, прилегающих к осушенным болотам, не выходит за пределы естественных колебаний количества осадков и уровня грунтовых вод и поэтому сказывается в основном в засушливые годы. Луговые угодья на прилегающих к осушенным болотам землях снижаются продуктивность и деградируют, и даже отдельные влажные годы не могут остановить этого процесса.

Изменения лесистости в широком диапазоне не отражаются на ресурсах поверхностных вод. Установлено, что ее изменения в пределах  $\pm 50$  % от исходного уровня практически не влияют на величину годового стока речных водосборов Беларуси с площадями 5...40 тыс. км<sup>2</sup>. Анализ взаимосвязи между водоносностью малых рек Белорусского Полесья и лесистостью их водосборов показал, что с увеличением лесистости от 6 до 70 % годового сток изменяется незначительно. Распространенное мнение о возрастании годового стока рек с увеличением лесистости не подтвердилось [Юркевич, Ловгий и др., 1976].

Увеличение лесистости положительно влияет на водный режим рек, способствует стабилизации их уровня режима, а также возрастанию количества атмосферных осадков. Путями создания оптимальной для области (35...39 %) лесистости является увеличение лесопокрытых площадей в составе лесного фонда, создания защитных лесных полос, облесение части площадей

кустарников, бросовых земель и др. Таким образом, при прогнозировании водных ресурсов на перспективу, на 20 – 30 лет и более, можно не учитывать изменчивость показателя лесистости [Булавко, Плужников, 1982].

Подводя итог влияния осушения болот и заболоченных земель, то анализ и обобщение результатов отечественных и зарубежных исследований в этой области позволяют прийти к следующим выводам. Послемелиоративные изменения годового стока с крупных водосборов площадью в несколько тысяч квадратных километров невелики, лежат в пределах погрешностей расчетов ( $\pm 15\%$ ) и при оценке возможных изменений водных ресурсов их можно не учитывать. Наиболее заметно осушение сказывается на водных ресурсах малых водосборов, площадью до 2000...3000 км<sup>2</sup>. Наблюдения на таких водосборах показывают, что в первые годы после осушения за счет уменьшения суммарного испарения и сработки запасов грунтовых вод годовой сток может увеличиваться на 20...30 %, а меженный — на 50...70 %, иногда и более. Максимальные расходы как уменьшаются, так и увеличиваются, в зависимости от характера осушительной сети на объекте и состояния аккумулирующей емкости зоны аэрации. Минимальные месячные и суточные расходы летней межени устойчиво возрастают в 1,5...2 раза, вследствие улучшения условий дренирования грунтовых вод и облегчения стока летних осадков. Сокращается период пересыхания малых рек. В речном стоке повышается доля подземного питания, что улучшает его структуру. После сельскохозяйственного освоения осушенных земель возможно некоторое увеличение суммарного испарения и соответствующее снижение годового стока до первоначальной величины, а иногда и ниже ее. Сохраняется устойчиво повышенная летняя межень. Таким образом, гидрологические последствия осушения в целом положительны. Более полно влияние осушения освещено в работе [Булавко, 1971].

Создание осушительной мелиоративной системы сопровождается понижением уровня грунтовых вод не только на мелиорированных землях, но и на прилегающих к ним территориях. Поэтому необходимо прогнозировать ширину зоны влияния мелиоративной системы и для предотвращения излишнего понижения уровня грунтовых вод в зоне влияния осушительной системы при ее проектировании следует предусматривать комплекс мероприятий.

Осушение влияет также и на качество вод. При сельскохозяйственном использовании осушенных земель, как и при богарном земледелии, вносят минеральные удобрения и применяют ядохимикаты. Некоторая часть их выносятся с дренажными водами осушительно-увлажнительных систем и загрязняет поверхностные водные источники. Кроме того, с дренажными водами в них поступают продукты разложения и минерализации органического вещества

осушаемых торфяников. Исследованиями БелНИИМилХ, ЦНИИКИВР и других организаций установлено, что содержание соединений азота и фосфора, а также различных ядохимикатов в дренажных водах и режим их поступлений в водоприемники зависят от многих факторов, в том числе от типа почв и степени их окультуренности, нормы осушения, характера и количества вносимых веществ, погодных условий (особенно режима атмосферных осадков). Однако этот вопрос изучен недостаточно, и поэтому дать надежную количественную характеристику влияния осушения на качество вод пока невозможно. Для окончательных выводов требуются длительные систематические наблюдения.

Создание водохранилищ и прудов различного назначения (регулирование стока, рыбное хозяйство, водоснабжение, рекреация и т. п.) связано с потерями местного стока на заполнение их мертвого объема, насыщение водой ложа и берегов и на дополнительное испарение с водной поверхности. Фильтрационные потери обычно выклиниваются в нижнем бьефе и на водных ресурсах не сказываются. Потери стока на заполнение мертвого объема водохранилищ, носящие разовый характер, достаточно просто и надежно определяются при проектировании водохранилища по его морфометрическим характеристикам. Они учитываются в год (период) заполнения и на стоке последующего времени не отражаются. Потери стока на дополнительное испарение, представляющее разницу между полным испарением с поверхности водохранилища и прежним испарением с его чаши до ее затопления, являются постоянно действующим фактором. Потери годового стока под влиянием водохранилищ зависят от площади, занятой ими, и носят зональный характер, возрастая с севера на юг.

Считается, что водохранилища благотворно влияют на качество вод, способствуя процессам их естественного очищения от загрязнений [Булавко, Плужников, 1982].

Агролесомелиорация включающая комплекс мероприятий: глубокую распашку земель с противоэрозионными мероприятиями, внесение удобрений, правильные севообороты, залесенность полей лесными полосами на 6...12 % несколько уменьшает речной сток. В Беларуси агролесомелиоративный комплекс применяется не полностью и его гидрологическое влияние, как показали расчеты, настолько мало, что может также не учитываться.

В конце прошлого столетия, начиная с 90-х годов темпы гидромелиорации начали затухать. Поэтому представляет большой интерес состояние мелиоративных систем на текущий момент.

Согласно приказу № 240 от 16 октября 1996 г. Министерства сельского хозяйства и продовольствия в Брестской области и по всей республике была

проведена инвентаризация мелиоративных систем. Установлено что, в Брестской области в 16 районах расположено 394 колхозов, совхозов и других землепользователей, на территории которых мелиорировано и находится в эксплуатации 737,301 тыс. га осушенных земель, из них 717,081 тыс. га на землях сельскохозяйственного использования производства и 19,422 тыс. га орошаемых земель, из них на осушенных землях – 9,3 тыс. га.

В результате проведения работ по инвентаризации мелиоративных систем получены данные о техническом состоянии осушенных и орошаемых земель по состоянию на 01.01.1996 г. Протяженность открытой сети в области составила 38,7 тыс. км. На момент проведения инвентаризации открытая гидромелиоративная сеть в отдельных местах заросла древесно-кустарниковой растительностью диаметром более 2 м на 4,5 тыс. км. Двухстороннее регулирование почвенной влажности осуществляется на площади 280,32 тыс. га осушенных земель (таблица 7.1).

Таблица 7.1. Результаты инвентаризации мелиоративных систем в Брестской области

Показатели	Единица измерения	Всего	Требуется ремонт	Требуется реконструкция
Площадь мелиоративных систем	га	746176		
Площадь осушенных земель	га	717081		206419,4
Из них осушено закрытым дренажем	га	378840		
Протяженность межхозяйственной сети	км	11148,25	6638,26	529,0
В том числе:				
– водоприемники	км	1251,68	655,71	10,5
– магистральные и проводящие каналы	км	9541,80	5768,85	490,22
– регулирующие каналы	км	188,42	84,98	15,2
– оградительные и нагорно-ловчие	км	166,35	128,73	13,1
Протяженность внутрихозяйственной сети	км	27443,34	14863,61	5604,52
В том числе:				
– водоприемники	км	28,63	13,38	6,45
– оградительные каналы	км	423,66	225,85	70,47
– магистральные и проводящие каналы	км	11959,79	7065,44	2735,06
– регулирующие каналы	км	15021,26	7558,95	3792,54
Протяженность закрытой сети	км	118841,34		
Протяженность дамб обвалования межхозяйственных	км	2405,66	1063,18	45,96
внутрихозяйственных	км	1556,50	646,10	33,20
Протяженность дорог межхозяйственных	км	849,16	417,08	12,76
Протяженность дорог межхозяйственных	км	141,44	51,63	9,04

Показатели	Единица измерения	Всего	Требуется ремонт	Требуется реконструкция
внутрихозяйственных	км	6013,04	3025,85	120,16
Количество сооружений на межхозяйственной сети:				
автомобильных мостов	шт	654	321	8
шлюзов-регуляторов	шт	336	163	5
труб-регуляторов	шт	2895	1226	54
труб-переездов	шт	1903	528	59
мостов пешеходных	шт	589	243	7
Количество сооружений на внутрихозяйственной сети:				
автомобильных мостов	шт	169	71	10
шлюзов-регуляторов	шт	26	8	–
труб-регуляторов	шт	4983	2263	89
труб-переездов	шт	10030	2738	395
мостов пешеходных	шт	1609	577	19
Пруды и водохранилища	га	8600	5366,1	258
Насосные станции	шт	294	83	23

Осушенные земли представлены следующими основными разновидностями почв по литологическому составу: песчаные 210,785 тыс. га (30 %), супесчаные 171,948 тыс. га (24 %), суглинистые 26,767 тыс. га (4 %), торфяные среднетощные 55, 190 тыс. га (8 %), торфяные маломощные 156,322 тыс. га (22 %), минерализованные торфяники 81,373 тыс. га (12 %).

### Каналы

Вся территория Брестской области покрыта сетью мелиоративных каналов. Абсолютное большинство из них имеют малую протяженность.

Некоторые каналы создавались с целью соединения судоходных рек, в энергетических целях, подачи воды для городов на хозяйственные нужды и т.д. Большие каналы имеют комплексное значение. Таким действующим каналом является Днепровско-Бугский и Микашевичский судоходные каналы, сохранился Огинский канал, который потерял свое первоначальное значение, но является привлекательным как объект туризма.

Равнинность водоразделов речных систем Брестской области позволила еще в конце XVIII столетия соединить их судоходными каналами.

В 1775 г. по Указу польского правительства, при короле Станиславе Августе Понятовском начались работы по соединению рр. Пины и Муховца (Переруб – Вылода) и закончилось строительство в 1848 г. [Лукашик, 1998]. Первоначально Днепровско-Бугский канал предназначался для сплава леса с Востока на Запад. Судоходство по каналу возможно только в многоводный период. С целью обеспечения устойчивости водного пути, в 1839 г. на канале

начато строительство гидротехнических сооружений и трех водоподводящих каналов – Белоозерского, Ореховского и Турского (Волынская область). Главное назначение водоподводящих каналов заключалось в подаче в Днепровско-Бугский канал аккумулированного весеннего стока в озерах Белом и Ореховском для поддержания требуемых судоходных глубин.

В настоящее время Днепровско-Бугский канал имеет длину 196 км (в т. ч. 105 км искусственное русло) и площадь водосбора 8,5 тыс. км<sup>2</sup>. Канал шириной 22...28 м при глубине в нормальных условиях 1,6 м проходит частично в полувыемке-полунасыпи.

Пересекая водораздел между Днепром и Западным Бугом, канал имеет четыре отличающихся участка (рисунок 7.1):

- западный склон (от Бреста до г. Кобрин, длиной 64 км) – зарегулированная р. Мухавец;
- водораздельный участок протяженностью 58 км от г. Кобрин до с. Ляховичи Дрогичинского района;
- восточный склон – искусственный канал от с. Ляховичи до д. Дубай, длиной 47 км;
- участок реконструированной р. Пины от д. Дубай до г. Пинска длиной 27 км.

Водораздел канала в зависимости от водности года колеблется. Он проходит по устьям Белоозерского, Дятловичского и Ореховского каналов. Основные притоки и каналы западного склона-р. Мухавец, канал Казацкий, рр. Шевня, Жабинка, Рита; водораздельного бьефа – каналы Белоозерский, Дятловичский, Ореховский, Королевский; восточного склона – канал Завицанский, рр. Пилиповка и Неслуха, каналы Слад, Заледынский, Главный, Зубровский, Ляховицкий (рисунок 7.2).

Днепровско-Бугский канал имеет судоходные и гидротехнические сооружения построенные преимущественно в довоенные годы и восстановлены в 1945-1947 гг., часть сооружений построена в послевоенные годы. Канал насчитывает 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 судоходных глубин воды в период летней межени, так и сброса вод через гидроузел (в обход судоходного шлюза) в периоды половодий и паводков.



Основным источником питания канала является гидромелиоративная система, включающая головной гидроузел на Припяти – для переброски воды из озер Святое, Волянское (на территории Украины) и Белое. Озера регулируют сток и подачу в водораздельный бьеф.

Белоозерская система состоит из Волянского канала, отходящего от водозабора на р. Припять в районе Черной горы (рисунок 7.3) у д. Печаны Волянской области и впадающего в озеро Святое, с южной стороны; озер Святое, Волянское и Белое (разделенных границей Беларуси и Украины примерно пополам), соединенных короткой прорезью и четырех километровым каналом, непосредственно самого Белоозерского канала, протяженностью 15 км.

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 водоподающей системы приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2. Данные по озерам и каналам водоподающей системы

Наименование озер и каналов	Показатели		
	площадь зеркала, км <sup>2</sup>	наибольшая глубина, м	полный объем, млн. м <sup>3</sup>
Волневский канал	0,106	0,5	-
Озера Святое и Волянское	6,20	16,0	5,5
Волянский канал	0,09	0,5	-
Озеро Белое	5,9	10,0	38,9
Белоозерский канал	0,306	0,5	-

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).

На территории Волянской области вдоль 14 км участка канала улучшается водный режим сельскохозяйственных угодий деревень 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 (наличие глухой плотины на р. Мухавец в г. Бресте), «Программой развития речных и морских перевозок до 2010 года» предусматривается включение канала в речной путь Днепр – Висла – Одер и в перспективе 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. м<sup>3</sup>. 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 экологической водности 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) принимается равным 5,78 млн. м<sup>3</sup>, 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 км<sup>2</sup>) и Белое (5,9 км<sup>2</sup>). Подача воды осуществляется во Вилневскому (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. м<sup>3</sup>, в год 75 %-ой обеспеченности – 22,10 млн. м<sup>3</sup>. При этом из озер Белое, Волянское, Святое за счет их полезного объема (16,34 млн. м<sup>3</sup>) разрешался отбор воды в годы 50 % и 75 % обеспеченности не более 5,78 млн. м<sup>3</sup>/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. м<sup>3</sup>.

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 таблице 7.3 приведен годовой водохозяйственный баланс Днепроовско-Бугского канала (ЦНИИКИВР, 2000)

Таблица 7.3. Сводный годовой водохозяйственный баланс Днепроовско-Бугского канала, (млн. м<sup>3</sup>)

Наименование статей баланса	Год	
	75%	95%
1	2	3
<b>Приход</b>		
1. Сток, формирующийся на водосборе	631,5	378,3
2. Сток, поступающий из бассейнов рр. Припяти, Зап.Буга, Лесной, Ясельды в том числе, для:	5,78	5,78
а) рыбного хозяйства		
б) водообеспечения сельхозугодий		
в) поддержания судоходных глубин в Днепроовско-Бугском канале	5,78	5,78
3. Промышленно-бытовые сбросы сточных вод	12,0	12,0
4. Сработка водохранилищ (озер), прудов и прудовых рыбхозов	9,4	9,4
<b>Всего:</b>	<b>658,7</b>	<b>405,5</b>
<b>Расход</b>		
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, прудовых 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

1	2	3
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
<b>Всего:</b>	<b>108,8</b>	<b>138,5</b>
1. Суммарный сброс стока	569,4	344,1
в том числе		
в р. Зап. 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	-	-

### 7.3. Оценка влияния прогнозируемого потепления климата на водные ресурсы

Рядом исследователей высказывается предположение об изменениях глобального климата в ближайшее десятилетие, которые проявятся в совокупности региональных его изменений различных временных и пространственных масштабов [Климат..., 1996, Гриневич, Плужников, 1997]. Водный режим рек, являясь очень чувствительным к изменению большинства климатических факторов, также претерпит некоторые трансформации. В этой связи разработка прогноза изменения климата в конкретном регионе должна осуществляться с учетом глобальных изменений и макропроцессов на всей планете [Климат..., 1996]. Одной из первых работ в Беларуси посвященных изменению водного режима рек является статья А.Г. Гриневич и В.Н. Плужникова [Гриневич, Плужников, 1997], в которой была обозначена рассматриваемая проблема, предложены методологические подходы к ее решению, получены первые оценочные результаты и намечены задачи дальнейших исследований.

Нами предпринята попытка оценить возможные изменения водного режима рек Белорусского Полесья, используя элементы водного баланса (максимально возможное испарение, суммарное испарение, климатический сток) при прогнозируемом ходе изменения климата и антропогенных воздействий на водосборы рек [Волчек, Лукша, 2002].

Для оценки возможных изменений водных ресурсов рек Белорусского Полесья в зависимости от тех или иных гипотез антропогенного изменения климата и воздействия на характеристики водосборов была разработана многофакторная модель, 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.

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 их детали прогнозируются весьма проблематично;

– 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, и особенно важны для оценки условий, складывающихся на начальном этапе глобального потепления, происходящего в настоящее время. При этом эти модели не всегда статистически надежны и могут не отражать особенностей поведения климатической системы, возникших при быстром потеплении.

Исходя из литературных данных, можно полагать, что для зоны Белорусского Полесья ожидается увеличение температуры воздуха на  $0,3 \dots 3^\circ\text{C}$ , а изменение атмосферных осадков (увеличение или уменьшение) на  $0 \dots 15\%$  от современного уровня [Гриневич, Плужников, 1997].

Для проведения численного эксперимента возможного антропогенного влияния на водные ресурсы рек Брестской области нами отобраны 12 малых рек области. 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  $2^\circ\text{C}$  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  $2^\circ\text{C}$ ;

**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 °С) речной сток уменьшится в среднем на 10 %, а суммарное испарение может увеличиться в среднем до 4,7 % (таблица 7.4).

Таблица 7.4. Величины изменения речного стока (в числителе) и суммарного испарения (в знаменателе) по варианту 1, в % к существующему.

Река-створ	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	Год
Копаяовка - с.Черск	$\frac{-12,1}{7,5}$	$\frac{-23,9}{2,7}$	$\frac{-24,8}{1,7}$	$\frac{-22,6}{2,1}$	$\frac{-20,0}{3,0}$	$\frac{-17,1}{4,0}$	$\frac{-14,3}{5,3}$	$\frac{-16,9}{3,6}$	$\frac{-10,7}{4,2}$
Мухавец - г.Пружаны	$\frac{-8,1}{8,4}$	$\frac{-18,4}{5,2}$	$\frac{-22,0}{3,1}$	$\frac{-22,0}{2,4}$	$\frac{-19,3}{3,2}$	$\frac{-17,0}{3,9}$	$\frac{-14,3}{5,7}$	$\frac{-15,3}{4,2}$	$\frac{-10,7}{4,8}$
Жабинка - с.М.Жабинка	$\frac{-11,8}{7,5}$	$\frac{-23,6}{2,7}$	$\frac{-24,5}{1,7}$	$\frac{-22,0}{2,0}$	$\frac{-19,8}{2,9}$	$\frac{-17,6}{4,0}$	$\frac{-15,6}{5,3}$	$\frac{-16,7}{3,5}$	$\frac{-10,7}{4,3}$
Рыта - с.М.Радваничи	$\frac{-12,1}{7,5}$	$\frac{-23,9}{2,7}$	$\frac{-24,8}{1,7}$	$\frac{-22,6}{2,1}$	$\frac{-20,0}{3,0}$	$\frac{-17,1}{4,0}$	$\frac{-14,3}{5,3}$	$\frac{-16,9}{3,6}$	$\frac{-10,7}{4,2}$
Лесная - с.Замосты	$\frac{-11,8}{7,6}$	$\frac{-23,8}{2,7}$	$\frac{-25,2}{1,6}$	$\frac{-23,5}{1,9}$	$\frac{-19,8}{3,1}$	$\frac{-19,2}{3,8}$	$\frac{-14,8}{4,9}$	$\frac{-16,9}{3,5}$	$\frac{-10,4}{4,2}$
Пульва - г.Высокое	$\frac{-12,7}{7,1}$	$\frac{-23,9}{2,3}$	$\frac{-24,5}{1,6}$	$\frac{-21,5}{1,9}$	$\frac{-18,8}{3,1}$	$\frac{-19,2}{3,8}$	$\frac{-14,8}{4,9}$	$\frac{-17,3}{3,4}$	$\frac{-11,3}{4,1}$
Гривда - г.Ивацевичи	$\frac{-7,4}{8,9}$	$\frac{-18,2}{5,7}$	$\frac{-24,0}{2,2}$	$\frac{-21,7}{2,7}$	$\frac{-19,5}{3,5}$	$\frac{-18,1}{4,2}$	$\frac{-13,5}{6,0}$	$\frac{-14,7}{4,4}$	$\frac{-9,6}{5,0}$
Ясельда - г.Береза	$\frac{-7,8}{8,6}$	$\frac{-18,4}{5,3}$	$\frac{-22,1}{3,1}$	$\frac{-22,3}{2,4}$	$\frac{-20,2}{3,3}$	$\frac{-18,4}{3,9}$	$\frac{-14,9}{5,2}$	$\frac{-15,3}{4,2}$	$\frac{-10,2}{4,8}$
Бобрик - ст.Парохонск	$\frac{-7,5}{9,0}$	$\frac{-17,5}{6,0}$	$\frac{-23,4}{2,7}$	$\frac{-20,4}{3,4}$	$\frac{-17,7}{4,2}$	$\frac{-16,1}{5,1}$	$\frac{-11,4}{6,6}$	$\frac{14,2}{4,9}$	$\frac{-9,0}{5,6}$
Цна - с.Дятловичи	$\frac{-8,1}{8,7}$	$\frac{-18,7}{5,4}$	$\frac{-24,8}{2,2}$	$\frac{-22,0}{2,7}$	$\frac{-19,0}{3,7}$	$\frac{-17,2}{4,3}$	$\frac{-13,5}{6,0}$	$\frac{-15,1}{4,4}$	$\frac{-9,4}{5,1}$
Лань - с.Локтыши	$\frac{-5,4}{9,3}$	$\frac{-16,1}{6,5}$	$\frac{-24,1}{2,6}$	$\frac{-21,1}{2,9}$	$\frac{-19,1}{3,7}$	$\frac{-17,2}{4,2}$	$\frac{-11,1}{6,1}$	$\frac{-13,1}{4,7}$	$\frac{-8,4}{5,2}$
Мышанка - с.Березки	$\frac{-5,9}{9,3}$	$\frac{-16,4}{6,4}$	$\frac{-22,0}{3,4}$	$\frac{-21,4}{3,0}$	$\frac{-18,9}{3,8}$	$\frac{-15,3}{5,0}$	$\frac{-11,1}{6,8}$	$\frac{-13,5}{4,9}$	$\frac{-8,8}{5,4}$
Среднее	$\frac{-9,2}{8,3}$	$\frac{-20,2}{4,5}$	$\frac{-23,9}{2,3}$	$\frac{-21,9}{2,5}$	$\frac{-19,3}{3,4}$	$\frac{-17,5}{4,2}$	$\frac{-13,6}{5,7}$	$\frac{-15,5}{4,1}$	$\frac{-10,0}{4,7}$

Анализ таблицы 7.4 дает ясное представление об уменьшении речного стока при увеличении температуры, так как при этом увеличивается суммарное испарение, особенно в летние месяцы (июнь, июль, август). Также можно отметить асинхронность в изменениях величин среднемесячного речного стока

и суммарного испарения, например, в апреле при среднем уменьшении стока на 9,2 % испарение увеличилось на 8,3 %, 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 также уменьшается, в среднем, на 5,4 %. При этом максимальное уменьшение стока наблюдается в июле (29,7 %), а минимальное – в апреле (23,8 %), по суммарному испарению соответственно – июль (7,0 %) и апрель (4,2 %). Здесь можно отметить синхронное уменьшение речного стока и суммарного испарения при уменьшении величин атмосферных осадков, так как количество поступающей влаги уменьшилось, соответственно и уменьшилась 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 °С) сток уменьшился в среднем на 29,3 % (июль – 45,2 %, апрель – 26,6 %), а суммарное испарение увеличивается в апреле на 6,2 % и уменьшается в июле на 5,1 % при среднем уменьшении около 0,7 %. Картина хода изменения суммарного испарения по варианту 3 приведена в таблице 7.5.

Таблица 7.5. Величины изменения суммарного испарения по варианту 3, в % к существующему.

Река-створ	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	Год
Копаявка - с.Черск	4,6	-3,3	-5,7	-6,0	-5,1	-3,7	-1,3	-3,0	-1,7
Мухавец - г.Пружаны	6,5	0,5	-3,2	-4,8	-4,1	-3,0	-0,9	-1,7	-0,6
Жабинка - с.М.Жабинка	4,6	-3,3	-5,7	-6,2	-5,3	-3,7	-0,9	-3,0	-1,7
Рыга - с.М.Радвичи	4,6	-3,3	-5,7	-6,0	-5,1	-3,7	-1,3	-3,0	-1,7
Лесная - с.Замосты	4,6	-3,3	-5,7	-6,2	-5,3	-4,0	-1,3	-3,1	-1,8
Пульва - г.Высокое	3,8	-3,5	-5,7	-6,2	-5,1	-4,0	-1,8	-3,2	-2,0
Гривда - г.Иващевичи	7,3	1,4	-4,1	-4,2	-3,8	-3,1	0,4	-1,3	-0,1
Ясельда - г.Береза	6,7	0,8	-3,4	-5,0	-4,1	-3,0	-1,3	-1,7	-0,6
Бобрин - ст.Парохонск	7,6	2,2	-3,5	-3,6	-2,6	-1,2	1,6	-0,4	0,8
Цна - с.Дятловичи	7,1	1,1	-4,2	-4,3	-3,2	-2,3	0,8	-1,2	0,1
Лань - с.Локтыши	8,4	3,1	-3,7	-4,3	-3,5	-2,8	0,4	-0,8	0,2
Мышанка - с.Березки	8,2	2,9	-2,4	-3,9	-3,2	-1,4	2,1	-0,3	0,6
<b>Среднее</b>	<b>6,2</b>	<b>-0,4</b>	<b>-4,4</b>	<b>-5,1</b>	<b>-4,2</b>	<b>-3,0</b>	<b>-0,3</b>	<b>-1,9</b>	<b>-0,7</b>

Речной сток оказался очень чувствительным к одновременному уменьшению количества атмосферных осадков и увеличению температуры воздуха, значения стока уменьшились очень существенно, особенно для летних месяцев (для июня – 44,9 %, для июля – 45,2 %, для августа – 43,9 %), что 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) речной сток имеет изменения, средние значения которых для исследуемых рек-водосборов приведенные в таблице 7.6.

Таблица 7.6. Средние величины изменения величины речного стока по варианту 4, в % к существующему.

Степень антропогенного воздействия	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	Год
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 %	-13,89	-4,74	-7,19	-4,82	10,48	15,25	7,44	-2,72	-4,82

Анализ таблицы 7.6 позволяет выявить тенденцию постепенного перехода от уменьшения стока в апреле-июле к увеличению в августе-октябре, при этом переход через «нулевые» значения изменений находятся где-то между июлем и августом. Можно отметить, что одновременное осушение болот, вырубка леса, создание новых мелиоративных систем и увеличение процента пахотных земель уменьшает речной сток весеннего половодья и увеличивает 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 Белорусского Полесья. Также явно прослеживается тенденция увеличения средних величин изменений речного стока по отношению к степени антропогенных воздействий, но 30 % изменение параметров водосбора потребует существенных капитальных вложений в строительство новых мелиоративных систем, что при существующем состоянии экономики нереально, поэтому хозяйственная деятельность в бассейнах рек в этой области не повлияет существенно в ближайшем будущем на речной сток.

Таким образом, наиболее неблагоприятным прогнозом развития антропогенного изменения речного стока для рек Белорусского Полесья является третий вариант (уменьшение стока достигает 45,2 %). При наложении на этот вариант 10 %-ного антропогенного воздействия на водосбор реки уменьшение среднего годового стока может достигнуть 50 %.

Более детально проведен анализ влияния климатических и антропогенных факторов на средний годовой сток р. Ясельда-г.Береза, результаты кото-



рого представлены в таблице 7.7. Эти результаты подтвердили предположение о том, что самым неблагоприятным прогнозом изменения речного стока является третий вариант, имеющий максимальные изменения как обеспеченности (с 50 до 85 %), так и коэффициента вариации (с 0,47 до 0,54).

Таблица 7.7. Изменение обеспеченности и коэффициента вариации годового стока р. Ясельда – г. Береза в зависимости от варианта воздействия

№ варианта	Исходный	1	2	3	4
Обеспеченность, %	50	62,4	72,9	85,0	52,0; 54,1; 56,2; 58,0
Изменение обеспеченности, %	0,0	24,8	45,8	70,0	4,0; 8,2; 12,4; 16,0
Коэффициент вариации $C_v$	0,47	0,49	0,52	0,54	0,47; 0,47; 0,48; 0,48
Изменение коэффициента вариации $C_v$ , %	0,0	4,1	9,6	13,0	0,0; 0,0; 2,0; 2,0

Также было выявлено, что увеличение средней годовой температуры воздуха с одновременным уменьшением количества атмосферных осадков неоднозначно влияет на изменение суммарного испарения, т. е. при некотором сочетании изменения осадков и температуры наблюдается как бы перелом в изменении суммарного испарения. Анализ матрицы средней годовой температуры и суммарного годового испарения при постепенном увеличении температуры и уменьшения осадков показал, что для р. Ясельда-г.Береза такой переломной точкой является увеличение средней годовой температуры на 0,6 °С при одновременном 2 %-ном уменьшении количества атмосферных осадков. При дальнейшем увеличении температуры и уменьшении количества осадков происходит постепенное увеличение суммарного испарения.

Прогнозируемое потепление климата вызовет очередную негативную реакцию водных экосистем в целом, так и отдельных их частей, особенно это скажется на поймах рек – наиболее чувствительных ландшафтах, которые нам представляются существенными. Проведенное предварительное исследование этой проблемы необходимо развивать далее. И в первую очередь – совершенствовать воднобалансовые модели и детализацию статистических методов выявления зависимостей «климат–сток» для получения более надежных оценок и, следовательно, заключения на их основе выводов по проведению мероприятий по своевременной адаптации водного хозяйства к изменениям условий формирования местных водных ресурсов.

К сожалению, за пределами анализа остались еще ряд важных факторов: особенности формирования речного стока в зимний период с учетом ча-

стых оттепелей, в последнее десятилетие сокращение периода снеготаяния и соответствующее ему изменение количества атмосферных осадков и потерь талого стока, испарение со снежного покрова, детализация расчетов во времени и в пространстве. Перечисленные и ряд других вопросов будут обсуждены нами в последующих публикациях.

*Прогноз влияния изменения климата на уровень грунтовых вод.*

Анализ изменения УГВ, температуры и осадков с учетом инструментальных исследований уровней подземных вод показал, что изменение температуры в будущем будет иметь значительное влияние на грунтовые воды. Прогнозируемое изменение теплового режима атмосферы приведет к среднегодовому повышению температуры воздуха на  $1^{\circ}$  и будет сопровождаться одновременным уменьшением осадков на территории Беларуси (особенно в центральной и южной частях) и увеличением испарения.

Ожидается, что годовая температура в начале XXI столетия в среднем по Беларуси повысится на величину около  $0,2^{\circ}\text{C}$  [Климат..., 1996]. Это может вызвать снижение уровня грунтовых вод примерно на  $0,02\text{ м}$  относительно нормы.

Если рост температуры к 2025 г. составит  $1,5^{\circ}\text{C}$ , то это приведет к снижению УГВ примерно на  $0,03 \dots 0,04\text{ м}$  (таблица 7.8).

Таблица 7.8. Предполагаемые УГВ в зависимости от климатических изменений

Показатели	БР	ДР	КЧ	СН	НП
Норма	164,61	119,26	145,20	116,79	172,29
Повышение среднегодовой температуры на $0,2^{\circ}\text{C}$	164,55	119,20	145,18	116,84	172,26
Повышение среднегодовой температуры на $1,5^{\circ}\text{C}$	164,55	119,20	145,18	116,85	172,27

В то же время сезонное увеличение температуры может быть существенно большим и составить около  $1^{\circ}\text{C}$  в зимнее время, что приведет к увеличению количества оттепелей в зимний период, уменьшению весенней амплитуды УГВ, подобно тому как это происходило в конце 80-х – начале 90-х годов при пятилетнем потеплении.

#### 7.4. Управление водными ресурсами

Проблема управления использованием водных ресурсов, как в области, так и по республике в целом в основе своей является международной, потому что значительная часть рек являются трансграничными. Чисто транзитными речными системами в области являются: бассейн р. Припять (транзит с Украи-

ной) и бассейн р. Западный Буг (приток со стороны Украины и Польши иотток на территорию Польши). Кроме того, проблема управления относится к межгосударственным проблемам в связи с качественно новыми отношениями между бывшими союзными республиками, которые приобрели статус суверенных государств. Поэтому крайне важно оценить экономические и политические интересы каждого независимого территориального образования, размещающегося на водосборной площади речного или морского бассейнов, выявить интересы и конфликтные ситуации, оценить возможные пути их решения, учитывая имеющийся опыт.

Использование и охрана водных ресурсов как объекта управления представляют собой достаточно сложную инженерную и научную задачу. При ее постановке должны быть четко определены объект управления и его границы.

Под управлением в широком смысле этого слова понимается разработка и принятие решений, обеспечение механизма их реализации и контроля исполнения.

Осуществлять управление – значит, руководить действиями с помощью некоторых инструментов и правовых норм.

При этом водные ресурсы должны рассматриваться не только как природная, но и как социально-экономическая категория. Вода, доставляемая потребителю для использования, является уже не просто природным ресурсом, а продуктом вложенного человеческого труда и материальных затрат на ее подготовку и может быть отнесена в конкретных случаях к обогащенному сырью, полуфабрикатам или конечному продукту, а иногда и к отходам производства.

Объектом управления могут быть как сами "водные ресурсы", т. е. все разновидности воды, которые могут использоваться для различных нужд и целей общественного производства, так и объекты, на которых осуществляется водопользование. Целью управления объектами водопользования является их рациональное использование.

Рассмотрим на примере как влияют меры по управлению водными ресурсами, осуществляемые на территории Украины на состояние водных ресурсов бассейна р. Припять на территории Брестской области. Особенностью расположения бассейна р. Припять является то, что речной сток, сформированный правобережными притоками на Украине, проходит по Беларуси, а затем по основному руслу впадает в Днепр и возвращается на Украину. В последнее десятилетие гидроморфологический режим реки Припять от г. Наровля до Киевского водохранилища формировался в условиях крупномасштабных расчисток и углублений русла на территории Украины. В 1996 г. на Украине были

разработаны "Первоочередные водоохранные мероприятия в зоне отчуждения ЧАЭС". В них намечалось дноуглубление вверх по реке от Яновского моста до границы с Беларусью (примерно 12 км) и строительство правобережной дамбы с намывом песка из русла. К настоящему времени дноуглубление уже выполнено на протяжении 49 км от устья реки. Дноуглубление произведено как с целью увеличения пропускной способности русла, так и вследствие строительства водоохранных карьеров и выработок песка из русла реки для возведения защитной левобережной дамбы.

Увеличение пропускной способности русла вызвано стремлением уменьшить вероятность образования ледяных заторов и зажоров на реке, которые, образуя подпор, вначале затапливают загрязненную радионуклидами пойму, а затем, на спаде половодья, смываются в реку и поступают в Киевское водохранилище. Масштабное дноуглубление украинского участка реки вызвало понижение уровней воды и некоторое изменение кинематики руслового потока на приграничном белорусском участке. Реализация намеченных дальнейших мероприятий должна была вызвать еще большие изменения.

Выполненные исследования показали, что в настоящее время проведенные на украинской территории дноуглубительные работы не привели к существенному изменению уровня режима и режима деформаций русла, но их продолжение может оказать влияние на уровень и русловый режим, привести к существенному влиянию на окружающую среду на территории Беларуси. На основании результатов моделирования достигнуто соглашение с украинской стороной об отказе от дноуглубления от Яновского моста до границы с Беларусью [Черепанский, 1998].

Рациональное водопользование должно удовлетворять экономически и технологически оправданные потребности в воде населения, промышленности и сельского хозяйства с заданной гарантией (по режиму, количеству и качеству). Кроме того, оно должно обеспечивать эффективную защиту природных источников воды от загрязнения и истощения, исходя из установленных критериев и норм допустимой для них антропогенной нагрузки (экологически допустимых пределов трансформации природной среды, количества и качества вод), позволяющих сохранять в полной мере средообразующую, рекреационную и т. д. роли воды в природе.

Управление водными ресурсами предполагает оценку их формирования, использования, утилизации (отходы водных ресурсов), охрану и подачу до потребителя при непереносимом выполнении ограничений — сохранения их средообразующей и природоохранной роли.

В настоящее время управление основывается на четкой структуре (вертикали), функционально связанной с тремя основными направлениями деятельности:

- обеспечением населения питьевой водой, отвечающей санитарным нормам и правилам;
- обеспечением поддержания и восстановления водных объектов до состояния, отвечающего водоохранным требованиям;
- предоставлением в пользование водных объектов для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, для промышленных целей и нужд энергетики, сельского хозяйства, водного и воздушного транспорта, лесосплава, для ведения рыбного и охотничьего хозяйства, любительского рыболовства, для лечебных, курортных, оздоровительных, спортивных, рекреационных и противопожарных целей.

Водопроводно-канализационное хозяйство (ВКХ) населенных мест представляет собой сложную водохозяйственную систему, осуществляющую забор воды из недр и водоемов, очистку ее от загрязнения и транспортировку к потребителю, сбор загрязненных стоков и отвод их на очистные сооружения, из которых очищенная вода возвращается в водоемы.

Коммунально-бытовые потребности городского и сельского населения, а также нужды предприятий пищевой и легкой промышленности обеспечиваются главным образом за счет подземных вод. Водообеспечение значительной части сельского населения базируется на использовании шахтных колодцев.

Степень износа основных фондов системы ВКХ в среднем по Беларуси составляет 62 % и подходит к критическому [Войтов, Новак, 2001]. В Брестской области степень износа сетей и сооружений систем водоснабжения составляет: в областном центре – 45, 6 %, в районных центрах – 62 % и в сельских населенных пунктах – 57, 1 %. Это приводит к аварийным ситуациям (Гуринович, 2001). Примером тому может быть авария на канализационной насосной станции (КНС) № 5 г. Бреста, произошедшая летом 2002 г., которая создала экологически опасную ситуацию (сброс неочищенных сточных вод в реку Мухавец). Рост аварийности на системах водоотведения отмечается по всем объектам и населенным пунктам республики. В то же время практически отсутствует действенная система профилактики и ремонта сетей и сооружений, контроля и диагностики их состояния, неритмично проводятся расчеты по их санации и ремонту.

Существуют различные структурные схемы управления водопроводно-канализационным хозяйством городов и поселков. Наиболее высокий уровень эксплуатации систем ВКХ отмечается в специализированных, юридически

самостоятельных предприятиях, но их мало (гг. Кобрин, Береза, Столин и др.). Существенным фактором в обеспечении эффективной деятельности ВКХ является выделение в самостоятельные предприятия подразделений водопроводно-канализационного хозяйства районных и городских объединений жилищно-коммунального хозяйства.

Не менее сложной является система управления восстановлением водоисточников. В методологическом плане она представляет собой многофакторную систему: роль состояния водных объектов, прогноз развития ситуации в водных объектах, деление приоритетов и реально возможных границ восстановления водных объектов, выбор методов ликвидации причин загрязнения водных объектов, разработка оптимальных планов восстановительных мероприятий в соответствии с финансовыми возможностями, собственно восстановление водоисточников, ведение мониторинга состоянием восстановленных водных объектов, корректировка проводимых мероприятий в соответствии с результатами мониторинговых наблюдений. В условиях, когда ответственность за распределение водных ресурсов возложена на Минприроды, а сфера деятельности сведена к осуществлению в основном контрольных функций (природоохранные, лимитирующие нагрузку на водные объекты с учетом технического уровня водопользования), проблема восстановления и поддержания водных объектов остается открытой. Все это говорит о необходимости реформирования системы органов по регулированию использования и охране вод.

Учитывая тот факт, что в пределах водных объектов располагается несколько областей, как альтернативу существующей системе можно рассматривать систему, основанную на бассейново-административном принципе.

Создание системы бассейнового управления вызывает необходимость организации соответствующих иерархических структур, разработки экономического механизма и инструментов управления, использующих системный подход при организации водохозяйственной деятельности. При этом само управление ею должно осуществляться непрерывно на каждом объекте водопользования (прогнозирование, планирование, проектирование и эксплуатация).

Регулирование в системе ВХК предлагается осуществлять путем формирования вертикали управления в составе Государственного концерна «Белводоканал» и облводоканалов. В системе Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь – путем создания Государственного комитета по водным ресурсам и бассейновых водохозяйственных объединений. Структура управления представлена на рисунке 7.1.



Рисунок 7.1. Структура управления водными ресурсами.

Корректировка системы платежей в водохозяйственном секторе позволит учитывать экологическую опасность производственных сточных вод и ответственность промышленных предприятий за поступление с очищенными сточными водами в водные объекты специфических токсичных загрязняющих веществ по принципу “загрязнитель платит” [Войтов, Новак, 2001].

В сложившейся к настоящему времени системе управления водопользованием в Республике Беларусь использование водных ресурсов осуществляется нерационально. На практике реализуется лишь политика борьбы с последствиями, а не с причинами загрязнения водных ресурсов. Это связано в первую очередь с отсутствием единой системы управления водными ресурсами, несовершенством методологии планирования и проектирования перспектив развития водохозяйственных систем в населенных пунктах, часто некомпетентностью принимаемых решений в деятельности водопроводно-канализационного хозяйства, отсутствием координации научных исследований по проблемам водного хозяйства, не совершенствования градостроительной политики в вопросах резервирования подземных источников и многими другими вопросами [Логинов, Калинин, Иккоников, 2000].

Для обеспечения возможности реального и эффективного управления водными ресурсами необходимо осуществить ряд важнейших организационных и научно-технических мероприятий: [Апацкий, 1999]

– реализация бассейнового принципа управления водными ресурсами, позволяющего: более полно учитывать и использовать ограниченные водные ресурсы области, объективно оценивать качество воды на основе целевых показателей в водных объектах, а не на выходе из систем канализации или других выпусков; составлять и оптимизировать схемы комплексного использования водных ресурсов на основе разработки экономико-экологических моделей развития территории с учетом сложившейся демографической ситуации и размещения производства;

– совершенствование платежей в водохозяйственном секторе: поэтапное отменение уравнительной системы льготирования за использование воды в жилищно-коммунальном секторе, сохранение налоговой части платежей как платы на содержание государственных органов управления, а штрафная часть должна определяться с учетом установленных целевых показателей качества воды и направляться на развитие непосредственно водного хозяйства. Налоги и платежи должны быть целевыми и использоваться для решения целевых программ и задач.

Для обеспечения возможности эффективного управления водными ресурсами трансграничных водных объектов необходимо присоединение к существующим народным конвенциям и договорам (включая и по СНГ) и проведение предварительных работ по подготовке и заключению двух- и многосторонних межгосударственных соглашений по трансграничным водным объектам. В них должны быть определены режим и качество транзитных вод в пограничных створах в условиях разной водности рек. Они должны содержать программы водоохраных и других мероприятий в пределах контролируемой водосборной площади.

### **7.5. Охрана водных ресурсов**

Охрана вод организуется в целях защиты здоровья населения, обеспечения благоприятных условий водопользования, благополучия водных объектов. Охране подлежат все водные объекты на территории Республики Беларусь. Система мер, направленных на достижение целей охраны включает:

- нормирование качества воды в водном объекте;
- регламентация сброса нормируемых веществ, исходя из условий соблюдения норм качества воды в контрольном створе или не ухудшение ее состава и свойств в случае, когда эти нормы превышены;
- планирование, разработка и осуществление водоохраных мероприятий, обеспечивающих соблюдения установленных норм.



Природоохранная деятельность государства, как и любой вид деятельности, опирается на соответствующую нормативно-законодательную базу.

В Республике Беларусь целенаправленная природоохранная деятельность стала проводиться с 60-х годов прошлого столетия. В 1960 г. был создан Государственный комитет по охране природы, в 1961 г. принят закон “Об охране природы в Белорусской ССР”. Вслед за первым природоохранным законом приняты и другие нормативные акты, регламентирующие вопросы охраны и использования водных ресурсов.

Исходя из функционального назначения нормативно-законодательных актов, всю их совокупность можно объединить в пять групп. Первую составляют природоохранные законы, которые являются документами высшего ранга и определяют правовое регулирование природоохранной деятельности. К настоящему времени в Беларуси действует целый набор подобных законов: “Об охране окружающей среды” (1992 г.), “О государственной экологической экспертизе” (1993 г.), “Об особо охраняемых природных территориях и объектах” (1994 г.), “Водный кодекс” (1998), “О питьевом водоснабжении” (1999 г.) и др. [Природная..., 2002] Вторую группу нормативно-законодательных актов составляют постановления и указы верховной законодательной и исполнительной власти. Они принимаются по отдельным вопросам, которые не регламентируются природоохранными законами. К третьей группе относятся международные договоры, конвенции, соглашения и иные акты, участником которых является Беларусь:

- конвенция о доступе к информации, об участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды;

- конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местообитаний водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция) и др. [Природная среда ..., 2002]

Четвертую группу образуют межведомственные и ведомственные методические документы. Это различные инструкции, указания, распоряжения, руководства, рекомендации. Они регламентируют порядок проведения водоохранной деятельности.

Пятую группу составляет совокупность экологических государственных и отраслевых стандартов санитарные правила и нормы (СанПиН), а также строительных норм и правил. Ее ключевым звеном являются нормативы ПДК загрязняющих веществ в воде. Они служат основой для определения допустимых нагрузок на водную среду, установления предельных величин сбросов и выбросов.

Составной частью системы рационального природопользования является организация территорий и объектов природоохранного назначения. Она включает в себя территории и объекты трех уровней, различающиеся по своему функциональному назначению, статусу, критериям выделения и размерности.

К природоохранным территориям и объектам *первого уровня* относятся особо охраняемые природные территории республиканского и местного значения — национальные парки, заповедники, заказники и другие объекты. Основное назначение этих территорий состоит в сохранении высокого природного потенциала в границах природоохранного объекта. Для их организации выбираются территории, в наименьшей степени, преобразованные в процессе хозяйственной деятельности, в пределах которых объектом особой охраны становятся отдельные компоненты природы: поверхностные и подземные воды, редкие и исчезающие виды растений и животных — или природные (ландшафтные) комплексы в целом и др.

Заказники — территории, выделенные с целью сохранения и восстановления одного или нескольких видов природных ресурсов и поддержания общего экологического баланса.

В Брестской области создано 11 гидрологических заказников. Правовой базой для образования гидрологических заказников послужило Постановление Совета Министров БССР от 18.11.1968 г. "О государственных гидрологических заказниках республиканского значения", которым вводился запрет на добычу торфа в этих заказниках и на проведение других работ, связанных с изменением гидрологического режима территории. Основной целью гидрологических заказников, в соответствии с Постановлением, является сохранение естественного состояния ценных водных объектов и природных комплексов болотных массивов на водоразделах у истоков рек.

Государственный гидрологический заказник республиканского значения "Выгонощанское" создан по Постановлению Совета Министров БССР от 18.11.1968 г. №342 в Ивацевичском районе на землях ГЛХП "Ивацевичлес" на площади 39941 га (1999 г.), в целях сохранения естественного состояния типичных природных комплексов болотных массивов на водоразделах у истоков рек.

На водоразделах у истоков рек Нарев и Ясельды создан гидрологический (болотный) заказник "Дикое" на площади 7400 га. Заказник расположен в Пружанском районе (12.4 тыс. га). Границы заказника проходят на востоке по створу деревни Новый Двор - Клепачи; на юге и юго-западе через населенные

пункты: Клепачи, Радецк, Клетное, Галены, Попелево, Борки; на западе – по границе с Беловежской пущей.

Согласно Постановлению Совета Министров БССР от 06.09.1990 г. № 223 "О внесении изменений в Постановление Совета Министров БССР от 24.06.1986 № 190 "О расширении сети охраняемых территорий " создан заказник местного значения "Зельвянка" площадью 700 га. Этот заказник расположен в бассейне р. Зельвянка, вошел в "Перечень болот верхового типа, имеющих водорегулирующее значение, и земель на водоразделах рек, на которых запрещается изменение водного режима". Заказник расположен на территориях экспериментальной базы "Светлый путь" и Ружанского лесничества.

Ландшафтно-гидрологический заказник "Цыгань" создан 20 августа 1990 г. решением Ляховичского РИКа. Площадь охраняемой территории составляет 4100 га. Он создан в целях сохранения в естественном состоянии болотного массива в пойме реки Щара от д. Хотяж до д. Дарево, восстановления природных условий и поддержания общего экологического баланса.

Гидрологический заказник "Липск" и создан 14.11.1988 г. решением Ляховичского РИКа № 282. Площадь охраняемой территории составляет 1600 га. Заказник создан в целях сохранения в естественном состоянии болотного массива в урочище "Липск" в пойме р. Щара.

Решением Ивацевичского райисполкома в 1990 г. на площади 180 га создан гидрологический заказник местного значения "Гривда-Урочь" в окрестностях д. Гривды, в целях сохранения в естественном состоянии поймы р. Гривды.

Заказник "Ястребель" создан в 1988 г. на территории Столинского и Лунинецкого районов, площадью 5617 га, в целях сохранения природного Полесского комплекса.

К природоохранным территориям и объектам *второго уровня* относятся природно-территориальные выделы предназначенные для стабилизации экологической обстановки на антропогенно нарушенных территориях. К ним относятся ландшафтно-экологические ниши, миграционные пути, природоохранные прибрежные полосы, разделительные полосы и др.

Природоохранные прибрежные полосы (ППП), прилегающие к акваториям рек и водоемов, - это природоохранные территории, сохраняемые в естественном состоянии или используемые под сенокосы с определенными ограничениями. Они способствуют улучшению количественных и качественных характеристик воды, поступающей с прилегающих площадей, переводу поверхностного стока в грунтовой, предотвращают водную и ветровую эрозию почв береговой зоны, обеспечивают сохранение прибрежной древесно-

кустарниковой растительности, выполняющей водоохраные и другие защитные функции, способствуют сохранению местообитаний, кормовой базы, укрытий для птиц и зверей, нерестилищ для рыб. Ширина ППП по берегам рек устанавливается с учетом ширины почвенного покрова и поперечного уклона поверхности поймы. На малых реках (с водосбором до 2 тыс. км<sup>2</sup>) ширина ППП в поймах с торфяными почвами устанавливается от 75 до 200 м по каждому берегу, в поймах с минеральными почвами – от 50 до 100 м. На средних реках (с водосбором 5...10 тыс. км<sup>2</sup>) ширина ППП устанавливается от 200 до 500 м в заторфованных поймах и от 100 до 150 м – в минеральных. В верховьях средних рек на протяжении 50 км от истока ширина ППП принимается как для малой реки.

По берегам прудов и водохранилищ ширина ППП устанавливается с учетом характера хозяйственного использования прилегающих земель и уклона поверхности береговой зоны. Для прудов (площадь водного зеркала до 100 га) ширина ППП принимается от 35 до 170 м, водохранилищ – от 50 до 200 м.

ППП, как правило, должна быть занята древесно-кустарниковой растительностью. В ней запрещается:

- распашка земель, организация летних лагерей и выпас скота;
- применение высокотоксичных ядохимикатов и минеральных удобрений;
- размещение баз отдыха, стоянок автотранспорта, строительство зданий и сооружений, кроме ГТС, лодочных причалов и мест водопоя скота.

Кроме природоохранных прибрежных полос, по берегам водотоков и водоемов выделяются водоохраные зоны согласно “Положению о водоохраных полосах (зонах)”. К ним относятся территория, прилегающая к акваториям малых рек, на которой устанавливается специальный режим для предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод. Минимальная ширина водоохранной зоны устанавливается не менее 500 м от среднемноголетнего межennaleго уровня воды. В ней запрещается:

- применение авиаопыливания ядохимикатами, авиаподкормки растений;
- размещение животноводческих ферм без осуществления водоохраных мероприятий, складов минеральных удобрений ядохимикатов, нефтепродуктов, пунктов технического обслуживания и мойки техники;
- устройство свалок и других объектов, отрицательно влияющих на качество вод;
- проведение строительных, дноуглубленных, сельскохозяйственных и других работ без согласования с органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

На малых и средних реках, прудах, водохранилищах и озерах с площадью водного зеркала до 500 га ширина водоохраных зон принимается не менее 500 м.

Площадь водоохраных зон рек и притоков бассейна Западного Буга составляет 121,6 тыс. га, бассейна Немана – 68,8 тыс. га, бассейна Припяти – 180,4 тыс. га.

На участках мелиорируемых водосборов с наибольшей плотностью природных ассоциаций растений и диких животных для их сохранения организуются ландшафтно-экологические ниши. В большинстве случаев эти ниши представляют собой значительно расширенные в необходимых местах природоохранные прибрежные полосы. На малых реках ландшафтно-экологические ниши организуются через 9...20 км, как правило, путем расширения ППП до 1...2 км, на водосборах средних рек – через 15...30 км с расширением ППП до 2...3 км.

К природоохранным территориям и объектам *третьего уровня* относятся природные объекты, создание и сохранение которых предусмотрено нормами и правилами проектирования и строительства различных объектов хозяйственного назначения. Эти локальные (внутрихозяйственные) природоохранные территории и объекты включают в себя защитные лесные полосы, кооптированные водные источники, места обитания единичных ценных видов животных и растений, другие природные объекты, подлежащие охране. Здесь решаются вопросы охраны природы в рамках проектируемого объекта.

Вода поверхностных водоисточников, как правило, не может быть использована для хозяйственно-питьевого водоснабжения без улучшения ее свойств и без обеззараживания. Исходя из гидрологических условий, водоприемные сооружения располагают в таких местах, где не осаждаются наносы и глубина реки больше. При этом надо учитывать, что вогнутые берега реки подвержены размыву и разрушению, у выпуклых происходит осаждение наносов, а прямые участки ненадежны из-за образования на них перекатов.

Зоны санитарной охраны (ЗСО) поверхностных водозаборов на реках устанавливаются в зависимости от местных санитарно-топографических и гидрологических условий. Границы первого пояса ЗСО устанавливаются: не менее 200 м от водозабора вверх по течению реки; 100 м вниз по течению; 100 м от уреза воды при наивысшем уровне по прилегающему к водозабору берегу; вся акватория и 50 м на противоположном берегу при ширине реки до 100 м и полоса акватории шириной не менее 100 м при ширине реки более 100 м.

Границы второго ЗСО устанавливают вверх по течению, включая притоки, исходя из скорости воды, усредненной по ширине и длине водотока с

тем расчетом, чтобы время протекания воды от границы пояса до водозабора при среднемесечном расходе воды 95 % обеспеченности было не менее 5 суток; вниз по течению – на расстоянии не менее 250 м от водозабора. Боковые границы устанавливаются при равнинном рельефе местности на расстоянии не менее 500 м от уреза воды при летне-осенней межени.

Границы третьего пояса ЗСО вверх и вниз по течению совпадают с границами второго водоразделов в пределах 3...5 км.

При расположении водозабора на водоеме, границы первого пояса ЗСО устанавливаются по акватории во всех направлениях – не менее 100 м от водозабора, на прилегающем к водозабору берегу – не менее 100 м от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Границы второго пояса устанавливаются на расстоянии 3 км от водозабора при нагонных ветрах до 10 % в сторону водозабора и 5 км при нагонных ветрах более 10 %. Боковые границы при равнинном рельефе местности устанавливаются на расстоянии не менее 500 м от уреза воды при летне-осенней межени.

Границы третьего пояса повторяют границы второго пояса ЗСО, но боковые границы должны устанавливаться по линии водоразделов в пределах 3...5 км.

Водозаборы подземных вод должны располагаться вне территории промышленных предприятий и жилой застройки.

Границы первого пояса ЗСО для подземного источника питьевого водоснабжения должны устанавливаться от одиночного водозабора (скважины или шахтного колодца) или от крайних водозаборных сооружений группового водозабора на расстоянии: не менее 30 м – при использовании защищенных подземных вод и не менее 50 м – при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

К защищенным подземным водам относятся воды напорных и безнапорных водоносных горизонтов, имеющих в пределах всех поясов ЗСО сплошную водоупорную кровлю. К недостаточно защищенным подземным водам относятся: воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта и воды напорных или безнапорных водоносных горизонтов, которые в кровле имеют гидрогеологические “окна” потенциальные каналы для поступления загрязнений сверху.

В границы первого пояса ЗСО инфильтрационных водозаборов следует включать прибрежную территорию между водозабором и водоемом, если расстояние между ними менее 150 м. Для водозаборов с искусственным пополнением запасов подземных вод границы первого пояса устанавливаются на рас-

стоянии не менее 50 м от водозабора и не менее 100 м от инфильтрационных сооружений (бассейнов, каналов и т. п.)

Границы второго пояса ЗСО определяются гидродинамическими расчетами исходя из условия, что микробное загрязнение воды, поступающее в водоносный горизонт за пределами второго пояса, не достигнет водозабора.

Границы третьего пояса ЗСО также определяются гидродинамическими расчетами, учитывающими время продвижения химического загрязнения до водозабора.

Одной из первостепенных задач природоохранной деятельности является защита водных объектов от истощения и загрязнения. Загрязнением воды называют такое состояние ее качества, которое не соответствует требованиям водопользователей. Качество воды в источниках определяется комплексом различных показателей — общесанитарных, органолептических и токсикологических.

Нормирование качества воды рек, озер и водохранилищ производят в соответствии с "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения". Нормативы состава и свойств водных объектов Брестской области устанавливаются применительно к категории рыбохозяйственного назначения [Кадастр..., 2000]:

Нормируемые значения устанавливаются для следующих параметров воды водоемов: азот аммонийный 0,39 мг/л, железо 0,1 мг/л, марганец 0,01 мг/л, медь 0,001 мг/л, нефтепродукты 0,05 мг/л, никель 0,01 мг/л, нитриты 0,02 мг/л, хром 0,001 мг/л, цинк 0,01 мг/л, минеральный состав не должен превышать по сухому остатку 1000 мг/л, в том числе хлоридов – не более 300 мг/л, сульфатов – не более 100 мг/л; содержание растворенного кислорода не должно быть менее 4 мгО<sub>2</sub>/л в любой период года; БПК<sub>ПОЛН</sub> – не должно превышать при 20<sup>0</sup>С 3,0 мгО<sub>2</sub>/л; ХПК не должно превышать 30 мгО<sub>2</sub>/л и др.

По степени загрязненности большинство рек области отнесено к категории «умеренно загрязненные», р. Припять ниже г. Пинск была переведена в категорию «загрязненной» в связи с увеличением содержания в ее водах аммонийного азота [Кадастр..., 2000]

Степень загрязненности рек области по состоянию на 2000 г. представлена рисунке 7.2.

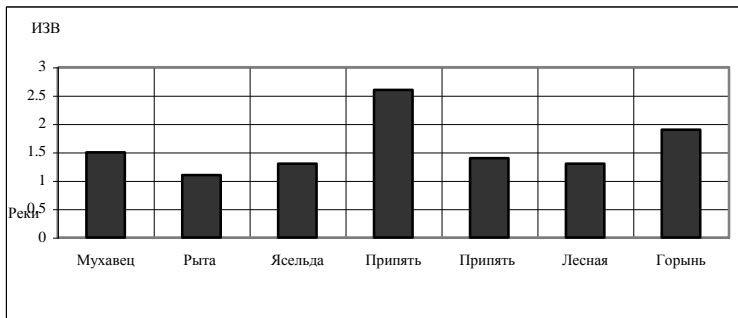


Рисунок 7.2. Интегральная оценка качества некоторых рек Брестской области:  
ИЗВ – индекс загрязненности вод.

Нормирование сбросов загрязняющих веществ в водные объекты производится путем установления *предельно допустимых сбросов (ПДС)* веществ, поступающих со сточными водами. Нормативы ПДС устанавливаются на срок до трех лет и подлежат пересмотру (переутверждению) или уточнению по планам-графикам, согласованным с Брестским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Кроме установления норм ПДК и ПДС, классификации вод по видам водопользования и степени загрязненности мероприятия по охране вод от загрязнения и истощения включают:

- введение повторного и оборотного водоснабжения, внедрения мало-водных и безводных технологий. Так в 2001 г. экономия воды за счет оборотного и повторно-последовательного водоснабжения составила 92,6 %. Очень высокий процент экономии свежей воды был отмечен на Березовской ГРЭС – 99,7 %, Пинском РУМП “Кузлитмаш” – 99,2 %, Брестском ОАО “Чулочный комбинат” – 99,0 %, ОАО “Брестском электротехническом заводе” – 99,0 %.
- очистку коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод до необходимых кондиций. Основным источником загрязнения природных вод являются сточные воды. Сопоставление концентраций загрязняющих веществ в природных и сточных водах указывает на то, что в бассейнах всех рек качество сточных вод гораздо хуже, чем природных. [Кадастр..., 2000]. С целью уменьшения влияния стоков на качество природных вод водоохранными структурами области проводят ряд мероприятий. В 2001 г. были ликвидированы выпуски: Березовской ГРЭС (выпуск охлажденных вод в реку Драгобужку после компрессорной установки. Сточные воды подключены на очист-



ные сооружения замазученных и замазленных стоков), Телеханской спецшколы-интернат (сточные воды подключены к сети коммунальной канализации КУМ ПП ЖКХ “Телеханское ЖКХ”, ОАО “Брестский электромеханический завод” (сброс нормативно-очищенных сточных вод предприятия с трех на два выпуска. Из перечня сооружений биологической очистки, после которых осуществляется сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, исключены сооружения колхоза-комбината им. Дзержинского Кобринского района производительностью 73,0 тыс.  $m^3/год$  (200,0  $m^3/сутки$ ). Из перечня сооружений механической очистки исключены сооружения РУСП “Березастрой” (в связи с изменением технологии производства исключен сброс нормативно-чистых сточных вод и очистные сооружения производительностью 631,0 тыс.  $m^3/год$  используются для очистки ливневых вод.). В 2001 г. введены в эксплуатацию очистные сооружения хозяйственных сточных вод таможни “Западный Буг” Брестского района (ППТО “Козловичи”) производительностью 18,0 тыс.  $m^3/год$ . Ранее действующие сооружения ликвидированы. Продолжается строительство очистных сооружений в гг. Белоозерск, Ляховичи, Высокое; интенсификация Березовских, реконструкция Брестских, Пинских, Лунинецких очистных сооружений. Введены очистные сооружения Антопольской средней школы в Дрогиченском районе, реконструировано (расширено) звено механической очистки очистных сооружений г. Пинска общей мощностью 30,105 тыс.  $m^3/сут$ . Из-за недостатка финансовых средств не завершено строительство приемной камеры, павильонов и бункеров Брестских очистных сооружений.

В брестской области осуществляется контроль за водопользованием. За нарушение водного законодательства за 2000 – 2001 гг. было наложено 834 штрафа. Из них за:

- нарушение права государственной собственности на воду – 53 административных взыскания на сумму 396,0 тыс. рублей;
- нарушение правил охраны водных ресурсов – в части нарушения режима содержания водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов, водоохранного режима на водосборах, несоблюдение режима хозяйственной деятельности, предусмотренного для зон санитарной охраны источников и систем питьевого водоснабжения – 416 административных взысканий на сумму 2839,7 тыс. рублей;
- нарушение правил водопользования – в части нерационального использования воды, нарушения ведения первичного учета количества заби-

- раемых из водных объектов и сбрасываемых в них вод, определение качества сбрасываемых вод – 43 административных взыскания на сумму 653,1 тыс. рублей;
- повреждение водохозяйственных сооружений и устройств, предотвращающих загрязнение и засорение вод, и за нарушение правил их эксплуатации – 57 административных взысканий на сумму 1276,5 тыс. рублей;
  - невыполнение предписаний органов, осуществляющих контроль за охраной окружающей среды – 265 административных взысканий на сумму 2142,6 тыс. рублей;
  - за загрязнение поверхностных водных источников 15 водопользователям предъявлены иски на сумму 67967,76 тыс. рублей, в том числе: ОАО "Брестодежда", ИП "ИНКО" (залповый сброс неочищенных сточных вод) из-за неисправности канализационного коллектора в мелиоративный канал на сумму 1026,5 тыс. рублей, КУПП "Ивановорайводоканал" (за неэффективную работу очистных сооружений и сброс недостаточно-очищенных сточных вод в мелиоративный канал - р. Неслуха) на сумму 1586,6 тыс. рублей, Брестскому КУП ВКХ "Водоканал" (залповый сброс неочищенных сточных вод из-за порыва напорного канализационного коллектора) на сумму 179,0 тыс. рублей, Кобринскому РПО ЖКХ (за неэффективную работу очистных сооружений участка Пески-2 и сброс сточных вод в мелиоративный канал - реку Мухавец) на сумму 896,9 тыс. рублей, Кобринскому райисполкому (за неэффективную работу очистных сооружений Хавовичской средней школы и сброс сточных вод в мелиоративный канал) на сумму 183,54 тыс. рублей, РУП Томельтранснефть «Дружба» (за сброс нефти в мелиоративный канал на территории Каменецкого района) на сумму 41259,0 тыс. рублей, Брестскому РПО ЖКХ (за неэффективную работу очистных сооружений Чернавчицкого участка и сброс недостаточно-очищенных сточных вод в мелиоративный канал - р. Градовку) на сумму 190,0 тыс. рублей, ОАО "Жабинковский сахарный завод" (за сброс сточных вод в реку Мухавец с превышением установленных ПДК) на сумму 343,980 тыс. рублей, Гомельскому предприятию по транспорту нефти "Дружба" (за сброс нефти в канал Валовельский на территории Дрогичинского района) на сумму 17167,0 тыс. рублей, Кобринскому ГП ВКХ "Водоканал" (за неэффективную работу очистных сооружений города Кобрини и сброс недостаточно-очищенных сточных вод в реку Мухавец) на сумму -

1030,9 тыс. рублей, Гомельскому предприятию по транспорту нефти "Дружба» (за сброс нефти в мелиоративный канал на территории Пинского района) на сумму 813,8 тыс. рублей, Ганцевичскому РПО ЖКХ (за неэффективную работу очистных сооружений города Ганцевичи и сброс сточных вод в р. Цна с превышением ПДК) на сумму 421,07 тыс. рублей, Каменецкому государственному предприятию по строительству и эксплуатации мелиоративных систем (за загрязнение мелиоративного канала и пруда "Шостаково» навозными стоками) на сумму 30,290 тыс. рублей, Пинскому заводу кондитерских изделий (за загрязнение мелиоративного канала нефтепродуктами из мазутохранилища котельной) на сумму 2802,0 тыс. рублей.

Важную роль в деле охраны рек от истощения играет создание прудов и водохранилищ. Они задерживают часть талых и дождевых вод для последующего использования их в бассейне реки в целях рыбопроизводства, рекреации, орошения земель без ущерба минимальному стоку реки. Данные о существующих и строящихся водохранилищах Брестской области приведены в таблице 7.9

Таблица 7.9 Сводные данные о действующих и строящихся водохранилищах Брестской области за 2001 год.

№ п.п.	Бассейн реки	Количество водохранилищ			Суммарная емкость, млн. м <sup>3</sup>		Суммарная площадь,	
		всего	от 1 до 10	от 10 до 100	полная	полезная	при НПУ	при УМО
Действующие водохранилища								
1	р. Неман	9	8	1	34,25	18,12	18,78	5,97
2	р. Зап. Буг	10	9	1	55,49	31,93	16,33	8,58
3	р. Припять	27	20	7	324,34	235,44	105,53	68,96
Всего		46	37	9	414,08	285,49	140,64	83,51
Строящиеся водохранилища								
1	р. Припять	1	1	-	2,31	1,72	0,48	0,38
Всего		1	1	-	2,31	1,72	0,48	0,38

Для сохранения поверхностных водных объектов, и в первую очередь, рек исключительная роль принадлежит обеспечению так называемых минимально необходимых (или минимально допустимых) расходов воды. Эти расходы должны с заданной обеспеченностью (95 %) поддерживаться в реках сверх объемов воды, необходимых в чисто утилитарных целях (водоснабжение, орошение земель), и гарантировать некоторое водное благоустройство территории, сохранение гидробиологического режима реки, надлежащих скоростей течения воды, разбавление остаточных и неупорядоченно поступаю-

щих в водоем загрязнений, регулирование уровня и расхода воды, глубины, скоростей течения, сроков затопления поймы, термического режима в результате изменения отметок дна русла и пойменных террас, уклонов водной поверхности в результате изъятия части стока, создания подпорных сооружений, одамбирования поймы и отчленения ее от основного русла изменяют условия обитания и численность компонентов живой природы. В результате этих преобразований изменяется и географический ландшафт, который формируют текущие воды.

Все элементы живой и неживой природы тесно связаны между собой, поэтому снижение или повышение уровня и расхода воды, глубины, скоростей течения, сроков затопления поймы, термического режима в результате изменения отметок дна русла и пойменных террас, уклонов водной поверхности в результате изъятия части стока, создания подпорных сооружений, одамбирования поймы и отчленения ее от основного русла изменяют условия обитания и численность компонентов живой природы. В результате этих преобразований изменяется и географический ландшафт, который формируют текущие воды.

Поймы, в свою очередь, играют исключительную роль в жизни речных экосистем. Они обеспечивают воспроизводство травостоя лугов, пойменных лесов, рыб, водоплавающих птиц, ценных видов пушных зверей. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности природного комплекса поймы необходимо ее периодическое затопление (половодье, паводок), в результате которого пойма не только орошается, но и удобряется взвешенными и растворенными в воде питательными веществами. Периодическое затопление поймы в результате половодий и паводков называется поемкостью. Это важный гидрологический показатель режима рек, который является индикатором продуктивности речных экосистем. Однако не следует забывать и о русле, большая часть года занята водами протекающей реки. Его разделяют на две части: дно (подводная часть русла, постоянно занятая водами) и берег (наводная часть, которая освобождается от воды при низком уровне межи). Русло реки обычно состоит из плесов, чередующихся с перекатами. Экологическое значение речных русел определяется, прежде всего, транспортирующей способностью водных масс. В одних случаях они приносят воду к определенным точкам земной поверхности, а в других – выносят за пределы территории, создавая, таким образом, оптимальные гидротермические и санитарные условия.

Особенно велика роль русла заполненного водой, в зимний период, когда при отрицательных температурах воздуха реки покрыты льдом, а температура воды не ниже 0°C. Единственным убежищем всего живого становится русло, заполненное водой. Оно обеспечивает основные условия проживания, при этом часть кормов производится или запасается на месте, а часть поступает из верхних участков гидрографической сети.

Важнейшее условие обоснования предельно допустимого истощения (изменения водного режима) речного стока — обоснование устойчивости и

надежности функционирования экосистемы ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов.

На основе взаимосвязи компонентов живой и неживой природы Б.В. Фащевским была разработана методика нормирования допустимой степени регулирования и изъятия водных ресурсов. Его исследования показали, что в условиях широкомасштабного изменения гидрографической сети (резкое увеличение густоты водопроводящей сети, спрямление речных русл, их обвалование и др.) сток рек в Беларуси может не меняться и даже возрастает в результате мелиорации, а уровень изменяется, поэтому необходим учет расхода и уровня воды.

Одним из параметров, который обеспечивает устойчивое природное состояние реки, является руслоформирующий расход воды. Как показывают исследования [Антрповский, 1970], для большей части равнинных рек он близок к максимуму весеннего половодья 50%-ной обеспеченности. При нарушении этого условия вертикальная эрозия заменяется боковой, и река трансформируется в другую природную геосистему [Маккаев, 1986].

Б.В. Фащевским были рассчитаны параметры кривых обеспеченности годовых значений уровня и расхода воды естественного и экологического стока по имеющимся результатам наблюдений для главных рек области [Фащевский, 1996]. На основании зависимости расчетных значений экологического стока ( $Q_{25\%}$ ,  $Q_{50\%}$ ,  $Q_{75\%}$  и  $Q_{95\%}$ ) от естественного 50%-ного стока предлагается оценивать его в неизученных створах. Аналитическое уравнение имеет вид:

$$Q_{\text{ЭК}}^{\text{P}\%} = K \cdot Q_{\text{ЭК}}^{50\%}, \quad (7.1)$$

где  $Q_{\text{ЭК}}^{\text{P}\%}$  – экологически необходимый расход воды соответствующей обеспеченности (95, 50 и 25 %);  $K$  — коэффициент регрессии длины связи;  $Q_{\text{ЭК}}^{50\%}$  — средний годовой естественный расход воды в год 50 %-ной обеспеченности.

Таблица 7.10 Расчетные характеристики годовых значений экологически необходимых уровней некоторых рек области

Река (пункт)	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Параметры кривой обеспеченности естественного стока			Расчетные параметры годового экологического стока $W$ , км <sup>3</sup>			
		$C_v$ ,	$C_s$	$W$ , км <sup>3</sup>	25%	50%	75%	95%
Припять (Коробы)	35100	0,150	0,00	278	236,0	193	167,0	152,0
Припять (Туров)	74200	0,001	1,26	125	1 160	91	76,0	61,0
Мухавец (устье)	6590	0,190	0,00	123	117,0	91	75,0	65,0

Таблица 7.11 Расчетные характеристики годовых значений экологически необходимых расходов некоторых рек области

Река (пункт)	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Параметры кривой обеспеченности естественного стока			Расчетные параметры годового экологического стока $W$ , км <sup>3</sup>			
		$C_v$	$C_s$	$W$ , км <sup>3</sup>	25%	50%	75%	95%
Припять (Коробы)	35100	0,41	1,14	3,22	2,97	2,22	1,77	1,25
Припять (Туров)	74200	0,43	0,76	7,85	7,45	5,40	3,94	2,01
Мухавец (устье)	6590	0,44	0,49	0,80	0,77	0,55	0,39	0,25

В таблице 7.12. приведены коэффициенты регрессии для расчета экологически необходимого расхода воды в различных бассейнах территории области.

Таблица 7.12. Коэффициенты регрессии уравнения 5.1

Речной бассейн	Обеспеченность, %			
	95	75	50	25
Мухавец	0,45	0,55	0,70	1,00
Припять	0,33	0,45	0,67	1,00
Лесная	0,45	0,55	0,70	1,00
Горынь	0,50	0,65	0,69	1,00

Для оценки экологически необходимого уровня воды необходимо использовать кривую  $Q = f(H)$  для ненарушенного периода. Таким образом, зная значение естественного годового стока 50%-ной обеспеченности, можно рассчитывать экологически необходимый расход за месяц в годы различной обеспеченности. Внутригодовое распределение экологического стока в долях от единицы принимается равным естественному стоку той же обеспеченности. Для оценки экологически необходимого уровня воды в изученных створах необходимо построить кривую зависимости расхода воды от уровня в расчетном створе. В течение годичного цикла наблюдений или путем переноса  $Q = f(H)$  по уклону с ближайшего водомерного поста [Фашевский, 1996].

Исходя из вышеизложенного материала можно сказать, что целенаправленная водоохранная деятельность в общем случае включает: количественную оценку современного и перспективного потребления воды, а также влияния на сток всех видов хозяйственной деятельности; обеспечения в реках минимально необходимых расходов; устройство подпорных сооружений и перепадов для сохранения уровенного режима рек; применение водозащитных

---

лесных полос по берегам и в верховьях рек; создание гидрологических заказников, водоохранных зон, безусловное проведение всех необходимых мер по охране вод от загрязнения:

- регулирование поступления поверхностного стока в реки и водоемы (устройство прудов-накопителей, перевод в подземный сток и т.д.);

- очистка коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод до необходимых кондиций;

- повторное и оборотное водоснабжение;

- внедрение маловодоемких и безводных технологий;

- нормирование сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и др.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водные ресурсы являются важнейшим компонентом природной среды, которые определяют возможность устойчивого развития любого крупного региона, от них зависит уровень жизни и здоровье населения. Вода играет исключительно важную роль в геологических процессах, жизнедеятельности человека, разнообразии природных экосистем и в их функционировании. С ростом городов, развитием различного рода водоемких отраслей промышленности, увеличением расхода воды на производство продуктов, сельского хозяйства проблема обеспечения высококачественной водой с каждым годом усложняется. Вот почему вопросы рационального использования и охраны водных ресурсов (особенно ее пресной составляющей) привлекают пристальное внимание ученых, инженеров, общественных и государственных организаций.

Выполненный анализ данных по состоянию поверхностных и подземных вод Брестской области показывает, что несмотря на спад объема промышленного производства (1991–2001 гг.) и стабилизацию количества загрязняющих веществ, поступающих в реки и водоемы, существенного улучшения качества воды в них еще не произошло, так как для этого необходимо более длительное время и улучшение очистки сточных вод. Максимальную антропогенную нагрузку испытывают по-прежнему рр. Зап. Буг, Мухавец, Рыта, Ясельда Припять, в которых содержание отдельных загрязнителей (меди, цинка, марганца, нефтепродуктов, азота нитритного и азота аммонийного) в районах промышленных центров значительно превышает предельно допустимые концентрации.

Значительное загрязнение наблюдается и в подземных водах, особенно в верхних от поверхности земли водоносных горизонтов, воду которых население добывает с помощью колодцев и одиночных скважин. Значительная часть населения употребляет питьевую воду не соответствующую санитарно-гигиеническим требованиям по целому ряду показателей (железу, нитратам, солям аммония, тяжелым металлам, микробиологическим показателям). Это наряду с другими факторами приводит к росту числа инфекционных заболеваний бактериальной и вирусной этиологии, уменьшению рождаемости и продолжительности жизни населения.

Основными сдерживающими факторами улучшения качества природных вод являются: недостаточное финансирование всех видов водоохранной деятельности, продолжающееся загрязнение водных ресурсов от сброса сточных вод и от сельскохозяйственной деятельности, дающей основное количество азота, фосфора, БПК, отсутствие системы государственного бассейнового



управления использованием водными ресурсами; отсутствие генеральных схем и программ рационального использования и охраны природных вод в разрезе бассейнов крупных рек области, районов и крупных административно-промышленных узлов; отсутствие системы экологического аудита и сертификации выпускаемой продукции; нарушения природоохранного законодательства; несовершенство нормативно-правовых актов и др.

С целью улучшения создавшейся ситуации с водными ресурсами в последние годы проведены работы по научному обоснованию водоохраных мероприятий в Барановичском и Пинском районах, выполнены проекты ТА-СИС по мониторингу водных ресурсов в бассейне реки Зап. Буг; предложены проекты по улучшению природопользования в бассейнах Днепра и Припяти в программу Международной ассоциации академий наук (МААН); разработан проект "Соглашения о взаимодействии в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов", который одобрен Президиумом МЭК и Главами правительств СНГ.

В качестве перспективных направлений улучшения и охраны водных ресурсов должны быть:

- создание механизма управления и планирования использования подземных и поверхностных вод, как основного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- снижение прямого и косвенного антропогенного воздействия на природу и в первую очередь на водные и околотовные экосистемы;
- разработка территориальных (бассейновых) схем использования и охраны водных ресурсов, создание бассейновых инспекций (комитетов) по управлению водными ресурсами;
- разработка и внедрение систем оборотного и повторного водоснабжения существенно снижающее не только водоемкость отечественного производства, но и сброс сточных вод в водоемы и водотоки;
- совершенствование способов очистки коммунально-бытовых и производственных сточных вод;
- установление лимитированных нагрузок на водоемы и водотоки в зависимости от их водности, способности к самоочищению, уникальности и других факторов;
- создание эффективного финансово-экономического механизма водопользования, и, как первый шаг – установление дифференцированных ставок экологического налога за использование и загрязнение водных объектов.

В заключение хотелось бы отметить, что авторы попытались кратко охарактеризовать ту ситуацию с водными ресурсами, которая сложилась на рубеже второго и третьего тысячелетий в Брестской области Республики Беларусь. Из-за ограниченного объема книги многие проблемы детально не обсуждались и лишь затронуты, но они представляются достаточно важными и могли бы составить предмет отдельного рассмотрения. Тем не менее, представленные материалы показывают, насколько важной является оценка роли водного фактора в функционировании отдельных природных экосистем и насколько важно иметь в области продуманную государственную политику в области водного хозяйства, какие вопросы требуют скорейшего решения на государственном уровне и какие вопросы могут уже сейчас решаться на местном уровне.

В книге сделана попытка показать, насколько важно при планировании использования водных ресурсов и в борьбе со стихийными природными явлениями (наводнениями и засухой) является учет климатических фактов, поэтому необходимо в ближайшее время приступить к реализации Национальной климатической программы, разработанной в 1999 г. Национальной академией наук Беларуси и Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды, совместно с Департаментом по гидрометеорологии.

Авторы постарались, чтобы предлагаемая книга была полезной не только профессиональным гидрологам и гидрогеологам, но и географам, гидротехникам, мелиораторам, водохозяйственникам, экологам, а также широкому кругу любознательных читателей, обеспокоенных состоянием водных ресурсов своего края.

По глубокому убеждению авторов одной из основных задач, стоящих перед специалистами в области использования водных ресурсов в настоящее время является не столько правильный расчет объемов воды, который можно извлечь из реки или водоносного горизонта в конкретных условиях в тот или иной отрезок времени, а оценка возможных изменений в различных компонентах окружающей природной среды и разработка комплекса компенсационных мер снижения негативного влияния от предполагаемого забора природных вод.

Защита подземных вод от загрязнения представляет сложную экологическую проблему. Ее решение возможно путем:

- внедрения в промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях хозяйственной деятельности безотходных технологий;
- ликвидации (минимизации) влияния существующих источников загрязнения;

- совершенствования методов очистки сточных вод на локальных и городских очистных сооружениях;
- утилизации и переработки вновь образуемых твердых бытовых отходов, включая;
- разработки методов утилизации отходов крупных животноводческих комплексов, прекращения орошения сельскохозяйственных угодий животноводческими стоками;
- обеспечения всех животноводческих ферм типовыми навозохранилищами;
- строгого соблюдения регламента внесения минеральных и органических удобрений;
- выявления заброшенных водозаборных скважин, их ликвидационного тампонажа;
- рекультивации отработанных участков месторождений твердых полезных ископаемых.

Однако, подземные воды и поверхностные тесно взаимосвязаны в природной среде, поэтому по мнению авторов при эксплуатации их необходимо рассматривать как единую водную систему, в которой каждая из частей имеет свои сезонные и многолетние особенности динамики режима. Учет этих особенностей может явиться основанием для совместного использования поверхностных и подземных вод при водоснабжении крупных промышленных центров Брестской области. При этом в будущем необходимо будет научно обосновать с экологических позиций объемы допустимого отбора вод из поверхностных и подземных источников воды.

Состояние природы и водных ресурсов в частности определяет перспективы и возможности дальнейшего развития любой крупной территории. Дальнейшее улучшение качества жизни людей Брестской области должно обеспечиваться в пределах водохозяйственной емкости региона с учетом потребностей в воде соседних областей (Гомельской, Гродненской, Минской и государств (Украины и Польши). Воздействие на гидросферу области не должно приводить к разрушению естественного биотического механизма регуляции окружающей природной среды. Поэтому в области должен быть взят под контроль: вопросы размещения различных видов производств и его техническое переоснащение, направленное в первую очередь на экономию водных ресурсов и охрану их от загрязнения; вопросы обеспечения всех групп населения, качественной питьевой водой; вопросы сохранения устойчивости водных экосистем путем рационального использования природных вод и охраны.

Для устойчивого развития области необходимо приступить к решению следующих первоочередных задач: произвести оценку водохозяйственной емкости территории, начиная с города, района, области, с целью определения допустимого для них антропогенного воздействия (возможности экологически допустимого объема для отбора поверхностных и подземных вод, их уровней, а также объемов сброса сточных вод, различной степенью очистки). Необходимо обеспечить надежную государственную и общественную экологическую экспертизу разрабатываемых проектов, прямо или косвенно затрагивающих водные ресурсы и водные экосистемы; отказаться от реализации проектов с неясными экологическими последствиями.

### Литература

- Авакян А.Б.* Наводнения. Концепция защиты // Известия АН РФ. Серия географическая. **2000.** № 5. С. 40-46.
- Агроклиматический справочник* / Под ред. Н.А. Малишевской. Мн.: Урожай, **1970.**
- Азява Г.В., Аземша В.В.* Защита от паводковых наводнений в Белорусском Полесье. Состояние и перспектива// Белорусское Полесье. Вып. 1. Пинск: Фонд «Белорусское Полесье», **2001.** С. 49–53.
- Апацкий А. Н., Усенко В. С., Щербаков Г. А.* Концепция организации бассейнового управления использованием и охраной водных ресурсов в Беларуси // Природные ресурсы. **1999.** № 2. С. 24–29.
- Базылюк Л.С. Поиски минеральных вод в районе участка Скверики Брестского района, проведенных в 1986 – 1987 гг. Мн. 1988. – 37 с.
- Бачила С.С.* Деградация осушенных земель и их потенциальное плодородие. Мат- II съезда Бел. об-ва почвоведов. В 3-х книгах. Кн. 3. Мн., **2001.** С. 12-14.
- Блакiтная* кнiга Беларусi: Энцикл./Беларус. Энцикл.; Рэдкал.: Н.А. Дзiсько i iнш. Мн.: БелЭн, **1994.**
- Боголепов М.А.* О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху. М., **1908**
- Бохонко В.И., Корчоха Ю.М.* Формирование русел рек и экологическое состояние их водосборов. – Мн.: БГЭУ, **2001.** – 160 с.
- Будаговский А.И., Гусев Е.М.* Почвенные воды: фундаментальные проблемы и результаты научных исследований //Водные ресурсы. **1999.** Т. 26, № 5. С. 540-553.
- Булавко А.Г.* Водный баланс речных водосборов. Л.: Гидрометеиздат, **1971.**
- Булавко А.Г., Плужников В.Н.* Использование водных ресурсов Белоруссии в сельском хозяйстве. Мн.: Ураджай, **1982.**
- Бучинский И.Е.* О климате прошлого Русской равнины. Л.: Гидрометеиздат, **1957.**
- Васильченко Г.В., Гриневич Л.А.* Опыт борьбы с наводнениями в СССР и задачи инженерной защиты от затоплений сельхозугодий в пойме р. Припяти // Проблемы Полесья. Мн.: Наука и техника, **1984.** Вып. 9. С.20-27.
- Волчек А.А., Лукаша В.В.* Оценка антропогенного воздействия на водные ресурсы рек Белорусского Полесья. // Природное асяроддзе Палесся: Сучасны стан i яго змены: Тез. докл. межд. научн. конф. Брэст., **2002.** С. 228 – 230.

**Волчек А.А., Калинин Ю.А.** Современное состояние и концептуальные предположения по изучению, использованию и охране водных ресурсов Белорусского Полесья. Брэсцкі геаграфічны веснік. Т.1. Выпуск 1-Брэст, 2001. с.42-46

**Волчек А.А., Марчук В.Н.** Согласование режимов орошения и водоисточника. Деп. рукопись в ЦБНТИ Минводхоза СССР, №418, 1987

**Войтов И.В., Новак В.А.** Стратегия управления использованием и охраной водных ресурсов Беларуси на современном этапе. // Природные ресурсы № 2, 2001.

**Волчек А. А.** Пространственно – временные колебания суммарного испарения на территории Беларуси // Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология: Вестн. БПИ. 2000, № 2. С.17–23.

**Волчек А.А.** Автоматизация гидрологических расчетов // Водохозяйственное строительство и охрана окружающей Среды: Труды международной научно-практической конференции по проблемам водохозяйственного, промышленного и гражданского строительства и экономико-социальных преобразований в условиях рыночных отношений. Брест. политехн. институт. – Биберах – Брест-Ноттингем, 1998.

**Волчек А.А.** Методика определения максимально возможного испарения по массовым метеоданным (на примере Белоруссии). //Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству (Минводхоз БССР), 1986. №12. С. 17-21.

**Волчек А.А.** Пространственно-временные колебания суммарного испарения на территории Беларуси // Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. Вестник БПИ. 2000. №2. С.17 – 23.

**Волчек А.А.** Синхронности в колебаниях стока рек Беларуси и его оценка // Природные ресурсы, 2001. - №2.

**Волчек А.А., Грядунова О.И., Шпендик Н.Н.** Изменчивость запасов продуктивной влаги минеральных почв Пружанского района // Брэсцкі геаграфічны веснік (геаграфічныя і геаэкалагічныя праблемы Палескага рэгіёну). Брэст, 2001. Том 1. Вып. 1. С. 37-41.

**Волчек А.А., Макаревич А.А.** Определение водно-физических свойств почв при ограниченной информации // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству (Минводхоз БССР). – 1986. – №9.

**Волчек А.А., Плужников В.Н.** Пространственно-временные колебания элементов водного баланса (на примере Белоруссии)// Водные ресурсы, 1991. №5.

**Волчек А.А., Шведовский Л.В. и др.** Математические модели в природопользовании. Учеб. пособ. – Мн.: Издательский центр БГУ, 2002– 282 с.

**Воропаев Г.В.** Воды суши и водные проблемы // Водные ресурсы. 1987. № 6. С. 3–26.

- Географія* Брэсцкай вобласці / Пад рэд. А.Ул. Грыбко. Брэст, **1996**. Ч. 1.
- Геология* Беларуси А.С. Махнач, Р.С. Гарецкий, А.Ц. Матвеев и др. Мн.: Институт геологических наук НАН Беларуси, **2001**.
- Геоморфология* Беларуси: Учеб. пособие для студ. географ. фак. / О.Ф. Якушко, Л.В. Марьина, Ю.Н. Емельянов; Под ред. О.Ф. Якушко. Мн.: БГУ, **2000**.
- Голченко М.Г.* Влагообеспеченность и орошение земель в Белорусии. – Мн.: Ураджай, 1976. –190 с.
- Государственный* водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 1994 год) / Под ред. А. Н. Колобаева. Мн., **1995**.
- Государственный* водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 1996 год) / Под ред. А. Н. Колобаева. Мн., **1997**.
- Государственный* водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2000 год). – Мн.: ЦНИИКИВР, **2001**.
- Государственный* водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 1999 год). Мн.: ЦНИИКИВР, **2000**.
- Государственный* кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1979 г. Т.2, Мн., **1981**. Вып. 7.3.
- Грибко А.В., Карпук В.К.* География, хозяйственное лесопользование и состояние родников Брестской области// Брэсцкі геаграфічны веснік. Том 1. Вып. 1. Брэст, **2001**. с.51-56.
- Гриневич А. Г., Лукошко М. Р., Петлицкий Е. Е.* Трансграничные водные проблемы Республики Беларусь // Европа – наш общий дом: Экологические аспекты: Тез. докл. Межд. научн. конф. Мн., **1999**. С. 137
- Гриневич А.Г., Плужников В.Н.* Оценка влияния возможного глобального потепления на водные ресурсы и водное хозяйство // Природные ресурсы. **1997**. №2. С. 49-54.
- Грушевский М.С.* Очерк истории Турово-Пинского княжества XI-XIII вв. Киев, **1901**.
- Гусев Е.М.* Экологическая роль почвенных вод и их ресурсы //Водные ресурсы. **1990**. №5. С. 110-121.
- Дмитренко В.П.* Об оптимальных значениях и закономерностях влияния осадков и температуры воздуха на урожайность сельскохозяйственных культур // Труды УкрНИГМИ, **1969**. Вып. 84. С. 26-46.
- Дмитренко В.П.* Уточнение зависимости влияния осадков на формирование урожайности сельскохозяйственных культур // Труды УкрНИГМИ, **1970**. Вып. 91. С. 44 – 61.

- Довнар-Запольский М.В.* Баркулабовская летопись // Унив. Изв., **1898**, №12.
- Дрозд В.В., Ревера О.З.* Река Припять. Мн.: Университетское, **1988**. 77 С.
- Дроздов О.А.* Колебания естественного увлажнения в связи с анализом антропогенных изменений климата и увлажнения // Водные ресурсы. **1990**. №2. С. 5-15.
- Жилинский И.И.* Очерк работ Западной экспедиции по осушению болот 1873-1898 гг. Спб., **1899**.
- Журнал* министерства внутренних дел. СПб., **1838, 1843, 1845, 1854**.
- Закон Республики Беларусь "О питьевом водоснабжении" 1999. – 48 с.
- Изменение* гидрографической сети Белоруссии под воздействием мелиоративных работ. Мн., **1986**.
- Калинин М. Ю.* Подземные воды и устойчивое развитие. Мн., **1998**.
- Калинин М.Ю.* Подземные воды и устойчивое развитие. Мн.: Белсенс. **1998**.- 444 с.
- Калинин М.Ю., Писарик М.А.* Степень химического загрязнения подземных вод Барановичского района // Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. Вестник БПИ. **2001**. №2. С. 63-66.
- Кельчевская Л.С.* Влажность почв Европейской части СССР. Л.: Гидрометеоздат, **1983**.
- Климат* Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, **1996**.
- Козерук Б.Б., Какарека С.В.* Вклад аэральной составляющей в загрязнение водных объектов бассейна реки Западный Буг. // Природнае асяроддзе Палесся: Сучасны стан і яго змены: Тез. докл. межд. научн. конф. Брест., **2002**. С. 208-210.
- Кудельский А. В., Гречко А. М., Кривецкая Т. Д., Пашкевич В. И.* Гидрогеологическая экспертиза широкомасштабных осушительных мелиораций Белорусского Полесья. Мн., **1993**.
- Кудельский А. В., Гудак С. П., Пашкевич В. И. и др.* Подземные воды Беларуси (ресурсы, качество, использование) // Природные ресурсы. **1999**. № 1. С. 48-58.
- Кудельский А. В., Пашкевич В. И., Ясовеев М. Г.* Подземные воды Беларуси. Мн., **1998**.
- Лихацевич А.П., Зеленовский А.П.* Обустройство мелиорированных агроландшафтов Беларуси // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материа-



лы международной научно-практической конференции. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, **2001**.

*Лихацевич А.П., Мееровский А.С., Белковский В.И.* Состояние и перспективы сельскохозяйственного использования торфяных почв // Природные ресурсы. **1997**, №2. С. 31-40.

*Лиштвак И. И., Азява Г. В., Ярошевич Л. М.* Проблемы наводнений в Полесье и мероприятия по противопаводковой защите населенных пунктов и сельскохозяйственных земель // Природные ресурсы. **1999**. № 2. С. 49–58.

*Лиштвак И. И., Бамбалов Н. Н., Ярошевич Л. М.* Экологические последствия мелиорации в Полесье // Природные ресурсы. **1998**. № 2. С. 57–62.

*Лиштвак И. И., Ярошевич Л. М.* Проблемы охраны и рационального использования природных комплексов бассейнов рек Днепра, Припяти и Днестра // Европа – наш общий дом: Экологические аспекты: Тез. докл. Межд. научн. конф. Мн., **1999**. С. 8–9.

*Лобанов С.А.* Анизотропность полей годового стока рек в отношении их пространственной корреляции // Расчеты речного стока. СПб., **1995**.

*Логинов В. Ф.* Влияние мелиорации на региональный климат Беларуси // Природные ресурсы. **1997**. № 1. С. 24–28.

*Логинов В. Ф.* Изменение климата Полесья за период инструментальных наблюдений // Природные ресурсы. **1998**. № 2. С. 83–89.

*Логинов В. Ф., Иконников В. Ф.* Оценка влияния естественных и антропогенных факторов на сток рек Беларуси // Природопользование. Мн., **1997**. Вып. 2. С. 26–30.

*Логинов В. Ф., Калинин М. Ю., Иконников В. Ф.* Антропогенные воздействия на водные ресурсы // Европа – наш общий дом: Экологические аспекты: Тез. докл. Межд. научн. конф. Мн., **1999**. С. 73.

*Логинов В.Ф.* Влияние мелиорации на региональный климат Беларуси// Природные ресурсы. **1997**. № 1. С. 24-27.

*Логинов В.Ф., Калинин М.Ю., Иконников В.Ф.* Антропогенное воздействие на водные ресурсы Беларуси. Мн.: ПолиБиг, **2000**. 284 с.

*Лукашик П.И.* История мелиорации земель Брестчины. Брест: Облтипография, **1998**.

*Мавердин В.В.* Очерки истории Левобережной Украины с древнейших времен до второй половины XIV в. М., **1940**.

*Марчук В.Н.* Расчеты теплоэнергетических ресурсов процесса тепло- и влагообмена в условиях заболоченных территорий (на примере Белоруссии) // Гидрология и гидротехнические мелиорации. – Омск, 1982.

**Мезенцев В.С.** Гидрологические расчёты в мелиоративных целях. Учебное пособие. Омск, Изд. Омского СХИ, **1982**. 84 с.

**Мезенцев В.С.** Расчёты водного баланса. Омск: Омск СХИ, **1976**.

**Мезенцев В.С., Карнацевич И.В.** Увлажненность Западно-Сибирской равнины. Л.: Гидрометеиздат, **1969**.

**Мелиорация:** Энцикл. Справочник / Под общ. ред. А.И. Мурашко. Мн.: Белорус. Сов. Энцикл., **1984**.

**Мороз М.Д., Голубев А.П., Гигиняк Ю.Г., Мухин Ю.Ф.** Методические проблемы охраны родников Беларуси в условиях повышающей антропогенной нагрузки на природную среду / теоретические и прикладные проблемы геоэкологии. Тезисы докладов международной научной конференции 26-29 сентября 2001 г., Минск.: Квадрограф, **2001**. с.110-212.

**Московина Э.Г.** Паводки на р. Даугаве за историческое время. Рига, **1960**.

**Народное** хозяйство Брестской области. Статистический ежегодник. - Брест, **2001**.

**Научно-прикладной** справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеиздат, **1987**. Вып. 7. Сер. 3. Ч. 1-6.

**Национальная** стратегия устойчивого развития Республики Беларусь // Национальная комиссия по устойчивому развитию Республики Беларусь, НИЭИ Минэкономки РБ. Мн., **1997**.

**Общая** гидрология: Учеб. для геогр. спец. вузов. М.: Высш. шк., **1991**.

**Округ С.И.** Защита от наводнений / Белорусское Полесье. Пинск: Фонд «Белорусское Полесье», **2001**. Вып. 1. С. 60 - 62.

**Оппоков Е.В.** Колебание водоносности рек в историческое время // исследование рек СССР. **1933**. Вып. 4.

**Оценка** плодородия почв Белоруссии / Н.И. Смяян, В.С. Зинченко, И.М. Богдевич и др. Мн.: Ураджай, **1989**.

**Плужников В. Н., Гриневич А. Г., Лукошко М. Р.** Оценка трансграничного переноса загрязняющих веществ реками Беларуси // Природные ресурсы. **1998**. № 4. С. 32-36.

**Плужников В. Н., Макаревич А. А., Петлицкий Е. Е.** Оценка и прогноз ресурсов поверхностных вод и их изменений под влиянием хозяйственной деятельности (методическое руководство). Мн., **1994**.

**Плужников В.Н., Фадеева М.В., Бучурин В.И.** Водные ресурсы Беларуси, их использование и охрана// Природные ресурсы, **1996**. №1. С. 24-29.

**Пособие** к строительным нормам и правилам П1-98 к СниП 2.01.14-83. Определение расчётных гидрологических характеристик. Мн., **2000**.

**Почвы** Белорусской ССР. // Под ред. Т.П. Кураковской, П.П. Рогового, Н.И. Смеяна. Мн.: Ураджай, **1974**.

**Приалко М.Д.** Троицкая летопись, реконструкция женета. М., **1950**.

**Природная** среда Беларуси/ Под ред. В.Ф. Логинова. Мн.: ООО “БИП - С”, **2002**.

Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края / Под ред. В.С. Мезенцева. – М.: Колос, 1974.

**Рельеф** Белорусского Полесья / А.В. Матвеев, В.Ф. Моисеенко, Г.И. Илькевич и др. Мн.: Наука и техника, **1982**.

**Рельеф** Белорусского Полесья/ А.В. Матвеев, В.Ф. Моисеенко, Г.И. Илькевич и др. Мн.: Наука и техника, **1982**.

**Республиканская** программа инженерных водохозяйственных мероприятий по защите населенных мест и сельскохозяйственных угодий от паводков в наиболее паводкоопасных районах Полесья. Мн., **2000**.

**Ресурсы** поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометеиздат, **1966**. Т. 5. Ч. 1.

**Ресурсы** поверхностных вод. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, **1966**. – Т.5. – Ч.II. – 620 с.

**Рудковский П.П.** Проблема наводнений в Республике Беларусь и пути её решения / Природные ресурсы, **2001**. №2. С. 59 – 63.

**Санитарные** правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН № 4630 – 88, М., **1988**.

Сборник санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению. Минздрав РБ. Мн. 2000. –151 с.

**Свитин В.В.** Мелиорация и охрана земель - важнейшая функция государственного управления земельными ресурсами // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, **2001**.

**Серков М.М., Дубровский А.Н.** Опыт проектирования природоохранных мероприятий при мелиорации Белорусского Полесья // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, **2001**.

**Смеян Н.И.** Почвы и структура посевных площадей. Мн.: Ураджай, **1990**.

**Современные** проблемы изучения, использования и охраны природных комплексов Полесья: Тез. докл. междунар. науч. конф. Мн.: Белсенс, **1998**.

**Сомов Н.В.** асинхронность колебаний стока крупных рек СССР // Метеорология и гидрология. **1963**. №5.

**Состояние** природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 1997/ Под ред В.Ф. Логинова. Мн. **1998**.

**Состояние** природной среды Беларуси: Экол. бюл. 1995 г. / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн., **1996**.

**Состояние** природной среды Беларуси: Экол. бюл. 1996 г. / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн., **1997**.

**Состояние** природной среды Беларуси: Экол. бюл. 1998 г. / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн., **1999**.

**Состояние** природной среды Беларуси: Экол. бюл. 1999 г / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн., **2000**.

**Состояние** природной среды Беларуси: Экол. бюл.1997 г. / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн., **1998**.

**Справочник** по климату СССР. Л.: Гидрометеиздат, **1965**. Вып. 7. Ч. 4.

**Справочник** по климату СССР. Л.: Гидрометеиздат, **1968**. Вып. 7. Ч. 4.

**Станкевич А.П.** Трансграничный перенос загрязняющих веществ в бассейне р. Припять. // Природнае асяроддзе Полесья: Сучасны стан і яго змены: Тез. докл. межд. научн. конф. Брэст., **2002**. С. 228 – 230.

**Стефаненко Ю.В., Водчиц Н.Н.** Суммарное испарение на территории Белоруссии // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству. - 1977. - ВыпЛУ.

**Сучков К.П.** Регулирующая роль государства как условие социально-экономической эффективности мелиорации земель // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, **2001**.

**Таратунин А.А.** Современная стратегия защиты и снижения ущербов от наводнений в Республике Беларусь / Природные ресурсы, **2001**. №2. С. 64–69.

**Углянец А.В.** Сохранение и восстановление пойменно-речных природных комплексов Припяти – задача общеевропейская / Сборник тематических докладов «Европа – наш общий дом: Экологические аспекты». Мн., **1999**. Ч. 2. С. 74-80.

**Укрупнённые** нормы водопотребности для орошения по природным-климатическим зонам СССР. М., **1984**.

**Фактическое** водопользование и сброс сточных вод в Республике Беларусь (за 2000 год). - Минск: ЦНИИКИВР, **2001**. – 32 с.

**Фащевский Б. В.** Основы экологической гидрологии. Мн., **1996**.

**Христофоров А.В.** Роль синхронных колебаний речного стока при обобщении его пространственных закономерностей // Вестн. МГУ. Сер. геогр. **1986**.

**Черепанский М. М.** Гидроэкологические проблемы Белорусского Полесья // Природные ресурсы. **1998**. № 2. С. 90–97.

**Швец Г.И.** Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. - Л.: Гидрометеиздат, **1972**.

**Швец Г.И.** использование историко-технических данных для освещения режима Днепра. Проблемы истории науки и техники, Киев, 1963.

**Шикломанов И. А.** Антропогенные изменения водности рек. Л., **1979**.

**Юркевич И.Д., Ловчий Н.Ф., Ярошевич Э.П.** Влияние леса на водный режим малых рек Белорусского Полесья// Лесоведение, **1976**. № 5. С. 3 – 11.

Приложение А  
(справочное)

Основные гидрографические характеристики водосборов Брестской области в условиях сложившейся гидрографической сети.

Таблица А.1

Река (ручей, канал)- пункт	Расстояние от истока, км	Уклон реки, ‰	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота водосбора, м	Средний уклон водосбора, ‰	Густота русловой и овражно-балочной сети, км/км <sup>2</sup>	Озёра (водохранилища, пруды), %	Болота, %	Заболоченные земли (необлесённые), %	Заболоченный лес, %	Сухой лес, %	Общая заболоченность до начала массового осушения, %
1	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Щара – с.Залужье	91	0,48	1110	185	-	0,40	0	19	2	5	14	-
Щара – с. Доманово	165	0,34	4160	171	-	0,50	1	19	1	11	18	-
Мышанка – с. Берёзки	74	0,81	496	190	11,1	0,93	0	4 42,5	1	2	10	-
Мышанка - устье	109	0,66	930	179	10,4	0,47	< 1	14	< 1	5	17	-
Гривда – г. Ивацевичи	64	0,59	699	168	8,8	0,52	1	12	1	1	13	13
Гривда - устье	85	0,49	1330	165	6,31	0,48	1	18	< 1	10	18	-
Ружанка - г. Ружаны	21	1,27	225	172	16,4	0,47	< 1	0 10,6	2	3	18	-
Ружанка- устье	25	1,18	237	172	16,9	0,38 0,43	< 1	6	2	3	19	-
Копаявка – с. Черск	27	0,37	218 461	160	2,66	0,60	< 1	18 21,1	< 1	3	32	26
Копаявка –устье	39	0,50	264	159	2,75	0,42	1	2	1	4	33	-
Мухавец – г. Пружаны	0	0,79	106	168	7,8	0,49	0	12	< 1	0	2	18
Мухавец – г. Брест	121	0,24	6810 6590	154	3,81	1,46	2	5 1673	< 1	5	20	-
Мухавец - устье	123	0,24	6820	154	3,81	1,46	2	5	< 1	5	20	-
Жабинка – с. Малая Жабинка	22	1,0	189	155	7,2	1,15	< 1	56,5	-	2	13	-
Жабинка - устье	25	0,99	228	154	7,64	0,47	< 1	7	1	1	13	-
Рыта - с. Малые Радваничи	72	0,31	1600 968	160	-	-	5	32 228	0	7	30	-

1	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Рыта - устье	86	0,29	1730	162	2,98	0,28	4	30	< 1	7	30	-
Лесная – с. Замосты	12	0,41	1840 1920	164	-	-	0	17 259	< 1	6	33	-
Лесная - устье	85	0,47	2650	162	10,3	0,40	< 1	13	< 1	5	24	-
Пульва - г. Высокое	26	0,98	317	170	10,8	0,58	< 1	5 23,2	2	0	16	-
Пульва- устье	54	0,89	535	166	12,7	0,30	< 1	10	2	0	9	-
Рудавка – с. Рудня	22,3	1,02	137	170	8,54	0,35	0	0 4,4	3	12	45	-
Рудавка - устье	23	1,02	138	170	8,54	0,35	0	0 4,4	3	12	45	-
Припять – с. Коробы	310	0,13	35100	182	-	0,36	< 1	23	2	12	17	-
Припять – с. Нырча	361	0,12	65800	204	-	0,37	< 1	15	1	10	15	-
Ясельда – г. Берёза	72	0,31	916 1040	164	4,7	1,85	< 1	34 295	< 1	7	30	-
Ясельда – с. Старомлыны	109	0,23	2180	158	-	0,40	< 1	30	< 1	4	22	-
Ясельда – пгт. Мотоль	150	0,25	4100	157	-	0,39	1	35	< 1	13	19	-
Ясельда – с. Поречье	177	0,18	4520	157	-	0,41	1	33	< 1	12	20	-
Ясельда- с. Сенин	189	0,18	5110	156	-	0,42	1	31	1	12	22	45
Ясельда-устье	242	0,15	7790	154	4,17	0,47	1	32	1	10	22	-
кан. Винец – с. Рыгали	27	0,36	205	161	8,30	0,58	< 1	20	0	0	9	-
кан. Винец – устье	51	0,29	420	156	6,86	0,43	< 1	25	< 1	1	11	-
Жегулянка– Нехачёво	12	0,87	245	164	9,42	0,3	0	14	< 1	25	30	-
Жегулянка-устье	44	0,38	595	155	6,61	0,38	3	26	< 1	26	21	-
Меречанка -с. Красево	21	0,94	106	153	9,74	0,51	0	21	3	0	19	-
Меречанка – с. Ставок	23	0,92	118	152	8,69	0,51	< 1	19	3	0	17	-
Меречанка - устье	27	0,89	126	151	8,61	0,52	< 1	19	2	0	16	-
Неслуха – с.Рудск	24,5	0,57	340	149	4,95	0,54	< 1	16	2	2	15	-
Бобрик –ст. Парахонск	72	0,28	1450	148	-	-	< 1	3	22	19	39	55
Бобрик - устье	112	0,24	1890	145	3,70	0,30	< 1	3	29	21	32	-
Цна -с.Дятловичи	95	0,58	969	155	3,6	0,4	< 1	< 1	16	46	20	47
Цна - с. Кожан- Городок	131	0,29	1100	153	6,32	0,47	< 1	< 1	15	42	19	-
Цна - устье	141	0,29	1130	153	6,33	0,46	< 1	< 1	15	41	18	-
Горынь-пгт. Речица	589	0,36	27000	233	-	0,45	< 1	6	< 1	5	16	-

Приложение Б  
(справочное)

Посты наблюдений за естественным гидродинамическим и гидрохимическим режимом подземных вод Брестской области

Таблица Б.1

Бассейн реки	Пост	Обозначение на карте	Номер скважины	Годы наблюдений		Сведения о горизонте	Возраст водовмещающих пород
				начало	окончание		
1	2	3	4	5	6	7	8
Неман	Андреевский	1	74	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			75	1968	1999	напорный	gIIsz
			76	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			77	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			78	1968	1999	грунтовый	gIIsz
	Галевичско-Пурневичский	7	161	1986	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sz
			84	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			85	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			86	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			87	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			88	1967	1999	грунтовый	gIIsz
			10	1986	1999	грунтовый	gIIsz
			155	1986	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sz
			156	1986	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
	Голынский	5	157	1986	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sz
			158	1986	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			1	1967	1999	грунтовый	gIIsz
			2	1967	1999	грунтовый	gIIsz
			3	1967	1999	грунтовый	gIIsz
	Застаринье-Пархимовщина	6	96	1967	1999	грунтовый	gIIsz
			159	1986	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sz
			152	1988	1999	грунтовый	gIIsz
			93	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			94	1968	1999	грунтовый	gIIsz
	Катминовский	4	89	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			95	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			4	1978	1999	грунтовый	gIIsz
			5	1967	1999	грунтовый	gIIsz
			6	1967	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
	Молчадский	3	97	1968	1999	грунтовый	gIIsz
			172	1986	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sz
			7	1967	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			8	1967	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			83	1968	1999	грунтовый	gIIsz



1	2	3	4	5	6	7	8
	Своротовский	2	171	1968	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sž
			151	1968	1999	грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>
			79	1968	1999	грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>
			80	1969	1999	грунтовый	gIIsž
			81	1970	1999	грунтовый	gIIsž
			82	1971	1999	напорный	gIIsž
			90	1972	1999	грунтовый	gIIsž
			91	1973	1999	напорный	gIIsž
			142	1984	1999	грунтовый	gIIsž
			92	1968	1999	напорный	gIIsž
	143	1984	1999	грунтовый	gIIsž		
	160	1986	1999	напорный	gIIsž		
	Шейпичский	8	750	1992		грунтовый	aIV
			751	1992		грунтовый	aIIpz
			752	1992		грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>
			761	1992		напорный	P <sub>3</sub> +N
			762	1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			765	1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			753	1992		грунтовый	f <sub>1</sub> lgIIId-sž
			754	1992		грунтовый	gIIsž
755			1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sž	
763			1992		напорный	P <sub>3</sub> +N	
767	1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sž			
764	1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId			
Припять	Александровский	16	28	1971		напорный	P <sub>2</sub> kv
			247	1955		грунтовый	fIIId <sup>s</sup>
			246	1986		грунтовый	fIIId <sup>s</sup>
			248	1986		грунтовый	fIIId <sup>s</sup>
	Бережновский	11	1286	1970		напорный	D <sub>3</sub> fm
			1287	1970		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			1288	1970		напорный	D <sub>3</sub> fm
	Березовский	18	4	1951		грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>
			5	1972		грунтовый	gIIsž
	Крестуновский	14	6	1951		напорный	f <sub>1</sub> lgIIId-sž
			1332	1974		напорный	K <sub>2</sub> s
			1333	1974		напорный	P <sub>2</sub> kv
	Ольшанский	9	1282	1984	1999	напорный	K <sub>2</sub> t
			1290	1984	1999	напорный	aIIpz
			1281	1984	1999	напорный	P <sub>3</sub> hr
	Парахонский	13	1329	1972		напорный	P <sub>2</sub> kv
			1330	1989		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			1331	1972		напорный	R <sub>2</sub> pn
Пинский	17	30	1949		грунтовый	aIV	
		31	1949		грунтовый	aIIpz	
Плоскинский	15	46	1954		грунтовый	fIIId <sup>s</sup>	
		25	1952		грунтовый	gIIId	
		225	1956		грунтовый	laIIpz	
			227	1956		грунтовый	gIIId

1	2	3	4	5	6	7	8	
			229	1956		грунтовый	gIId	
			231	1957		грунтовый	gIId	
			236	1956		грунтовый	gIId	
			238	1956		грунтовый	gIId	
			1275	1975		напорный	R <sub>2</sub> pn	
			1276	1975		напорный	K <sub>2</sub> t	
			1278	1975		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IId	
			1279	1980		напорный	R <sub>2</sub> pn	
	1280	1980		напорный	P <sub>2</sub> kv			
		Синкевичский	10	103	1951		грунтовый	P <sub>3</sub> +N
		Столинский	12	108	1953		грунтовый	fIId <sup>s</sup>
	109			1953		грунтовый	P <sub>3</sub> +N	
	110			1953		напорный	P <sub>3</sub> +N	
	111			1953		грунтовый	fIId <sup>s</sup>	
	386			1961		грунтовый	fIId <sup>s</sup>	
		Зап. Буг	Глубонецкий	387	1961		грунтовый	fIId <sup>s</sup>
	515			1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sž	
	516			1965		грунтовый	laIIIpz	
	517			1965		грунтовый	laIIIpz	
	518			1965		грунтовый	laIIIpz	
	519			1964		грунтовый	laIIIpz	
	520			1969		грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>	
	522			1965		грунтовый	laIIIpz	
	523			1992		грунтовый	gIIsž	
	524			1992		грунтовый	gIIsž	
	525			1992		грунтовый	gIIsž	
	562			1964		грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>	
	563			1964		грунтовый	gIIsž	
564	1964				напорный	gIIsž		
770	1965				грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>		
771	1965				грунтовый	gIIsž		
772	1965				грунтовый	fIIsž <sup>s</sup>		
773	1965				грунтовый	gIIsž		
774	1965				грунтовый	gIIsž		
775	1965				грунтовый	gIIsž		
776	1965				грунтовый	gIIsž		
777	1965				грунтовый	gIIsž		
778	1965				напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sž		
513	1992				напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sž		
514	1992				напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sž		
1239	1968				грунтовый	fIIsž		
1230	1968				напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sž		
1243	1968				напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sž		
	Белолесокский		22	639	1969	1991	грунтовый	gIIsž
640				1969	1991	грунтовый	gIIsž	
641				1969	1991	грунтовый	gIIsž	
642				1969	1991	грунтовый	gIIsž	

1	2	3	4	5	6	7	8
	Брестский	26	528	1964	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			530	1964	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
	Великоритский	28	549	1991		грунтовый	aIV
			550	1991		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			551	1991		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			552	1991		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			546	1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
	Волчинский	25	531	1992		грунтовый	f <sub>1</sub> lgI-IIId
			532	1992		напорный	f <sub>1</sub> lgI-IIId
			533	1992		грунтовый	fIId <sup>s</sup>
			534	1992		грунтовый	aIV
			535	1992		грунтовый	aIV
			536	1992		грунтовый	aIV
			537	1992		грунтовый	f <sub>1</sub> lgIId <sup>2</sup>
	Каменюкский	24	538	1992		грунтовый	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			634	1969		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			635	1969		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			636	1969		грунтовый	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			637	1969		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			638	1969		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			163	1986		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
			164	1986		грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
	Клетновский	20	165	1986		грунтовый	gIId
			166	1986		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			1049	1971	1999	грунтовый	bIV
			1051	1971	1999	грунтовый	bIV
			1054	1966	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sz
			1061	1966	1999	грунтовый	laIIpz
			1063	1966	1999	грунтовый	laIIIpz
			1274	1972	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			1050	1971	1999	грунтовый	bIV
			1052	1971	1999	грунтовый	bIV
			1053	1971	1999	грунтовый	bIV
			1062	1966	1999	грунтовый	laIIpz
			1064	1966	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sz
			1065	1967	1999	грунтовый	fIIsz
	Кобринский	27	1066	1967	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sz
			1067	1968	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sz
			1068	1968	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sz
			1069	1968	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIId-sz
			1070	1992	1999	напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			259	1958	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>
260			1958	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>	
Ляцкие	30	258	1958	1999	грунтовый	fIIsz <sup>s</sup>	
		1348	1975		грунтовый	fIIsz	
		1349	1975		грунтовый	fIIsz	
		1350	1975		грунтовый	fIIsz	
			1351	1975		грунтовый	fIIsz

1	2	3	4	5	6	7	8
			1352	1975		грунтовый	fIIsz
			1353	1975		грунтовый	fIIsz
	Масевичский	29	545	1991		грунтовый	aIV
			544	1991		грунтовый	fIId*
			543	1991		грунтовый	fIId*
			547	1992		напорный	f <sub>1</sub> lgIbr-IIId
			646	1969		грунтовый	gIIsz
	Хвойникский	21	647	1969		грунтовый	fIIsz*
			648	1969		грунтовый	fIIsz*
			649	1969		грунтовый	laIIpз
			650	1969		грунтовый	laIIpз
			651	1969		грунтовый	gIIsz
			652	1969		грунтовый	gIIsz
			653	1969		грунтовый	fIIsz
	Центрально-Беловежский	23	645	1969		грунтовый	gIIsz
			653	1969		грунтовый	gIIsz
			654	1969		грунтовый	gIIsz
			657	1971		грунтовый	gIIsz
			710	1971		грунтовый	gIIsz
			711	1971		грунтовый	gIIsz
			712	1971		грунтовый	gIIsz
			704	1971		грунтовый	gIIsz
			705	1971		грунтовый	gIIsz
			706	1971		грунтовый	gIIsz
			643	1969		грунтовый	gIIsz
			644	1969		грунтовый	gIIsz
			655	1969		грунтовый	fIIsz
			656	1969		грунтовый	gIIsz
			658	1969		грунтовый	gIIsz
			659	1971		грунтовый	gIIsz
			707	1970		грунтовый	gIIsz
			708	1971		грунтовый	gIIsz
632	1969		грунтовый	gIIsz			
661	1969		грунтовый	fIIsz			

Приложение В  
(справочное)

Статистические параметры продленных (восстановленных)  
рядов речного стока

Таблица В.1

## р. Припять – с. Коробы

Ряд	Норма, м <sup>3</sup> /с	+-%	C <sub>v</sub>	+-%	C <sub>s</sub>	+-%	R	+-%	Лет
Исходный ряд	118,0	5,39	0,36	3,74	0,43	107,88	0,08	0,14	51
Продленный ряд	117,0	2,72	0,33	2,30	0,56	53,27	-0,12	0,09	115

Таблица В.2

## р. Щара - с. Доманово

Ряд	Норма, м <sup>3</sup> /с	+-%	C <sub>v</sub>	+-%	C <sub>s</sub>	+-%	R	+-%	Лет
Исходный ряд	18.80	5,13	0,29	4.75	0.47	138,33	-0.20	0,21	22
Продленный ряд	17.40	3,57	0,33	3.04	2.10	18,87	-0.12	0,12	65

Таблица В.3

## р. Ружанка – г. Ружаны

Ряд	Норма, м <sup>3</sup> /с	+-%	C <sub>v</sub>	+-%	C <sub>s</sub>	+-%	R	+-%	Лет
Исходный ряд	3.31	39.35	1.11	30.1 7	1.39	158.7	0.43	0.19	20
Продленный ряд	2.11	52.39	1.59	54.1 7	2.05	152.10	0,53	0.13	30

Таблица В.4

## р. Неслуха – с. Рудск

Ряд	Норма, м <sup>3</sup> /с	+-%	C <sub>v</sub>	+-%	C <sub>s</sub>	+-%	R	+-%	Лет
Исходный ряд	1,40	3,62	0,31	5,15	0,19	302,84	-0,41	0,16	30
Продленный ряд	1,87	5,12	0,30	2,93	-0,36	-106,16	0,30	0,11	65

Приложение Г  
(справочное)

Список водоемов Брестской области

Таблица Г.1

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
<b>Брестский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
1.	Страдечское	16	на север от н.п. Медно
2.	Меднянское	24	н.п. Медно
3.	Рогозянское	40	3,5 км к зап. от д. Рогозно
4.	Белое	150	7,5 км к юго-зап. от н.п. Рогозно
5.	Черное	10	юж. берег оз. Белое
6.	Тайное	3	1,2 км к северу от н.п. Дубицы
7.	Селяхи	52	2 км к северу-востоку от н.п. Селяхи
<b>ПРУДЫ</b>			
8.	Совхоза "Молодая Гвардия"	2,8	орошение
9.	СКП "Остромечеве"	2,0	бытовое
10.	СКП "Остромечеве"	24,0	орошение
11.	СКП "Остромечеве"	6,1	противопаводковое
12.	СКП "Остромечеве"	28,5	орошение
13.	СКП "Остромечеве"	2,8	орошение
14.	Пруд-фильтр "Остромечеве"	2,7	орошение
15.	Совхоза "Прибужье"	4,0	орошение
16.	Совхоза "Мухавец"	8,2	бытовое
17.	Колхоза "Искра"	22,0	увлажнение
18.	Колхоза "Знамя"	7,4	орошение
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
19.	"Орхово"	53	Брестский ПМС обводнение
20.	Смуга	66	Брестский ПМС обводнение
<b>Барановичский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
21.	Светиловское	15	сев. часть г. Барановичи
22.	Купье	13	северо-восток д. Заболотье, совхоз "Искра"
23.	Басины	7	между д. Басины и д. Ежоны
24.	Мшечек	10	3,6 км к сев.-зап. от г. Барановичи
25.	Шпаковское	11	сев.-вост. от Первомайской фабрики
26.	Колдычевское	55	1,5 км к юго-вост. от н.п. Колдычево
27.	Домашевское	25	4,4 км к сев.-зап. от н.п. Барановичи
28.	Жлобинское	16	н.п. Барановичи
<b>ПРУДЫ</b>			
29.	Колхоз "Большевик"	1,5	бытовое
30.	Колхоз "Большевик"	14,7	орошение

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
31.	Совхоз "Правда"	14,0	рыборазведение
32.	Э/б "Вольно-Чернихово"	6,4	бытовое
33.	Э/б "Вольно-Чернихово"	8,6	бытовое
34.	Э/б "Вольно-Чернихово"	9,2	орошение
35.	Э/б "Вольно-Чернихово"	18,8	бытовое
36.	Э/б "Вольно-Чернихово"	1,2	бытовое
37.	Э/б "Вольно-Чернихово"	1,1	бытовое
38.	Колхоз "Путь Ленина"	1,1	бытовое
39.	Колхоз "Путь Ленина"	14,5	бытовое
40.	Колхоз им. Ленина	11,0	орошение
41.	Колхоз "Заря коммунизма"	1,2	бытовое
42.	Молчадская школа-интернат	1,1	бытовое
43.	Колхоза-комбината "Мир"	11,6	орошение
44.	Колхоза "17 Сентября"	20,5	орошение
45.	Совхоза "Искра"	5,9	орошение
46.	Колхоза "Победитель"	7,0	орошение
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
47.	Кутовщинское	90	Городищенская птицефабрика, рекреационные цели
48.	Гать	126	предприятие электросетей рекреационные цели
<b>Березовский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
49.	Озера Острова	10	2 км к сев.-вост. от н.п. Скорны
50.	Озера Матусовы Ямы	10	1 км к сев.-зап. от н.п. Первомайск
51.	Черное	1730	н.п. Старые Пески
52.	Белое	506	2 км юго-зап. от Белоозерска
53.	Споровское	938	н.п. Спорово
54.	Гнилица	10	юго-зап. берег оз. Споровское
<b>ПРУДЫ</b>			
	Колхоза "Малеч"	4,0	бытовое
56.	Колхоза "Малеч"	2,9	бытовое
57.	Колхоза "Малеч"	0,8	орошение
58.	А/ф "Винец"	1,0	бытовое
59.	Колхоза "Красное Знамя"	0,2	орошение
60.	Колхоза "Березовский"	1,4	орошение
61.	Колхоза "Нива"	0,1	орошение
62.	Совхоза "Луч"	0,3	орошение
63.	Совхоза "Журавинка"	21,7	орошение
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
64.	"Навое"	3170	Колхоз им. Кирова рыборазведение
65.	Селец	2070	Березовское ПМС, колхоз им. Кирова
66.	Береза-1	1868	колхоз "Спорово" орошение
<b>Ганцевичский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
67.	Горное	10	3,4 км к югу от н.п. Ганцевичи
68.	Покамерское малое	10	3,9 км к югу от н.п. Ганцевичи
69.	Покамерское большое	12	5 км от д. Зарубы
70.	Дубовское	20	7 км к югу от н.п. Ганцевичи
71.	Красное	10	8 км к югу от н.п. Ганцевичи
72.	Качайское	24	4,2 км к юго-зап. от Ганцевич
73.	Жабье	16	д.Хотынич
74.	Шильное	10	г.п. Ганцевичи
<b>ПРУДЫ</b>			
75.	Ганцевичский горсовет	2,0	Бытовое
76.	Колхоза "Светлый путь"	1,0	Увлажнение
77.	Колхоза им. Кирова	1,6	Увлажнение
78.	Колхоза "Знамя Ленина"	1,5	Бытовое
79.	Колхоза "Россия"	2,2	Бытовое
80.	Колхоза "Россия"	22,0	Орошение
81.	Колхоза "Парижская Коммуна"	2,3	Орошение
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
82.	Ганцевичи-2(Любашево)	76	Ганцевичи ПМС, орошение, рыбо-разведение
	Локтыши	1590	рыбхоз, рыбопроизводство
83.	Возрождение (Раздяловичи)	198	Ганцевичи ПРМ, орошение
84.	Бобрин	125	Ганцевичи ПМС, увлажнение
<b>Дрогичинский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
85.	Белое	520	4,6 км к юго- вост. от н.п. Радостов
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
86.	Дятловичи-Головчицы	59	Дрогичинский ПМС, колхоз им. Чкалова, увлажнение
87.	Именины	36	Колхоз "Родина", двустороннего регулирования
88.	Белин-Осовцы	61	Дрогичинский ПМС, орошение
89.	Рички (Кублик)	63	Дригичин ПМС, орошение
90.	Жабер	82	Дрогичин ПМС, орошение
91.	Бездеж	46	Колхоз "Новый путь"
<b>Жабинковский район</b>			
<b>ПРУД</b>			
92.	Колхоз "Беларусь"	1,0	бытовое
<b>Ивацевичский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
93.	Корочин	6	н.п. Одржин
94.	Бобровицкое	1206	1 км к северу от н.п. Бобровичи
95.	Вульковское	51	н.п.Вулька Телеханская
96.	Соминское	126	н.п. Сомино
97.	Голеницкое	10	4,3 км к вост- юго –вост. от н.п. Ивацевичи
98.	Выгонощанское	2610	6 км к юго-зап. от н.п. Святица



№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
99.	Дикое	6	Ивацевичский лесхоз
100.	Гутка	5	колхоз "Рассвет"
101.	Луневское	13	Гослесфонд
	<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>		
102.	Оброво	159	Ивацевичи ПМС, двойное регулирование
103.	Гоща	75	Ивацевичи ПМС, двойное регулирование
104.	Козики	240	Ивацевичи ПМС, орошение
105.	Домановское	152	Белоозерское ОПРСХ, рыборазведение
106.	Чемелы	126	Белоозерское ОПРСХ рыборазведение
	<b>Ивановский район</b>		
	<b>ОЗЕРА</b>		
107.	Песчаное	209	н.п.Одрижин
108.	Хулец	10	4,2 км к сев-сев-западу от н.п. Семиховичи
109.	Белое	18	3,7 км к западу от н.п. Семиховичи
110.	Карасино	26	6 км от н.п. Семиховичи
111.	Окунино	22	8,8 км к западу от н.п.Семиховичи
112.	Мульное	51	1,3 км к сев-вост. от н.п.Тышковичи
113.	Скупое	20	0,5 км к югу от н.п.Тышковичи
114.	Мотольское	100	н.п.Мотоль
115.	Завышье	130	н.п.Завышье
116.	Расне	10	3,5 км к сев. от н.п.Семиховичи
117.	Плотыче	10	2,3 км к юго-зап. от н.п. Семиховичи
	<b>ПРУДЫ</b>		
118.	Колхоз "Октябрь"	5,3	бытовое
119.	Совхоз им.Машерова	26,0	орошение, культурно-бытовое
120.	Колхоз "Светлый путь"	20,9	орошение
121.	Колхоз"Бродницкий"	2,5	бытовое
122.	Колхоз "Молодая Гвардия"	22,8	рыборазведение
123.	Колхоз "Заря коммунизма"	6,7	орошение
124.	-/-	21,0	орошение
125.	Колхоз "Труд"	10,4	орошение
126.	Колхоз "За мир"	44,2	орошение
127.	Колхоз "Молодово"	22,0	орошение
128.	-/-	15,0	орошение
129.	Колхоз "Красная Звезда"	19,3	орошение
130.	Колхоз "Дружба"	10,1	орошение
131.	-/-	1,7	орошение
132.	-/-	12,0	орошение
133.	-/-	1,7	рыборазведение
134.	Колхоз "Путь Ленина"	21,2	орошение
135.	-/-	0,3	орошение

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
136.	Колхоз "40 лет Октября"	0,1	орошение
137.	Колхоз "Большевик"	1,7	бытовое
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
138.	Крытышин	50	Колхоз им. Машерова орошение
139.	Джидинье	270	Колхоз им.40 лет Октября увлажнение, рыборазведение
140.	Поливко	209	Иваново ПМС, колхоз им. Поливко орошение
<b>Каменецкий район</b>			
<b>ОЗЕРО</b>			
141.	Бездонное	10	Муринский лес
<b>ПРУДЫ</b>			
142.	Колхоз "Восход"	11,0	увлажнение
143.	КСО "Колос"	5,0	бытовое
144.	КСО "Колос" № 1	33,0	орошение
145.	КСО "Колос" №4	25,2	орошение
146.	Колхоз "Ленинский путь"	7,0	орошение
147.	Совхоз-комбинат "Беловежский"	20,0	бытовое
148.	Колхоз им. Димитрова	3,5	бытовое
149.	-//-	4,2	бытовое
150.	Колхоз "Родина"	14,0	бытовое
151.	Колхоз им.Дзержинского	11,4	бытовое
152.	Колхоз "Дружба"	4,4	бытовое
153.	Колхоз им.Кирова	22,0	увлажнение
154.	Колхоз "Советский пограничник"	12,6	бытовое
155.	Колхоз "Прогресс"	16,3	бытовое
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
156.	Ляцкие	332	ГНП "Беловежская пуца" любит. лов, разведение дик птицы
157.	Визжар	25	Каменец ПМС орошение, рыборазведение БООР
<b>Кобринский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
158.	Любань	196	н.п. Дивин
159.	Свинойейка	18	н.п. Леликово
160.	Бамовское	10	1,5км от д. Муховлоки
<b>ПРУДЫ</b>			
161.	Колхоз "Знамя Победы"	17,7	бытовое
162.	-//-	6,0	бытовое
163.	Колхоз "Победа"	7,0	бытовое
164.	Колхоз "Кобринский"	9,0	бытовое
165.	-//-	1,7	бытовое
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
166.	Днепробугтское	150	Кобринское ПМС увлажнение
167.	Ореховское	130	Кобринское ПМС увлажнение

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
<b>Лунинецкий район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
168.	Хольче	12	6,5 км к сев. от н.п. Березцы
169.	Озьбино	10	6,8 км к югу от н.п. Ракирно
170.	Залуенне	10	6,6 км к югу от н.п. Ракирно
171.	Засущище	10	7 км к югу от н.п. Ракирно
172.	Галя	10	8 км к юго-зап. от. н.п. Ракирно
173.	Закутно	10	8 км от н.п. Ракирно
174.	Старик	10	9,6 км к юго-зап. от н.п. Ракирно
175.	Старуха	10	10 км к югу от н.п. Ракирно
176.	Барсуки	10	9,6 км к сев. от н.п. Б. Орлы
177.	Тучное	10	9,2 км к сев-зап. от н.п. Б. Орлы
178.	Корьго	10	10 км к сев-зап. от н.п. Б. Орлы
179.	Кринульки	10	9 км к сев-зап. от н.п. Б. Орлы
180.	Чертовский Омут	16	8,2 км к сев-зап. от н.п. Б. Орлы
181.	Хлопы	10	6,7 км к сев-зап. от н.п. Б. Орлы
182.	Вирье	10	7 км к сев-зап. от н.п. Б. Орлы
183.	Без названия	16	н.п. Вулька-2
184.	Кукутейка	146	н.п. Лахва
185.	Большая Орля	10	5 км к юго-юго-зап. от н.п. Кожан-Городок
186.	Ратона	10	4,8 км к юго-юго-вост. от н.п. Кожан-Городок
187.	Вязок	10	4,8 км к юго-юго-зап. от н.п. Лахва
188.	Бродное	10	4 км к юго-вост. от н.п. Лахва
189.	Долгое	10	6,8 км к юго-вост. от н.п. Лахва
190.	Борецкое	10	6 км к югу от н.п. Синкевичи
191.	Турунец	10	7 км к югу от н.п. Синкевичи
192.	Подосинович	10	6,2 км к юго-вост.от н.п. Синкевичи
193.	Столпецкое	10	6,6 км к югу от н.п. Синкевичи
194.	Сельское	10	6,4 км к юго-вост. от н.п. Синкевичи
195.	Хотетова	10	7,3 км к юго-вост.от н.п. Синкевичи
196.	Копыльное	10	8 км к сев-вост. от н.п. Ольшаны
197.	Любушин	10	8,9 км к сев-вост. от н.п. Ольшаны
198.	Долгое	10	8 км к сев-вост. от н.п. Ольшаны
199.	Прогорце	10	10 км к сев-зап. от н.п. Давид-Городок
200.	Корженица	10	11,4 км к сев-зап. от н.п. Давид-Городок
201.	Белое	22	7,3 км к зап. от н.п. Бостынь
202.	Черное	26	5 км к юго-зап. от н.п. Бостынь
203.	Святское	10	3,2 км к югу от н.п. Ракирно
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
204.	Велута	760	Лунинецкое ПИМ Сувлажнение
205.	Собельское	287	Лунинецкое ПИМ Сувлажнение

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
<b>Ляховичский район</b>			
<b>ОЗЕРО</b>			
206.	Качайло	10	7,3 км к юго-вост. от н.п. Святица
<b>ПРУДЫ</b>			
207.	Колхоз им. Ломоносова	15,0	бытовое
208.	Колхоз "Остров"	2,0	бытовое
209.	Колхоз "Путь Ильича"	107,0	орошение
210.	Колхоз "Новый путь"	15,9	бытовое
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
211.	Репихово	107	Колхоз "Путь Ильича" орошение, культурно-бытовое
212.	Остров	410	Колхоз "Остров" орошение, культурно-бытовое
213.	Миничи (Щара)	510	Барановское ПХБО технический водозабор
<b>Малоритский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
214.	Ореховское	441	15,5 км от г.Малориты
215.	Дворищанское	22	9,8 км к юго-юго-зап. от Малориты
216.	Велихово	24	13,5 км к юго-вост. от Малориты
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
217.	Олтушское	242	Колхоз "Заря" рыборазведение
218.	Луковское	540	Колхоз "Красный партизан" орошение, рыборазведение
<b>Пинский район</b>			
<b>ОЗЕРА</b>			
219.	Семиховичское	32	н.п.Семиховичи
220.	Кончицкое	51	н.п.Кончицы
221.	Погостское	26	н.п.Новый Двор
222.	Вылазское	10	1,7 км к зап.от н.п.Селище
223.	Городищенское	84	н.п.Городище
224.	Святое	10	н.п. Городище
225.	Блудное	22	3 км к юго-юго-зап. от н.п. Островичи
226.	Горынец	10	1 км к югу от н.п. Семиховичи
227.	Уступье	18	1,9 км к сев-зап. от н.п. Остров
228.	Ланито	10	3 км к юго-вост. от н.п. Островичи
229.	Змейное	10	4,6 км к юго-зап. от н.п. Соколовка
<b>ПРУДЫ</b>			
230.	Колхоз "Полесский" № 1	1,9	орошение
231.	Колхоз "Полесский" № 2	5,1	орошение
232.	Колхоз "Полесский" № 3	14,2	орошение
233.	Колхоз "Молотковичи" № 1	7,9	орошение
234.	Колхоз "Молотковичи" № 2	9,3	орошение
235.	Колхоз им. Кутузова	14,1	орошение
236.	Колхоз "Беларусь" № 1	22,5	увлажнение
237.	Колхоз "Беларусь" № 2	25,5	увлажнение

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
238.	АП "Журавушка"	6,0	орошение
239.	Колхоз "Парохонский"	11,0	орошение
	<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>		
240.	Жидче	120	Пинское ПМС, рыбхоз "Полесье" рыборазведение
241.	Горново	38	Пинское ПМС, колхоз им. Горького орошение
242.	Кривичи-1	47	Пинское ПМС, колхоз "Припять" двойное регулирование
243.	Кривичи-2	50	Пинское ПМС двойное регулирование
244.	Погост	1616	Пинское ПМС, рыбхоз "Полесье" водообеспечение, рыборазведение
<b>Пружанский район</b>			
	<b>ПРУДЫ</b>		
245.	Колхоз "Советский" № 5	40,0	орошение
246.	Колхоз "Советский" (д. Клепачи)	16,7	бытовое
247.	Колхоз "Ковали"	5,6	бытовое
248.	Совхоз "60 лет БССР" (д. Кобыловка)	3,0	увлажнение
249.	Совхоз "Труд"	13,2	бытовое
250.	РПО ЖКХ (д. Арабники)	1,7	бытовое
	<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>		
251.	Рудники	88	Пружанское ПМС
252.	Паперня	180	Областной БООР лобит. лов
253.	Гута	293	Пружанское ПМС, колхоз "Родина" рыборазведение
<b>Столинский район</b>			
	<b>ОЗЕРА</b>		
254.	Без названия	50	0,1 км от н.п. Речица.
255.	Сутино	10	2,5 км к сев. от н.п. Стахово
256.	Дубенское	10	8 км к вост-сев-вост.от н.п. Стахово
257.	Вьюнье	10	5 км к вост-сев-вост.от н.п. Стахово
258.	Белое	10	5,8 км к сев-вост. от н.п. Дубой
259.	Сады	10	8,4 км к сев-вост. от н.п. Б. Орлы
260.	Ятель	10	8,7 км к сев от н.п. Б. Орлы
261.	Дубище	10	7,7 км к сев-вост. от н.п. Давид-Городка
262.	Капины	10	3,6 км к сев-зап. от н.п. Давид-Городка
263.	Госливо	10	1,7 км к сев. от н.п. Давид-Городка
264.	Доброе	10	5,2 км к сев. от н.п. Давид-Городка
265.	Волчье	12	6,1 км к сев. от н.п. Ольшаны
266.	Большой Погощ	10	5,7 км к сев-сев-зап. от н.п. Ольшаны
267.	Плесце	10	5 км к сев-сев-вост. от н.п. Ольшаны
268.	Перевоз	10	-/-

№ п/п	Наименование водоема	Площадь га	Месторасположение, принадлежность
269.	Речица	10	5,4 км к сев-вост. от н.п. Ольшаны
270.	Коровье	10	7 км к югу от н.п. Ольшаны
271.	Карасик	10	8,3 км к сев-вост. от н.п. Ольшаны
272.	Перемен	10	6,4 км к сев. от н.п. Ольшаны
273.	Жинское	10	1 км к вост-юго-вост. от н.п. Мочуль
274.	Остров	10	1,3 км к югу от н.п. Мочуль
275.	Олешное	10	2,8 км к юго-вост. от н.п. Мочуль
275.	Векше	10	1,6 км к юго-зап. от н.п. Мочуль
276.	Выдриче	10	3,5 км к юго-зап. от н.п. Мочуль
277.	Сияци	16	н.п. Велемичи
278.	Струпень	10	1 км к зап-сев-зап. от н.п. Требличичи
279.	Струмень	15	н.п. Бережное
280.	Демяж	10	0,1 км к сев-зап. от н.п. Федоры
281.	Полетуха	10	1 км от н.п. Бухличичи
282.	Груше	10	1 км от н.п. Вороны
283.	Долгое-Лишня	10	0,5 км от н.п. Струга
284.	Семижа	10	1 км от н.п. Узляжье
285.	Ламань	10	3 км от н.п. Бродче
286.	Толстоколье	10	1 км от н.п. Ольшаны
287.	Кострубель	15	5 км от н.п. Семигостичи
288.	Плесце	10	-//-
289.	Перевоз	11	1 км от н.п. Ольшаны
290.	Олешко	10	2 км от н.п. Семигостичи
291.	Немецкое	10	0,6 км от Туры
292.	Вязок	12	н.п. Б. Малешево
293.	Святые	21	0,5 км от д. Велимичи
294.	Наваха	21	1,5 км от д. Велимичи
295.	Ваган	15	0,6 км от д. Старина
296.	Ольшанское	11	д. Ольшаны
297.	Овсемирово	10	-//-
298.	Тушковы	10	колхоз "40 лет Октября"
299.	Вир	10	-//-
300.	Кут	10	колхоз "XVII партсъезд"
301.	Должек	14	2 км к сев-зап. от н.п. Б. Викоровичи
302.	Виры	20	0,5 км к сев-зап. от н.п. Б. Викоровичи
303.	Лыбень	16	4 км к вост-юго-вост. От н.п. Б. Викоровичи
304.	Б. Засоминное	102	3 км на юго-вост. от н.п. Ольшаны
305.	Рухчанское	20	н.п. Рухча Вторая
306.	М. Засоминное	100	3 км на юго-вост. от н.п. Ольшаны
<b>ВОДОХРАНИЛИЩА</b>			
307.	Морочно	137	Столинское ПМС увлажнение
308.	Орлы (Дубойское)	99	Столинское ПМС, БООР увлажнение, рыборазведение

Приложение Д  
(справочное)

Перечень родников Брестской области  
(условные обозначения к картограммам)

Таблица Д.1

№ п/п	Место нахождения родников	Состояние родников
1	2	3
<b>Брестский район</b>		
1.	Знаменский с/с, военное лесничество, восточный берег озера Страдечское.	Копань, не обустроен
2.	Лыщицкий с/с, на юго-западной окраине д. Цюприки в 50 м южнее улицы напротив дома № 29	Обустроен бочкой из нержавеющей стали с крышкой.
3.	Мотыкальский с/с, д. Заполье 1,5 км юго-юго-западнее д. Заполье, слева у дороги Заполье - Большие Мотыкалы.	Оборудован бетонным кольцом
4.	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
5.	Чернавчицкий с/с, в лесу около хутора Нюневичи	Не обустроен
<b>Березовский район</b>		
6.	Соколовский с/с, д. Речица в 700 м восточное д. Речица между нежилым домом (хутором) и Жегулянским каналом.	Не обустроен, не используется
7.	Речицкое лесничество, 136 квартал, в 150 м справа (с востока) от дороги Брест - Минск, приблизительно в 1 км от развязки дорог Брест - Минск и Береза - Белоозерск, у хутора Островище	Оборудован вертикально поставленной трубой из нержавеющей стали
<b>Дрогичинский район</b>		
8.	Хомский с/с, д. Заемны, урочище Криничная	Расположен в мелиоративном канале. Обустроен ж/б кольцом
9.	Бездежский с/с, д. Завершье, расположен на расстоянии 1,7 км северо-восточнее фермы в д. Завершье, в 3 км южнее д. Тулятичи Ивановского района, урочище «Козел» в мелиоративной канаве.	В настоящее время родник не оборудован. Рядом с мелиоративной канавой валяется железобетонное кольцо с деревянной крышкой (с металлическим покрытием).

1	2	3
<b>Ивановский район</b>		
10.	Псыщэвский с/с, д. Варгыцк, в 2 км юго-западнее деревни.	Не обустроен. Имеется дощатый сруб из полустгнивших досок.
11.	Псыщэвский с/с, д. Ополь, на южной окраине деревни	Обустроен железобетонным кольцом с отверстием для слива,
12.	Псыщэвский с/с, д. Псыщэво	Обустроен шахтным колодцем
<b>Ивацевичский район</b>		
13.	Бытэнское лесничество, Барановичский лесхоз, выдел 24, квартал 106, в 3,5 км севернее д. Бытень, в 2 км западнее д. Долгое, слева от дороги Бытень - Долгое.	Не обустроен. Находится в естественном состоянии
14.	Квасевичский с/с, д. Хрищановичи, в 200 м юго - юго-западнее деревни, водоохранная	Оборудован бетонным кольцом
15.	Милейковский с/с. водоохранная зона р. Бусаяж - Мезгиревка (дорога Рацковичи - Дуби-	Не обустроен
<b>Каменецкий район</b>		
16.	Каменюкский с/с, д. Каменюки, возле бывшей д. Бородичи за фермой	Оборудован подход, не огорожен
17.	Каменюкский с/с, возле д. Подбельские Ого-	
18.	Каменюкский с/с, д. Белая (возле моста)	Огражден, оборудован, установлена крышка
19.	Новицковичский с/с, д. Клепахи	Не оборудован
20.	Новицковичский с/с, д. Черпаки	Не огорожен
21.	Белищанский с/с, д. Белище	Расположен в центре водоема площадью 0,04 га в парке. Не обустроен
22.	Ряснянский с/с, д. Мыкшицы	Обустроен
23.	Ряснянский с/с, д. Верхи	Обустроен
24.	Ряснянский с/с, д. Тумин	Обустроен
25.	Ряснянский с/с, д. Рясна	Не обустроен
26.	Дмитровичский с/с, д. Белэво	Обустроен
27.	Волчинский с/с, застава Новоселки, 800 мет-	Обустроен
<b>Кобринский район</b>		
28.	Остромичский с/с, д. Запруды, в 150-200 м западнее школы.	Вытекает из чугунной трубы в мелиоративном канале
29.	Остромичский с/с, д. Остромичи, на улице Центральной по дороге на д. Лушики, между домами № 53 и № 55.	Вытекает из-под плиты рядом со шлюзом
<b>Ляховичский район</b>		
30.	Ляховичи, прибрежная полоса р. Ведыма, возле моста по дороге Ляховичи - Барановичи	Обустроен деревянным колодцем



1	2	3
<b>Пружанский район</b>		
31.	Совхоз «60 лет БССР», д. Смоляница, урочище «Черечешин», в 50 м севернее д. Смоляница, на опушке леса.	Не обустроен
32.	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.
33.	Пружаны, на южной окраине парка, на левом (северо-восточном) склоне канала Вец, на расстоянии около 70 м к юго-востоку от пе-	Обустроен горизонтальным ж/б кольцом.
34.	Городеченский с/с, д. Сосновка, в урочище «Груд» в 2,5 км к северо-востоку от д. Сосновка.	Обустроен деревянной полустгнившей бочкой
<b>Пинский район</b>		
35.	Оховский с/с, вблизи квартала № 41 Молотковичского лесничества Пинского лесхоза	Оборудован в соответствии с народными традициями. Над родником установлена каплица.
36.	Лыщенский с/с, урочище «Александровка», возле дороги Лыше - Чухово	Оборудован вертикальной металлической трубой. Требуется ограждение, очистка и общее благоустройство
37.	Логишинский поселковый совет, д. Ковнятин, улица Криничная	Установлено ж/б кольцо
38.	Новодворский с/с, д. Ботово, на пастбище урочища «Плянта»	Находится в естественном состоянии. Требуется ограждение, очистка и благоустройство
39.	Парахонский с/с, д. Вылазвы, в 1,5 км севернее деревни, в лесу, западнее дороги на д. Староселье.	Заросший, обмелевший. Требуется очистка, благоустройство, ограждение.
40.	Г.п. Логишин. в 1,5-2 км па запад от центра поселка, в урочище «Липина»	Находится в естественном состоянии, используется местным населением. Требуется общее благоустройство, ограждение.
41.	Бобриковский с/с, у дороги на д. Доброславка	Обмелевший, заросший. Требуется ограждение и очистка. Обустроен в виде шахтного колодца.
42.	Мерчицкий с/с, д. Рудка	Обустроен в виде шахтного колодца. Оборудован в соответствии с народными традициями
43.	Дубойский с/с, д. Дубой, в центре деревни, парке бывшей усадьбы «Дубой», на северо-восточной окраине парка в 150 м слева от старой дороги Пинск - Иваново	Заросший, требует очистки, ограждения, благоустройства. Имеются остатки сгнившего деревянного кольца.

1	2	3
44.	Дубойский с/с, д. Дубой, на северо-запад от деревни, в лесу.	Заросший. Требуется очистки, ограждения и общего благоустройства
45.	Дубойский с/с, д. Дубой, у старой автодороги Пинск - Иваново	Оборудован в виде шахтного колодца. Благоустроен в соответствии с народными традициями.
<b>Столинский район</b>		
46.	Глинковский с/с, д. Глинка, улица Криничная	Не оборудован, засыпан мусором.
47.	Глинковский с/с, д. Глинка, в 2 км восточнее деревни, урочище «Лозы».	Не оборудован, находится в мелiorативной канаве
48.	Федорский с/с, д. Колодное, урочище «Морочно», у старой дороги Колодное - Городное, слева от дороги, в 300 м от земель гослесфонда	Не оборудован, вода в роднике отсутствует
49.	Маньковичский с/с, д. Маньковичи, на северо-восточной окраине деревни, в 30 м справа от дороги Столин - Давыд-Городок, у крайнего дома.	Оборудован деревянным срубом с крышкой
50.	Г. Столин, в лесу, на расстоянии 1,7 км от развилки дорог Столин - Видибор и Столин - Пинск в 1 км справа (с востока) от дороги Столин - Видибор.	Не обустроен
<b>Барановичский район</b>		
51.	Подгорновский с/с, д. Подгорная, урочище «Студенец»	Не обустроен
52.	Подгорновский с/с, д. Подгорная, урочище «Верхнее»	Не обустроен
53.	Подгорновский с/с, д. Добрый Бор	Не обустроен
54.	Подгорновский с/с, д. Добрый Бор	Не обустроен
55.	Подгорновский с/с, д. Колбовичи	Не обустроен
56.	Подгорновский с/с, д. Тартаки, около озера Гать	Частично обустроен
57.	Подгорновский с/с, д. Ежоны, урочище «Мутвица»	Не обустроен
58.	Полонечковский с/с, д. Щербовичи, в поле возле хутора	Не обустроен
59.	Полонечковский с/с, д. Полонечка	Не обустроен
60.	Полонечковский с/с, д. Полонечка	Не обустроен
61.	Полонечковский с/с, д. Вершок	Не обустроен
62.	Городищенский с/с, г.п. Городище, улица Едунова	Необходимо благоустройство
63.	Городищенский с/с, г.п. Городище, улица Пролетарская	Необходимо благоустройство
64.	Городищенский с/с, между д. Пруды и д.	Не обустроен

1	2	3
	Ясенец	
65.	Городищенский с/с, д. Болтичи	Родник впадает в искусственный пруд
66.	Городищенский с/с, д. Великое Село	Не обустроен
67.	Городищенский с/с, д. Брикичи	Требует благоустройства
68.	Гирмантовский с/с, д. Гирмантовцы, возле мехмастерской	Требует благоустройства
69.	Молчадский с/с, д. Молчадь, возле мельницы	Не обустроен
70.	Молчадский с/с, д. Молчадь, возле школы-интерната	Не обустроен
71.	Молчадский с/с, д. Молчадь, возле озера	Не обустроен
72.	Карчовский с/с, д. Гречихи	Не обустроен
73.	Карчовский с/с, д. Рудаши	Не обустроен
74.	Карчовский с/с, д. Трацевичи	Частично благоустроен
75.	Карчовский с/с, д. Карчово	Не обустроен
76.	Меденевичский с/с, д. Стайки	Не обустроен
77.	Меденевичский с/с, д. Стайки	Не обустроен
78.	Меденевичский с/с, д. Новые Войковичи	Не обустроен
79.	Новомышский с/с, д. Деревная	Не обустроен
80.	Утесский с/с, д. Рогозница, возле хутора	Не обустроен
81.	Утесский с/с, д. Рогозница, бывшая ферма	Не обустроен
82.	Утесский с/с, д. Гайковцы, между мостами	Не обустроен
83.	Утесский с/с, д. Кадычицы	Не обустроен
84.	Крошинский с/с, д. Крошин, возле ж/д моста	Не обустроен
85.	Крошинский с/с, д. Альсевичи, возле второго дзота	Не обустроен
86.	Крошинский с/с, д. Старый Двор	Не обустроен
<b>Лунинецкий район</b>		
87.	Лахвенский с/с, д. Лахва, между д.д. Лахва и Дребск, на расстоянии около 500 м западнее нефтебазы, в 400 м южнее железной дороги Брест - Гомель, на правом (западном) берегу русла бывшей реки Морочанка (ныне канал)	Не оборудован. Источник открыва-ется на дне канала.
88.	Лунинец, в 150 м к югу от железнодорожной остановки «Сельхозтехника», расположенной в сельхозпоселке, на окраине дачных участ-ков в урочище «Любожердь».	Оборудован вертикальной трубой
89.	Лахвенский с/с, урочище «Сова», в 2 км южнее южной окраины д. Лахва, на левом берегу р. Смердь, слева от дамбы, в мелиора-тивном канале, у моста через канал по дороге на д. Лаховка.	Не оборудован. Весной 2000 г. засыпан
<b>Брест</b>		
90.	Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речи-ца»	Обустроен, установлен шахтный колодец
91.	Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речи-	Не обустроен
92.	Брест, улица Ключевая, микрорайон «Речи-	Не обустроен

Приложение Е  
(справочное)

Качество питьевой воды по показателям: **железо**

Таблица Е.1

№	Территории	Источники централизованного водоснабжения						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	92	88	95.7	7	6	74	1
2	г. Барановичи	97	44	45.4	42	2	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>203</b>	<b>105</b>	<b>51.7</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>17</b>	<b>39</b>
4	Березовский	106	101	95.3	18	30	24	29
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>62</b>	<b>47</b>	<b>75.8</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
6	Ганцевичский	35	5	14.3	3	0	2	0
7	Дрогичинский	57	49	86.0	0	0	10	39
8	Жабинковский	25	23	92.0	1	9	3	10
9	Ивановский	124	74	59.7	34	16	12	12
10	Ивацевичский	104	93	89.4	7	20	36	30
11	Каменецкий	24	18	75.0	2	3	0	13
12	Кобринский	304	282	92.8	16	6	19	241
13	Лунинецкий	199	186	93.5	28	27	36	95
14	Ляховичский	22	4	18.2	2	0	1	1
15	Малоритский	36	13	36.1	7	0	0	6
16	Пинский	233	21	9.0	21	0	0	0
17	Пружанский	89	27	30.3	4	5	5	13
18	Столинский	127	97	76.4	18	29	20	30
<b>Итого по области</b>		<b>1939</b>	<b>1277</b>	<b>65.9</b>	<b>238</b>	<b>204</b>	<b>266</b>	<b>569</b>

Таблица Е.2

№	Территории	коммунальные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	385	291	75.6	276	11	1	3
2	г. Барановичи	416	31	7.5	5	23	2	1
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>57</b>	<b>38</b>	<b>66.7</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>7</b>
4	Березовский	28	27	96.4	6	8	13	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>92.0</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	49	5	10.2	5	0	0	0
7	Дрогичинский	79	22	27.8	0	2	4	16
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	8	5	62.5	2	2	0	1
10	Ивацевичский	43	37	86.0	2	3	19	13
11	Каменецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	171	81	47.4	58	5	6	12
13	Лунинецкий	556	424	76.3	129	81	108	106
14	Ляховичский	69	19	27.5	19	0	0	0
15	Малоритский	6	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	232	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	23	6	26.1	2	0	3	1
18	Столинский	88	39	44.3	25	8	6	0
<b>Итого по области</b>		<b>2235</b>	<b>1048</b>	<b>46.9</b>	<b>543</b>	<b>173</b>	<b>172</b>	<b>160</b>

Таблица Е.3

№	Территории	ведомственные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	2	1	50.0	1	0	0	0
2	г. Барановичи	14	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>49</b>	<b>17</b>	<b>34.7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
4	Березовский	32	30	93.8	3	5	10	12
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	79	5	6.3	3	0	1	1
7	Дрогичинский	35	23	65.7	0	0	3	20
8	Жабинковский	2	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	101	83	82.2	27	18	27	11
10	Ивацевичский	5	4	80.0	0	1	1	2
11	Каменецкий	2	2	100.0	0	0	2	0
12	Кобринский	7	6	85.7	0	1	5	0
13	Лунинецкий	29	29	100.0	11	8	7	3
14	Ляховичский	32	17	53.1	11	5	0	1
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	62	14	22.6	14	0	0	0
17	Пружанский	5	2	40.0	1	0	0	1
18	Столинский	115	47	40.9	16	7	13	11
<b>Итого по области</b>		<b>571</b>	<b>280</b>	<b>49.0</b>	<b>92</b>	<b>50</b>	<b>72</b>	<b>66</b>

Таблица Е.4

№	Территории	источники децентрализованного водоснабжения (колодцы)						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	0	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	1	0	0.0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>100.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	9	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	5	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	0	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	4	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	10	5	50.0	0	0	4	1
13	Лунинецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
14	Ляховичский	21	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	28	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	0	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	14	9	64.3	4	1	0	4
<b>Итого по области</b>		<b>100</b>	<b>19</b>	<b>19.0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>5</b>

Приложение Ж  
(справочное)

Качество питьевой воды по показателям: **марганец**

Таблица Ж.1

№	Территории	источники централизованного водоснабжения						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	92	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	36	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>148</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	110	48	43.6	33	15	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	35	2	5.7	0	0	0	2
7	Дрогичинский	57	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	25	12	48.0	12	0	0	0
9	Ивановский	132	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	103	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	19	8	42.1	8	0	0	0
12	Кобринский	299	190	63.5	110	57	20	3
13	Лунинецкий	97	3	3.1	2	1	0	0
14	Ляховичский	0	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	36	6	16.7	5	1	0	0
16	Пинский	188	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	87	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	124	37	29.8	21	6	9	1
<b>Итого по области</b>		<b>1650</b>	<b>306</b>	<b>18.5</b>	<b>191</b>	<b>80</b>	<b>29</b>	<b>6</b>



Таблица Ж.2

№	Территории	коммунальные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	15	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	6	0	0.0	0	0	0	0
3	<b>Барановичский</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	0	0	0.0	0	0	0	0
5	<b>Брестский</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	34	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	0	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	2	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	15	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	6	3	50.0	3	0	0	0
13	Лунинецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
14	Ляховичский	0	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	6	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	0	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	0	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>Итого по области</b>		<b>87</b>	<b>3</b>	<b>3.4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Таблица Ж.3

№	Территории	ведомственные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	2	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	7	0	0.0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	76	2	2.6	2	0	0	0
7	Дрогичинский	2	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	4	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	1	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	2	1	50.0	1	0	0	0
13	Лунинецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
14	Ляховичский	0	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	0	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	0	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	2	0	0.0	0	0	0	0
	<b>Итого по области</b>	<b>106</b>	<b>3</b>	<b>2.8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Таблица Ж.4

№	Территории	источники децентрализованного водоснабжения (колодцы)						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	0	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	9	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	0	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	0	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	0	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	1	0	0.0	0	0	0	0
13	Лунинецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
14	Ляховичский	0	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	0	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	0	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	0	0	0.0	0	0	0	0
	<b>Итого по области</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Приложение К  
(справочное)

Качество питьевой воды по **органолептическим показателям**

Таблица К.1

№	Территории	источники централизованного водоснабжения						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	92	68	73.9	63	3	2	0
2	г. Барановичи	97	56	57.7	24	18	13	1
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>600</b>	<b>149</b>	<b>24.8</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>37</b>
4	Березовский	147	105	71.4	60	17	20	8
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>62</b>	<b>44</b>	<b>71.0</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>5</b>
6	Ганцевичский	35	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	57	33	57.9	13	4	5	11
8	Жабинковский	25	15	60.0	14	1	0	0
9	Ивановский	348	19	5.5	12	7	0	0
10	Ивацевичский	104	24	23.1	17	6	1	0
11	Каменецкий	24	13	54.2	11	2	0	0
12	Кобринский	330	180	54.5	110	29	23	18
13	Лунинецкий	206	98	47.6	78	12	5	3
14	Ляховичский	22	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	36	6	16.7	5	1	0	0
16	Пинский	240	74	30.8	74	0	0	0
17	Пружанский	95	21	22.1	16	4	1	0
18	Столинский	129	82	63.6	45	9	14	14
<b>Итого по области</b>		<b>2649</b>	<b>987</b>	<b>734.8</b>	<b>587</b>	<b>166</b>	<b>137</b>	<b>97</b>

Таблица К.2

№	Территории	коммунальные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	420	189	45.0	189	0	0	0
2	г. Барановичи	593	64	10.8	21	11	22	10
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>168</b>	<b>57</b>	<b>33.9</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>7</b>
4	Березовский	31	5	16.1	5	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>80.8</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	49	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	83	24	28.9	6	4	6	8
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	6	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	173	65	37.6	41	11	5	8
11	Каменецкий	12	5	41.7	5	0	0	0
12	Кобринский	235	10	4.3	10	0	0	0
13	Лунинецкий	568	423	74.5	242	147	33	1
14	Ляховичский	59	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	6	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	444	27	6.1	27	0	0	0
17	Пружанский	125	21	16.8	17	4	0	0
18	Столинский	71	26	36.6	22	2	0	2
<b>Итого по области</b>		<b>3069</b>	<b>937</b>	<b>30.5</b>	<b>613</b>	<b>208</b>	<b>80</b>	<b>36</b>

Таблица К.3

№	Территории	ведомственные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	2	1	50.0	1	0	0	0
2	г. Барановичи	24	3	12.5	3	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>187</b>	<b>46</b>	<b>24.6</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>15</b>
4	Березовский	52	18	34.6	18	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	79	8	10.1	2	2	1	3
7	Дрогичинский	35	17	48.6	1	2	3	11
8	Жабинковский	2	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	18	8	44.4	3	3	2	0
10	Ивацевичский	136	19	14.0	19	0	0	0
11	Каменецкий	3	3	100.0	3	0	0	0
12	Кобринский	39	3	7.7	3	0	0	0
13	Лунинецкий	29	4	13.8	1	3	0	0
14	Ляховичский	32	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	88	16	18.2	16	0	0	0
17	Пружанский	24	2	8.3	2	0	0	0
18	Столинский	114	43	37.7	29	10	3	1
<b>Итого по области</b>		<b>864</b>	<b>191</b>	<b>22.1</b>	<b>117</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>30</b>

Таблица К.4

№	Территории	источники децентрализованного водоснабжения (колодцы)						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	0	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>129</b>	<b>10</b>	<b>7.8</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
4	Березовский	1	1	100.0	1	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>83.3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	18	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	5	2	40.0	0	1	1	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	0	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	8	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	6	2	33.3	2	0	0	0
12	Кобринский	22	2	9.1	2	0	0	0
13	Лунинецкий	90	28	31.1	23	5	0	0
14	Ляховичский	32	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	99	1	1.0	1	0	0	0
17	Пружанский	62	41	66.1	26	10	2	3
18	Столинский	46	16	34.8	13	0	0	3
<b>Итого по области</b>		<b>524</b>	<b>108</b>	<b>20.6</b>	<b>70</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>6</b>

Приложение Л  
(справочное)

Качество питьевой воды по показателям: **жесткость общая**

Таблица Л.1

№	Территории	источники централизованного водоснабжения						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	92	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	66	1	1.5	1	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>150</b>	<b>8</b>	<b>5.3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
4	Березовский	117	0	0.0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	35	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	57	1	1.8	1	0	0	0
8	Жабинковский	25	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	115	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	104	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	24	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	299	7	2.3	7	0	0	0
13	Лунинецкий	200	12	6.0	12	0	0	0
14	Ляховичский	22	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	36	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	200	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	90	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	124	14	11.3	14	0	0	0
<b>Итого по области</b>		<b>1818</b>	<b>43</b>	<b>2.4</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>



Таблица Л.2

№	Территории	коммунальные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	48	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	33	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	36	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	1	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	2	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	17	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	2	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	8	0	0.0	0	0	0	0
13	Лунинецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
14	Ляховичский	50	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	6	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	1	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	0	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	0	0	0.0	0	0	0	0
	<b>Итого по области</b>	<b>222</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Таблица Л.3

№	Территории	ведомственные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	2	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	2	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	7	0	0.0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	78	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	2	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	4	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	1	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	2	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	2	0	0.0	0	0	0	0
13	Лунинецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
14	Ляховичский	32	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	2	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	5	2	40.0	1	0	0	1
18	Столинский	19	0	0.0	0	0	0	0
	<b>Итого по области</b>	<b>178</b>	<b>2</b>	<b>1.1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Таблица Л.4

№	Территории	источники децентрализованного водоснабжения (колодцы)						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	0	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4	Березовский	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	9	0	0.0	0	0	0	0
7	Дрогичинский	0	0	0.0	0	0	0	0
8	Жабинковский	0	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	0	0	0.0	0	0	0	0
10	Ивацевичский	8	0	0.0	0	0	0	0
11	Каменецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
12	Кобринский	23	9	39.1	8	1	0	0
13	Лунинецкий	0	0	0.0	0	0	0	0
14	Ляховичский	26	0	0.0	0	0	0	0
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	23	0	0.0	0	0	0	0
17	Пружанский	0	0	0.0	0	0	0	0
18	Столинский	0	0	0.0	0	0	0	0
	<b>Итого по области</b>	<b>95</b>	<b>9</b>	<b>9.5</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Приложение М  
(справочное)

Качество питьевой воды по отдельным показателям: **ВСЕГО**

Таблица М.1

№	Территории	источники централизованного водоснабжения						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	92	91	98.9	63	6	74	1
2	г. Барановичи	111	58	52.3	42	18	13	1
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>600</b>	<b>149</b>	<b>24.8</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>37</b>
4	Березовский	195	131	67.2	60	30	24	29
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>62</b>	<b>47</b>	<b>75.8</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>10</b>
6	Ганцевичский	35	5	14.3	3	1	2	2
7	Дрогичинский	57	51	89.5	13	4	10	39
8	Жабинковский	25	23	92.0	14	9	3	10
9	Ивановский	143	77	53.8	33	16	14	14
10	Ивацевичский	105	93	88.6	17	20	36	30
11	Каменецкий	39	19	48.7	11	3	0	13
12	Кобринский	350	287	82.0	110	57	23	241
13	Лунинецкий	206	186	90.3	78	27	36	95
14	Ляховичский	22	4	18.2	2	0	1	1
15	Малоритский	36	13	36.1	7	1	0	6
16	Пинский	346	96	27.7	74	0	0	0
17	Пружанский	95	32	33.7	16	5	5	13
18	Столинский	131	100	76.3	45	29	20	30
<b>Итого по области</b>		<b>2650</b>	<b>1462</b>	<b>55.2</b>	<b>636</b>	<b>284</b>	<b>314</b>	<b>572</b>

Таблица М.2

№	Территории	коммунальные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	469	329	70.1	276	11	1	3
2	г. Барановичи	595	70	11.8	21	23	22	10
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>168</b>	<b>57</b>	<b>33.9</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>7</b>
4	Березовский	31	27	87.1	6	8	13	0
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>82.1</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	50	5	10.0	5	0	0	0
7	Дрогичинский	95	35	36.8	6	4	6	16
8	Жабинковский	2	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	8	5	62.5	2	2	0	1
10	Ивацевичский	190	80	42.1	41	11	19	13
11	Каменецкий	12	7	58.3	5	0	0	0
12	Кобринский	239	87	36.4	58	5	6	12
13	Лунинецкий	568	424	74.6	242	147	108	106
14	Ляховичский	69	19	27.5	19	0	0	0
15	Малоритский	6	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	620	27	4.4	27	0	0	0
17	Пружанский	128	28	21.9	17	4	3	1
18	Столинский	90	40	44.4	25	8	6	2
<b>Итого по области</b>		<b>3368</b>	<b>1263</b>	<b>37.5</b>	<b>779</b>	<b>254</b>	<b>198</b>	<b>171</b>

Таблица М.3

№	Территории	ведомственные водопроводы						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	4	1	25.0	1	0	0	0
2	г. Барановичи	24	3	12.5	3	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>187</b>	<b>46</b>	<b>24.6</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>15</b>
4	Березовский	52	46	88.5	18	5	10	12
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Ганцевичский	84	8	9.5	3	1	1	3
7	Дрогичинский	35	23	65.7	1	2	3	20
8	Жабинковский	2	0	0.0	0	0	0	0
9	Ивановский	104	86	82.7	37	18	27	4
10	Ивацевичский	144	22	15.3	19	1	1	2
11	Каменецкий	3	3	100.0	3	0	2	0
12	Кобринский	39	11	28.2	3	1	5	0
13	Лунинецкий	29	29	100.0	11	8	7	3
14	Ляховичский	33	17	51.5	11	5	0	1
15	Малоритский	0	0	0.0	0	0	0	0
16	Пинский	88	30	34.1	16	0	0	0
17	Пружанский	27	5	18.5	2	0	0	1
18	Столинский	120	51	42.5	29	10	13	11
<b>Итого по области</b>		<b>975</b>	<b>381</b>	<b>39.1</b>	<b>173</b>	<b>59</b>	<b>76</b>	<b>72</b>

Таблица М.4

№	Территории	источники децентрализованного водоснабжения (колодцы)						
		всего	из них н/с	% н/с	в том числе			
					до 2 ПДК	2-3 ПДК	3-5 ПДК	5 ПДК и >
1	г. Брест	0	0	0.0	0	0	0	0
2	г. Барановичи	0	0	0.0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Барановичский</b>	<b>129</b>	<b>27</b>	<b>20.9</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
4	Березовский	200	128	64.0	43	37	38	10
<b>5</b>	<b>Брестский</b>	<b>116</b>	<b>81</b>	<b>69.8</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>14</b>
6	Ганцевичский	65	65	100.0	25	39	1	0
7	Дрогичинский	38	27	71.1	12	9	4	0
8	Жабинковский	77	37	48.1	26	11	0	0
9	Ивановский	255	153	60.0	36	60	51	6
10	Ивацевичский	143	85	59.4	28	25	28	4
11	Каменецкий	6	3	50.0	2	0	0	0
12	Кобринский	123	90	73.2	17	21	15	33
13	Лунинецкий	90	77	85.6	41	30	6	0
14	Ляховичский	43	15	34.9	8	0	6	1
15	Малоритский	46	20	43.5	6	7	5	2
16	Пинский	107	46	43.0	45	0	0	0
17	Пружанский	77	66	85.7	26	16	16	3
18	Столинский	118	90	76.3	17	19	23	28
<b>Итого по области</b>		<b>1633</b>	<b>1010</b>	<b>61.8</b>	<b>369</b>	<b>298</b>	<b>225</b>	<b>101</b>

Приложение Н  
(справочное)

Потребности в воде в различные периоды

Таблица Н.1

Забрано воды из природных источников источников									
Районы	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	6,623	16,128	11,512	12,545	10,611	9,589	9,676	9,901	8,202
Брестский	8,837	8,53	8,188	7,135	6,417	5,881	5,958	6,173	5,794
Берёзовский	104,112	134,802	33,194	31,175	23,232	22,916	28,499	26,81	31,82
Ганцевичский	98,57	121,32	25,329	28,804	23,932	20,839	22,9	22,804	22,8
Дрогиченский	1,01	4,248	6,209	6,145	4,796	4,712	4,69	4,724	4,746
Жабинковский	16,325	13,934	9,344	9,974	9,403	8,682	8,653	4,531	8,908
ивановский	1,048	8,014	5,493	4,954	4,927	4,701	4,936	4,531	4,748
Ивацевичский	0,39	7,134	5,973	6,175	7,368	7,305	7,462	7,293	7,216
Каменецкий	0,471	6,956	5,212	5,603	5,77	5,774	5,631	5,193	5,109
Кобринский	0,206	3,778	2,713	2,407	2,377	2,453	2,367	2,471	2,605
Лунинецкий	20,65	28,553	28,126	10,334	8,749	8,37	8,115	8,552	7,829
Ляховичский	0,77	6,155	3,571	3,447	3,349	3,252	3,423	3,081	3,043
Малоритский	0,368	2,073	2,625	2,496	2,089	2,074	2,047	1,938	1,958
Пинский	35,849	50,855	21,054	19,012	19,096	19,246	19,378	19,286	18,637
Пружанский	0,854	7,644	5,558	5,821	5,725	5,458	5,807	5,531	5,473
Столинский	0,369	6,339	4,142	4,507	4,76	4,385	4,828	4,314	4,385
Область	296,452	426,463	178,243	160,534	142,601	135,637	144,37	137,133	143,273

Таблица Н.2

В том числе поверхностных вод									
Районы	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	6,623	7,026	2,69	2,693	2,29	1,741	2,32	1,945	1,91
Брестский	8,837	4,234	4,757	3,631	2,92	2,255	2,318	2,47	2,324
Берёзовский	104,112	122,921	23,96	21,904	13,782	13,351	19,008	17,637	22,318
Ганцевичский	98,57	117,777	22,3	26	21	18,009	20	20	20
Дрогиченский	1,01	0,133	2,87	2,624	1,3	1,202	1,2	1,2	1,2
Жабинковский	16,325	11,28	6,808	7,945	7,42	6,614	6,484	6,65	6,605
ивановский	1,048	2,948	0,737	0,237	0,211	0,409	0,05	0,05	0,075
Ивацевичский	0,39	0,689	0,112	0,134	1,512	1,51	1,776	1,552	1,491
Каменецкий	0,471	0,548	0	0	0	0,023	0	0	0,116
Кобринский	0,206	0,4	0	0	0	0	0	0	0
Лунинецкий	20,65	19,995	19,328	2,415	2,054	1,757	1,314	1,514	1,524
Ляховичский	0,77	0,576	0,092	0,092	0,02	0,023	0,016	0,016	0,016
Малоритский	0,368	1,445	0	0	0	0,037	0	0	0
Пинский	35,849	41,778	16,323	14,395	14,355	14,485	14,45	14,253	14,198
Пружанский	0,854	0,411	0	0	0	0,1	0	0	0
Столинский	0,369	1,559	0,225	0,314	0,32	0,327	0,364	0,269	0,28
Область	296,452	333,72	100,202	82,384	67,184	61,843	69,3	67,556	72,057



Приложение II  
(справочное)

Потребности в воде на различные нужды

Таблица П.1

Районы	Хозяйственно-питьевые нужды								
	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	0,282	1,018	0,326	1,807	1,78	1,776	2,025	1,979	1,802
Брестский	0,204	0,204	0,247	1,492	1,937	2,232	2,241	2,368	2,343
Берёзовский	2,728	4,28	5,009	5,836	5,55	5,375	5,385	5,212	5,651
Ганцевичский	0,775	1,08	1,095	1,235	1,406	1,339	1,368	1,382	1,393
Дрогиченский	0,413	0,454	0,848	1,283	1,285	1,369	1,267	1,271	1,295
Жабинковский	0,951	1,174	1,153	1,131	1,263	1,303	1,342	1,619	1,513
Ивановский	0,415	0,817	0,775	1,216	1,027	1,041	1,303	1,186	1,361
Ивацевичский	1,045	1,804	1,97	3,164	3,093	3,082	3,182	3,359	3,394
Каменецкий	0,536	0,674	0,759	1,629	1,64	1,986	1,934	1,85	1,833
Кобринский	0,042	0,075	0,279	0,793	0,915	0,923	0,823	0,853	0,97
Лунинецкий	1,855	3,437	3,206	4,21	3,532	3,789	3,878	4,169	3,709
Ляховичский	0,726	0,984	1,071	1,063	1,645	1,662	1,737	1,474	1,54
Малоритский	0,414	0,095	0,91	1,224	1,036	1,098	1,092	1,114	1,177
Пинский	0,264	0,568	0,454	1,371	1,509	1,556	1,791	1,819	1,731
Пружанский	0,998	1,694	1,928	2,962	2,884	2,908	2,946	3,013	3,15
Столинский	1,044	1,127	1,371	1,664	1,627	1,271	1,557	1,409	1,605

Таблица П.2

Районы	Производственные нужды(всего)								
	1985 г.	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	0,428	0,215	0,379	1,383	1,78	1,757	1,732	2,103	1,95
Брестский	0,204	0,166	0,102	0,134	0,09	0,087	0,081	0,05	0,052
Берёзовский	8,257	7,621	3,936	5,06	4,454	4,304	4,788	4,843	5,451
Ганцевичский	0,483	0,821	0,459	0,316	0,518	0,514	0,533	0,436	0,481
Дрогиченский	0,745	0,754	0,27	0,48	0,636	0,565	0,673	0,627	0,593
Жабинковский	5,702	4,416	1,504	2,653	3,531	3,672	2,724	2,838	3,122
Ивановский	0,669	1,554	1,316	1,368	1,703	1,639	1,659	1,499	1,706
Ивацевичский	1,695	2,04	1,11	1,111	1,16	1,245	1,177	1,092	1,01
Каменецкий	0,978	0,691	0,454	0,756	0,863	0,662	0,693	0,681	0,678
Кобринский	0,088	0,08	0,56	0,047	0,061	0,148	0,143	0,119	0,124
Лунинецкий	2,331	3,252	3,728	2,452	2,36	1,981	1,901	1,842	1,841
Ляховичский	0,634	0,673	0,464	0,505	0,423	0,343	0,428	0,394	0,403
Малоритский	0,507	0,348	0,185	0,15	0,158	0,161	0,123	0,115	0,106
Пинский	0,42	0,771	0,384	0,616	0,577	0,672	1,232	1,012	0,618
Пружанский	1,135	0,895	0,501	0,442	0,56	0,571	0,598	0,524	0,484
Столинский	0,892	0,788	0,969	1,174	1,523	1,651	1,71	1,408	1,311

Таблица П.3

Производственные нужды (питьевая вода)									
Районы	1986 г.	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	0,428	0,215	0,328	1,332	1,087	1,706	1,732	2,093	1,94
Брестский	2,464	0,166	0,102	0,134	0,073	0,068	0,069	0,041	0,043
Берёзовский	0,199	3,729	1,772	2,291	2,803	3,096	2,998	2,763	2,711
Ганцевичский	0,482	0,821	0,459	0,316	0,518	0,514	0,533	0,436	0,481
Дрогиченский	0,745	0,744	0,27	0,48	0,636	0,565	0,673	0,627	0,593
Жабинковский	0,567	0,236	0,146	0,158	0,111	0,162	0,24	0,188	0,217
Ивановский	0,562	1,427	1,298	1,311	1,652	1,59	1,609	1,449	1,631
Ивацевичский	1,474	1,842	0,998	0,977	1,041	1,1	1,036	0,94	0,919
Каменецкий	0,628	0,691	0,454	0,756	0,863	0,662	0,693	0,681	0,678
Кобринский	0,088	0,08	0,56	0,047	0,061	0,148	0,143	0,119	0,124
Луинецкий	2,331	2,971	3,618	2,34	2,175	1,788	1,708	1,642	1,631
Ляховичский	0,404	0,452	0,372	0,413	0,403	0,323	0,412	0,378	0,387
Малоритский	0,507	0,348	0,185	0,15	0,158	0,161	0,123	0,115	0,106
Пинский	0,36	0,675	0,346	0,451	0,402	0,415	0,978	0,955	0,56
Пружанский	1,135	0,895	0,501	0,442	0,56	0,571	0,598	0,524	0,484
Столинский	0,892	0,788	0,894	1,1	1,443	1,491	1,496	1,289	1,181

Таблица П.4

Районы	Рыбно-прудовое хозяйство								
	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	5,647	5,65	2,235	2,239	2,239	1,6	2,239	1,9	1,9
Брестский	7,163	2	3,88	2,51	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Берёзовский	96,925	118,458	21,799	19,135	12,131	12,11	17,215	15,557	19,578
Ганцевичский	96,391	117,02	22,3	22	21	18	20	20	20
Дрогичинский	0	0	2,87	2,624	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
Жабинковский	11,091	7,1	5,45	5,45	4	3,1	4	4	3,713
ивановский	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ивацевичский	0	0	0	0	1,393	1,435	1,635	1,4	1,4
Каменецкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0,116
Кобринский	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Луинецкий	19,911	19,253	19,253	2,303	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314
Ляховичский	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Малоритский	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пинский	34,937	39,877	14,883	14,08	14,08	14,08	14,08	14,08	14,08
Пружанский	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Столинский	0	0	0,15	0,24	0,24	0,15	0,15	0,15	0,15

Таблица П.5

Районы	В том числе из подземных источников								
	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	7,535	9,102	8,822	9,852	8,321	7,848	7,356	7,956	6,292
Брестский	3,382	4,296	3,431	3,504	3,497	3,626	3,64	3,703	3,47
Берёзовский	9,608	11,881	9,234	9,271	9,45	9,565	9,491	9,173	9,502
Ганцевичский	2,857	3,543	3,029	2,804	2,932	2,83	2,9	2,804	2,8
Дрогиченский	6,153	4,115	3,339	3,521	3,496	3,51	3,49	3,524	3,546
Жабинковский	2,754	2,654	2,536	2,029	1,983	2,068	2,169	2,396	2,303
ивановский	2,872	5,066	4,756	4,717	4,716	4,292	4,886	4,481	4,673
Ивацевичский	6,056	6,445	5,861	6,041	5,856	5,795	5,686	5,741	5,725
Каменецкий	4,996	6,408	5,212	5,603	5,77	5,751	5,631	5,193	4,993
Кобринский	3,384	3,378	2,713	2,407	2,377	2,453	2,367	2,471	2,605
Лунинецкий	6,851	8,558	8,798	7,919	6,695	6,613	6,801	7,038	6,305
Ляховичский	3,682	5,579	3,479	3,355	3,329	3,229	3,407	3,065	3,027
Малоритский	2,198	0,628	2,625	2,496	2,089	2,037	2,047	1,938	1,958
Пинский	7,421	9,077	4,731	4,617	4,741	4,761	4,928	5,033	4,439
Пружанский	5,829	7,233	5,558	5,821	5,725	5,358	5,807	5,531	5,473
Столинский	4,873	4,78	3,917	4,193	4,44	4,058	4,464	4,045	4,105
Область	80,451	92,743	78,041	78,15	75,417	73,794	75,07	74,092	71,216

Приложение Р  
(справочное)

Потребности в воде на сельскохозяйственные нужды

Таблица Р.1

Сельскохозяйственные нужды (орошение)									
Районы	1985 г.	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	0,854	0	0,583	1,144	0,681	0,756	0,593	0,48	0,05
Брестский	1,674	4,082	0,977	1,238	0,722	0,221	0,106	0,261	0,115
Берёзовский	0,966	0,38	0	0	0	0	0	0	0
Ганцевичский	0,079	0,964	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Дрогиченский	1,558	0,586	0	0	0	0	0	0	0
Жабинковский	0,365	0,18	0	0	0	0	0	0	0
Ивановский	1,08	3,258	0,18	0,18	0,16	0,16	0	0	0
Ивацевичский	0,607	0,645	0	0	0	0	0	0	0
Каменецкий	0,438	1,086	0	0	0	0	0	0	0
Кобринский	0,83	0,672	0	0	0	0	0	0	0
Лунинецкий	0,75	0,867	0	0	0	0	0	0	0
Ляховичский	0,54	1,123	0	0	0	0	0	0	0
Малоритский	0,447	0,582	0	0	0	0	0	0	0
Пинский	1,087	2,571	1,512	0,15	0,1	0,119	0,158	0,316	0,26
Пружанский	0,854	0,49	0	0	0	0	0	0	0
Столинский	0,339	0,861	0	0	0	0	0	0	0

Таблица Р.1

Сельскохозяйственные нужды (водоснабжение)									
Районы	1985 г.	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Барановичский	6,928	8,17	7,989	5,958	4,773	3,865	3,359	3,421	2,418
Брестский	2,968	4,206	3,142	1,91	1,634	1,32	1,496	1,441	1,235
Берёзовский	4,107	2,693	2,373	1,026	1,063	1,097	1,014	1,057	1,054
Ганцевичский	1,334	1,43	1,459	1,234	0,987	0,967	0,98	0,908	0,856
Дрогиченский	4,394	2,638	2,21	1,749	1,554	1,576	1,548	1,624	1,649
Жабинковский	0,968	1,069	1,235	0,733	0,607	0,603	0,585	0,587	0,559
ивановский	1,662	2,375	2,506	1,989	1,825	1,661	1,674	1,615	1,446
Ивацевичский	3,186	2,679	2,865	1,902	1,758	1,613	1,411	1,405	1,365
Каменецкий	3,491	4,19	3,951	3,198	3,246	3,103	2,981	2,656	2,482
Кобринский	2,671	2,748	2,282	1,567	1,401	1,382	1,401	1,499	1,511
Лунинецкий	2,044	2,197	1,882	1,116	0,988	1,036	1,018	1,042	0,801
Ляховичский	2,529	4,393	2,032	1,875	1,278	1,244	1,255	1,14	1,095
Малоритский	1,23	0,256	1,526	1,11	0,861	0,778	0,773	0,649	0,612
Пинский	6,552	7,761	3,821	2,792	2,83	2,79	2,117	2,007	1,931
Пружанский	3,341	4,547	3,081	2,338	2,181	1,879	2,169	1,909	1,75
Столинский	2,874	3,55	1,631	1,408	1,351	1,296	2,198	1,269	1,293

Приложение С  
(справочное)

Основные сведения о групповых водозаборах Брестской области

Таблица С.1

Город, объект	Водозабор	Индекс эксплуатационного водоносного горизонта	Год ведения гидрологической разведки	Производительность, тыс.м <sup>3</sup> /сут	Сведения о вводе в эксплуатацию, год ввода	Данные эксплуатации и в 2000 г		Допустимые понижения уровня, м
						Кол-во скважин	Водоотбор, тыс.м <sup>3</sup> /сут	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Барановичи	Волохва	f I-II, R <sub>2</sub> pn	1969	33,3	1958	24	23,19	150
	Щара-1	R <sub>2</sub> pn	1969	24,5	1977	21	12,79	150
	Щара-2	R <sub>2</sub> pn	1979	24	1993	22	14,45	162
	Светиловичи	f I-II, R <sub>2</sub> pn	1969	6,3	1963	9	1,4	150
	Дубровно	f I-II, R <sub>2</sub> pn	1994	30,0	закрыт	-	-	-
Итого				118,1		76	51,83	
Берёза	Первомайский	K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1982	31,5	1979	8	6,66	106
Белоозёрск Березовский	Белоозёрский	R <sub>3</sub> – N <sub>2</sub>	1963	10,0	1959	12	4,72	
	Лесной-2	K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1976	15,3	закрыт	-	-	110
Брест	Парк Свободы	J <sub>3</sub> ox+ K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	–	10,2	1945	6	8,79	н.с
	Граевский	J <sub>3</sub> ox+ K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	–	43,8	1957	18	28,03	100
	Мухавецкий	J <sub>3</sub> ox+ K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1968	87,8	1975		45,18	100
	Западный	J <sub>3</sub> ox+ K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1968	38,0	1984		25,98	100
	Северный	J <sub>3</sub> ox+ K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1968	41,8	закрыт	-	-	-
Свободная экономическая зона	Аэропорт	K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1999	13,0	н.с.	-	-	100
<b>Итого:</b>				<b>234,6</b>		<b>76</b>	<b>107,98</b>	
Ганцевичи	Любашево	Vrd	1987	10,0	1977	4	н.с.	102
Дрогичин	Беленок	K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1985	25,0	1979	12	н.с.	122
Антополь Дрогичинского р-на	Тополёк	K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1998	10,2	закрыт	-	-	100
Жабинка	Жабинковский	K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1990	21,5	закрыт	-	-	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Иваново	Лесной - 3	$R_2$ pn	1980	20,6	1985	11	н.с.	90,8
Ивацевичи	Дубрава	$K_2S_1$	1979	15,1	1989	5	н.с.	110
Косово Ивацевич- ский р-на	Марачевщина	$K_{1a}+$ $K_2S_1$	1999	5,0	закрыт	-	-	100
Гелеханы Ивацевич- ского р-на	Телеханы	$R_2$ pn	1989	7,5	закрыт	-	-	100
Каменец	Березняки	$K_2S_1$	1988	17,1	1986	4	н.с.	130
Кобрин	Брилево	$f$ I-II, $J_{30}+K_{1a}+$ $K_2S_1$	1974	30,7	1979	11	10,74	122
Лунинец	Луниин	R- $Q+R_2$ pn	1984	35,0	строится	4	6,8	12/90
Микашеви- чи Лунине- цкого р-на	Городской - 2	Q	1969	22,0	1989	11	н.с.	30
	Случь - 2	$R_2$ pn	2001	10,0	строится	-	-	100
Ляховичи	Ляховичский	Vrd	1988	15,0	закрыт	-	-	120
Малорита	Заозёрный	$K_2S_1$	1990	15,0	1974	4	н.с.	120
Домачево Малорит- ского р-на	Опушка	$J_3$	1990	5,7	закрыт			70
Пинск	Пина - 1	$K_2t+R_2$ pn	-	7,0	1938	9	7,02	н.с.
	Пина - 2	$K_2t+R_2$ pn	1971	34,8	1965			
	Струмень	$R_2$ pn	1981	42,0	строится		-	106
Логишин Пинского р- на	Козловка	$R_2$ pn	1998	7,5	закрыт	-	-	100
Пружаны	Пружанский	$J_{30}$	1980	18,5	1982	8	3,9	110
Столин	Горынь	$Q-$ $f+V_{gr}-$ $R_2$ pn	1986	20,2	1992	3	н.с.	85

Научно-производственное издание

**Волчек** Александр Александрович  
**Калинин** Михаил Юрьевич

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *А.А. Волчек*  
Компьютерный набор: Н.Н. Шпендик, А.В. Тимофеев  
Корректор.....

Подготовлено к изданию  
Брестским областным отделением общественного объединения Бело-  
русского географического общества

Подписано в печать \_\_\_\_\_ . Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. ....Уч.-изд. л. ...  
Тираж 200. Зак.

Республиканское унитарное предприятие “Издательский центр Бело-  
русского государственного университета”.  
Лицензия ЛВ № 527 от 22.01.2002.  
220030, Минск, ул. Красноармейская, 6.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика.  
Республиканское унитарное предприятие “Издательский центр Бело-  
русского государственного университета”.  
Лицензия ЛП № 461 от 14.08.2001.



***Волчек Александр Александрович***

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

Кандидат географических наук, доцент. Заместитель директора по научной работе Отдела проблем Полесья Национальной академии наук Беларуси.

Автор более 200 научных работ, в том числе 1 монографии, 2 пособий, 2 учебных пособий для ВУЗов, 3 изобретений. Основное направление работы – водные балансы речных водосборов, колебания и изменения их элементов.

***Калинин Михаил Юрьевич***

1949 года рождения, окончил Киевский государственный университет в 1972 г. по специальности гидрогеология и инженерная геология. Доктор технических наук. Заместитель директора по научной работе Института проблем использования природных ресурсов и экологии Национальной академии наук Беларуси, член Международной ассоциации гидрогеологов.

Автор более 200 научных работ, в том числе 7 монографий, 9 изобретений.

Направление научной деятельности – научное обеспечение рационального использования подземных вод и моделирование динамики подземных вод.

