

На графике приведены названия притоков длиной $L > 10$ км и названия озер. Притоки характеризуются расположением относительно реки – правые (п) или левые (л) – и расстоянием от устья этой реки в километрах. Условными знаками указаны створы размещения действующих и закрытых водопостов, а также важнейших населенных пунктов, расположенных у рек: городов (г.), городских и рабочих поселков (г. п., р. п.), деревень (д.); даны их названия. В надписях на кадастровых графиках приняты также следующие сокращения: р. – река; к-л – канал; к-ва – канава; в.п. – водопост.

Для удобства анализа кадастрового графика значения A , $Q_{ср}$, Q_{95} приведены в таблице 4.38, где в характерных створах (исток, впадение притоков, устье) даны численные значения водосборной площади и расходов рек, а в створах впадения притоков – значения этих величин до и после впадения притоков.

Таблица 4.38 – Изменения площадей водосбора и расходов воды по длине р. Ясельды

Параметр	Расстояние от устья, км																
	53,8	58,9	71,2	77,2	83,7	86,5	92,2	95,2	98,8	119,2	124,4	133,0	160,8	178,1	210,9	215,9	216,5
A , км ²	5148 4691	4682 4629	4529 4369	4341 4242	4225 4153	4116 3931	3922 3723	3695 3617	3595 3571	2818 2247	2228 2140	2038 1757	1087 1037	821 683	551 430	396 217	217 173
$Q_{ср}$, м ³ /с	23,6 21,4	21,3 21,1	20,7 19,9	19,8 19,4	19,3 19,0	18,8 18,0	17,9 17,0	16,9 16,5	16,4 16,3	12,7 10,0	9,95 9,55	9,10 7,85	4,92 4,70	3,74 3,12	2,53 1,91	1,75 0,96	0,96 0,76
Q_{95} , м ³ /с	3,90 3,59	3,58 3,55	3,49 3,39	3,36 3,25	3,23 3,15	3,11 3,00	2,96 2,84	2,81 2,72	2,70 2,67	2,01 1,63	1,61 1,51	1,39 1,22	0,76 0,71	0,53 0,45	0,35 0,27	0,23 0,12	0,12 0,10

В таблице 4.39 приведены сведения о длине водораздельной линии речных бассейнов и энергетических показателях формы исходных кадастровых графиков.

Таблица 4.39 – Энергетические показатели формы кадастровых графиков

Водоток	Расстояние от устья водоприемника, км	Длина водораздельной линии, км	Энергетические показатели формы кадастровых графиков		
			продольного профиля a_n	нарастания водосбора a_A	гидрографической кривой водотока, a_m
Ясельда	488,5	496	0,336	0,498	0,350
К-л Духтянка-Старый	92,2	80	0,715	0,523	0,717
Р. Судиловка	133,0	59	0,637	0,375	0,515
К-л Огинский	53,8	120	0,602	0,387	0,513
К-л Главный	101,6	152	0,550	0,467	0,523
Р. Дорогобуж – Жегулянка – Турса	119,2	155	0,113	0,511	0,190
К-л Винец	144,8	126	0,457	0,521	0,477

На реках бассейна р. Ясельды возможно возведение гидроэлектростанций, имеющих значение для электрификации объектов промышленности, сельского хозяйства и населения.

Таким образом, исходя из ландшафтных особенностей Белорусского Полесья, чтобы обеспечить энергетическую безопасность, благополучие местных жителей и сохранять природу, одним из самых перспективных направлений является энергосбережение. Широкое использование малозатратных технологий и совместное использование солнечной и ветровой энергии будет хорошим дополнением к атомной энергии, которую в скором будущем будет вырабатывать Беларусь. Что касается использования малых рек Белорусского Полесья, то наиболее перспективным является развитие бесплотинных ГЭС, которые не забирают русло в трубы, а устанавливаются в потоке. Их можно устанавливать достаточно много, без вреда для окружающей среды, и такие ГЭС способны обеспечивать энергонезависимость небольших отдаленных объектов.

4.7. Водные риски рек

Воды суши являются одним из основных факторов возникновения, развития и существования жизни на земле и самого человека. В то же время водные ресурсы остаются важным природным сырьем, которое широко используется для производительных сил, осуществления всех видов хозяйственной деятельности.

В силу различных стихийных явлений и процессов (наводнения, засухи и др.) водный фактор оказывает и крайне негативное воздействие на жизнь и деятельность человека. По мере развития человеческого общества возникли и продолжают обостряться противоречия между ролью воды как источника жизни и неотъемлемой части среды обитания человека и ролью природных вод как одного из главных природных ресурсов, повышения жизненного уровня людей. Разумное сочетание ис-

пользования вод суши с целью исключения или ограничения в необходимых пределах указанных противоречий составляет существо современных водных проблем [54].

В настоящее время среди проблем, стоящих перед человечеством, все чаще на первое место выдвигается проблема воды, так как состояние и развитие биосферы и человеческого общества находятся в тесной зависимости от состояния водных ресурсов. Водные проблемы возникают при отсутствии или нехватке воды, неудовлетворительном ее качестве, водном режиме, не соответствующем оптимальному функционированию экосистем и хозяйственных объектов, избыточном увлажнении и при наводнениях [17]. Все эти проблемы в той или иной степени присущи и Брестской области.

В глобальном аспекте первые три проблемы порождены прошлым, XX веком, а четвертая проблема сопровождает человечество с древнейших времен. С наводнениями в той или иной степени приходится сталкиваться практически на всех крупных реках Беларуси. Особенно ощутимо, а в отдельные годы катастрофично она проявляется в пойме Припяти.

4.7.1. Наводнения

Под *наводнением* понимают затопление территории водой в результате подъема уровня воды в реке или озере, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей, повторяется не чаще, чем 1 раз в 10 лет. Наводнение является одним из самых разрушительных стихийных бедствий. По примерным расчетам, общая площадь земель, подверженных в те или иные периоды затоплению, составляет на Земном шаре около 3 млн км². На территориях, подверженных периодическому затоплению, проживает около 1 млрд чел. [17].

На Полесье достаточно остро стоит вопрос о наводнениях, основную опасность в этом плане представляет р. Припять с ее многочисленными притоками. За период систематических наблюдений за весенним стоком такие половодья наблюдались в 1932, 1940, 1958, 1970, 1979, 1999 гг. Естественно, возникает стремление заглянуть в глубь веков и напомнить гидрологические сведения за отдаленные от нас столетия. Для этого необходимо обратиться к различным литературным и архивным источникам. Среди которых наиболее «продуктивными», в смысле наличия необходимых сведений являются летописи, мемуары, хроники, описание путешествий и военных действий, катастрофических природных явлений и др. Возникает вопрос о надежности и достоверности летописных сведений. На основании глубокого анализа летописных данных ясный ответ на это дан М. А. Боголеповым [32], который считает, что достоверность их в отношении засух и половодий на реках не вызывает сомнений. В связи с этим нельзя упускать из виду, что тяжелая работа летописцев (составителей и переписчиков) выполнялась в угождение Богу и «в научение потомству». Конечно, в летописях часто отражены суеверия и фантазии летописцев, но они проявляются не при фиксации, а при толковании событий и явлений и поэтому легко обнаруживаются.

Ценнейшим источником для восстановления гидрологических сведений являются архивные фонды Центрального государственного исторического архива УССР в Киеве (ЦГАУ), Киевского областного государственного исторического архива (КОГА) и др. В настоящее наиболее сконцентрированы сведения о гидрологическом режиме за прошлые столетия в работе Г. И. Швеца [229]. Рассмотрим некоторые исторические даты с высокими половодьями.

О характере весны 1190 г. имеются сведения в описании похода Киевского князя на Литву. После двухлетних сборов он вышел с Овруча в поход, дошел до Пинска и дальше поход прекратился: «Быть тепло и стече снег и нельзя бо им дойти земли их (литовцев) возвратившася в свояси» [71].

Имеются четкие указания относительно многоводности весны 1408 г.: «Тое же зимы снег велик был до пяти пядей (около метра), а на ту весну паводь была велика; за 20 лет старіи паляшуки не запомнят толь великія» [229]. О зиме 1408 г. говорили, что «она являлась самой холодной за последние 500 лет». На Припяти были значительные весенние половодья: «в 1840 и 1841 годах вода с обеих сторон реки залила пространство шириной 20 и 30 верст по лугам, пахотным полям и лесам. В сих последних можно плыть с нагруженными судами» [229].

Максимальное значение стока весеннего половодья на Припяти отмечено в 1845 г. В этом году сформировалось чрезвычайно высокое весеннее половодье на большом пространстве Восточной Европы. В бассейне Припяти оно было столь катастрофическим, что его, вероятно, можно отнести к группе предельно возможных в нашу климатическую эпоху.

Половодье 1845 г. в бассейне Припяти – это уникальное гидрологическое явление весьма редкой повторяемости. Осеннее увлажнение в бассейне Припяти было значительным. Реки покрылись льдом при значительной глубине воды и при обширных разливах в болотах и прилегающих территориях. Зима в 1844 г. наступила необыкновенно рано. Ноябрь и декабрь, а также февраль (1845 г.) отличались необыкновенным холодом и вся весна, до мая включительно, отмечалась постоянным холодом. При такой продолжительности эта зима отличалась обилием снега по всей территории Восточ-

ной Европы. Кроме того, существенное пополнение снегозапасов произошло во время февральской метели, которая продолжалась несколько дней и охватила большую территорию, особенно бассейн Припяти. Весна была поздняя, дружная, при этом развитие растительности в этом году опоздало почти на целый месяц. В апреле наступила теплая весна, при ясной погоде возросла дружность и интенсивность снеготаяния, что привело к стремительному росту водности рек. Вдобавок ко всему при сильном потеплении прошли дожди, которые усилили снеготаяние, что вызвало формирование очень высоких уровней и резкое повышение стока воды на реках бассейна. Максимальный уровень 1845 г. превышал нуль графика современного гидропоста у г. Мозыря на 675 см, т. е. на 187 см превысил максимальный уровень 1932 года. При этом расход воды, полученный косвенным способом Г. И. Швецом, оценивается как 11000 м³/с при модуле стока 113 л/(с км²) [229]. Принимая во внимание высоту максимального уровня 1845 г., условия формирования половодья, а также выявленные данные за историческое время, можно допустить, что, по меньшей мере, с конца XIV в. и до настоящего времени высота этого половодья является непревзойденной [229]. Максимальный уровень и расход Припяти в половодье 1845 г. приближенно можно считать повторяющимися не чаще, чем один раз в 800 лет.

Некоторой характеристикой половодья могут служить сведения о затоплениях и разрушениях в бассейне.

В Мозырском уезде были затоплены села: Скрыгалов, Костюковичи, Мышенка, Жаховичи, Бесядка; разрушен Злодинский мост и несколько плотин; в м. Турове залиты все дома, а в селах Снядынь и Морозовино затоплены все поля, срубленный лес; в Речицком уезде Припять затопила села Ширейку, Гриды, Обуховщину, Тульговичи и др.; в Мозыре «Припять при необыкновенном возвышении воды залила пространство на 6 верст в ширину и все прибрежные дома и строения, так, что жители принуждены были убраться на возвышенные места» [80].

Второе по величине половодье наблюдалось в 1877 г. В этом году на огромной территории сформировалось высокое половодье, охватившее бассейны рек от Дуная и Немана до Иртыша. Значительным половодье было в бассейне Припяти. Максимальный уровень у г. Мозыря достигал 589 см, что на 86 см ниже максимального наблюдаемого уровня, максимальный расход составил 7500 м³/с.

В 1888 г. большой разлив отмечен на р. Пине: «20 марта р. Пина выступила из берегов и затопила у г. Пинска дамбы вдоль города, железнодорожную ветвь и несколько домов» [229].

К началу весеннего снеготаяния 1979 г. запасы воды в бассейне Припяти превышали норму в 1,5–2 раза, что способствовало формированию очень высокого половодья на Припяти и ее притоках. Так, в г. Мозыре наивысший уровень был 2 % обеспеченности, превысив средний за многолетний период на 2,26 м. Близкими к экстремальным за весь период наблюдений наивысшие уровни наблюдались на р. Горыни и ее притоке р. Случи. Половодье 1979 г. нанесло огромный ущерб народному хозяйству: были затоплены населенные пункты: Стахово, Березцы, Осово, Дворище, Гольцы, Коробы, Плотница, Терebenь, Туров, Рычев, Староженцы, Семурадцы, Хлупин, Борки, Багримовичи, Беседки, Снядин, Белегы, Озерки и др., всего 37 населенных пунктов. Несколько домов было затоплено в Пинске.

В бассейне р. Горыни были затоплены: населенные пункты Воронки, Рубель, Речица, Хоромск, Ольнень и др. [69].

Небезынтересен также вопрос: «Как часто повторяются высокие половодья?» Анализ систематических наблюдений на гидрологических постах более чем за 100-летний период и архивных материалов показывают, что многоводные весны с высокими половодьями повторяются 2–3 года подряд с перерывом между ними 10 и более лет. Высокие половодья на Припяти и связанное с ними значительное затопление местности приведены в таблице 4.40.

Таблица 4.40 – Годы с наводнением различной градации в период весеннего половодья

Река – пост	Характеристика наводнения		
	Катастрофическое $P < 1\%$	Выдающееся $P = 1-2\%$	Большое $P = 3-10\%$
Мухавец – г. Брест (н/б)	-	1974, 1979	1967, 1970
Припять – г. Пинск	-	1979	1999
Припять – с. Коробы	-	1958	1957, 1966, 1979
Припять – г.п. Туров	-	1979	1932, 1940, 1956, 1958, 1970
Припять – с. Чернички	-	1999	-
Припять – г. Петриков	-	1979	1931, 1932, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999
Припять – г. Мозырь	1845	1888, 1895, 1979	1886, 1889, 1907, 1924, 1931, 1932, 1934, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999

Река – пост	Характеристика наводнения		
	Катастрофическое $P < 1\%$	Выдающееся $P = 1-2\%$	Большое $P = 3-10\%$
Пи́на – г. Пинск	-	1979	1928, 1932, 1940, 1958
Ясельда – с. Сенин	-	1999	1958, 1979, 1981
Горынь – г. Речица	-	1956	1966, 1979, 1996, 1999

В таблице 4.41 представлены расходы воды 10 наиболее значительных половодий на р. Припять.

Таблица 4.41 – Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

Годы	1845	1877	1895	1888	1889	1940	1979	1932	1970	1958
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	11000	7500	5670	5100	4700	4520	4310	4220	4140	4010

Гидрологические характеристики половодий в естественных условиях приведены в таблице 4.42.

Таблица 4.42 – Максимальные расходы и уровни воды весеннего половодья рек Белорусского Полесья

Водоток-створ	Площадь водосбора, км^2	Максимальные расходы, ($\text{м}^3/\text{с}$) и уровни (см) воды весеннего половодья в естественных условиях за расчетный период (1930–1986 годы)							
		норма норма	коэффициенты		Обеспеченные величины				
			C_v	C_s	1 %	3 %	5 %	10 %	25 %
Припять – с. Коробы	35100	550	0,74	2,22	2040	1540	1330	1050	704
		57	0,40	0,40	116	104	97	88	72
Припять – г. Туров	74000	1110	0,68	2,38	3840	2910	2520	2020	1390
		61	0,41	0,62	130	115	106	95	77
Припять – г. Мозырь	101000	1690	0,68	1,70	5640	4450	3900	3170	2200
		70	0,40	0,68	146	129	120	108	88
Ясельда – с. Сенин	5110	103	0,85	2,55	430	316	268	207	132
		60	0,53	0,80	151	130	119	103	79
Бобрик – ст. Парахонск	1450	38,2	0,68	1,36	122	99,4	88,4	72,9	50,9
		67	0,50	0,75	160	139	127	112	86
Цна – с. Дятловичи	969	21,2	0,61	1,22	62,1	51,2	46,0	38,5	27,8
		66	0,48	0,72	155	135	124	109	86
Горынь – с. Речица	2700	789	0,76	1,90	2920	2260	1950	1550	1040
		50	0,48	0,72	117	102	94	82	64
Лань – с. Локтыши	909	82,5	0,66	0,99	246	207	187	158	114
		62	0,52	0,78	154	132	121	106	81
Случь – с. Новодворцы	4480	55,3	0,69	1,38	180	146	130	107	74,0
		64	0,51	0,77	157	124	108	83	60
Случь – с. Ленин	4480	179	0,79	1,18	615	509	454	374	255
		67	0,55	0,82	174	149	136	117	89

Расчетный период принят продолжительностью 57 лет – с 1930 по 1986 год. Параметры трехпараметрического гамма-распределения установлены методом наибольшего правдоподобия. При этом авторы [186] из расчета исключали более ранние наблюдения вследствие недостаточно надежного учета и данные после 1986 г., с начала осуществления противопаводковых мероприятий на р. Припять. В связи с этим в расчете не учитывали пять выдающихся половодий. В то же время гидрологи неоднократно обращали внимание на недостаточное использование данных за прошлые годы.

В таблице 4.43 приведены максимальные расходы воды весеннего половодья за весь период наблюдений по р. Припять – г. Мозырь (120 лет). Принято трехпараметрическое гамма-распределение, параметры которого установлены методом наибольшего правдоподобия и соответственно равны: норма весеннего половодья – $1860 \text{ м}^3/\text{с}$; коэффициент вариации – 0,89 и соотношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации – 4.

Таблица 4.43 – Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь различной обеспеченности

$P, \%$	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3	0,5	1,0	3,0	5,0	10,0
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	22700	17900	16000	13600	10400	9110	7530	5400	4550	3500

В таблице 4.44 приведены максимально опасные уровни воды весеннего половодья за период наблюдений на реках рассматриваемой территории.

Таблица 4.44 – Максимальные опасные уровни воды весеннего половодья и на р. Припять и ее притоков за период наблюдений

Река – пост	Отметка нуля поста, м	Опасный высокий уровень		Максимальный уровень воды, год			Максимальный уровень воды (весенний ледоход)		Количество дней в году с опасным уровнем	
		Уровень воды, см	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Наибольшее	год
Припять – г. Пинск	133,18	250	425	302	29.03.1979	1	302	29.03.1979	50	1980-1981
Припять – с. Коробы	126,88	420	40	486	20.04.1958	2	460	31.03.1979	32	1979
Припять – г. п. Туров	121,77	340	22	410	02-03.04.1979	1	405	31.03.1979	28	1979
Припять – с. Черничи	119,23	520	57	637	21-22.03.1979	2	637	21-22.03.1999	46	1999
Припять – г. Петриков	112,55	800	45	933	03-04.04.1979	1	924	01.04.1979	40	1999
Припять – г. Мозырь	110,93	550	30	742	22-24.04.1995	1	670	21.04.1931	31	1941
Пина – г. Пинск	132,29	335	8	366	01.04.1979	2	347	29.03.1979	12	1979
Ясельда – с. Сенин	134,39	195	37	247	27.03.1999	0,9	234	06-12.03.1999	127	1999
Горынь – г. Речица	130,50	530	52	635	11.04.1956	2	635	11.04.1956	26	1979

Рассмотрим вопрос продолжительности стояния весенних вод в пойме рек. Сведения о выходе воды на пойму помещены в таблице 4.45 [186]. Наиболее поздние сроки прекращения подтопления пойменных земель (при уровнях воды в р. Припять на 0,5 м ниже выхода воды на пойму) относятся в среднем к концу августа месяца.

Таблица 4.45 – Сведения о выходе воды на пойму

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму, м	Число лет наблюдений	Число лет с затоплением поймы	Сроки затопления поймы		Продолжительность стояния воды на пойме, дни	
				Ранний начала затопления	Поздний конца затопления	средняя	наибольшая
Припять – с. Бол. Диковичи	136,79	32	25	25.02	5.06	32	85
Припять – с. Коробы	130,68	43	31	8.02	20.06	48	107
Припять – г. Туров	123,77	43	40	10.02	27.02	82	146
Припять – г. Петриков	119,11	43	36	5.02	28.06	48	112
Пина – г. Пинск	134,54	44	37	4.02	7.07	49	109
Ясельда – с. Сенин	135,76	44	43	30.01	29.06	66	131
Стыр – с. Иванчицы	139,96	10	5	1.02	18.04	29	68
Горынь – г. Давид Городок	129,59	26	26	15.02	31.05	28	81

В таблице 4.46 приведены средние и экстремальные сроки и продолжительность стояния критических горизонтов воды, определяющих сельскохозяйственное использование пойменных земель [186].

В таблице 4.47 приведены вероятности превышения и продолжительность стояния уровней воды выше характерных отметок [186].

Таблица 4.46 – Сроки и продолжительность стояния критических горизонтов воды

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму	Расчетные уровни воды, м	Процент лет с наблюдавшимся уровнем	Даты начала стояния уровней			Даты конца стояния уровней			Продолжительность стояния уровней воды, дни		
				ранние	средние	поздние	ранние	средние	поздние	наибольшая	средняя	наименьшая
Припять – с. Бол. Диковичи	136,79	136,51	90	20.02	26.03	25.04	26.03	4.05	16.06	101	47	7
		136,87	67	9.03	3.04	16.04	11.04	25.04	1.06	77	27	1
		137,23	20	7.04	11.04	16.04	15.04	21.04	29.04	14	10	9
Припять – г. Пинск	135,30	134,73	96	7.02	11.03	6.04	15.04	14.07	31.10	245	125	2
		135,16	89	10.02	12.03	6.04	14.03	6.06	31.10	245	87	1
		135,60	69	22.02	26.03	23.04	23.03	5.05	23.06	173	41	4
		136,00	33	4.03	28.03	16.04	13.03	17.04	11.05	39	20	7
Припять – с. Коробы	130,68	130,50	80	3.02	26.03	14.04	3.04	13.05	10.07	116	61	8
		130,96	50	11.02	11.03	17.04	25.02	15.04	19.05	69	27	3
		131,44	3	12.03	9.04	20.04	14.03	17.04	29.04	15	8	3
Припять – г. Туров	123,77	123,67	93	10.02	16.03	23.04	8.04	10.06	22.08	161	86	20
		124,17	91	15.02	21.03	16.04	18.03	22.05	12.07	146	62	20
		124,67	77	3.03	30.03	25.04	24.03	27.04	30.05	75	29	4
		125,17	21	4.03	1.04	16.04	20.03	18.04	6.05	26	18	10
Припять – г. Петриков	119,11	118,81	86	2.02	23.04	22.04	21.03	20.05	20.07	142	61	37
		119,41	81	5.02	28.03	27.04	12.03	28.04	18.06	82	35	1
		120,01	56	11.02	1.04	25.04	28.02	23.04	14.05	42	22	3
		120,61	21	6.03	7.04	19.03	21.03	19.04	3.05	20	15	4
Ясельда – с. Сенин	135,76	136,20	32	22.03	5.04	6.05	5.042	21.04	23.05	49	21	4
		136,30	10	15.04	17.04	19.04	4.04	30.04	5.05	21	15	6
Бобрик – ст. Парохонск	134,80	135,00	30	27.03	5.04	17.04	1.04	16.04	29.04	20	12	4
		135,20	7	12.04	14.04	15.04	20.04	20.04	20.04	9	8	6
Горынь – г. п. Речица	134,60	134,60	100	5.02	23.03	13.04	1.03	24.04	5.06	89	42	2
		135,81	53	5.02	27.03	9.04	7.02	22.04	2.06	19	9	2
		136,10	22	27.02	28.03	10.04	4.03	31.03	20.04	11	5	1
Горынь – г. Давид-Городок	129,59	130,15	100	15.02	25.03	17.04	6.03	24.04	31.05	81	28	6
		130,62	58	17.03	1.04	11.04	19.03	7.04	24.04	14	6	1
Лань – с. Мокрово	–	130,3	47	1.04	14.04	21.05	7.04	21.04	23.05	29	12	1
		130,4	21	4.04	14.04	25.04	9.04	21.04	4.05	17	9	4

Таблица 4.47 – Продолжительность стояния уровня воды выше характерных горизонтов

Река – пункт	Отметка выхода воды на пойму, м	Характерные горизонты воды, м	Продолжительность стояния уровня воды выше указанных горизонтов (в днях), обеспеченностью P %			
			5	10	25	50
Припять – с. Большие Диковичи	136,9	136,15	175	106	76	62
		136,51	94	78	60	45
		136,87	67	50	31	16
Припять – г. Пинск	135,30	134,30	263	253	229	200
		134,73	240	224	171	112
		135,16	199	162	103	73
		135,60	117	76	39	20
Припять – с. Коробы	130,68	130,04	153	127	96	78
		130,50	106	90	71	58
		130,96	38	35	27	5
Припять – г. Туров	123,77	123,17	203	173	126	98
		123,67	148	130	102	82
		124,17	109	90	73	61
		124,67	58	44	36	23
Припять – г. Петриков	119,11	118,21	158	121	92	77
		110,81	108	90	67	57

Река – пункт	Отметка вы- хода воды на пойму, м	Характерные горизонты воды, м	Продолжительность стояния уровня воды выше указанных горизонтов (в днях), обеспеченностью P %			
			5	10	25	50
		119,41	69	53	41	32
		120,01	38	33	24	10
		114,18	104	86	50	26
Припять – г. Мозерь	114,23	115,13	60	50	37	27
		116,03	36	26	19	5
		134,60	–	71	54	36
Горынь – г.п. Речица	134,60	135,81	–	15	8	2
		136,10	–	3	0	0
			–			

Зависимость площадей затоплений в пойме р. Припять от половодий различной обеспеченности уровня показана в таблице 4.48 [43].

Таблица 4.48 – Зависимость площадей затоплений поймы р. Припяти от обеспеченности уровня

Затапливаемая территория	Площади в тыс. га				
	$P = 1$ %	$P = 5$ %	$P = 10$ %	$P = 25$ %	$P = 50$ %
Всего по пойме	579	550	487	404	197
В том числе по Беларуси	425	404	348	289	120

Картина цикличности стока воды весеннего половодья р. Припять представлена в виде нормированных разностных интегральных кривых по створу у г. Мозырь. Рассмотрены расходы весеннего половодья, а также среднегодовых расходов воды (рис. 4.42). Как видно из рисунка, начиная с середины 60-х годов среднегодовые расходы имеют устойчивую тенденцию к увеличению, в то же время расходы весеннего половодья несколько уменьшаются.

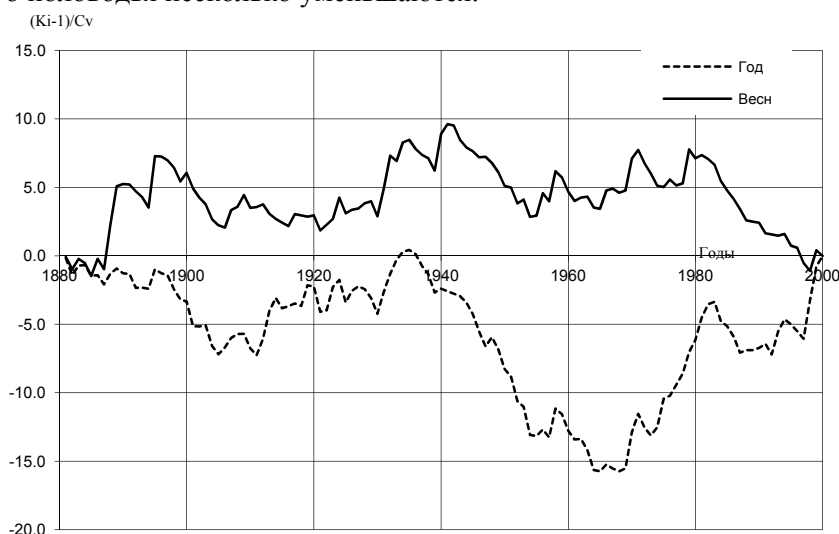


Рисунок 4.42 – Нормированные разностные интегральные кривые годовых расходов воды и весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

Аналогичная картина и по другим рекам Полесья.

О пространственной структуре распределения весеннего половодья в год 1%-ной обеспеченности можно судить по карте стока весеннего половодья, представленной на рисунке 4.7 [182]. Как видно из рисунка 4.7, на территории Полесья отмечаются наименьшие слои стока весеннего половодья в республике – 120 мм, в то время как на севере республики слой весеннего половодья в два раза больше и достигает 240 мм. Слой стока весеннего половодья закономерно возрастает с юго-запада области на северо-восток. Тем не менее Полесье регулярно подвергается наводнению в силу своих специфических условий: ровная местность и, как следствие, малые уклоны рек и малая пропускная способность, малая врезка русла и т. д. Изменчивость весеннего половодья на территории области составляет примерно 0,50.

Вторым по значению после половодья гидрологическим явлением, приносящим огромные бедствия в виде разрушения сооружений, затопления населенных пунктов, промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, уносящим человеческие жизни, являются дождевые паводки. По величине максимальных расходов и уровней воды они существенно меньше снеговых.

Максимальные расходы дождевых паводков формируются, как правило, обложными дождями, так как ливни не охватывают одновременно всю территорию водосбора даже средних рек, не говоря уже о бассейне Припяти.

Паводки, в отличие от половодий, возникают нерегулярно и по величине максимального расхода и слою стока паводки, как правило, существенно меньше максимумов половодья. Однако дождевые паводки 1952, 1960, 1974, 1993, 1998 гг. по многим водотокам и створам на самой Припяти превысили половодье и нанесли значительный ущерб народному хозяйству, так как серьезно пострадали сельскохозяйственные угодья и другие освоенные территории. Даже локальные паводки значительной интенсивности на левобережных или правобережных притоках способны вызвать значительные подъемы уровня в нижнем течении Припяти, обусловленные продвижением вниз паводочной волны. Высота паводков в среднем и нижнем течении Припяти достигает 2,0–3,5 м над предподъемным уровнем.

В связи с изменением климата, начиная с 1988 г. на реках участились случаи, когда высший уровень за год наблюдался не в период весеннего половодья, а в период летних и чаще зимних паводков. Так, на посту р. Припять – г. Мозырь из 118 лет наблюдений отмечено 19 случаев, когда высший годовой уровень был отмечен не в период весеннего половодья, а в период летних и зимних паводков, и из них 9 отмечены в последние 13 лет.

Паводки бывают ежегодно и наблюдаются в различное время на протяжении всего лета. В наиболее дождевые годы (1908, 1917, 1927, 1928, 1923, 1952, 1979 гг.) почти на всех реках проходит от 4 до 9 паводков, а на реках Полесья 3–4 паводка в сезон. Средняя продолжительность летних паводков около 15 дней. Приведем некоторые выдержки из архивных материалов, свидетельствующие о выдающихся паводках на Полесье.

Летом 1255 г. татары не смогли овладеть Луцком (на р. Стырь в бассейне Припяти), ибо «вода в Стыре была велика» [229], поэтому лето можно считать многоводным.

Год 1606 «вельми дивный был, а то в том, иж вода все лета так была велика, яко праве весне, не только летом, но и о запустах Филиновых (конец ноября): раз упадет, потом прибудет, из берегов выливаясь». В бассейне Припяти в 1608 г. «лето было мокрое, поводи были частые, мало хто при реках великих сена косил, бо и до восени поводки великие были».

Сильный неурожай 1663 г. на территории от р. Вислы до р. Случи (приток Припяти) [35] был вызван частыми дождями, так как к водотоку от р. Случи был обильный урожай.

1818 г.: «От непрестанно шедших дождей еще в половине июля месяца р. Случь выступила из берегов... Прибыль в этой реке воды в августе сделалась столь сильная и нечаянная, что ею не только снесло многие плотины и повредило мельницы, но причинено еще большие опустошения посеянной жатве, ибо скошенное сено и сжатый хлеб или разнесены или сгнили» [229].

В таблице 4.49 приведены максимально опасные уровни паводков на р. Припяти за период инструментальных наблюдений.

Таблица 4.49 – Максимально опасные уровни воды паводков на реках за период наблюдений

Река – пост	Опасный высокий уровень		Максимальный уровень воды					
			зимнего паводка			дождевого паводка		
	Уровень воды, см	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Обеспеченность, %	Уровень воды, см	Дата	Обеспеченность, %
Припять – г. Пинск	250	42	284	15.01.1981	1	–	–	–
Припять – с. Коробы	420	40	431	08.01.1975	2	439	19–23.11.1993	2
Припять – г. п. Туров	340	22	–	–	–	–	–	–
Припять – с. Черничи	520	57	–	–	–	520	08–11.08.1993	4
Припять – г. Петриков	800	45	826	12–13.01.1981	1	829	02, 05.05.1975	2
Припять – г. Мозырь	550	30	–	–	–	–	–	–
Пина – г. Пинск	335	8	–	–	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенин	195	37	221	19.12.1980	2	203	30.11–17.12.1990,1995	1
Горынь – г. п. Речица	530	52	550	29.01.1948	2	567	31.07.1993	3

Годы с выдающимися паводками приведены в таблице 4.50.

Таблица 4.50 – Годы с паводками различной градации

Река – пост	Характеристика паводка			
	Зимний		Летний	
	Выдающийся $P = 1-2 \%$	Большой $P = 3-10 \%$	Выдающийся $P = 1-2 \%$	Большой $P = 3-10 \%$
Припять – г. Пинск	1980–81	1979–80 1992–93 1993–94 1997–98 1998–99	–	–
Припять – с. Коробы	1974–75	1947–48 1980–81	1974	–
Припять – г.п. Туров	–	–	–	–
Припять – с. Черничи	–	–	–	1993
Припять – г. Петриков	1980–81	1947–48 1974–75 1981–82	1974, 1975	1993
Припять – г. Мозырь	–	–	–	–
Пина – г. Пинск	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенин	1980–81 1998–99	1970–71 1974–75 1988–89 1990–91 1997–98	1990	1974, 1980, 1988, 1998
Горынь – г. п. Речица	–	1947–48 1981–82 1997–98	–	1948, 1969, 1974, 1975, 1977, 1988, 1993, 1998

Высокие летне-осенние паводки, приносящие наиболее существенный ущерб сельскому хозяйству и другим отраслям народного хозяйства, за последние 50 лет наблюдаются 1 раз в 4–6 лет. Наиболее ярким паводком последних лет является паводок 1993 г.

Во второй и третьей декадах июля 1993 г. в ряде районов Брестской, Гомельской и Минской области выпало 2,5–3 месячные нормы осадков. Особенно дождливыми были вторая декада июля на территории Слуцкого и Любанского районов Минской области и третья декада в Столинском районе Брестской области. Здесь декадные суммы осадков наблюдались в размере 5–6 декадных норм. Наиболее неблагоприятная обстановка сложилась в Житковичском и Столинском районах, так как повышенное количество осадков выпало и в июне (примерно 1,5–2 месячные нормы), а в июле осадки наблюдались в виде ливней редкой повторяемости. Суточный максимум 23 июля в Житковичском районе составил 57 мм, а в Столинском 115 мм. Следует отметить, что за сутки 24 июля на территории Столинского района выпало 67 мм осадков. Такого количества не было за весь период наблюдений.

В результате выпадения катастрофических осадков произошло переувлажнение корнеобитаемого слоя почвы, и сформировался дождевой паводок на реках юга Беларуси. На условия формирования дождевого паводка оказали влияние и большие суммы осадков, выпавшие в Житомирской и Ровенской областях Украины. Начало подъема уровней воды на р. Припять и ее притоках отмечается 12–15 июля.

Максимальные уровни дождевого паводка на малых реках сформировались уже 28–30 июля, на р. Горыни – 31 июля, а на р. Припяти в середине августа. Наиболее высокие паводки сформировались на малых водотоках Столинского района и в бассейнах рек Горыни и Ствига. По своей величине они сопоставимы с максимальными уровнями весеннего половодья редкой повторяемости. Превышение максимальных уровней дождевого паводка над меженными для р. Припять составило около 3 м, а на р. Горынь – 3,4 м, на малых водотоках 2,0–2,5 м.

Такие подъемы уровней вызвали подтопление и затопление значительных территорий. Гидрологическая обстановка усложнилась тем, что паводок сформировался в период наибольшей зарастаемости травяной и кустарниковой растительностью русел и пойм рек. Повышенная шероховатость русел и пойм водотоков не только вызвала высокий подъем уровней воды, но и существенно замедлила их спад в августе.

На самой Припяти за счет поступления воды из притоков повышение уровней продолжалось до середины августа. Синхронность прохождения паводка на левобережных (Цна, Лань, Случь, Птичь) и

правобережных (Горынь, Ствига, Уборть) притоках определила развитие значительного паводка в нижнем течении Припять, соответствующего 2 % вероятности превышения.

На участке Туров – Мозырь вода находилась на пойме до начала сентября.

В июне-июле 1998 г. в районах Полесья выпало до 2–3 норм месячных атмосферных осадков. Особенно дождливыми были вторые декады июня и июля, где выпало до 140 мм при норме 25–30 мм. В отдельные дни выпадало до 60 мм атмосферных осадков. По состоянию на 3 августа 1998 г. на реках Припять, Случь, Птичь наблюдался интенсивный рост уровней воды. По данным наблюдений на гидропосту р. Припять – г. п. Туров, такие максимальные уровни воды дождевых паводков наблюдались раз в 20 лет. Паводковая ситуация лета 1998 г. во многом повторяет ситуацию 1993 г.

Стратегия защиты и снижение ущербов от наводнений

По словам комиссара ЕС по вопросам гуманитарной помощи Кристалины Георгиевой, в мире еще никогда не было так много природных катастроф, как в 2010 году. Их жертвами стали свыше 300 тысяч человек, а экономике причинен ущерб на 180 млрд евро, тогда как в предшествовавшие годы ущерб исчислялся суммами в 70–80 млрд евро, что является печальным рекордом по числу и масштабам природных катастроф. Особенно крупными катастрофами стали землетрясение на Гаити, в результате которого погибли почти 250 тыс. человек, и опустошительное наводнение в Пакистане, от которого пострадали 20 млн жителей. Природные катастрофы отличались поистине гигантскими масштабами долгосрочных последствий, на преодоление которых требуется многие десятилетия. По мнению ряда ученых, в ближайшие годы число природных катастроф в мире только увеличится. Это вызвано в первую очередь изменением климата и ростом населения Земли. Поэтому необходимо развитие сотрудничества ученых различных стран, наиболее сильно страдающих от климатических изменений, а также создание всемирной сети для раннего оповещения о наводнениях и ураганах и оказанию быстрой помощи пострадавшим. По статистике ООН, на долю наводнений приходится 26 % общего числа жертв и 32 % стоимости поврежденного имущества [17]. Наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территорий и материальному ущербу. Рост убытков, наносимых наводнением экономике стран, связан с увеличением интенсивности и повторяемости наводнений из-за усиления хозяйственного использования территорий водосборов, речных долин и пойм [16, 43, 88].

Ежегодный ущерб от наводнений достигает нескольких миллиардов долларов, причем, несмотря на значительные капиталовложения в защитные мероприятия, ущербы от наводнений имеют тенденцию к росту. Основная причина этого роста заключается в интенсивном освоении земель, для которых существует опасность наводнений, поскольку неосвоенных территорий хорошего качества практически не осталось. В отличие от большинства других стихийных явлений в последние три десятилетия отмечается тенденция увеличения числа наводнений, особенно катастрофических. Наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территорий и материальному ущербу. Площадь подверженных наводнениям территорий на Земном шаре составляет в настоящее время около 3 млн км². На них проживает приблизительно 1 млрд человек, а ущерб от наводнений в последние годы превышает 200 млрд долларов.

Рост убытков, наносимых наводнением экономике, связан с увеличением интенсивности и повторяемости наводнений из-за усиления хозяйственного использования территорий водосборов, речных долин и пойм [16]. Наиболее опасны наводнения на хозяйственно освоенных территориях [152], а поэтому освоение земель в ходе экономического развития сопровождается усилением неблагоприятных последствий. Водные и околосоводные экосистемы в значительной степени адаптированы к наводнениям в то время как отдельные звенья экосистем могут страдать от затопления и подтопления, для других (вероятно, более многочисленных) наводнения полезны и даже необходимы.

Естественные причины наводнений

а) весенне-летнее таяние снегов и ледников на водосборных площадях. Такие наводнения поддаются прогнозированию по сезонам и, исходя из снегозапасов, ориентировочно по высоте и продолжительности. Однако корреляция между снегозапасами и высотой половодья не так уж высока. При наводнениях, вызванных половодьями, наиболее правильно воздерживаться от освоения территорий, подверженных затоплению, чаще, чем это допускается нормативными документами. Эти ограничения довольно широки. В частности, жилье и общественные здания городских и сельских населенных пунктов должны быть защищены от воздействия паводковых вод 1%-ной обеспеченности, а мелиоративные системы с площадями орошения < 50 тыс. га – 5%-ной обеспеченности. Защита земель возможна при строительстве выше по течению от затопляемых зон водохранилищ для аккумуляции высоких вод, но это ведет к уменьшению гидравлического сопротивления, приводящему к рас-

пластыванию половодной волны. В зонах выклинивания подпора уровень будет расти постоянно из-за отложения наносов, а также периодически повышаться при заторах льда во время весеннего вскрытия реки. В некоторых случаях эффективно применить защиту соответствующих территорий дамбами либо временное переселение при высоких подъемах уровня воды. Обваловывание же территорий требует создания дренажа во избежание подтопления, чем обуславливается необходимость проведения систематических ремонтных работ и затрат энергии;

б) ливневые дожди. В этих случаях можно говорить лишь о паводкоопасных зонах. Меры минимизации ущербов здесь в целом аналогичны упомянутым выше;

в) ветровые нагоны воды – проявляются на побережьях водоемов и в низовьях рек, впадающих в эти водоемы, и не поддаются предвидению по срокам. Иногда можно прогнозировать сезоны, когда нагоны в целом наблюдаются чаще и имеют наибольшую высоту. Однако стохастика нагонов разработана недостаточно детально: четких представлений о типе распределения вероятностей, как и о числовых параметрах, не поддающихся выборочной оценке, пока нет;

г) заторы при весеннем вскрытии ледового покрова – вызываются нагромождениями льда с частичным или почти полным перекрытием живого сечения потока, что влечет за собой сильное повышение уровня воды на крупных реках, текущих с юга на север. На таких реках волна половодья приходит в низовья, где ледяной покров еще не растаял. Продолжительность заторных наводнений может изменяться в широком диапазоне (от нескольких часов до 15 суток). Особенность мощных заторов состоит в том, что при их прорывах могут срезаться осередки, небольшие острова, подрезаться берега рек;

д) зажоры – в отличие от заторов они наблюдаются в начале зимы при формировании ледового покрова путем забивания подледного пространства шугой. Продолжительность периода формирования шуги связана со скоростями течения. Эффективным способом борьбы с зажорами является создание на соответствующих участках водотоков подпорного режима для уменьшения скоростей течения и образования ледостава, что прекращает формирование шуги.

Антропогенные причины наводнений

а) «стеснение» живого сечения потока – осуществляется вдольрусловыми дорогами, дамбами, мостовыми переходами, уменьшает пропускную способность русла и повышает уровень воды, вызывает нарушение естественного режима расходов уровней воды [183].

В результате сооружения гидроэлектростанций на реках, замерзающих зимой, в зоне выклинивания подпора водохранилищ возможно образование ледовых заторов во время весеннего ледохода. При установлении ледостава в верхней части водохранилища выше на речном участке еще продолжается шугоход. В зоне выклинивания подпора замерзание сопровождается уплотнением льда с заносом шуги под лед. Весной более мощный ледовый покров на этом участке разрушается медленнее, чем в русле реки, что и является причиной заторов, вызывающих значительное повышение уровня воды и затопление прилегающих территорий.

В нижних бьефах водохранилищ возможны значительные затопления при больших экстренных сработках, в частности в случае для принятия вод паводка. Такие экстренные сработки обычно имеют место при ошибочном прогнозе, когда водохранилище оказывается неподготовленным к принятию максимального стока, или же в результате непригодности его для аккумуляции вод катастрофических паводков вследствие просчетов при его проектировании.

Подобные катастрофы иногда наносят гораздо больший ущерб, нежели наводнения, вызываемые природными причинами в тех же географических условиях, так как они, как правило, происходят внезапно, расходы могут достигать очень больших величин, скорость паводковой волны настолько велика, что крайне трудно предпринять защитные меры и вовремя провести эвакуацию населения.

Первые сведения о разрушении плотин относятся ко II тыс. до н. э. С 1800 по 1983 год 60 крупных плотин потерпели серьезные аварии, что привело к гибели около 16 тыс. человек. В частности, на территории бывшего СССР была 1 авария, которая унесла жизни 145 человек. На первом месте по количеству жертв находится Индия, где было 4 аварии и погибло 4100 человек. По количеству аварий плотин «лидирует» США – 17 происшествий, 3300 человек погибло.

Для определения причин, приводящих к разрушению плотин и дамб, как больших, так и малых, около 300 аварий, произошедших в разное время в различных регионах, были подвергнуты анализу, на основе которого сделаны следующие выводы: 35 % аварий вызвано малой пропускной способностью водосбросных устройств (причина – плохое гидрологическое обоснование проекта, что приводит к заниженному определению максимальных расходов воды, которые принимаются в основу расчета водосбросных отверстий), 25 % произошло в результате суффозии, фильтрации, порового давления, современных тектонических движений, просадок, сдвигов, несовершенства противоточности

онных устройств – основных причин, приводящих к разрушению оснований плотин, 10 % – из-за использования при сооружении плотин некачественных материалов или плохого проведения строительных работ (надежность плотин в большей степени зависит от типа используемого при ее строительстве материала. При анализе аварий выяснилось, что разрушению подверглись 163 земляные плотины (почти 55 %), 61 гравитационная, арочная и плотины других типов (22 %) и 70 бетонных и каменно-набросных (23 %)). Остальные 30 % связаны с неудовлетворительной эксплуатацией гидротехнических сооружений, землетрясениями, военными действиями, а также другими причинами [4].

В связи с бурным ростом плотин возросло и число катастроф, связанных с их разрушением. Но ущербы и человеческие жертвы, ставшие результатом разрушения дамб и плотин, несравненно меньше, чем от наводнений, вызываемых естественными причинами, иными стихийными бедствиями или же некоторыми видами антропогенной деятельности [16]. Для улучшения положения в плотиностроении надо в первую очередь повышать надежность гидрологических и геологических изысканий, расчетов и прогнозов, а также создавать системы контроля, при помощи которых возможно осуществление наблюдения за техническим состоянием дамб и плотин во время их эксплуатации, что позволит в случае создания аварийной ситуации вовремя принять меры по предупреждению катастрофы или эвакуации людей и материально-технических ценностей из зоны опасности;

б) освоение территорий в нижних бьефах водохранилищ многолетнего регулирования стока.

При сведении лесов, осушении болот, промышленном, транспортном и жилищном строительстве происходит изменение гидрологического режима рек, что ведет к увеличению максимального стока. Также существует ряд видов хозяйственной деятельности, которые в экстремальных условиях могут приводить к формированию катастрофических паводков [16, 183].

Более всего влияет на увеличение высоты и повторяемости паводков сведение лесов, обладающих большой водорегулирующей способностью (инфильтрационные свойства почв снижаются в 3,5 раза, интенсивность ее смыва увеличивается в 15 раз, прекращается перехват осадков лесным пологом и кронами деревьев). В результате водный баланс меняется, повышается суммарный сток, главным образом за счет роста поверхностной составляющей. При сплошной рубке паводковый сток увеличивается в 2,3–2,7 раза, при двухприемной рубке – 1,5 раза. Данные исследований, проводимых в Карпатах, показали, что лесной полог задерживает 22 % осадков.

Значительно влияет на увеличение максимального стока осушение болот, которые являются естественными аккумуляторами стока (максимальный среднесуточный модуль стока весеннего половодья на неосушенном водосборе почти в 2 раза меньше, чем на осушенном, а максимальные модули дождевых паводков на осушенных водосборах повышаются на 60–160 % [227]. За период наблюдений с 1935 по 1979 год было установлено, что осушение болот привело к увеличению всех характеристик стока.

Рост пиков паводков и половодий может происходить вследствие роста поверхностного стока с обрабатываемых полей из-за уменьшения инфильтрации и усиления эрозионных процессов при нерациональном ведении сельского хозяйства. В основе уменьшения инфильтрации лежит переуплотнение почвенного покрова в период обработки. Повышение объема весеннего половодья и сокращение его длительности вызываются более сильным промерзанием открытой почвы полей зимой и перенасыщенностью ее влагой в период осенних дождей. Распашка почв с легким механическим составом, а также продольная пахотная обработка склонов ведут к усилению плоскостного смыва, что также способствует усилению максимального стока. Снижение инфильтрационных свойств почв – основная причина роста максимального стока в городах. Это связано с преобладанием на урбанизированных территориях водонепроницаемых покрытий и застройки. Исследования в некоторых странах показали, что урбанизация ведет к увеличению повторяемости и величины паводка, а максимальные расходы возросли: в Канаде – в 3 раза, в Японии – в 2,5, а Англии – в 1,5 раза. Установлено, что расход паводка в городе может превышать такой же по обеспеченности в сельской местности до 10 раз.

Кроме снижения инфильтрационных свойств почв в городах за счет застройки, большое значение в увеличении паводкового стока могут иметь неправильный выбор параметров мостов и проведение определенных видов противопаводковых мероприятий в пределах поймы. При строительстве мостовых переходов поймы, как правило, полностью или частично перегораживается глухой дамбой, которая нарушает естественное регулирование стока. Также значительные наводнения происходили в результате недостаточной водопропускной способности подмостовых отверстий, что связано с низкой точностью гидрологических расчетов при их проектировании или просто с некачественным техническим проведением работ; при частичном обваловании русел рек с целью защиты от паводков прилегающих территорий.

Хозяйственное использование поймы в любом случае приводит к нарушению ее нормального функционирования и уменьшению паводкорегулирующих свойств. Установлено, что в период прохождения паводков и половодий на пойму поступает от 35 до 60 % воды, 10–12 % ее испаряется с поверхности поймы и инфильтруется почвами [24].

Рост хозяйственного освоения подверженных наводнению земель, ведущий к сокращению природных пойменных ландшафтов, дает основание полагать, что если этот процесс не будет ограничен, то и в дальнейшем ущербы, связанные с наводнениями на поймах рек, будут неуклонно увеличиваться [16].

Из приведенного перечня видно, насколько разнообразны причины, обуславливающие наводнения. Следует подчеркнуть, что на конкретном водном объекте наводнения обычно вызываются несколькими причинами, поэтому для определения расчетных характеристик возможного затопления следует осуществлять комплексный анализ и выполнять композицию законов распределения вероятностей, которые свойственны отдельным видам наводнений.

Решая проблему наводнений, также нужно знать длительность стояния того или иного уровня воды, так как она определяет характер воздействия на функционирование наземных экосистем. Для этого можно использовать очертания характерных гидрографов высоких половодий (паводков) на данной реке.

Таким образом, проблема наводнений чрезвычайно многогранна, недостаточно изучена, требует проведения соответствующих исследований. Несмотря на высокую эффективность защитных инженерных сооружений, их массовое строительство имеет негативные особенности, ибо уменьшение с помощью инженерных средств интенсивности и частоты наводнений может увеличить опасность для людей, заселяющих новые поймы и застраивающих территории, а также привести к разрушению дамб и затоплению при катастрофических наводнениях.

Проблема населенных пунктов, сельскохозяйственных земель и других объектов возникла в основном в результате недостаточного продуманного освоения территорий, подверженных периодическим затоплениям. Обобщение многочисленных материалов и анализ современного состояния природных, экологических и социально-экономических условий свидетельствуют о том, что для большинства рассмотренных речных бассейнов характерны бессистемное, нерациональное размещение сельскохозяйственных угодий, инженерных коммуникаций и других объектов и экстенсивное использование природных ресурсов, ведущее к их истощению. В большинстве хозяйств отсутствует зональная система земледелия, не проводятся природоохранные мероприятия, преобладает стихийное, контролируемое использование земель. Все это можно устранить лишь при условии создания единой системы планирования и управления противопаводковой защитой в масштабах страны.

Анализ риска

Данный вопрос рассмотрен в отношении наводнений, гидроэнергетики, водного транспорта, радиоактивного загрязнения поверхностных вод.

Анализ риска наводнения. При изменении климата наибольший риск связан с наводнениями. Изучение данных о наводнениях 1845 и 1931 гг. показывает, что на территории Гомельской области возможно формирование в будущем и более катастрофических паводков и половодий. Такая ситуация возможна при усилении антропогенной нагрузки на водосборе, выражающейся с гидрологической точки зрения в существенном изменении условий формирования стока.

Постоянное повышение хозяйственной ценности пойменных территорий из-за осуществления мелиоративных мероприятий, рост урожайности сельскохозяйственных культур, развитие населенных пунктов, транспортных коммуникаций способствуют росту среднесрочных ущербов от наводнений. Кроме того, возможны постоянные потери в связи с тем, что из интенсивного хозяйственного использования (из-за высокой вероятности затопления) фактически вообще выпадают потенциально высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья.

Анализ риска для гидроэнергетики. Все действующие ГЭС Белорусской энергосистемы относятся к категории «малых», для которых гарантированная мощность определяется по водному стоку декабря в маловодном году расчетной обеспеченности не ниже 95 %.

Для оценки влияния климатических факторов на работу ГЭС требуется проведение специальных исследований. Однако гидроузлы малых ГЭС имеют в своем составе небольшие водохранилища суточного регулирования, подверженные природным и антропогенным воздействиям в значительной степени. Так, увеличение среднесрочных значений температуры поверхностного слоя воды на акватории оз. Дрисвяты после пуска Игналинской АЭС, составившее 1–4 °С, в 1984, 1985 и 1986 гг. привело вследствие дополнительного испарения к соответствующим потерям выработки электроэнергии 70, 90 и 190 тыс. кВт ч на ГЭС «Дружба народов» и 110, 130, 280 тыс. кВт ч на Богинской ГЭС. Име-

ются также определенные затруднения в эксплуатации ГЭС в зимний период в связи с неблагоприятными ледовыми условиями на реках и водохранилищах в отдельные годы. Однако зимнее потепление в последние десятилетия приводит к улучшению ледовой обстановки на реках.

Анализ риска для водного транспорта. Водные ресурсы не являются стабильными. Под воздействием климатических факторов водоносность рек испытывает колебания как внутри года, так и по годам. В Белорусском Полесье наблюдается неравномерное распределение местного речного стока внутри года. За весенний период по рекам протекает в среднем 42–62 % годового объема стока. На каждый из 9 месяцев летнего и осенне-зимнего периодов приходится в среднем примерно по 4–6 % годового стока.

В маловодные годы (обеспеченностью 75 %) ресурсы местного стока составляют 0,85 своей средней многолетней величины, а в очень маловодные (обеспеченностью 95 %) снижаются до 0,67. В отдельные летние и зимние месяцы местный сток может снижаться до минимальных значений, не превышающих в среднемаловодные годы 3 % годового объема в месяц, а в остромаловодные – несколько более 2 %. Это отражается на уровнях воды и работе водного транспорта, обеспечивающего перевозку грузов и пассажиров по рекам Припять, Днепр.

В последние годы большое влияние на условия работы водного транспорта оказывают климатические факторы. При жарком лете устанавливаются низкие уровни, при которых перевозка грузов не рентабельна. В целях уменьшения влияния климатического фактора на водный транспорт необходимы мероприятия, которые позволят осуществлять проводку судов при низких уровнях воды и свяжут Беларусь с Черным и Балтийским морями.

Анализ риска от радиоактивного загрязнения поверхностных вод при изменении климата. Особенностью состояния водных ресурсов Гомельской области является их загрязненность радионуклидами. Основная часть радиоактивных выпадений от аварии 1986 г. на Чернобыльской АЭС поступила на водосборы Днепра, Припяти и их притоков. Именно эти территории стали, и долгие годы будут оставаться, потенциальными источниками формирования стока радионуклидов в Днепро-Сожскую речную систему. В настоящее время и на ближайшие десятилетия основной вклад в радиоактивное загрязнение поверхностных вод вносят и будут вносить ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Систематический контроль за радиоактивным загрязнением поверхностных вод ведется на пяти основных реках: Днепр (г. Речица), Сож (г. Гомель), Припять (г. Мозырь), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи).

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют о том, что радиационная обстановка на реках Днепро-Сожского и Припятского бассейнов стабилизировалась, среднегодовые концентрации ^{137}Cs за наблюдаемый период 1987–2004 гг. в воде больших и средних рек значительно снизились. Превышений Республиканских допустимых уровней (РДУ-99) в питьевой воде, нормируемых для ^{137}Cs – 10 Бк/дм³, для ^{90}Sr – 0,37 Бк/дм³, в поверхностных водах рек не наблюдается, однако при потеплении климата и снижении уровней в реках и озерах произойдет их увеличение.

Повышенная вероятность паводков, особенно катастрофических, тяжелые экономические и социальные их последствия дают основания относить значительную часть Полесья к территории с часто повторяющимися чрезвычайными ситуациями.

В последнее время наводнения, приносящие огромный материальный ущерб, случаются раз в 4–5 лет. Только от наводнений 1974 г. прямой ущерб в Полесской зоне составил 173 млн руб. в ценах 1991 г. [19]. Паводок 1974 г., сформировавшийся за счет выпадения большого количества атмосферных осадков и подпора горизонта воды Киевским водохранилищем, когда уровень воды в реке достиг максимальной отметки за весь период наблюдений, под водой оказалось 400 тыс. га земель, было повреждено и выведено из строя 640 км линий электропередачи, без энергии на длительный период остались 674 населенных пункта, 453 животноводческие фермы, было разрушено 246 км автомобильных дорог, затоплено 2858 домов [112].

Значительный ущерб принес и летний паводок 1993 г. В зоне затоплений надолго оказались более 10 тыс. домов, в которых проживало 40 тыс. человек, около 200 тыс. посевов зерновых, более 30 тыс. га посевов картофеля и других культур, повреждено более 200 км автомобильных дорог, 10 мостов, 150 участков линий электропередач, обесточены 400 населенных пунктов и 160 животноводческих ферм. Экономический ущерб в результате паводка без экологического ущерба и затрат на нормализацию санитарно-эпидемиологической обстановки в пострадавших районах составил более 200 млрд рублей в ценах 1993 г. [19].

Это оказало существенное влияние на экономику хозяйств, расположенных в пойменных зонах, где подобные паводки систематичны и приносят невосполнимые утраты, в первую очередь на территории Пинского, Столинского и Лунинецкого районов.

Особенно большое влияние на затопление и подтопление Столинского района оказывает р. Горынь, водосборная площадь которой в створе г. Давид-Городка составляет 27,7 тыс. км². Максимальный расход весеннего половодья 1%-ной обеспеченности равен 3167 м³/с, летне-осеннего паводка 10%-ной обеспеченности – 453 м³/с. Пропускная способность русла р. Горыни сравнительно небольшая и составляет 300–350 м³/с: при больших расходах вода выходит из берегов и затапливает и подтапливает пойменные земли. Сглаженный пониженный рельеф обуславливает затопление больших территорий паводковыми водами р. Горынь, соединение их с паводковыми водами р. Львы и переливы в низовье р. Ствиги. В ходе паводков затапливались и подтапливались десятки тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий, 25 населенных пунктов, в том числе г. Давид-Городок, подвергались разрушению мосты, дороги и другие сооружения. Так, паводком 1970 г. было затоплено свыше 40 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в 1979 г. – 52 тыс. га, в 1993 г. – порядка 35 тыс. га [112].

Расходы р. Горынь – г. Давид-Городок во время половодья 1999 г. составили 1800–1900 м³/с и относятся к обеспеченности $P = 15-20 \%$, что, в принципе, является неопасным, но уровни воды на этот период были близкими к катастрофическим, т. е. $P = 3-5 \%$. Это вызвано сильной заросшестью поймы и некоторыми другими климатическими факторами. Кроме того, картину усугубили построенные автомобильные мосты через р. Припять у г. Житковичи и р. Горынь у г. Столина, оказывающие влияние на пропуск паводковых вод и сформировавшие уровни на высоту до 0,5 м в критические периоды.

Паводковая ситуация также усугубляется за счет отсутствия графика пропуска максимальных расходов и использования имеющихся водохранилищ с соседней Украиной. В водосборе рек Горынь и Стырь, берущих свое начало с территории Украины и впадающих в р. Припять на территории Белорусского Полесья, расположено 5 крупных водохранилищ общей полезной емкостью 1695 млн м³. Заполнение и сработка этих водохранилищ напрямую связаны с уровнем режимом р. Горынь в районе гг. Столин и Давид-Городка. Необходима увязка графика пропуска паводковых вод между двумя государствами. Сравнительно небольшим весенним половодьем 1999 г. на Полесье было затоплено 194 населенных пункта и около 200 тыс. га сельхозугодий, 5 тыс. жилых домов только по Столинскому району, ущерб составил 4,0 млн руб. в ценах 1991 г. [159].

В таблице 4.51 приведены данные об ущербах, причиняемых наводнениями [193].

Таблица 4.51 – Расчетные суммарные среднегодовые значения ущербов

Водосбор реки	Площадь затопления, км ²			Затапливаемые объекты	Расчётный ущерб от наводнений, тыс. руб. (в ценах 1990 г.)		
	$P=50 \%$	$P=25 \%$	$P=1 \%$		$P=50 \%$	$P=25 \%$	$P=1 \%$
Западный Буг	3,8	13	519,6	Жилой фонд	–	30	70
				Сельскохозяйственные угодья	0,8	4,6	45,8
Припять	11,56	2680	9202	Железнодорожный транспорт	–	–	1332
				Промпредприятия	–	–	102
				Жилой фонд	–	–	9110
				Сельскохозяйственные угодья	18403	44028	75519
Днепр	4	60	3738,9	Промпредприятия	–	–	120
				Жилой фонд	–	–	260
				Сельскохозяйственные угодья	3	17	210

Последствия катастрофических наводнений показали неотложность осуществления специальных противопаводковых мероприятий в пойме р. Припять.

Исходя из мирового и отечественного опыта в качестве основы стратегии, направленной на защиту и снижение ущербов от наводнений в Республике Беларусь, необходимо:

- разработать единую государственную политику в области борьбы с наводнениями, механизмов ее реализации, определить задачи и ответственность всех уровней государственной власти, разграничить полномочия, создать систему финансового обеспечения противопаводковых мероприятий;
- создать и развить механизм регулирования хозяйственного использования территорий, подверженных затоплениям, включающий административные и экономические меры;
- осуществить комплексные инженерно-технические мероприятия и обеспечить их надежность;
- совершенствовать систему мониторинга и прогнозировать наводнения, восстановить и расширить сеть гидрометеонаблюдений;
- развить научно-техническое, информационное, нормативно-правовое и кадровое обеспечение противопаводковых мероприятий;
- наладить международное сотрудничество, в первую очередь в бассейнах трансграничных рек, так как меры по предупреждению наводнений, пропуску и снижению ущербов от них должны разра-

батываться с учетом особенностей всего района водосбора, независимо от государственных границ. Межгосударственное сотрудничество абсолютно необходимо, как минимум, на уровне министерств и других административных органов и ведомств, занимающихся вопросами водохозяйственной деятельности, регионального планирования, сельского и лесного хозяйства, транспорта, сохранения природы, здравоохранения. Межгосударственные органы должны совместно разработать долгосрочную стратегию предупреждения наводнений и защиты от них, которая охватывала бы весь трансграничный речной бассейн и всю его водную систему. Это позволило бы составить совместный план действий, содержащий все меры по управлению риском и снижению его для здоровья и материального ущерба, уменьшению масштабов наводнений, созданию и совершенствованию эффективности прогнозов и оповещения о надвигающейся угрозе затопления, разработать соответствующие меры, порядок и сроки их осуществления [213].

Прогнозируемое потепление климата и неизбежный рост хозяйственного освоения речных долин, в связи с ростом населения, несомненно, приведут к увеличению повторяемости и разрушительной силы наводнений. Поэтому необходимо усилить научно-исследовательские, организационные и практические работы, направленные на уменьшение ущерба от наводнений. Предотвращение стихийных бедствий в 50–70 раз уменьшит затраты на ликвидацию последствий наводнений.

Анализ структуры сложившейся системы защиты от наводнений в пойме р. Припять, опыта ее эксплуатации, итогов прохождения половодья 1999 г. показывает, что применение чисто инженерных способов не обеспечивает существенное снижение ущерба от наводнений при эффективном использовании пойменных территорий.

Необходимо сочетать инженерные методы защиты (регулирование стока водохранилищами, строительство дамб обвалования приречных территорий, спрямление и углубление речного русла в целях ускорения стока паводковых вод, строительство каналов для отвода вод в естественные понижения рельефа, подсыпка территорий и др.) с неинженерными. К последним относится разработка экономических и юридических норм с учетом особенностей использования паводкоопасных территорий. К ним в первую очередь принадлежат: ограничение или полное запрещение таких видов хозяйственной деятельности, в результате которых возможно усиление наводнений, а также расширение мероприятий, направленных на создание условий, ведущих к уменьшению стока. Кроме того, должны выбираться и осуществляться такие виды хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен наименьший ущерб.

Инженерные сооружения по защите земель и хозяйственных объектов должны быть надежны, и вместе с тем их действие должно быть связано с минимальными нарушениями природной среды.

При разработке противопаводковых мероприятий в долинах рек следует рассматривать весь водосбор, а не его отдельные участки, поскольку локальные противопаводковые мероприятия, не учитывающие всю ситуацию прохождения паводка в долине реки, могут не только не дать экономического эффекта, но и существенно ухудшить ситуацию в целом и привести в результате к еще большему ущербу от наводнения.

При хозяйственном освоении паводкоопасных территорий в долинах рек следует проводить детальные технико-экологические исследования с целью выявления путей получения максимально возможного экономического эффекта от освоения этих территорий и вместе с тем сведения к минимуму возможного ущерба от наводнений.

Решение этого вопроса невозможно без разработки и дальнейшего совершенствования методики расчета как прямых, так и косвенных ущербов от наводнений. Объективное определение ущерба от наводнений имеет важнейшее значение для правильного выбора стратегии и тактики борьбы с этим стихийным бедствием. Точная оценка потерь фактических и возможных как в период, так и после наводнения позволяет выбрать оптимальный вариант мероприятий по предотвращению и ликвидации нарушений и ущербов, вызываемых наводнениями. Определение ущербов очень важно, в частности, для оценки экологической целесообразности и эффективности систем инженерной защиты, а также страхования населения и юридических лиц.

Гибкая программа по страхованию от наводнений, сочетающая как обязательные, так и добровольные его формы, может быть лучшим инструментом по регулированию землепользования на паводкоопасных территориях. При этом должна существовать четко работающая система по прогнозированию паводков и извещению населения о времени наступления наводнения, о максимально возможных отметках его уровня и продолжительности в сутках. Прогнозирование паводков и половодий должно осуществляться на основе развития широкой службы наблюдений за гидрометеорологической обстановкой (следует заметить, что за последние годы произошло значительное сокращение наблюдательных постов гидрометеослужбы). Необходимо непрерывно обеспечивать гидрометеослужбу

современным оборудованием – автоматизированными системами сбора и обработки информации, использовать радарные установки и искусственные спутники.

Достаточно сложная ситуация наблюдается с информацией по р. Припять. Это связано, в первую очередь, с необходимостью учета речного стока по большому количеству отдельных притоков (со стороны Украины) и с ограниченными гидрологическими наблюдениями непосредственно на границе. Открытые после наводнения 1999 г. новые посты гидрологических наблюдений: на р. Стырь – Ладорож, р. Цна – Кожан-Городок, р. Словечна – Новая Рудня не могут в полной мере решить эту задачу.

Большое внимание следует уделять заблаговременному информированию населения о возможности наводнения, разъяснению вероятных его последствий и мерах, которые следует предпринимать в случае затопления строений и сооружений. В паводкоопасных районах должна быть широко развернута пропаганда знаний о наводнениях. Все государственные структуры, а также каждый житель должны ясно представлять, что им надлежит делать до, в период и после наводнения.

Должны быть осуществлены четкое районирование и картирование пойм с нанесением границ половодий и паводков различной водообеспеченности. С учетом вида хозяйственного использования территории рекомендуется выделить зоны с 20%-ной обеспеченностью паводка для сельскохозяйственных угодий, 5%-ной – для строений в сельской местности, 1%-ной – для городских территорий и 0,3%-ной – для железных дорог. Само собой разумеется, что в разных природных зонах и экологических районах число зон и принципы их выделения могут в какой-то степени измениться. Однако практически везде участки поймы, затопляемые чаще, чем один раз в 5 лет, могут использоваться только для косыбы сена.

Сочетание инженерных и неинженерных способов защиты от наводнений при наличии эффективной службы эксплуатации позволит в значительной степени уменьшить негативные последствия от наводнений.

Особое внимание необходимо обратить на влияние искусственного изменения условий формирования максимального стока на гидрологические и гидравлические параметры стока, прогнозирование масштабов наводнений и выработку стратегии управления, позволяющей минимизировать отрицательные последствия наводнений, определение путей эффективного использования пойменных территорий, потенциал которых достаточно высок.

В области изучения и борьбы с наводнениями первоочередными задачами являются [91]:

- выполнение районирования и картирования пойм с нанесением границ наводнений различной водообеспеченности, с учетом вида хозяйственного использования территории;
- разработка математической модели и создание соответствующих баз данных для прогнозирования наводнений;
- разработка противопаводковых мероприятий в долинах рек с учетом всего водосбора;
- определение видов хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен минимальный ущерб;
- создание надежных инженерных сооружений по защите сельскохозяйственных земель и хозяйственных объектов с минимальными нарушениями природных биогеоценозов;
- оптимизированное сочетание инженерных методов защиты населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий с неинженерными (экономическими и юридическими). Создание гибкой программы по страхованию от наводнений, сочетающей как обязательные, так и добровольные формы;
- разработка системы оповещения населения о времени наступления наводнения, максимально возможных отметках его уровня и продолжительности;
- разработка единой методики учета последствий от наводнений и подсчета причиняемого ими ущерба, а также учета ущерба, наносимого здоровью людей в период наводнений и после них.

4.7.2. Маловодья и засухи

После окончания половодья на реках устанавливается межень продолжительностью 130–140 дней.

Межень – это период водного режима водотока внутри годового цикла, возникающий вследствие уменьшения питания водотока и характеризующийся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня воды [129].

В распределении минимального стока по территории Белорусского Полесья какой-либо закономерности не наблюдается, так как на величину минимального стока, помимо климатических факторов, большое влияние оказывают характер подземного питания, который зависит от дренирующей способности рек и почвенно-геологического условий рассматриваемой территории.

Минимальные уровни и сток воды в летний период наблюдается при высоких среднесуточных температурах воздуха и при продолжительных периодах отсутствия осадков; в зимний период – при

низких температурах. В пределах рассматриваемой территории в засушливые годы (1939, 1951, 1952 и др.) наблюдалось пересыхание водотоков с площадями водосборов свыше 1000 км². Промерзание наблюдается лишь на малых реках и на непродолжительное время.

В литературе имеется много высказываний о том, что хозяйственная деятельность человека а (в частности, осушение болот) отрицательно сказывается на реках. И эта полемика началась с момента осушения болот в Беларуси экспедицией под руководством И. И. Жилинского. Главным аргументом ученого против тех, кто опасался обмеления рек и засух вследствие осушения, было утверждение, что почти единственным источником питания полесских болот служат воды, приносимые извне, вод же местного происхождения в виде источников, родников, ключей почти не приходилось наблюдать.

Научный работник Главной обсерватории А. Е. Гейну сопоставил годовое количество атмосферных осадков за 15 лет (до и после начала работ Жилинского, 1874 г.). На основании произведенных расчетов он сделал вывод о том, что «начатое осушение Полесья не имело, по-видимому, никакого существенного влияния на количество выпадающих атмосферных осадков в самой рассматриваемой области и на смежных территориях».

А наблюдались ли засухи в те годы, когда человек не вмешивался в природу? Для этого опять обратимся к архивным материалам.

Засуха 1340 г. достигла верхней части бассейна Днепра, в Смоленском княжестве лето было засушливое, маловодное, неурожайное; неурожаем вызвал голод [121]. Можно предположить, что в бассейне Припяти лето тоже было маловодное.

Зима 1538 г. была теплая, почти без морозов, а весна – очень ранняя [160]. Очень теплая зима отмечена в Прибалтике, в январе цвели сады [137].

«Прошедшей зимой (1831–1832 гг.) совершенно снега не было, вследствие чего вообще в реках VI Округа путей сообщения необыкновенный недостаток воды, так что ежели она не будет от дождей, то судопромышленники по оным встречать будут остановку» [229].

По сведениям Веселовского, зима 1851–1852 г. была теплая [160].

В 1875 г. было сильное обмеление Припяти и ее притоков: Случи, Стыри, Турии [229].

По данным И. И. Жилинского, р. Припять у г. Мозырь переезжали на возах.

На реках Белорусского Полесья летне-осенняя межень обычно наступает в конце мая – середине июня и заканчивается в октябре. В отдельные годы при дружном прохождении весеннего половодья период низкого стояния стока на реках наступает значительно раньше – в конце апреля – начале мая, а в годы затяжного половодья или когда на спаде его проходят дожди – в конце июня – середине июля.

В отдельные годы при отсутствии осенних паводков межень может продолжаться до появления ледовых образований – середины ноября – начала декабря.

Величина среднего слоя стока за период летне-осенней межени по малым и средним рекам колеблется от 3 до 15 мм.

Наиболее маловодный период летне-осенней межени в основном наблюдается в июле-августе, реже – в сентябре. Продолжительность его для малых и средних водотоков составляет до 130 дней, для Припяти – 85–90 дней.

Зимняя межень обычно устанавливается в конце декабря. Наиболее ранние даты наступления межени приходятся на конец октября – начало ноября, а наиболее поздние – на январь, окончание – с началом весеннего половодья.

Средняя продолжительность межени на малых и средних реках изменяется от 49 до 100 дней.

К стихийным гидрологическим явлениям относятся не только высокие уровни, при которых наблюдается затопление территорий, но и низкие уровни воды – ниже проектных отметок навигационных уровней на судоходных реках, раннее образование ледостава и появление льда на судоходных реках, повторяющиеся не чаще, чем один раз в 10 лет. Для судоходства на реках опасными являются низкие уровни – ниже навигационных отметок, когда создавались затруднительные условия для судов, закрывались отдельные участки, уменьшалась загрузка судов, мелководье вызывало увеличение поломок, ремонт судов.

В таблице 4.52 приведены низкие уровни ниже навигационных, указаны продолжительные периоды стояния низких уровней. Кроме этого, для судоходства опасными явлениями может становиться раннее образование ледовых явлений, в результате чего уменьшается навигационный период.

В таблицах 4.53 и 4.54 приведены расчетные величины минимального стока рек Белорусского Полесья и их статистические параметры.

Таблица 4.52 – Низкие уровни на судоходных реках

Река – пост	Опасный низкий уровень, см	Количество лет с минимальным уровнем	Самый низкий уровень							
			уровень, см	обеспеченность, %	дата	продолжительность, дни				
Припять – с. Черничи	125	1	110	94	28,29.08.1992	26				
Припять – г. Мозырь	15	1	-5	99	03-06.09.1992	34				
Днепр – г. Речица	65	44	-8	99,6	17-18.08.1992	115				
Днепр – г. Лоев	29	17	3	97	24-26.07.1885	34				
Река – пост	Наибольший продолжительный период			Число случаев различной продолжительности						
	продолжительность, дни	уровень, см	Дата	≥ 10	11–20	21–50	51–70	71–100	101–150	>150
Припять – с. Черничи	26	110	28, 29.08.1992	0	0	1	0	0	0	0
Припять – г. Мозырь	34	-5	03–06.09.1992	0	0	1	0	0	0	0
Днепр – г. Речица	156	3	05-08.09.1996	12	5	11	5	6	3	1
Днепр – г. Лоев	147	12	05, 06. 09-02.09.1939	3	3	7	0	0	4	0

Таблица 4.53 – Минимальные летне-осенние расходы воды различной обеспеченности, м³/с

Река – створ	Норма стока	Коэффициенты		Значения расходов, обеспеченностью, %	
		C_v	C_s/C_v	95	99
Бобрик – с. Парохонск	1,18	0,77	4,0	0,333	0,221
Горынь – пос. Горынь	29,7	0,34	3,5	17,8	14,8
Горынь – пгт. Речица	42,1	0,32	1,0	22,4	16,1
Гривда – пгт. Ивацевичи	0,848	0,42	3,0	0,399	0,299
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,109	1,26	3,5	0	0
Жегулянка – Нехачево	0,204	0,63	3,0	0,049	0,029
Каменка – пос. Мухавец	0,072	0,88	4,5	0	0
кан. Винец – с. Рыгали	0,131	0,78	3,0	0	0
Копанювка – с. Черск	0,259	0,86	2,0	0,007	0
Лесная – с. Замосты	2,23	0,55	2,5	0,79	0,52
Лесная – с. Тюхиничи	3,52	0,55	2,5	1,27	0,835
Малорита – г. Малорита	0,343	0,81	3,0	0,067	0,036
Меречанка – с. Ставок	0,192	0,68	1,5	0	0
Меречанка – с. Красеево	0,181	0,6	5,5	0,023	0,005
Мухавец – г. Брест	5,83	0,71	3,0	1,53	0,917
Мухавец – г. Пружаны	0,043	0,72	2,5	0,001	0
Мышанка – с. Березки	2,12	0,49	2,0	0,852	0,554
Неслуха – с. Рудск	0,299	0,54	1,5	0,054	0,004
Припять – с. Коробы	35,0	0,56	3,0	14,0	9,86
Припять – пгт. Туров	111,3	0,47	3,0	54,1	41,0
Припять – г. Пинск	29,4	0,35	4,0	17,9	15,1
Пульва – г. Высокое	0,232	0,54	1,0	0,015	0
Рудавка – с. Рудня	0,085	1,15	3,5	0	0
Ружанка – г. Ружаны	0,493	0,24	0,5	0,273	0,197
Рыта – М. Радвичи	0,96	0,59	2,5	0,290	0,176
Цна – с. Дятловичи	0,845	0,96	4,0	0,160	0,093
Щара – с. Доманово	5,91	0,56	5,0	2,74	2,15
Щара – с. Залужье	0,964	0,4	2,5	0,446	0,324
Ясельда – г. Береза	1,28	0,8	2,0	0,153	0,051
Ясельда – с. Сенин	5,6	0,69	4,5	2,12	1,57
Беседь – с. Светиловичи	5,23	0,45	1,91	2,65	2,41
Ведрич – с. Бабичи	0,29	0,55	1,09	0,093	0,067
Верхняя Брагинка – с. Рудня Журавлева	0,388	0,48	0,35	0,095	0,040
Вить – с. Борисовщина	0,507	0,90	1,43	0,039	0,019

Река – створ	Норма стока	Коэффициенты		Значения расходов, обеспеченностью, %	
		C_v	C_s/C_v	95	99
Днепр – г. Речица	151	0,24	1,74	112	102
Днепр – г. Жлобин	90,7	1,92	7,69	2,38	0,571
Добысна – с. Малевичская Рудня	0,693	0,23	0,15	0,432	1,16
Закованка – с. Гулевичи	0,136	0,48	0,74	0,043	0,024
Иппа – с. Кротов	1,72	0,39	1,20	0,816	0,626
Канавка Ивня-Бонда – с. Будка	0,143	1,15	2,40	0,007	0,002
Канал Бычок – с. Озераны	0,316	0,42	0,41	0,068	0,023
Ореса – с. Андреевка	5,71	0,50	0,90	2,18	1,73
Покоть – с. Красный Дубок	0,504	0,49	0,91	0,196	0,156
Припять – г. Мозырь	154	0,49	1,57	73,7	68,2
Птичь – с. Лучицы	14,3	0,47	0,95	5,70	4,24
Ржавка – с. Черная Вирня	0,222	0,47	0,74	0,074	0,043
Ручей без названия – с. Проньки	0,015	0,61	-0,69	0,004	0,0002
Свиновод – с. Симоничи	0,074	1,21	2,64	0,026	0,026
Сколодина – с. Сколодино	0,026	1,32	2,14	0,007	0,007
Словечна – с. Кузьмичи	0,597	0,88	1,74	0,082	0,037
Случь – с. Ленин	4,60	0,60	0,83	1,18	0,591
Сож – г. Гомель	66,8	0,42	2,83	38,0	32,6
Терюха – с. Грабовка	0,292	0,48	0,38	0,087	0,045
Тремля – с. Дуброво	0,681	0,30	0,18	0,338	0,210
Уборть – с. Краснобережье	4,49	0,56	1,17	1,43	1,02
Уза – с. Прибор	0,373	0,52	1,18	0,150	0,129
Чертедь – с. Некрашевка	0,199	0,79	1,37	0,031	0,019
Чечера – с. Дербичи	0,498	0,19	-0,95	0,305	0,183

Таблица 4.54 – Минимальные зимние расходы воды различной обеспеченности, м³/с

Река – створ	Норма стока	Коэффициенты		Значения расходов, обеспеченностью, %	
		C_v	C_s/C_v	95	99
Бобрик – с. Парахонск	1,72	1,34	0,690,61	0,61	0,073
Горынь – пос. Горынь	32,3	0,42	4,5	17,1	14,0
Горынь – пгт. Речица	51,0	0,47	3,5	25,6	20,1
Гривда – пгт. Ивацевичи	0,91	0,26	1,0	0,526	0,400
Жабинка – с. МалаяЖабинка	0,13	1,02	3,5	0,015	0,007
Жегулянка – Нехацево	0,397	0,76	4,5	0,100	0,065
кан. Винец – с. Рыгали	0,222	0,78	2,5	0,005	0
Копаяювка – с. Черск	0,42	1,18	4,0	0,040	0,018
Лесная – с. Замосты	3,44	0,49	3,0	1,59	1,19
Лесная – с. Тюхиничи	6,41	0,31	4,0	3,91	3,30
Малорыта – г. Малорита	0,824	0,95	4,0	0,160	0,094
Меречанка – с. Ставок	0,081	0,57	2,5	0	0
Меречанка – с. Красеево	0,202	0,52	2,0	0,050	0,025
Мухавец – г. Брест	12,6	0,72	3,5	3,64	2,33
Мухавец – г. Пружаны	0,101	1,54	4,0	0,002	0
Мышанка – с. Березки	2,49	0,60	6,0	1,07	0,819
Неслуха – с. Рудск	0,446	0,87	3,0	0,064	0,03
Припять – с. Коробы	47,2	1,10	4,0	6,98	2,93
Припять – пгт. Туров	122,0	0,82	4,5	34,1	22,9
Припять – г. Пинск	41,23	0,6	3,5	17,3	12,8
Пульва – г. Высокое	0,497	0,44	5,0	0,241	0,192
Рудава – с. Рудня	0,192	0,93	4,0	0,031	0,017
Рыта – М. Радваничи	1,55	0,95	4,0	0,316	0,188
Цна – с. Дятловичи	1,8	0,95	3,5	0,334	0,185
Щара – с. Доманово	7,50	0,62	6,0	3,21	2,46
Щара – с. Залужье	1,74	0,49	6,0	0,910	0,760
Ясельда – г. Береза	1,91	0,81	2,5	0,326	0,151
Ясельда – с. Сенин	9,52	1,18	4,0	1,39	0,73

Минимальный сток за летний период сильно изменяется по территории, завися от природных особенностей области и от площади водосборов. Сопоставление летнего минимального стока со среднегодовым показывает, что между ними существует хорошо выраженная зависимость, и указывает на синхронность их хода. С увеличением среднегодового модуля стока увеличивается и минимальный.

Выдающиеся наименьшие и наибольшие величины минимального летне-осеннего и зимнего стока не всегда наблюдаются в одни и те же годы с исторически наименьшими и наибольшими точными минимумами. На многих малых реках наблюдается прекращение стока в период межени вследствие пересыхания летом и перемерзания зимой. Данные о возможности прекращения стока и его продолжительности весьма важны при решении вопросов использования водных ресурсов малых рек и разработке природоохранных мероприятий. Физическая сущность явления состоит в постепенном уменьшении речного стока в период межени в результате истощения подземных вод, питающих данную реку, и снижении минимального стока до нулевых значений. Оба эти процесса имеют внешнее сходство, заключающееся в том, что в обоих случаях сток падает до нуля и прекращается. Однако в генетическом отношении между ними имеется различие. Пересыхание, как правило, связано с истощением питающих реку подземных вод. Перемерзание же может иметь место при наличии подземных вод в том случае, если в зоне дренирования они промерзнут и питание реки прекратится. Пересыхание и промерзание водотоков наблюдается в годы исключительно аномальные по метеорологическим условиям.

На пересыхание и промерзание водотоков, помимо климатических факторов, большое влияние оказывают почвенно-геологические особенности бассейнов. Так, в тех водосборах, где преобладают песчаные и супесчаные водопроницаемые грунты, наблюдается значительная инфильтрация снеговых и дождевых вод и предохранение их от испарения, в результате чего создаются благоприятные условия для аккумуляции подземных вод и равномерного питания рек в меженный период.

Пересыхание. Явление пересыхания в основном наблюдается на малых водотоках или в верховьях рек, расположенных в южной части территории – в бассейне р. Днепр на Приднепровской низменности, в бассейне р. Припять. В этой части территории пересыхание наблюдалось даже на реках и каналах с площадями водосборов свыше 1000 км². Продолжительность отсутствия стока в летний период на отдельных участках малых водотоков с площадями водосборов 30–75 км² в отдельные засушливые годы достигала 3–4,5 месяца, а на отдельных участках более крупных водотоков с площадью 299–1280 км² – 1–2,5 месяца в году. Пересыхание водотоков обычно бывает в июле – сентябре, реже в октябре и лишь в отдельных случаях начинается в мае, июне и в ноябре.

Промерзание. Прекращение стока на водотоках вследствие их промерзания наблюдается в суровые зимы, а также в годы, когда зиме предшествует засушливая осень. Это явление наблюдается преимущественно на небольших ручьях и малых реках. На юго-востоке территории было отмечено промерзание 4 водотоков с площадями водосборов от 54 до 232 км².

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 км².

Средняя продолжительность одного случая нулевого стока может достигать летом 195 сут., зимой – 75–100 сут.

4.7.3. Экологический сток

Вода является важнейшим экологическим фактором, определяющим возможность существования живых организмов. Без воды не могут происходить биохимические и физико-химические реакции, обеспечивающие круговорот веществ в природе, так как отсутствие водной среды не позволяет развиваться живой природе. Речной сток является решающим экологическим фактором в формировании водных и околоречных экосистем. В результате существования речного стока и соответствующего водного режима формируется термический, газовый и ледовый режим, режим взвешенных, влекомых и растворенных наносов, который вносит свой вклад в развитие экосистемы [222].

Динамика колебаний расходов и уровней воды в реках играет важную роль в формировании экологических особенностей водотоков.

Многовековая эволюция привела к устойчивому взаимодействию компонентов живой и неживой природы речных экосистем. Изменение водного режима рек должно ограничиваться экологически допустимыми пределами. Важную роль водный режим рек играет и в формировании их пойм.

Велика роль скоростного режима в экологии водотоков. Высокая скорость течения, порожищность способствуют снижению количества планктонных организмов. Кроме того, скорость течения

за счет образования турбулентности водных масс оказывает механическое воздействие на планктонные организмы и нарушает процесс фотосинтеза путем перемещения растительных клеток из верхнего слоя в глубь водной толщи. Турбулентность речных потоков в ряде случаев оказывает противоположное воздействие на водные организмы. Турбулентное перемешивание, например, повышает продуктивность диатомовых водорослей, так как многие из них обладают тяжелой кремниевой оболочкой и в спокойной воде опускаются на дно. Поэтому значительная часть диатомовых водорослей развивается весной и осенью (в период половодий и паводков). Наоборот, сине-зеленые водоросли не переносят даже слабого турбулентного движения и развиваются в основном спокойной воде. Необходимо отметить значение турбулентного движения водных масс в процессе поступления биогенных элементов из илов дна, выравнивания концентрации кислорода, повышения активности аэробных микроорганизмов и др.

Скорость течения в речных руслах играет важную экологическую роль при нересте литофильных видов и способствует их равномерному распределению на нерестилищах с учетом наполненности русла водными массами. Живые организмы, связанные с гидрологическим режимом водотоков, распределены на пойме, в водной толще и на ее поверхности. Это бактерии, водоросли, грибы, высшая водная растительность, луговая и древесно-кустарниковая растительность, беспозвоночные, рыбы, земноводные и рептилии птицы и млекопитающие.

Все элементы «живой» и «неживой» природы тесно связаны между собой, поэтому снижение или повышение уровня и расхода воды, глубины, скоростей течения, сроков затопления поймы, термического режима в результате изменения отметок дна русла и пойменных террас, уклонов водной поверхности в результате изъятия части стока, создания подпорных сооружений, одамбирования поймы и отчленения ее от основного русла изменяют условия обитания и численность компонентов живой природы. В результате этих преобразований изменяется и географический ландшафт, который формируют текущие воды.

Поймы, в свою очередь, играют исключительную роль в жизни речных экосистем. Они обеспечивают воспроизводство травостоя лугов, пойменных лесов, рыб, водоплавающих птиц, ценных видов пушных зверей. Затопление поймы в весенне-летний период тонким (относительно главного русла) слабопроточным слоем приводит к быстрому его прогреву. В пойменных водоемах – протоках, озерах, старицах – вследствие значительного прогрева фотосинтез происходит более интенсивно, наблюдается высокое развитие фитопланктона, на базе которого развивается зоопланктон. В пойме аккумулируется огромное количество биогенных элементов, принесенных с поверхности водосбора и образовавшихся в результате гниения затапливаемой растительности. Это способствует развитию первичной продуктивности (водоросли, макрофиты, луговая и древесная растительность). Кормов для рыбы, водоплавающих птиц и млекопитающих в пойме сконцентрировано в десятки раз больше, чем в русле.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности природного комплекса поймы необходимо ее периодическое затопление (половодье, паводок), в результате которого пойма не только орошается, но и удобряется взвешенными и растворенными в воде питательными веществами. Периодическое затопление поймы в результате половодий и паводков называется поемностью. Это важный гидрологический показатель режима рек, который является индикатором продуктивности речных экосистем. Однако не следует забывать и о русле, большую часть года занятом водами протекающей реки. Его разделяют на две части: дно (подводная часть русла, постоянно занятая водами) и берег (наводная часть, которая освобождается от воды при низком уровне межени). Русло реки обычно состоит из плесов, чередующихся с перекатами. Экологическое значение речных русел определяется прежде всего транспортирующей способностью водных масс. В одних случаях они приносят воду к определенным точкам земной поверхности, а в других – выносят за пределы территории, создавая, таким образом, оптимальные гидротермические и санитарные условия.

По речным руслам вода поступает в поймы, обеспечивая богатство их жизни по сравнению с руслом, где высокая скорость течения препятствует этому. Существует, однако, литореофильный комплекс организмов, начиная от бактерий, водорослей и заканчивая рыбами, которые всю или большую часть пресноводного периода жизни проводят в русле реки. Это прежде всего атлантический и тихоокеанский лосось, осетровые, сиговые, налим, форель и др. Особенно велика роль русла, заполненного водой, в зимний период, когда при отрицательных температурах воздуха реки покрыты льдом, а температура воды не ниже 0 °С. Единственным убежищем всего живого становится русло, заполненное водой. Оно обеспечивает основные условия, при этом часть кормов производится или запасается на месте, а часть поступает из верхних участков гидрографической сети.

Важнейшее условие обоснования предельно допустимого истощения (изменения водного режима) речного стока – обоснование устойчивости и надежности функционирования экосистемы ниже

створов регулирования и изъятия водных ресурсов. Гомеостаз обеспечивает самосохранение и устойчивость экосистем. Экологические системы обладают сложной системой прямых и обратных связей. Для каждой экосистемы существует определенная область внешней среды, в которой механизмы взаимодействия обеспечивают гомеостаз системы – неустойчивое равновесное состояние, колеблющееся около какой-то средней величины. Для речных экосистем это сток: весеннего половодья, осенних паводков, летней и зимней межени, температура воды и иные физические и химические свойства.

Б. В. Фащевский на основе взаимосвязи компонентов живой и неживой природы разработал методику нормирования допустимой степени регулирования и изъятия водных ресурсов [222]. Путем расчета экологического и свободного речного стока во все фазы водного режима и в различные по водности годы (25-, 50-, 75- и 95%-ная обеспеченность). В условиях широкомасштабного изменения гидрографической сети (резкое увеличение густоты водопроводящей сети, спрямление речных русел, их обвалование и др.) сток рек в Беларуси может не меняться и даже возрастает в результате осушительной гидромелиорации, а уровень изменяется, поэтому необходим учет расхода и уровня воды. Скорость течения повысилась в 1,5–2 раза, а глубина снизилась примерно во столько же раз. Следует также подчеркнуть, что речные системы играют такую же роль в жизни человека, как природные ландшафты, ресурсы воды, энергии, транспортные и санитарные системы. Их необходимо рассматривать как геосистемы.

Одним из параметров, который обеспечивает устойчивое природное состояние реки, является руслоформирующий расход воды. Для большей части равнинных рек он близок к максимуму весеннего половодья 50%-ной обеспеченности. При нарушении этого условия вертикальная эрозия заменяется боковой, и река трансформируется в другую природную геосистему.

Для рек Белорусского Полесья рассчитаны удельные показатели рыбопродуктивности путем деления средних многолетних уловов рыбы на средний многолетний сток в замыкающем створе, а также коэффициенты развитости поймы, которые представляют собой отношение средней по длине реки ширины водной поверхности в период прохождения половодья в многоводный год (5%-ной обеспеченности) к средней ширине рек водной поверхности в бровках русла (табл. 4.55) [222].

Таблица 4.55 – Удельные показатели рыбопродуктивности рек Белорусского Полесья и коэффициенты развитости поймы

Река – створ	Удельная рыбопродуктивность, ц/км ²	Коэффициент развитости поймы
Припять – Мозырь	250,0	22,0
Сож – Гомель	130,0	9,2
Днепр – Речица	75,0	3,8

От коэффициента развитости поймы зависит запас сена, площади гнездования околоводных птиц и млекопитающих. Таким образом, по экологической значимости в Белорусском Полесье Припять с ее притоками и Сож относятся к высокой степени, а Днепр – к средней.

В таблицах 4.56 и 4.57 приведены рассчитанные параметры кривых обеспеченности годовых значений уровня и расхода воды естественного и экологического стока по имеющимся результатам наблюдений для главных рек Белорусского Полесья, учитывающим экологическую значимость реки [222].

Таблица 4.56 – Расчетные характеристики годовых значений экологически необходимых расходов воды основных рек Белорусского Полесья

Река – створ	Параметры кривой обеспеченности естественного стока			Расчетные параметры годового экологического стока W , км ³			
	C_v	C_s	W , км ²	25 %	50 %	75 %	95%
Березина – Бобруйск	0,21	1,0	3,70	3,55	3,10	2,81	2,45
Днепр – Речица	0,26	1,4	11,30	10,40	8,83	7,89	7,02
Сож – Гомель	0,32	1,1	6,18	5,98	4,84	4,07	3,20
Припять – Коробы	0,41	1,1	3,22	2,97	2,22	1,77	1,25
Припять – Туров	0,43	0,8	7,85	7,45	5,40	3,94	2,01
Припять – Мозырь	0,43	1,3	14,20	13,00	10,10	8,30	6,40

Для оценки экологически необходимого уровня воды в изученных створах необходимо построить кривую зависимости расхода воды от уровня в расчетном створе в течение годового цикла наблюдений или путем переноса $Q = f(H)$ по уклону с ближайшего водомерного поста. Следует подчеркнуть, что в условиях Белорусского Полесья зависимость $Q = f(H)$ обычно неоднозначна. В зимний период в результате формирования ледостава отмечены стеснение русла, повышение шероховатости и увеличение уровня воды. Кривая $Q = f(H)$ для зимнего периода отличается от основной кривой.

Таблица 4.57 – Расчетные характеристики годовых значений экологически необходимых уровней основных рек Белорусского Полесья

Река – створ	Параметры кривой обеспеченности естественного стока			Расчетные параметры годового экологического стока W , км ³			
	C_v	C_s	W , км ²	25 %	50 %	75 %	95%
Березина – Бобруйск	0,002	0,8	66	62,0	40	25,0	5,0
Днепр – Речица	0,230	1,1	176	142,7	124	116,8	72,1
Сож – Гомель	0,003	0,9	48	43,0	24	10,0	-8,0
Припять – Коробы	0,150	0,0	278	236,0	193	167,0	152,0
Припять – Туров	0,001	1,3	125	116,0	91	76,0	61,0
Припять – Мозырь	0,003	0,7	27	21,0	-10	-34,0	-66,0

На многих малых реках в летне-осенний период отмечено повышение уровня воды за счет того, что русло зарастает высшей водной растительностью. Внутригодовое распределение экологически необходимого уровня воды принимается по экологическому среднему месячному ее расходу по створу ближайшей реки.

4.7.4. Загрязнение природных вод

Наибольшие трудности в решении водных проблем связаны с изменением качества природных вод, их режима и особенно с загрязнением водотоков и водоемов. Несмотря на принимаемые меры, во многих речных системах и водоемах накоплено огромное количество загрязнений, в ряде мест природные процессы самоочищения водной среды подавлены, ее качество существенно изменилось в худшую сторону. Такое положение приводит к снижению биологической продуктивности водной среды, ухудшению природной обстановки, утрате рекреационных качеств.

Для основных водопользователей требования к качеству воды являются решающим фактором выбора источников и технических решений по водообеспечению и соответственно по размещению производственных объектов; требования различных водопользователей в большинстве случаев оказываются между собой несовместимы, что вызывает необходимость в максимальной степени осуществлять комплексный подход при разработке водных проблем.

В последнее время повышенное внимание стало уделяться ухудшению качества природных вод в связи с увеличением точечного и площадного загрязнения, вызванного промышленностью и сельским хозяйством. Это связано с недостаточной обеспеченностью крупных населенных пунктов очистными сооружениями, повсеместным отсутствием очистки ливневых вод, не регламентированным использованием минеральных и органических удобрений трансграничным переносом, а также с радионуклидным загрязнением территории после аварии на ЧАЭС. В последние десять лет, в связи с сокращением производства и грузоперевозок речным транспортом, антропогенный пресс на реки снизился. Коэффициент техногенного воздействия в бассейне р. Припять на данный момент составляет 0,08, что несколько слабее, чем в других регионах республики. И хотя в настоящее время по Припяти выделены неблагоприятные в экологическом отношении участки, она остается по европейским меркам довольно чистой рекой [219].

До аварии на Чернобыльской АЭС концентрации ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воде р. Припять составляли соответственно 0,0033–0,00185 и 0,00185–0,0066 Бк/дм³. В первые дни после аварии (период первичного загрязнения) суммарная бета-активность речной воды в районе ЧАЭС превышала 3000 Бк/дм³ и только к концу мая 1986 г. снизилась до 150–200 Бк/дм³. Максимальные концентрации плутония-239 в воде р. Припять составили 0,37 Бк/дм³. В настоящее время наиболее высокое содержание стронция-90 (от 1,59 до 2,70 Бк/дм³) наблюдается в водах рек Брагинка, Желонь, Ротовка, Несвич, дренирующих территории с высокой плотностью радиоактивного загрязнения, а также в старицах Припяти на территории зоны отселения. Анализ процессов накопления радионуклидов в донных отложениях показывает, что в настоящее время максимальные концентрации радионуклидов в донных наносах обусловлены их смывом с водосбора и дальнейшей транспортировкой по руслу реки взвешенными и влекомыми наносами, а также обменными процессами в системе «вода – донные отложения, взвесь – вода». Концентрации ¹³⁷Cs в воде значительно ниже допустимых концентраций по нормам радиационной безопасности и не превышают республиканский допустимый уровень по его содержанию в питьевой воде, но он все еще выше доаварийных значений. По сравнению с 1986 г. среднегодовые концентрации ¹³⁷Cs уменьшились в Припяти – в 7 раз.

Надо отметить, что территория почвы Белорусского Полесья в той или иной степени загрязнены радионуклидами. Переход радионуклидов в глубь почвы снизил величину смываемых частиц с поверхностными водами в реки, зато стал потенциально опасным источником загрязнения подземных

вод. Кроме того, в непосредственной близости находится Ровенская АЭС, а юго-восток области – в зоне действия двух АЭС (рис. 4.43).

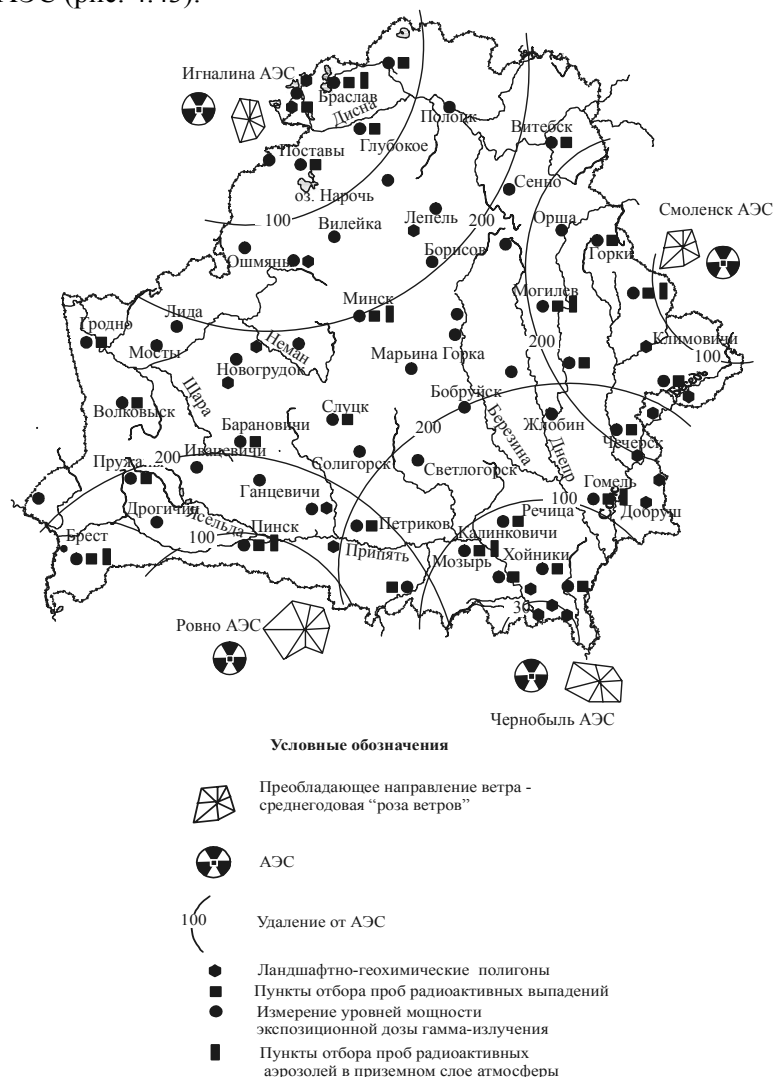


Рисунок 4.43 – Система радиационного контроля Государственного Комитета по гидрометеорологии Республики Беларусь

Одной из особенностей речных систем Республики Беларусь, в том числе Белорусского Полесья, является то, что они либо формируются за пределами государства и проходят транзитом из одной страны в другую через Беларусь, либо, сформировав местный сток в пределах Беларуси, «уходят» в другие государства. В связи с такими особенностями вопросы трансграничного переноса речными системами приобретают значительный интерес как в свете оценки роли внутритерриториальной ситуации на реках, так и межгосударственных интересов в области охраны поверхностных вод.

Чисто транзитными речными системами в Белорусском Полесье являются: бассейн р. Днепр (транзит между территориями России и Украины); бассейн р. Западный Буг (приход со стороны Украины – Польши и вынос на территорию Польши).

Естественно, и с практической, и с методической точек зрения, в первую очередь представляет интерес трансграничный перенос основных загрязняющих веществ (либо описывающие их показатели и индексы типа БПК₅). Причем необходима оценка всех трех составляющих переноса: количества прихода вещества с верхнего течения на границу, количества внутритерриториальной «добавки» и количества вещества, передающегося в другие государства с территории Республики Беларусь.

До настоящего времени не решен вопрос, связанный с трансграничным переносом основных загрязняющих веществ. В связи с этим необходима оценка составляющих этого переноса количества загрязнений: поступающих на территорию области с сопредельных государств, формирующихся на ее территории и уходящих за ее пределы [173]. Достаточно сложная ситуация с информационным обеспечением отмечается на р. Припять. Это связано, в первую очередь, со сложной гидрографической картиной (приход со стороны Украины необходимо учитывать по большому количеству отдельных правых притоков) и с ограниченными гидрологическими и гидрохимическими режимными на-

блюдениями непосредственно на границе. Пунктов контроля поверхностных вод на входе Украина – Беларусь в бассейне р. Припять на территории Белорусского Полесья недостаточно для объективной оценки ситуации.

Следует отметить также достаточно непростую картину по бассейну р. Западный Буг. Так как сама река протекает непосредственно по границе – сначала между Украиной и Польшей, а затем между Беларусью и Польшей, в связи с чем, по данным на основной реке невозможно оценить роль отдельной страны, и необходимы наблюдения практически на всех притоках (или хотя бы на основных) для получения достоверных данных о трансграничном переносе в полном объеме. На всех основных притоках р. Западный Буг имеются посты, но расположены эти посты не при впадении в главную реку, а намного выше по течению.

Естественно, точные данные по реальному трансграничному переносу предполагают большой объем натурных измерений одновременно на двух пограничных линиях, с учетом скорости продвижения и процессов трансформации водной массы. Однако в настоящее время такая возможность отсутствует, и возникает задача оценить трансграничный перенос с максимальным и эффективным использованием имеющихся стационарных наблюдений на ограниченном наборе расчетных створов.

Роль Белорусского Полесья в формировании гидрохимического стока по транзитным речным системам (рр. Припять, Западный Буг) оценивается в виде разности между величиной поступления и величиной на выходе с территории страны. При такой упрощенной постановке вопроса фактически учитывается не суммарная величина доли Беларуси в поступлении данного загрязняющего вещества в речную систему, а некий конечный результат после вмешательства сложных процессов самоочищения по мере продвижения водной массы. Возможно, с практической точки зрения эта итоговая величина наиболее интересна и показательна.

За время пробега на такое дальнейшее расстояние вещества подвергаются воздействию различных физических, механических, химических, биологических и других факторов, в результате которых происходит процесс самоочищения водных масс, т. е. концентрация загрязняющих веществ снижается. Одновременно с этим процессом, происходит попадание в реку веществ от точечных и рассредоточенных источников загрязнений. В результате на выходе масса выносимых веществ трансграничными водотоками является функцией противоположных процессов: самоочищения и загрязнения водотока на всем протяжении по территории страны.

По данным Департамента гидрометеорологии в ЦНИИКИВРе выполнен расчет переноса загрязняющих веществ за 1995–2000 гг. [210]. В связи с тем, что достаточно сложно гидрологически разделить процессы происхождения по водосборно-административным районам, рассмотрим трансграничный перенос р. Припять в целом для Белорусского Полесья. Расчет вноса веществ на границе Украина – Беларусь выполнен в табличной форме (табл. 4.58–4.60).

Таблица 4.58 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса загрязняющих веществ антропогенного происхождения, %

Река – створ	Нефтепродукты	СПАВ
Припять – г. Пинск	38,8	18,9
Горынь – п. Речица	47,8	73,9
Уборть – с. Краснобережье	13,4	7,2
Всего	100	100

Таблица 4.59 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ преимущественно природного происхождения, %

Река	Железо общее	Марганец
Припять – г. Пинск	28,5	29
Горынь – п. Речица	35,9	58
Уборть – с. Краснобережье	35,6	13
Всего	100	100

Таблица 4.60 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ смешанного происхождения, %

Река	ВВ	БПК ₅	Азот аммон.	Азот нитрат.	Азот нитрит.	Фосфаты	Медь	Цинк	Никель
Припять – г. Пинск	25,3	29,8	38,3	21,6	31,6	12	34,9	41	37,2
Горынь – п. Речица	70,1	62,8	42,4	70,5	59,4	83	55,8	54,9	55,8
Уборть – с. Краснобережье	4,6	7,4	19,3	7,9	9,0	5,0	9,3	4,1	7
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Анализ таблиц показывает, что основное влияние на трансграничный внос веществ с Украины на территорию Белорусского Полесья оказывает р. Горынь. Влияние р. Уборть по большинству показателей качества воды не превышает 7–9 %. Поскольку реки, не охваченные пунктами гидрохимического контроля (Ствига, Стырь, Моства, Словечна) сопоставимы по площади водосбора с р. Уборть, можно приближенно ожидать такого же влияния этих рек на трансграничный перенос веществ [210].

Проведенный сопоставительный анализ показывает, что на реках бассейна р. Припять среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в речных водах, как правило, не превышают ПДК для водотоков и водоемов культурно-бытового назначения. В то же время эти концентрации по отдельным показателям (нефтепродукты, азот аммонийный, азот нитритный, медь, никель, цинк) превышают ПДК, установленные для водных объектов рыбохозяйственного назначения, в несколько раз (до 10), а максимальные из зарегистрированных – в десятки раз. Однако в последние годы уровень загрязненности рек несколько снизился почти по всем показателям.

Сравнительная оценка качества поверхностных вод левых и правых притоков выполнена на примере рек Ясельды и Горынь. По взвешенным веществам, фосфатам, меди худшее положение на р. Горынь, по показателям БПК₅, азоту аммонийному и нитритному, нефтепродуктам – на р. Ясельда. Ход изменения загрязнений по рекам Белорусского Полесья представлен в таблице 4.61 [67]. Наибольшие концентрации взвешенных веществ наблюдались на р. Припять ниже г. Мозыря, азота аммонийного и нитритного на р. Припять ниже г. Пинска.

Таблица 4.61 – Средние годовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ в воде рек Белорусского Полесья за 2000 г.

Показатели загрязнения	Единицы измерения	Река – створ			
		Припять 3,5 км ниже г. Пинска	Припять 1,0 км ниже г. Мозыря	Ясельда 0,5 км ниже г. Березы	Горынь 0,5 км ниже п. Речица
Взвешенные вещества	мг/дм ³	10,1	2,9	9,1	9,0
Растворенный кислород	мгО ² /дм ³	7,66	8,82	7,42	7,52
Бихромат окисляемый	мгО ² /дм ³	41,7	45,2	51,9	32,1
БПК ₅	мгО ² /дм ³	2,36	2,68	3,84	2,63
Азот аммонийный	мг/дм ³	3,39	0,68	0,69	1,16
Азот нитритный	мг/дм ³	0,037	0,013	0,012	0,054
Фосфаты	мг/дм ³	0,368	0,049	0,047	0,184
Железо	мг/дм ³	0,56	0,45	0,51	0,45
Медь	мг/дм ³	0,008	0,008	0,007	0,007
Цинк	мг/дм ³	0,027	0,031	0,021	0,036
Никель	мг/дм ³	0,007	0,006	0,026	0,008
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,04	0,03	0,03
СПАВ	мг/дм ³	0,12	0,046	0,062	0,060
Индекс загрязнения воды	-	2,6	1,3	1,3	1,9

Расчет выноса веществ на границе Беларуси – Украины представлен в таблицах 4.62–4.64.

Таблица 4.62 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ почти исключительно антропогенного происхождения, т

Река	Нефтепродукты	СПАВ
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	605	291
Припять (г. Наровля)	1360	351

Таблица 4.63 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ преимущественно природного происхождения, т

Река	Железо общее	Марганец
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	3762	100
Припять (г. Наровля)	7864	307

Таблица 4.64 – Средние за период 1995–2000 гг. характеристики переноса веществ смешанного происхождения, т

Река	ВВ	БПК ₅	Азот аммон.	Азот нитрат.	Азот нитрит	Фосфаты	Медь	Цинк	Никель
Общее количество вносимых веществ (Пинск, Речица, с. Краснобережье)	105092	17732	4272	176	5339	581	43	122	43
Припять (г. Наровля)	147965	38338	8487	210	6652	886	93	344	113

Общее состояние чистоты реки по физико-химическим и биологическим показателям свидетельствует о том, что р. Западный Буг сильно загрязнена, большинство показателей не соответствует нормам. Такое состояние обусловлено главным образом недостаточным и некачественным очищением стоков. На территории Украины наибольшее загрязнение приносит горнодобывающая промышленность с окраин Нововолынской области (Львов, Буска). На белорусской территории наибольшее влияние на качество воды в р. Западный Буг оказывают коммунальные и промышленные стоки г. Бреста, поступающие в Буг из р. Мухавец. На польской стороне большое количество стоков идет с сахарного завода в Стшижуве, которые очищаются механически. Далее по течению р. Западный Буг в месте впадения р. Влодавки поступают коммунальные и промышленные стоки с г. Влодавы. Последним левобережным притоком приграничного участка Буга является р. Кшна, которая собирает коммунальные и промышленные стоки с. Лукува, междуречья Подляского и Бела – Подляского (табл. 4.65).

Таблица 4.65 – Сравнительная характеристика качества воды в пограничных створах р. Западный Буг с. Томашевка (вход на территорию Беларуси) и с. Колодно (выход с территории Беларуси)

Показатели	Концентрация, г/м ³			
	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 ₅	5,79	5,35	9,8	11,1

Полученные результаты трансграничного переноса веществ носят оценочный характер. Для более точной оценки на основании имеющейся мониторинговой информации необходимо разработать единую для трех стран (Беларусь, Украина, Польша) расчетную методику трансграничного переноса веществ. В ней необходимо отразить следующие аспекты, влияющие на оценку переноса: точность представленных данных по качеству воды, внутригодовая неравномерность распределения гидрологических и гидрохимических показателей качества воды для каждого створа наблюдений, несовершенство методик отбора проб воды, не учитывающих неравномерность распределения примеси по сечению водотока. Анализ гидрохимической информации показывает, что на значения среднегодовой характеристики качества воды и соответственно выноса вещества по отдельным ингредиентам очень значительное влияние оказывает одна проба с высокими значениями, которые в дальнейшем за весь период (1995–2000 гг.) не повторяются. Очевидно, что эти данные отражают какую-либо кратковременную аварийную ситуацию и не должны распространяться на значительный временной промежуток.

Информационное обеспечение по трансграничному переносу загрязняющих веществ реками Белорусского Полесья не может в полной мере обеспечить ее объективную оценку. В бассейне р. Припять стационарные наблюдения ведутся на самой Припяти в г. Пинске и г. Мозыре, а также на двух правобережных притоках: на р. Горынь – п. Речица и р. Уборть – с. Краснобережье. Гидрохимический сток, поступающий с территории Беларуси на Украину, оценивается по створу в 45 км ниже г. Мозыря, где практически отсутствует какое-либо заметное поступление гидрохимического стока в р. Припять с территории Беларуси. В бассейне р. Западный Буг гидрохимические наблюдения ведутся в створах Томашевка, Домачево, Речица и Колодно. Но в связи с тем, что р. Западный Буг протекает по границе двух государств, трудно оценить долю каждого из них в гидрохимическом стоке. Регулярные наблюдения за речным стоком и гидрохимическим режимом проводят и в устье р. Мухавец.

Динамика трансграничного переноса загрязняющих веществ весьма изменчива, поэтому в условиях недостаточности гидрологических и гидрохимических данных трудно объективно оценить сложившуюся ситуацию. При этом ожидать в ближайшее время существенного роста количества гидрохимических створов не приходится. В связи с этим необходимо совершенствовать методы косвенных оценок переноса загрязняющих веществ, организовать учет сброса загрязненных веществ через ливневую канализацию, уточнить методы количественной оценки загрязнений, поступающих в

водные объекты вследствие смыва удобрений с сельхозугодий, поверхностного стока с урбанизированных территорий, а также от автотранспорта и выпадения загрязненных осадков; организовать мониторинг трансграничных водных объектов, наладить автоматизированный обмен кадастровой информацией с соседними государствами. Поэтому создание международной (Беларусь, Украина, Польша) сети мониторинга за поверхностными водами, а также увеличение плотности метеорологической сети имеет важное значение.

Наблюдение за подземными водами в слабо- и ненарушенных условиях, осуществляемое в бассейне Западного Буга и в бассейне р. Припять, показало, что имеет место их очаговое загрязнение, где повышено содержание ионов хлора, сульфатов, нитратов [67]. В бассейне р. Припять основными загрязнителями являются сульфаты (до 35 мг/дм^3) – в низовьях р. Птичь, хлориды (до $109,9 \text{ мг/дм}^3$) – в бассейне р. Горынь; нитраты – ($61,35 \text{ мг/дм}^3$) – Ситненский гидрогеологический пост. В бассейнах рек Бобрик, Оресса и прирусловой части среднего течения р. Припять наблюдается повышенное содержание ионов железа (до $67,4 \text{ мг/дм}^3$).

Качество подземных вод, отбираемых групповыми и одиночными водозаборами, в основном, соответствует требованиям ГОСТа и в процессе эксплуатации меняется слабо. Однако по ряду водозаборов в результате несоблюдения санитарных условий наблюдается локальное загрязнение отбираемых вод. Подземные воды, как правило, характеризуются высокой цветностью, достигающей $40\text{--}90^\circ$ (при допустимом значении 20°) [67].

Серьезную экологическую опасность для природных вод оказывают разведка и разработка нефтяных месторождений, а также других полезных ископаемых. Например, разработка месторождения гранита «Микашевичи» с водоотливом $50 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ изменила естественные гидрогеологические условия в радиусе 10 км и вовлекла в нарушенный режим территорию в несколько сотен километров. В пределах бассейна Припяти, по исследованиям М. М. Черепанского, выявлено около 10 месторождений обводненных твердых полезных ископаемых, суммарный водоотлив из которых может составить $150 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ [207, 208].

По данным А. В. Кудельского и В. И. Пашкевича, в настоящее время 76% колодцев имеют воды с содержанием нитратов выше ПДК [198]. Их концентрации достигают нередко $600\text{--}1200 \text{ мг/дм}^3$. Часто эти воды неблагоприятны и по микробиологическим показателям. В то же время именно на использовании грунтовых вод базируется 90% питьевого водоснабжения сельского населения. Загрязнение грунтовых вод нитратами отмечается в районе эксплуатируемых водоносных горизонтов в районе одиночных скважин.

На ухудшение качества подземных вод Белорусского Полесья существенное влияние оказывает не только имющаяся техногенная нагрузка, но и санитарно-техническое состояние этих водозаборов и прилегающих к ним территорий. Для большинства групповых водозаборов не разработаны проекты по организации зон санитарной защиты и комплекса мероприятий, исключающих возможность ухудшения качества подземных вод [91, 92].

Потенциально опасным источником загрязнения подземных вод являются территории площадью 47 тыс. км^2 , загрязненные чернобыльскими выбросами с плотностью свыше 1 Ки/км^2 по ^{137}Cs . Случаев превышения активности радионуклидов свыше республиканского контрольного уровня (РКУ) в подземных водах не установлено. Однако в грунтовых водах уровень загрязнения значительно превышает естественный фон и на некоторых прирусловых инфильтрационных водозаборах (водозабор «Сож», г. Гомель) отмечается тенденция к росту содержания ^{90}Sr .

Следует отметить, что до 1992 г. в республике отсутствовали детальные гидрогеоэкологические исследования территорий городов, районов, областей. Исследования, выполненные в составе территориальных комплексных схем охраны окружающей среды Могилевской области, Барановичского, Гомельского, Жлобинского, Калинковичского, Мозырского, Пинского и других районов республики положили начало восполнению этого пробела [91, 92]. Была разработана методика исследований с учетом специфики и размеров территории. Так, для области использовался масштаб $1:200\,000$, для района – $1:100\,000$, для города – $1:10\,000$. В ходе исследований выполнялась оценка естественных, эксплуатационных и прогнозных запасов подземных вод. Отбирались пробы воды на химическое, бактериологическое и радиационное загрязнение. Изучалось санитарно-гигиеническое состояние участков групповых и одиночных водозаборов, колодцев, обследовались потенциальные источники загрязнения подземных вод. Особое внимание уделялось водам зоны активного водообмена, 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. Изучение этих данных позволило провести районирование территории по качеству подземных вод и составить карту. Были разработаны рекомендации по рациональному использованию и охране подземных вод каждого населенного пункта, каждого группового и одиночного водозабора. Составлена карта мероприятий по охране подземных вод. Проведена оценка ущерба от загрязнения и истощения подземных вод, а также оценка эффективности от внедрения эколого-ориентированных мероприятий [91, 92].

В сельских населенных пунктах возможности водозаборных скважин, как и в городе, используются не полностью. Потенциальная производительность всех действующих скважин в районе оценивается в 55 млн м³/год, хотя существующее водопотребление составляет 8,8 млн м³/год, т. е. не превышает 16 %. Этот водоотбор может быть обеспечен в 6–7 раз меньшим числом эксплуатационных скважин.

Пресные подземные воды Пинского района, занимающие практически всю мощность гидрогеологического разреза, в естественных условиях залегания характеризуются повышенным содержанием железа и пониженным – фтора. В результате антропогенного воздействия на отдельных участках они подверглись загрязнению и претерпели существенные изменения. Использование подземных вод в районе не всегда носит рациональный характер, а их охрана явно недостаточна.

В качестве примера использования подземных вод Белорусского Полесья и описания степени их химического загрязнения приведем результаты исследований для Пинского района Брестской области, где проживает более 130 тыс. человек. В г. Пинске общее количество незатрапированных и неэксплуатирующихся скважин составляет 13 шт. В третьем поясе зоны санитарной охраны (ЗСО) водозабора Пина-1 расположена нефтебаза с высоким уровнем загрязнения подземных вод нефтепродуктами. В третьем поясе ЗСО водозабора Пина-2 не проводится дезинфекция сточных вод инфекционной больницы в д. Молотковичи, кроме того, в этой зоне расположены животноводческие фермы. Большая часть одиночных водозаборных скважин в городе и районе не имеет первого пояса ЗСО. Из 150 животноводческих ферм и комплексов типовые навозохранилища имеются только на 95.

В 73 деревнях наблюдается периодически высокая степень загрязнения подземных вод, причем только в 14 из них (Бобрик, Бол. Диковичи, Вылазы, Жидче, Завидчицы, Ладарож, Мал. Дворцы, Молодельчицы, Невель, Островичи, Парахонс, Паре, Селище, Хойно) имеется водопровод, обеспечивающий все население. Частичное обеспечение водопроводом (от 2 до 90 %) имеется в 30 деревнях. Общая протяженность водопроводной сети составляет 140 км. В остальных деревнях централизованное водоснабжение не организовано.

В 76 сельских населенных пунктах, где отсутствует водопровод, на протяжении последних лет не контролируется качество питьевых вод в шахтных колодцах. Отсутствуют сведения по качеству воды также в 94 садоводческих товариществах района.

В 56 деревнях пробурено по три и более водозаборных скважин, которые, по сути, представляют собой групповые водозаборы. Тем не менее вокруг этих водозаборов отсутствуют не только второй и третий пояса ЗСО, но нередко и первый пояс ЗСО. Не имеют поясов ЗСО также водозаборы, предназначенные для орошения сельскохозяйственных культур.

С целью защиты подземных вод от загрязнения, восстановления их первоначального качества, рационализации их использования предложен комплекс эколого-ориентированных мероприятий общего, технического, санитарно-гигиенического характера.

Неотложные мероприятия. Они предусматриваются на наиболее экологически неблагоприятных участках и направлены на минимизацию антропогенного воздействия, санитарно-гигиеническую защиту водозаборов, усиление контроля за качеством подземных вод и улучшением обеспечения населения качественной питьевой водой.

Первоочередные задачи в области улучшения качества поверхностных и подземных вод [90]:

- оценка современного состояния загрязнения поверхностных и подземных вод и прогноз на ближайшую перспективу;
- оценка составляющих трансграничного переноса основных загрязняющих веществ для Припяти и Западного Буга. Оптимизация сети наблюдений за качеством поверхностных вод;
- разработка эффективных методов и способов улучшения природных и очистки сточных вод;
- разработка мероприятий по снижению загрязнения поверхностных и подземных вод при разработке месторождений полезных ископаемых (гранита – «Микашевичи»);

- разработка мероприятий по улучшению качества подземных вод на групповых водозаборах основных населенных пунктов Брестской области;
- разработка мероприятий по регулированию стока, подаче воды извне, повторному использованию дренажных вод, а также исследование возможности применения нетрадиционных способов, методов и источников покрытия дефицитов влажности почвы сельскохозяйственных полей;
- разработка методики оценки ущерба от загрязнения вод с учетом экологической безопасности для человека и природной среды.

4.7.5. Антропогенные воздействия на речной сток

Начиная с 50-х годов прошлого столетия развернулась дискуссия о влиянии мелиорации на речной сток. Основное воздействие на водный режим Припяти было оказано в период широкомасштабных гидротехнических мелиораций Полесской низменности. При этом водные ресурсы Полесья сильнее других регионов подверглись антропогенным воздействиям. Было осушено 23 % территории, общая протяженность открытой мелиоративной сети превысила 65 000 км, существенно преобразовалась гидрографическая сеть, особенно если учесть спрямление и углубление самой Припяти и крупных ее притоков. Кроме того, обвалование отдельных участков Припяти и строительство польдерных мелиоративных систем, которые исключают затопление обвалованных участков поймы, привело к тому, что грунтовые воды понизились на 1,0–1,5 м, вслед за ними снизились уровни воды в реках, в некоторых – вплоть до пересыхания. Все это выразилось в изменении гидрологического режима рек. Анализ изменения стока Припяти показал рост ее среднегодового стока в период активных мелиораций во все месяцы года, кроме апреля и мая. Рост среднегодового стока р. Припять составляет 12 % по сравнению с предыдущими годами, а по сравнению с предыдущим двадцатилетием – уже около 30 % [114].

Максимальные потери от безвозвратного водопотребления и при регулировании речного стока за последние 5 лет в бассейне р. Припять в пределах Белорусского Полесья составили 190 млн м³/год, в бассейне р. Западный Буг – 27 млн м³/год. Пока степень влияния этих потерь невелика и находится в пределах ошибки измерения [68]. Анализ динамики стока воды рек Полесья показал, что с середины 60-х годов прошлого столетия среднегодовые, минимальные летние и зимние расходы имеют устойчивую тенденцию к увеличению, в то же время сток весеннего половодья уменьшается (рис. 4.44).

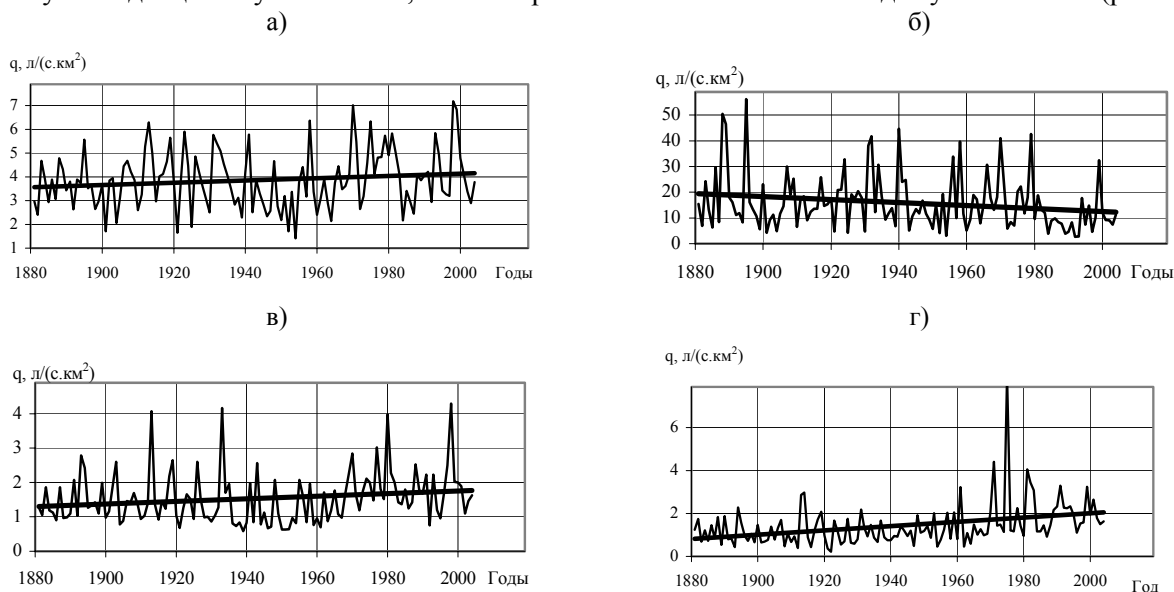


Рисунок 4.44 – Динамика модулей стока воды рек Полесья: а) – годовых; б) – максимальных весеннего половодья; в) – минимальных летне-осенних; г) – минимальных зимних

Дальнейшие исследования по водным ресурсам Белорусского Полесья целесообразно сосредоточить на следующих основных направлениях [90]:

- предотвращение и уменьшение негативных последствий от наводнений;
- улучшение качества поверхностных и подземных вод;
- охрана водных источников при разработке месторождений полезных ископаемых;
- управление режимом поверхностных и подземных вод, обеспечивающим биосферное функционирование природных экосистем;
- создание бассейновой схемы управления водными ресурсами основных бассейнов рек Белорусского Полесья.