

УДК 556.5.06+556.3(476.13)

М. Ю. Калинин, А. А. Волчек

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ:  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА**

Статья посвящена вопросам водных ресурсов Белорусского Полесья. Дана количественная и качественная оценка поверхностных и подземных вод. Рассматриваются возможные последствия изменения речного стока в связи с изменением климата. Намечены первоочередные задачи исследований по решению водных проблем этого региона.

Среди проблем, стоящих перед человечеством, все чаще на первое место выдвигается проблема воды, так как состояние и развитие биосферы и человеческого общества находятся в зависимости от состояния водных ресурсов. Водные проблемы возникают при: отсутствии или недостаточности воды; неудовлетворительном ее качестве; не соответствующем оптимальному функционированию экосистем и хозяйственных объектов в водном режиме; избыточном увлажнении и наводнениях [1]. Все эти проблемы в той или иной степени присущи и Белорусскому Полесью (БП).

Речная сеть БП относится к черноморскому и балтийскому бассейнам. Припять, средняя по европейским масштабам река черноморского бассейна, является главной водной артерией Полесья. Ее международное географическое значение состоит в том, что она протекает по территории двух восточноевропейских стран — Беларуси и Украины. Длина р. Припяти — 761 км, из которых 500 км, или 65,7 %, приходятся на территорию Беларуси, при этом площадь водосбора распределена соответственно: 121 и 52,7 тыс. км<sup>2</sup>. Общее падение реки 69,5 м при среднем уклоне водной поверхности 0,09 ‰ и коэффициенте извилистости — 1,25. Ширина русла в истоке — от 5 до 10 м; в среднем течении выше, у устья р. Горынь — до 80 м, ниже — от 130 до 170 м, а у г. Мозырь достигает 250 м. Глубина воды на перекатах 1,0...1,5 м и меньше, а на плесах обычно более 1,5...2,0 м, достигая 3...5 м и больше. Скорости течения в меженный период колеблются от 0,1...0,2 до 0,3...0,5 м/с и более. Речная сеть состоит из 10,5 тыс. рек и ручьев при общей длине речной сети свыше 47 тыс. км [8]. Большинство притоков полностью или частично канализованы. Наиболее крупными притоками Припяти являются Ясельда, Лань, Случь, Птичь, Пина, Бобрик, Цна, Иппа, Стоход, Горынь, Ствига, Уборть.

Трансграничная река Западный Буг является левым притоком р. Нарев, протекает по территории трех государств: Украины, Беларуси и Польши. Длина реки 772 км при площади водосбора 39,4 тыс. км<sup>2</sup>. Длина реки в пределах Беларуси 154 км, площадь водосбора около 10,4 км<sup>2</sup>. Ширина долины 3...4 км, пойма низкая, местами слабо выражена. Ширина русла 50...70 м, местами до 130 м. В период весеннего половодья (март) подъем воды в сравнении с межennым уровнем составляет 2,0...4,5 м. Среднегодовой расход воды в пределах Беларуси меняется от 50 до 100 м<sup>3</sup>/с. Основные притоки — реки Копаявка, Мухавец, Лесная, Пульва [3]. Правые притоки Западного Буга в результате ширококомасштабных мелиораций практически все были канализованными, что привело к их обмелению. Река Мухавец была преобразована в один из участков Днепроовско-Бугского канала.

Реки Полесья принадлежат к равнинному типу с преобладанием элементов снегового питания. Годовой гидрограф характеризуется сравнительно невысоким и распластанным весенним половодьем, низкой летней меженью, нарушаемой почти ежегодно дождевыми паводками, и более повышенной осенней и зимней меженью за счет дождей и оттепелей, следствием которых являются зимние паводки. Распределение стока в течение года характеризуется неравномерностью; так, для р. Припяти сток весеннего периода составляет в среднем около 61 %, летне-осеннего — 23 %, зимнего — 16 % годового стока [16].

Среднегодовой расход Припяти в устье 450 м<sup>3</sup>/с, он формируется следующим образом: у д. Коробы составляет 119 м<sup>3</sup>/с, у г. п. Туров — 264 м<sup>3</sup>/с, у Мозыря — 383 м<sup>3</sup>/с. Модуль годового стока рек БП составляет 3,5 л/с с км<sup>2</sup> и колеблется от 5,0 л/с с км<sup>2</sup> на севере Полесья до 4,5 л/с с км<sup>2</sup> на юге. В то же время на севере республики модуль годового стока достигает 7,5 л/с с км<sup>2</sup>. Общий среднемноголетний сток бассейнов рек Беларуси составляет 57,9 км<sup>3</sup>/год, а сформировавшийся в пределах республики — 34,0 км<sup>3</sup>/год. Речной сток бассейна Припяти, сформиро-

вавшийся на территории БП, составляет 5,6 км<sup>3</sup>/год (16,5 % от всего местного стока республики), а общий сток — 13,0 км<sup>3</sup>/год (22,5 %). Местный и общий сток бассейна Западного Буга соответственно равен 1,4 км<sup>3</sup>/год (4,12 %) и 3,1 км<sup>3</sup>/год (5,34 %). В очень маловодные годы местный сток бассейна Припяти составляет 3,1 км<sup>3</sup>/год (13,6 %), общий сток — 7,0 км<sup>3</sup>/год (18,8 %), а бассейна Западного Буга соответственно 0,8 км<sup>3</sup>/год (3,5 %) и 1,7 км<sup>3</sup>/год (4,6 %) [6].

Годовой сток снижается с севера на юг и юго-запад, что увязывается с распределением годовых осадков и запасов воды в снежном покрове. Временная изменчивость годового стока рек Полесья выше, чем на остальной территории. Коэффициенты вариации годового стока колеблются от 0,30 на севере Полесья до 0,45 на юго-западе и 0,55 на юго-востоке.

Более детальная картина расходов воды Припяти у Мозыря представлена в табл. 1. Расчеты выполнены по сериям наблюдений более чем за 120-летний период с помощью программного комплекса “Гидролог” [5], с использованием трехпараметрического гамма-распределения.

Таблица 1

Статистические параметры ( $C_v$ ,  $C_s$ ) расходов воды ( $Q$ ) различной обеспеченности ( $P$ ), р. Припять — г. Мозырь

Период осреднения	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$C_v$	$C_s/C_v$	$P_1$ %	$P_5$ %	$P_{95}$ %	$P_{99}$ %
Январь	274	0,75	4,5	990	622	90,4	63,8
Февраль	263	0,74	3,0	921	616	69,2	41,6
Март	452	0,73	3,5	1580	1060	119	71,4
Апрель	1110	0,56	3,0	2950	2160	443	314
Май	720	0,46	2,5	1560	1250	323	219
Июнь	381	0,42	2,5	796	655	160	102
Июль	264	0,55	2,5	663	513	90,3	54,4
Август	227	0,69	4,0	719	481	84,3	60,9
Сентябрь	201	0,60	4,0	637	426	74,8	54,1
Октябрь	216	0,55	3,5	584	418	90,9	67,2
Ноябрь	259	0,63	3,5	810	551	90,8	63,1
Декабрь	271	0,70	4,5	976	614	89,3	63,0

Картина цикличности стока воды Припяти представлена в виде нормированных разностных интегральных кривых по створу у Мозыря (рис. 1). Рассмотрены расходы воды во время весеннего половодья, летней и зимней межени, а также среднегодовые расходы воды. Начиная с середины 1960-х годов среднегодовые и минимальные летние и зимние расходы имеют устойчивую тенденцию к увеличению, в то же время расходы весеннего половодья несколько уменьшаются.

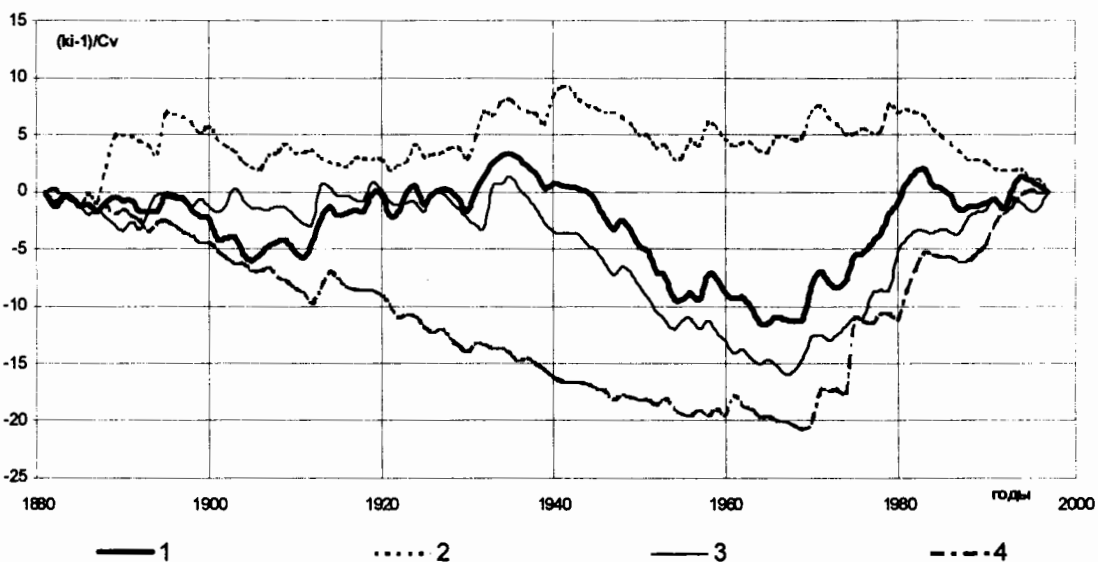


Рис. 1. Нормированные разностные интегральные кривые различных расходов воды р. Припяти — г. Мозырь: 1 — среднегодовые расходы воды; 2 — расходы воды весеннего половодья; 3 — расходы воды летней межени; 4 — расходы воды зимней межени

Половодье ежегодно формируется весной в результате снеготаяния и выпадения дождей при снеготаянии. На Припяти обычно оно начинается в первой половине марта, но в отдельные годы смещается на февраль или апрель. Среднемноголетняя продолжительность затопления поймы составляет 80...110 дней, а в отдельные годы — до 150...180 дней. Ширина весеннего разлива на Припяти изменяется от 5 до 15 км, на отдельных участках — 1...2 км и даже 30 км (г. Пинск). Глубина затопления преимущественно 0,3...0,8 м, местами до 2,0...2,5 м [16]. Ширина разлива 1 %-ной обеспеченности достигает 1,5...6,0 км на участке от истока до устья р. Стырь и от г. Мозыря до устья, в средней части — 8...15 км, на отдельных участках — 20...30 км. Затопление в пойме Припяти от половодий различной обеспеченности показано в табл. 2 [4].

Пик половодья на большинстве рек приходится на конец марта — начало апреля. На притоках, по сравнению с Припятью, несколько изменяются сроки начала половодья: на левобережных притоках половодье наступает позже, на правобережных — раньше. Однако при затяжной весне возможно почти одновременное вскрытие рек в бассейне, и тогда на Припяти наблюдаются высокие половодья. Подъем уровня воды зависит в первую очередь от водности, а также от строения речной долины или ее отдельного участка. Наиболее паводкоопасным районом является территория бассейна в среднем и нижнем течении Припяти. Это обусловлено сужением поймы до 6...8 км в районе Турова и до 1,5...2,0 км в районе Мозыря, а также резким возрастанием боковой приточности. На этом участке впадают такие крупные притоки, как р. Горынь (с площадью водосбора 27 000 км<sup>2</sup>), р. Случь (5350 км<sup>2</sup>), р. Уборть (5820 км<sup>2</sup>), р. Птичь (9480 км<sup>2</sup>). Средняя высота половодья над минимальным летним уровнем составляет 3,5...4,5 м на Припяти, 1,5...3,0 м — на левобережных притоках и 1,0...2,5 м — на правобережных. В поймах малых рек вода находится в среднем 25...30 дней, средних и больших рек — около 1,5...2 месяцев.

Таблица 2

Площади (тыс. га) затоплений поймы Припяти при различной обеспеченности уровня

Затапливаемая территория	Обеспеченность уровня, %				
	1	5	10	25	50
Всего по пойме	579	550	487	404	197
В том числе по Беларуси	425	404	348	289	120

Максимальное половодье на Припяти отмечено в 1845 г., причем в указанном году оно сформировалось на большом пространстве Восточной Европы. В бассейне Припяти половодье было столь катастрофическим, что его, вероятно, можно отнести к группе предельно возможных в нашу климатическую эпоху. Половодье 1845 г. — это уникальное гидрологическое явление весьма редкой повторяемости. Максимальный уровень превышал нуль графика современного гидропоста у г. Мозыря на 675 см. При этом расход воды, рассчитанный Г. И. Швецом, оценивается в 11 000 м<sup>3</sup>/с [20].

Последнее значительное половодье было в 1999 г. Наиболее высокие уровни половодья сформировались на правобережных притоках Припяти — реках Горынь и Уборть. В период формирования максимумов половодья в бассейне выпало большое количество осадков (110...255 % нормы), что привело к значительному увеличению уровня воды. По своей высоте максимумы половодья 1999 г. оказались близкими к половодью 1979 г., а на р. Шать, в нижнем течении Птичи и Ясельды превысили многолетние величины на 3...14 см. Глубина затопления поймы на большинстве рек достигла 1,0...3,3 м. Половодье принесло значительный материальный ущерб народному хозяйству.

В табл. 3 приведены расходы воды 10 наиболее значительных половодий на Припяти.

Таблица 3

Максимальные расходы воды (Q) весеннего половодья, р. Припять — г. Мозырь

Год	1845	1877	1895	1888	1889	1940	1979	1932	1970	1958
Q, м <sup>3</sup> /с	11 000	7500	5670	5100	4700	4520	4310	4220	4140	4010

Гидрологические характеристики половодий за расчетный период продолжительностью 57 лет (с 1930 по 1986 г.) приведены в табл. 4 [16]. Из расчета исключены более ранние наблюдения, вследствие недостаточно надежного учета, и данные после 1986 г. (начало осуществления противопаводковых мероприятий на Припяти) т. е. не учитывались 5 выдающихся половодий. В то же время гидрологи неоднократно обращали внимание на недостаточное использование данных за прошлые годы. В табл. 5 приведены максимальные расходы воды половодья за весь период наблюдений по р. Припяти — г. Мозырь (120 лет). За расчетное принято трехпараметрическое гамма-распределение, параметры которого установлены методом наибольшего правдоподобия и соответственно равны: норма половодья — 1860 м<sup>3</sup>/с; коэффициент вариации — 0,89 и отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации — 4.

Таблица 4

Максимальные расходы (Q, м<sup>3</sup>/с) и слои (H, мм) воды весеннего половодья рек Полесья за период с 1930 по 1986 г.

Водоток — створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	H Q	Cv	Cs	P <sub>1</sub> %	P <sub>5</sub> %	P <sub>10</sub> %
р. Припять — с. Коробы	35 100	550	0,74	2,22	2040	1330	1050
		57	0,40	0,40	116	97	88
р. Припять — г. Туров	74 000	1110	0,68	2,38	3840	2520	2020
		61	0,41	0,62	130	106	95
р. Припять — г. Мозырь	101 000	1690	0,68	1,70	5640	3900	3170
		70	0,40	0,68	146	120	108
р. Ясельда — с. Сенин	5110	103	0,85	2,55	430	268	207
		60	0,53	0,80	151	119	103
р. Бобрик — ст. Парахонск	1450	38,2	0,68	1,36	122	88,4	72,9
		67	0,50	0,75	160	127	112
р. Цна — с. Дятловичи	969	21,2	0,61	1,22	62,1	46,0	38,5
		66	0,48	0,72	155	124	109
р. Горынь — с. Речица	2700	789	0,76	1,90	2920	1950	1550
		50	0,48	0,72	117	94	82
р. Лань — с. Локтыши	909	82,5	0,66	0,99	246	187	158
		62	0,52	0,78	154	121	106
р. Случь — с. Новодворцы	4480	55,3	0,69	1,38	180	130	107
		64	0,51	0,77	157	108	83
р. Птичь — с. Лучицы	8770	235	0,61	1,52	711	508	420
		77	0,43	0,64	170	133	123

Таблица 5

Расчетные максимальные расходы воды (Q) половодья различной обеспеченности (P), р. Припять — г. Мозырь

P, %	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3	0,5	1,0	3,0	5,0	10,0
Q, м <sup>3</sup> /с	22 700	17 900	16 000	13 600	10 400	9110	7530	5400	4550	3500

Дружность весеннего половодья рек бассейна Припяти оценивалась с помощью пространственных корреляционных функций. Теснота связи расходов воды весеннего половодья рассчитывалась с помощью коэффициентов корреляции (R), которые зависят от расстояния между центрами тяжести водосборов (ρ) и изменяются по линейному закону:  $R = 1 - 0,0017\rho$ . Градиент поля расхода воды половодья рек бассейна Припяти  $\alpha_B = 0,0017$  свидетельствует о достаточно высокой синхронности половодья и сопоставим с градиентами других гидрологических полей, например, с градиентом поля годового стока  $\alpha_T = 0,0013$ .

Паводки, в отличие от половодий, возникают нерегулярно и по величине максимального расхода и слою стока, как правило, существенно меньше максимумов

половодья. Однако дождевые паводки 1952, 1960, 1974, 1993, 1998 гг. по многим водотокам и на самой Припяти превысили половодье и нанесли значительный ущерб народному хозяйству, так как серьезно пострадали сельскохозяйственные угодья и другие освоенные территории. Даже локальные паводки большой 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.

По числу жертв и ущербу, причиненному обществу, наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий. Вместе с тем, как это ни парадоксально, до сего времени нет надежных долгосрочных прогнозов их появления, достоверных и общепринятых методик подсчета причиняемых ими ущербов и концепции защиты от них. Поэтому к числу первоочередных задач в области изучения наводнений следует отнести разработку системы прогнозирования характеристик наводнений. Достаточно сложная ситуация с наличием нужной информации по р. Припяти. 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: р. Стырь — Ладорож, р. Цна — Кожан-Городок, р. Словечна — Новая Рудня, не могут в полной мере решить эту задачу.

Ценнейшим компонентом поймы Припяти являются старичные озера, играющие большую роль в формировании стока, в процессах накопления веществ и самоочищения вод. В долине Припяти насчитывается более 1100 озер, которые являются местами произрастания водной и прибрежной растительности, ареалами обитания водной и околородной фауны, в том числе местами кормления птиц.

Кроме естественных озер на территории БП созданы пруды и водохранилища, которые распределены следующим образом: в бассейне Западного Буга расположено 11 водохранилищ и 86 прудов суммарной площадью водного зеркала соответственно 18,3 и 7,1 км<sup>2</sup> при объеме 65,3 и 13,1 млн м<sup>3</sup>; в бассейне Припяти 55 водохранилищ и 277 прудов суммарной площадью соответственно 206,2 и 28,0 км<sup>2</sup> при объеме 585,4 и 53,3 млн м<sup>3</sup>. Средняя величина площади водного зеркала водохранилищ в бассейне Западного Буга составляет 1,66 км<sup>2</sup>, суммарный объем — 5,94 млн м<sup>3</sup>, а средняя площадь водного зеркала прудов — 0,083 км<sup>2</sup>, и суммарный объем — 0,152 млн м<sup>3</sup>, что значительно меньше аналогичных величин для Беларуси в целом, которые составляют для водохранилищ 5,37 км<sup>2</sup> и 20,46 млн м<sup>3</sup>, для прудов 0,119 км<sup>2</sup> и 0,204 млн м<sup>3</sup>. В бассейне Припяти эти величины соответственно равны: для водохранилищ — 3,75 км<sup>2</sup> и 10,64 млн м<sup>3</sup>, для прудов — 0,101 км<sup>2</sup> и 0,192 млн м<sup>3</sup>. Меньшие объемы вызваны плоским равнинным рельефом.

Оценка влияния антропогенных факторов на водные ресурсы является одной из наиболее острых проблем современности. 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 мелиораций Полесской низменности. При этом водные ресурсы Полесья подверглись антропогенным воздействиям сильнее, чем водные ресурсы других регионов. В Полесье 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 реки и строительство польдерных мелиоративных систем, исключая затопление обвалованных участков поймы, привели к понижению грунтовых вод на 1,0...1,5 м, снижению уровней воды в реках, в некоторых — вплоть до пересыхания. Все это выразилось в изменении водного и солевого баланса, гидрологического режима реки, ее поймы и привело к массовому усыханию лесов и другим негативным последствиям. Анализ изменения стока Припяти за последнее столетие показал рост среднегодового стока реки в период активных мелиораций (рис. 1) во все месяцы года, кроме апреля и мая. Рост среднегодового стока Припяти составляет 12 % по сравнению с предыдущими годами, а по сравнению с предыдущим двадцатилетием — уже около 30 % [14].

В настоящее время степень влияния безвозвратного водопотребления и потери воды при регулировании речного стока невелики и находятся в пределах ошибки измерения. Так, в 2000 г. в бассейне Припяти эти потери были 0,60 км<sup>3</sup>/год, что составило 3,7 % от речного стока и 8,6 % от стока 95 %-ной обеспеченности. Максимальные потери за последние 15 лет в бассейне Припяти составили 0,92 км<sup>3</sup>/год, в том числе в пределах БП — 0,27 км<sup>3</sup>/год, в бассейне Западного Буга эти величины соответственно равны 0,12 и 0,05 км<sup>3</sup>/год.

Изменение климата в отдаленной перспективе приведет к увеличению температуры воздуха на 0,3...3,0 °С и уменьшению атмосферных осадков на 0...15 % [17]. Численные эксперименты показали, что увеличение температуры на 2 °С и уменьшение осадков на 10 % приведет к уменьшению речного стока на 13...14 % [7]. Полученный прогноз изменения водных ресурсов Беларуси и особенно БП свидетельствует о необходимости заблаговременной подготовки к возможным неблагоприятным последствиям.

В последнее время стал актуальным вопрос ухудшения качества природных вод из-за увеличения точечного и площадного загрязнения, обусловленного деятельностью промышленности и сельского хозяйства. Это загрязнение связано с недостаточной обеспеченностью крупных населенных пунктов очистными сооружениями, повсеместным отсутствием очистки ливневых вод, не регламентированном использованием минеральных и органических удобрений, а также с радионуклидным загрязнением территории после аварии на ЧАЭС. Большинство рек БП относится к категории “умеренно загрязненных”. Наибольшую нагрузку сточных вод испытывают: р. Ясельда ниже Березы и р. Припять ниже Мозыря [15]. Сопоставление концентраций загрязняющих веществ в природных и сточных водах указывает на то, что во всех бассейнах рек качество сточных вод гораздо хуже качества природных вод, т. е. сосредоточенные источники загрязнения продолжают оставаться существенным элементом загрязнения водной среды. Объем загрязненных и нормативно очищенных сточных вод в 1999 г. в бассейне Западного Буга составил 51 млн м<sup>3</sup>, а интегральный показатель загрязненности сточных вод — 0,6, что требует 0,3 км<sup>3</sup> чистой воды для разбавления сбрасываемых сточных вод до уровня предельно допустимых концентраций (ПДК). Для бассейна Припяти эти показатели соответственно равны 71 млн м<sup>3</sup>, 1,6 и 1,2 км<sup>3</sup>. Концентрация загрязняющих веществ в природных водах Припяти ниже Мозыря по нефтепродуктам составляет 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, в то время как в сбрасываемых сточных водах — 0,24 мг/дм<sup>3</sup>, для р. Мухавца в районе г. Бреста эти показатели соответственно равны 0,04 и 0,14 мг/дм<sup>3</sup>; по аммонийному азоту: для Припяти — 0,66 и 7,60 мг/дм<sup>3</sup> и для Мухавца — 0,56 и 3,3 мг/дм<sup>3</sup>; по нитритному азоту: для Припяти — 0,012 и 0,20 мг/дм<sup>3</sup> и для Мухавца — 0,013 мг/дм<sup>3</sup>; по БПК (биохимическое потребление кислорода): для Припяти — 2,12 и 11,2 мг/дм<sup>3</sup> и для Мухавца — 2,16 и 4,7 мг/дм<sup>3</sup> [6].

В последние десять лет, в связи с сокращением производства и грузоперевозок речным транспортом, антропогенный пресс на реки снизился. Коэффициент техногенного воздействия в бассейне Припяти 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 [19].

В дочернобыльский период концентрации <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в воде Припяти составляли соответственно 0,0033...0,00185 и 0,00185...0,0066 Бк/дм<sup>3</sup>. В первые дни после аварии (период первичного загрязнения) суммарная бета-активность речной воды в районе ЧАЭС превышала 3000 Бк/дм<sup>3</sup> и только к концу мая 1986 г. снизилась до 150...200 Бк/дм<sup>3</sup>. Максимальные концентрации плутония-239 в воде Припяти составили 0,37 Бк/дм<sup>3</sup>. В настоящее время наиболее высокое содержание стронция-90 (от 1,59 до 2,70 Бк/дм<sup>3</sup>) наблюдается в водах рек Брагинка, Желонь, Ротовка, Несвич, дренирующих территории с высокой плотностью радиоактивного загрязнения, а также в старицах Припяти на территории зоны отселения. Анализ процессов накопления радионуклидов в донных отложениях показывает, что в настоящее время максимальные концентрации радионуклидов в донных наносах обусловлены их смывом с водосбора и дальнейшей транспортировкой по руслу реки взвешенными и влекомыми наносами, а также обменными процессами в системе вода — донные отложения, взвесь — вода. Концентрации <sup>137</sup>Cs в воде значительно ниже допусти-

мых концентраций по нормам радиационной безопасности и не превышают республиканского допустимого уровня по его содержанию в питьевой воде. Но они все еще выше доаварийных значений. По сравнению с 1986 г. среднегодовые концентрации  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились, например в Припяти — в 7 раз.

До настоящего времени не решен вопрос, связанный с трансграничным переносом основных загрязняющих веществ. В связи с этим необходима оценка составляющих этого переноса загрязнений: поступающих на территорию БП с сопредельных государств, формирующихся на ее территории и уходящих за ее пределы [15]. Поэтому создание международной (Беларусь, Украина, Польша) сети мониторинга за поверхностными водами, а также увеличение плотности метеорологической сети имеют важное значение.

Подземные воды являются одним из важнейших компонентов природных ресурсов БП. В геологическом отношении территориально они приурочены к двум артезианским бассейнам: Припятскому и Брестскому, разделенным Полесской седловиной. Глубина залегания кристаллического фундамента в Брестской впадине достигает 2 км, а в Припятской — 6 км. В процессе геологической истории развития территории здесь сформировались пресные и минерализованные воды. Минерализованные воды занимают нижнюю и большую часть (более 90 %) гидрогеологического разреза. Суммарное содержание солей в них возрастает с глубиной от 1 до 400 г/дм<sup>3</sup> и более, а химический состав преимущественно хлоридно-натриевый [6, 14].

Основными эксплуатационными горизонтами и комплексами пресных вод в Брестской области являются саргаевский и семилукский терригенно-карбонатный, а также старооскольский и ланский терригенный комплекс. В Гомельской области эксплуатируются: нежнеплейстоценовый — днепровский водноледниковый, палеогеновый, эоценовый терригенный, альб-сеноманский и палеогеновый, нижнесеноманский терригенный, туронско-маастрихтский, альбский и сеноманский карбонатно-терригенный, а на отдельных участках франский терригенно-карбонатный [6]. Мощность зоны пресных вод составляет 120...300 м. Здесь распространены гидрокарбонатные кальциевые, реже кальциево-магниевые воды с минерализацией от 0,1 до 0,4 г/дм<sup>3</sup>.

Естественные ресурсы подземных вод в бассейне Припяти по состоянию на 01.01.2000 составили 7010 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а прогнозные — 10 279 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В бассейне Западного Буга естественные и прогнозные ресурсы значительно меньше — 1396 и 1813 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В бассейнах Припяти и Западного Буга разведано соответственно 983 и 350 тыс. м<sup>3</sup>/сут эксплуатационных запасов подземных вод. Использование этих запасов в целом для БП не превышает 24...28 %. Однако в пределах крупных городов использование эксплуатационных запасов по промышленным категориям А + В достигает 60...70 % (г. Брест).

Вопросами изучения подземных вод в связи с осушением болот и заболоченных земель в различные годы занимались известные ученые и практики. А. В. Кудельским, А. М. Гречко, Т. Д. Кривецкой и др. было установлено, что осушительные мелиорации привели к усилению дренирования подземных вод, снижению их уровней, переформированию баланса грунтовых вод. Мелиоративные системы превратились в своего рода водозаборы [11]. В последние годы в число приоритетных геоэкологических проблем выдвигается проблема качества подземных вод. В связи с тем, что целостная картина состояния подземных вод БП пока отсутствует, остановимся на результатах отдельных гидрогеоэкологических исследований, выполненных к настоящему времени.

Наблюдение за подземными водами в слабо- и ненарушенных условиях, осуществляемое в бассейне Западного Буга по 44 скважинам, а в бассейне Припяти по 56 скважинам, показало, что хорошее качество грунтовых вод характерно для Беловежской пуши. На остальной территории наблюдается очаговое их загрязнение, где повышено содержание ионов хлора, сульфатов, нитратов [6]. В бассейне Припяти основными загрязнителями являются: сульфаты (до 35 мг/дм<sup>3</sup>) — в низовьях Птичи; хлориды (до 109,9 мг/дм<sup>3</sup>) — в бассейне Горыни; нитраты (61,35 мг/дм<sup>3</sup>) — Ситненский гидрогеологический пост. В районе г. Мозыря в грунтовых водах зафиксирован аммиак (2,4 мг/дм<sup>3</sup>). В бассейнах рек Бобриск, Оресса и прирусловой

части среднего течения Припяти наблюдается повышенное содержание ионов железа (до  $67,4 \text{ мг/дм}^3$ ).

Качество подземных вод, отбираемых групповыми и одиночными водозаборами, в основном соответствует требованиям ГОСТа и в процессе эксплуатации меняется слабо. Однако по ряду водозаборов, в результате несоблюдения санитарных условий, наблюдается локальное загрязнение отбираемых вод. Подземные воды, как правило, характеризуются высокой цветностью, достигающей  $40\text{--}90^\circ$  (при допустимом значении  $20^\circ$ ). На водозаборах городов Барановичи, Кобрин, Гомель, Калинковичи, Мозырь мутность воды достигает  $2\text{--}10 \text{ мг/дм}^3$ . На водозаборах “Щара-1” и “Щара-2” (Барановичи) минерализация воды достигает  $0,9\text{--}1,1 \text{ мг/дм}^3$  [6].

Серьезную экологическую опасность для природных вод представляют разведка и разработка нефтяных месторождений, а также других полезных ископаемых. Так, например, разработка месторождения гранита “Микашевичи” с водоотливом  $50 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  изменила естественные гидрогеологические условия в радиусе  $10 \text{ км}$  и вовлекла в нарушенный режим территорию в несколько сот километров. В пределах бассейна Припяти, согласно исследованиям М. М. Черепанского, выявлено около  $10$  месторождений обводненных твердых полезных ископаемых, суммарный водоотлив из которых может составить  $150 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  [17, 18]. Вредное воздействие на окружающую среду, в том числе и на природные источники воды, оказывают Солигорский горнодобывающий калийный комплекс, разработка месторождения песка и мела Хотиславское, нефтеразведка и нефтедобыча в Речицком и Светлогорском районах, другие народнохозяйственные объекты.

По данным А. В. Кудельского и В. И. Пашкевича, в настоящее время  $76 \%$  колодцев имеют воды с содержанием нитратов выше ПДК [12]. 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 г. Речицы, где содержание нитратов варьирует от  $59,2$  до  $87 \text{ мг/дм}^3$ . На водозаборах “Волохва” и “Щара-1” (Барановичи) подземные воды загрязнены аммиаком (от  $2,25$  до  $10 \text{ мг/дм}^3$ ). Содержание нитратов от  $40$  до  $212 \text{ мг/дм}^3$  зафиксировано и в напорных водах, используемых для водоснабжения в Копыльском и Светлогорском районах.

Исследования М. Ю. Калинина и М. А. Писарика, продолженные В. Г. Жогло, показали, что положение с хозяйственно-питьевым водоснабжением городского и сельского населения Гомельского района приближается к критическому состоянию [9, 17]. Основными источниками загрязнения подземных вод в городе являются: очистные сооружения — грунтовые воды загрязнены нефтепродуктами до  $0,357\text{--}0,714 \text{ мг/дм}^3$ ; отвалы фосфогипса химзавода; полигон бытовых отходов; участки, загрязненные радионуклидами. При оценке структуры потоков подземных вод созданные В. Г. Жогло математические модели фильтрации позволили установить, что отбор подземных вод привел к формированию региональных воронок депрессии. В 1997 г. в результате ухудшения качества питьевых вод произошла вспышка заболеваемости жителей города серозным менингитом. В том же году под Гомелем, в зоне влияния Корневского водозабора, произошла крупная авария с разливом  $20 \text{ тыс. т}$  бензина [17].

На ухудшение качества подземных вод в БП существенное влияние оказывает не только существующая техногенная нагрузка, но и санитарно-техническое состояние самих водозаборов и прилегающих к ним территорий. Для большинства групповых водозаборов не разработаны проекты по организации зон санитарной защиты и комплекса мероприятий, исключающих возможность ухудшения качества подземных вод [9, 10].

Потенциально опасным источником загрязнения подземных вод являются территории площадью  $47 \text{ тыс. км}^2$ , загрязненные чернбыльскими радионуклидами с плотностью свыше  $1 \text{ Ки/км}^2$  по  $^{137}\text{Cs}$ . Случаев превышения активности радионуклидов свыше республиканского допустимого уровня (РДУ-99) в подземных водах не установлено. Однако в грунтовых водах уровень загрязнения значительно превышает естественный фон и на некоторых приуроченных инфильтрационных водо-

заборах (водозабор “Сож”, г. Гомель) отмечается тенденция к росту содержания  $^{90}\text{Sr}$ .

Следует отметить, что до 1992 г. в республике отсутствовали детальные гидрогеоэкологические исследования территорий городов, районов, областей. Исследования, выполненные в составе территориальных комплексных схем охраны окружающей среды Могилевской области, Барановичского, Гомельского, Жлобинского, Калинковичского, Мозырского, Пинского и других районов республики, положили начало восполнению этого пробела [9, 10]. 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, бактериальное 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, незатрапонируемым 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 данные химических, бактериологических и радиологических анализов за последние 20...25 лет. Обобщение 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 [9—11].

В качестве примера использования подземных вод БП и описания степени их химического загрязнения приведем результаты исследований для Барановичского района Брестской области, где проживает более 220 тыс. человек [10]. В городе эксплуатируются 6 групповых и 16 одиночных водозаборов, что обеспечивает 100 %-е централизованное водоснабжение. Сохранившиеся колодцы используются в основном для хозяйственных целей. Хозяйственно-питьевое водоснабжение сельских населенных пунктов района базируется исключительно на подземных водах. Доля поверхностных вод не превышает 25 %. В районе к 1998 г. пробурены 634 одиночные скважины, а действовало 346, по данным ССМУ-2, затрапонирувано 107 скважин. Судьба 181 скважины неизвестна. Около 71 % скважин эксплуатируют воды четвертичных отложений. На населенный пункт приходится от 1 до 25 скважин, в то же время в 59 деревнях скважины отсутствуют. Полное централизованное водоснабжение имеют поселки Жемчужный, Мир и Октябрьский. В 40 деревнях оно организовано частично, что компенсируется 10 216 колодцами. Глубина их составляет от 3...5 до 10...15 м. Суточный отбор воды из колодцев (из расчета 50 л на человека) может составлять 1,27 тыс. м<sup>3</sup>. Для бальнеологических целей в санатории “Радон” в долине р. Молчадь используются подземные воды с содержанием радона до 220 эман. В районе есть и другие участки выхода радона с меньшей интенсивностью.

Анализ данных последних лет показывает, что использование подземных вод в районе не соответствует рациональному водопользованию. Фактически водоотборы на всех групповых водозаборах города ниже утвержденных эксплуатационных запасов по категориям А + В и составляют всего 44...61 % от них. Количество эксплуатационных скважин (без учета ведомственных) достигло 69, что составляет 4 скважины на 10 тыс. жителей. Для сравнения в Гомеле на это количество жителей приходится 2,5 скважины. Фактические дебиты скважин на всех водозаборах со-

ставляют в среднем 60...70 % от проектных, хотя понижение уровней в центре водозаборов не превышает 40 % от допустимого. Водоприемные части на многих скважинах (особенно на водозаборе "Щара-1") выполнены с низким качеством.

При рациональном водопользовании современные потребности города могут быть удовлетворены только за счет водозаборов "Щара-1" и "Щара-2", запасы которых утверждены в количестве 48,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, и водопотребление при норме в 250 л/сут не превысит 43,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В дальнейшем возможен ввод в эксплуатацию водозабора Дубровно. Водозаборы "Волохва", ПХБО и все ведомственные групповые и одиночные водозаборы, расположенные в пределах городской застройки, где практически невозможно обеспечить зону санитарной охраны (ЗСО) 3-го пояса, необходимо вывести из эксплуатации и затампонировать.

В сельских населенных пунктах возможности водозаборных скважин, как и в городе, используются не полностью. Потенциальная производительность всех действующих скважин в районе оценивается в 55 млн м<sup>3</sup>/год, в то время как существующее водопотребление составляет 8,8 млн м<sup>3</sup>/год, т. е. не превышает 16 %. Этот водоотбор может быть обеспечен в 6...7 раз меньшим числом эксплуатационных скважин.

Анализ многолетних данных по химическому составу подземных вод позволил построить карту степени их химического загрязнения в масштабе 1:100 000 (рис. 2). К низкой степени загрязнения грунтовых вод отнесены участки, где воды за последние 20 лет не изменили своего первоначального качественного состава, хотя имеют некоторые отступления от ГОСТа 2874-82. Это преимущественно лесные массивы и территории, не используемые в сельскохозяйственной деятельности. К средней степени загрязнения грунтовых вод отнесены участки, где содержание загрязняющих веществ (нитратов, хлоридов и др.) в воде выше естественного фона, но не превышает ПДК. Эта зона зафиксирована на территории пашни и большинства населенных пунктов. К периодически высокой степени загрязнения грунтовых вод отнесены территории, где содержание загрязняющих веществ в отдельные годы или периоды превышает ПДК. К высокой степени загрязнения грунтовых вод отнесены участки, где содержание загрязняющих веществ в воде постоянно превышает ПДК.

Установлено, что химическому загрязнению в районе подверглась большая часть подземных вод.

Участки с низкой степенью загрязнения грунтовых вод и вод спорадического распространения выделены в юго-западной и западной частях района (деревни Полонка, Подгорная, Лесная, Миловиды). Содержание хлоридов и сульфатов здесь не превышает 3...5 мг/дм<sup>3</sup>, а нитратов — 0,5...1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Минерализация воды соответствует естественному фону (0,4 г/дм<sup>3</sup>). Площадь этой зоны составляет 33 % от площади территории района.

К средней степени химического загрязнения грунтовых вод отнесены участки 28 деревень, перечень которых представлен в работе [9]. В грунтовых водах и водах спорадического распространения содержание хлоридов составляет 5...30 мг/дм<sup>3</sup>, нитратов — 0,2...45 мг/дм<sup>3</sup>. Минерализация воды изменяется в пределах 0,1...0,4 г/дм<sup>3</sup>. Эта зона занимает около 53 % территории района.

Периодически высокая степень загрязнения грунтовых вод установлена в большинстве сельских населенных пунктов (в 170 из 247). Содержание нитратов изменяется от 0 до 509 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов — от 1 до 210 мг/дм<sup>3</sup>. Суммарное содержание солей преимущественно составляет 0,3...0,5 г/дм<sup>3</sup>, в отдельные периоды снижаясь до 0,15...0,2 или повышаясь до 0,7...0,9 г/дм<sup>3</sup> и более (деревни Заболотье, Звездная — 1,5; Колпеница — 1,13 г/дм<sup>3</sup>).

К высокой степени загрязнения грунтовых вод отнесены территории Барановичей и 19 сельских населенных пунктов [9]. Содержание нитратов здесь постоянно превышает ПДК (составляя 49...309 мг/дм<sup>3</sup>), хлоридов — 15...47 мг/дм<sup>3</sup>, общая минерализация не превышает 0,6 г/дм<sup>3</sup>.

Выполненный детальный анализ динамики загрязнения подземных вод показывает, что началом загрязнения можно считать 1980—1985 гг., когда содержание нитратов в пределах деревень составляло 0,5...21,3 мг/дм<sup>3</sup>. К 1988 г. в отдельных населенных пунктах содержание нитратов в водах выросло до 65 мг/дм<sup>3</sup>, а иногда достигало 345,8 мг/дм<sup>3</sup>. При этом происходил рост содержания хлоридов до 130 мг/дм<sup>3</sup>. Максимум загрязнения приходится на 1992—1993 гг., когда содержание

нитратов в подземных водах в большинстве деревень превысило ПДК и достигло 400...500 мг/дм<sup>3</sup>. Это вполне согласуется с количеством внесенных удобрений. С 1992 г. количество вносимых удобрений стало сокращаться. В 1995 г. оно уменьшилось в 3 раза, что привело к самоочищению грунтовых вод во многих деревнях до средней степени. И только в 19 вышеназванных деревнях сохранилось высокое загрязнение. Неблагоприятная обстановка сложилась на полях орошения животноводческими стоками в совхозе-комбинате "Мир" и в районе свиноводческого комплекса "Восточный" на 46 тыс. голов.



Рис. 2. Степень химического загрязнения подземных вод Барановичского района: 1 — низкая (практически незагрязненные); 2 — средняя (степень загрязнения ниже ПДК, но выше фона); 3 — периодически высокая; 4 — высокая (степень загрязнения выше ПДК). Источники загрязнения подземных вод: 5 — поля орошения поверхностными водами; 6 — животноводческие фермы; 7 — свиноводческие комплексы; 8 — птицефабрики; 9 — фермерские хозяйства; 10 — садоводческие товарищества

В Барановичах в абсолютном большинстве контролируемых участков (в 26 из 28) содержание нитратов уже с 1989—1993 гг. от 1,5 до 10 раз превысило ПДК. На ул. Литовской достигнуто рекордное значение — 852 мг/дм<sup>3</sup>, что 19 раз превышает ПДК. В последующие годы снижение загрязнения не отмечается. Причиной высокого загрязнения подземных вод в городе являются приусадебные участки и огороды в частном секторе с неконтролируемым внесением удобрений, наличием дворовых туалетов, выгребных и компостных ям, необорудованных мест содержания животных и птицы.

В городе трудно обеспечить защиту водозаборов подземных вод от загрязнений. Так, например, ЗСО 3-го пояса водозабора "Волохва" охватывает практически весь город. Для водозабора ПХБО проект ЗСО не разработан, но фактически она будет захватывать застроенную часть города. Водозаборы КЭЧ также подверглись нитратному загрязнению. В военных городках содержание нитратов в 1995 г. составило 47,7...64,8 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов — 28...40, сульфатов — 63...84 мг/дм<sup>3</sup>. В ЗСО 3-го пояса водозабора "Щара-1" имеются крупные загрязнители в виде животноводческих ферм. В 1996 г. здесь наблюдались случаи бактериального загрязнения подземных вод. Этот вид загрязнения зафиксирован в двух скважинах и на водозаборе ТЭЦ.

Ниже залегающие межпластовые воды в городе и районе также подверглись загрязнению, хотя уровень его несколько меньше, чем в грунтовых водах и водах спорадического распространения. Первые признаки загрязнения межпластовых вод отмечались еще в 1970-е гг. при сооружении новых водозаборных скважин. К концу 1980-х гг. содержание нитратов составляло до 20...30 мг/дм<sup>3</sup>. В последние годы как в городе, так и в районе резко возросло содержание аммиака до 0,5...1,8 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК 2 мг/дм<sup>3</sup>).

Относительно высокий процент (до 12...13 %) бактериального загрязнения межпластовых вод в районе, эксплуатируемых одиночными водозаборными скважинами, объясняется отсутствием пояса строгой санитарной защиты.

Близость к земной поверхности кристаллического фундамента, разделенного тектоническими нарушениями на блоки, обусловило насыщение подземных вод радоном. Концентрации радона в верхнепротерозойском горизонте на водозаборе "Волохва" составляет до 36,1 Бк/дм<sup>3</sup>; на водозаборе "Щара-1" — до 22,8; на водозаборе "Щара-2" — до 26 Бк/дм<sup>3</sup>.

Анализ приведенных данных свидетельствует, что качество подземных вод Барановичей и многих сельских населенных пунктов неблагоприятное. Для восстановления их качества, защиты от дальнейшего загрязнения и рационального использования разработан комплекс мероприятий, который передан в исполнительные и контролирующие органы города.

Приведенный пример является характерным для всего БП. Ниже в табл. 6 приведены сравнительные данные по отдельным районам, для которых выполнены подобные гидрогеоэкологические исследования [14, 17].

Проведенные исследования показали масштабы загрязненности грунтовых и напорных вод по площади в отдельных районах БП. Понимая особую важность сохранения высокого качества пресных подземных вод, 26 мая 1999 г. был принят Закон "Об обеспечении населения питьевой водой", а Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды взят под строгий контроль вопрос обеспечения населения чистой питьевой водой и сохранения водных источников.

Водные ресурсы территориально замкнуты и едины в пределах водосборной площади, поэтому для управления ими следует использовать бассейновый подход, при котором возможно сбалансировать как количественные показатели, так и качественные аспекты водопользования [2].

Таблица 6

Загрязнение грунтовых вод по отдельным районам

Административные районы	Год исследования	Населенные пункты с высоким загрязнением грунтовых вод			Доля населенных пунктов с периодически высоким загрязнением грунтовых вод, %
		Доля от общего числа, %	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>		
			нитраты	хлориды	
Гомельский	1993	34,3	45...688	67...676	—
Жлобинский	1993	9,5	49...255	71...340	34,0
Калинковичский	1997	6,2	45...400	35...500	50,8
Мозырский	1994	21,1	51...220	50...448	68,9
Речецкий	1993	97,9	53...833	68...594	0

Подводя итог состоянию водных ресурсов БП, авторы считают, что дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на следующих основных направлениях: 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 БП.

В области борьбы с наводнениями и их последствиями первоочередными задачами являются:

выполнение районирования и картирования пойм с нанесением границ наводнений различной водообеспеченности, с учетом вида хозяйственного использования территории;

разработка математической модели и создание соответствующих баз данных для прогнозирования наводнений;

разработка противопаводковых мероприятий в долинах рек с учетом всего водосбора;

определение видов хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен минимальный ущерб;

создание надежных инженерных сооружений по защите сельскохозяйственных земель и хозяйственных объектов с минимальными нарушениями природных биогеоценозов;

оптимизированное сочетание инженерных методов защиты населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий с неинженерными (экономическими и юридическими). Создание гибкой программы по страхованию от наводнений, сочетающую как обязательные, так и добровольные формы;

разработка системы оповещения населения о времени наступления наводнения, о максимально возможных отметках его уровня и продолжительности;

разработка единой методики учета последствий от наводнений и подсчета причиняемого ими ущерба, а также учета ущерба, наносимого здоровью людей в период наводнений и после них.

Первоочередными задачами в области улучшения качества поверхностных и подземных вод являются:

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;

обеспечение мероприятий по снижению загрязнения поверхностных и подземных вод при разработке месторождений полезных ископаемых (гранита — “Микашевичи”, калийных солей — Солигорск, нефти и газа — Речицкий и Светлогорский районы и др.);

разработка мероприятий по снижению загрязнения природных вод от отвалов фосфогипса Гомельского химического завода;

разработка мероприятий по улучшению качества подземных вод на групповых водозаборах основных населенных пунктов БП;

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;

создание методики оценки ущерба от загрязнения вод с учетом экологической безопасности для человека и природной среды.

Первоочередными задачами по регулированию режима поверхностных и подземных вод являются:

оценка последствий трансформации гидробиологического режима рек, вызванной изменением уровня и скоростного режимов рек, повышением температуры воздуха, ухудшением кислородного режима, снижением интенсивности процессов самоочищения;

обоснование перспектив регулирования поверхностного стока в подземных емкостях с целью обеспечения устойчивого водоснабжения населенных пунктов водой хозяйственно-питьевого качества и орошения сельскохозяйственных угодий в маловодные годы.

На бассейновом уровне необходимо решить следующие задачи:

дать оценку современного состояния и на перспективу водных ресурсов с учетом пространственно-временных колебаний и изменений основных элементов водного баланса речных водосборов, влияния на них различных природных и антропогенных факторов;

разработать бассейновую схему управления водными ресурсами Припяти и Западного Буга;

разработать модель функционирования бассейна малых рек и на ее основе оптимизировать комплексное использование водных ресурсов этих бассейнов;  
 разработать методы эксплуатации работы бесплотинных водозаборов, водного транспорта, рекреационных мест и т. д. в условиях уменьшения стока;  
 дать экономическое обоснование расчетной обеспеченности водохозяйственных объектов, использующих поверхностные воды в связи с уменьшением водных ресурсов.

• **Список литературы**

1. **Авакян А. Б.** Наводнения. Концепция защиты//Известия РАН. Сер. геогр. 2000. № 5. — С. 40—46.
2. **Апацкий А. Н., Усенко В. С., Щербаков Г. А.** Концепция организации бассейнового управления использованием и охраной водных ресурсов Беларуси//Природные ресурсы. 1999. № 2. — С. 24—29.
3. **Блакiтная кнiга Беларусi.** — Мн.: БелЭн, 1994. — 415 с.
4. **Васильченко Г. В., Гриневич Л. А.** Опыт борьбы с наводнениями в СССР и задачи инженерной защиты от затоплений сельхозугодий в пойме р. Припяти//Проблемы Полесья. Вып. 9. — Мн.: Наука и техника, 1984. — С. 20—27.
5. **Волчек А. А.** Автоматизация гидрологических расчетов//Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды: Тр. междунар. науч.-практ. конф. по проблемам водохозяйственного, промышленного и гражданского строительства и экономико-социальных преобразований в условиях рыночных отношений. — Биберах — Брест — Ноттингем, 1998. — С. 55—59.
6. **Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 1999 год).** — Мн.: ЦНИИКИВР, 2000. — 129 с.
7. **Гриневич А. Г., Плужников В. Н.** Оценка влияния возможного глобального потепления на водные ресурсы и водное хозяйство//Природные ресурсы. 1997. № 2. — С. 49—53.
8. **Дрозд В. В., Ревера О. З.** Река Припять. — Мн.: Университетское, 1988. — 77 с.
9. **Калинин М. Ю., Писарик М. А.** Степень химического загрязнения подземных вод Барановичского района//Вестник БПИ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. 2001. № 2. — С. 63—66.
10. **Калинин М. Ю.** Подземные воды и устойчивое развитие. — Мн.: Белсенс, 1998. — 444 с.
11. **Кудельский А. В., Гречко А. М., Кривецкая Т. Д., Пашкевич В. М.** Гидрогеологическая экспертиза ширококомасштабных осушительных мелиораций. — Мн.: Наука и техника, 1993. — 112 с.
12. **Кудельский А. В., Пашкевич В. И.** Подземные воды нуждаются в лучшей защите//Вода. 1998. № 8—9. — С. 11—12.
13. **Лиштван И. И., Азява Г. В., Ярошевич Л. М.** Проблемы наводнений в Полесье и мероприятия по противопаводковой защите населенных пунктов и сельскохозяйственных земель//Природные ресурсы. 1999. № 2. — С. 49—58.
14. **Логинов В. Ф., Калинин М. Ю., Иконников В. Ф.** Антропогенное воздействие на водные ресурсы Беларуси. — Мн.: ПолиБиг, 2000. — 284 с.
15. **Плужников В. Н., Гриневич А. Г., Лукошко М. Р.** Оценка трансграничного переноса загрязняющих веществ реками Беларуси//Природные ресурсы. 1998. №4. — С. 32—36.
16. **Республиканская программа инженерных водохозяйственных мероприятий по защите населенных мест и сельскохозяйственных угодий от паводков в наиболее паводкоопасных районах Полесья.** — Мн., 2000. — 103 с.
17. **Современные проблемы изучения, использования и охраны природных комплексов Полесья: Тез. докл. междунар. науч. конф.** — Мн.: Белсэнс, 1998. — 254 с.
18. **Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 1997/Под ред В. Ф. Логинова.** — Мн., 1998. — 172 с.
19. **Углянец А. В.** Сохранение и восстановление пойменно-речных природных комплексов Припяти — задача общеевропейская//Европа — наш общий дом: Экологические аспекты: Матер. междунардн. конф. Ч. 2. — Мн., 2000. — С. 74—80.
20. **Швец Г. И.** Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1972. — 243 с.

**Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси,  
 Отдел проблем Полесья НАН Беларуси**

**М. Ю. Калінін, А. А. Волчак**  
**ВОДНЫЯ РЭСУРСЫ БЕЛАРУСКАГА**  
**ПАЛЕССЯ: ВЫКАРЫСТАННЕ І АХОВА**

*Адной з галоўных праблем Беларускага Палесся з'яўляецца перыядычнае затопленне асвоеных тэрыторый у перыяд паводак, якія наносзяць значную шкоду айчыннай эканоміцы. Прычым да гэтага часу не існуе надзейных доўгатэрміновых прагнозаў іх з'яўлення, верагодных і агульнапрынятых метадык падліку стратаў, якія яны наносзяць, і агульнапрынятай канцэпцыі абароны населеных пунктаў і прадпрыемстваў.*

*Недастатковая забяспечанасць буйных населеных пунктаў Беларускага Палесся ачышчальнымі збудаваннямі, паўсюдная адсутнасць ачысткі залеўных вод, а таксама нерэгламентаванае выкарыстанне мінеральных і арганічных угнаенняў адмоўна ўплываюць на якасць паверхневых вод. Важнай для Беларускага Палесся застаецца ацэнка ўплыву антрапагенных фактараў на водныя рэсурсы. Акрамя гэтага, не вырашана пытанне з трансмежавым пераносам забруджальных рэчываў. Асабліва трэба адзначыць нізкую якасць прэсных падземных вод у сельскіх населеных пунктах, якая звязана як з буйнамаштабным хімічным забруджваннем навакольнага асяроддзя, так і з наступствамі катастрофы на Чарнобыльскай АЭС. Якасць падземных вод у асноўным адпавядае стандартам і ў працэсе эксплуатацыі мяняецца нязначна. Аднак па шэрагу водазбораў у выніку невыканання санітарных умоваў назіраецца лакальнае забруджванне вод. Сур'ёзную экалагічную пагрозу для падземных і паверхневых водаў выклікае разведка і распрацоўка радовішчаў нафты, а таксама іншых карысных выкапняў.*

*Далейшыя даследаванні водных рэсурсаў Беларускага Палесся мэтазгодна сканцэнтраваць на наступных кірунках: прадухленне і змяншэнне негатыўных наступстваў ад паводак; паляпшэнне якасці паверхневых і падземных вод; ахова водных крыніц пры распрацоўцы радовішчаў карысных выкапняў; кіраванне рэжымам паверхневых і падземных вод, якое забяспечыць біясфернае функцыянаванне прыродных экасістэм; стварэнне басейнавай схемы кіравання воднымі рэсурсамі Беларускага Палесся.*

**M. Kalinin, A. Volchek**  
**WATER RESOURCES OF BELARUSIAN**  
**PALESSIE: USAGE AND PRESERVATION**

*One of the main problems of Belarusian Palessie is periodic flooding of the assimilated areas during the period of floods and high waters that causes considerable economic losses. At the same time it is still very difficult to forecast them correctly, there is no true and generally accepted techniques to calculate the losses and there is no concept to protect built-up areas and objects of economy.*

*Such factors as the lack of purifying works in built up areas, rain waters are not purified, the usage of mineral and organic fertilisers is not regulated, all affect the quality of surface waters in a negative way.*

*The estimation of the influence of human factors on water resources still remains one of the most urgent problems of Belarusian Palessie. Besides, the problem of transborder transfer of polluting substances remains unsolved. It is necessary to pay attention to the extremely bad quality of fresh water in rural areas due to the large-scale chemical pollution of the environment and consequences of the Chernobyl accident.*

*The quality of underground waters corresponds to the requirements of the State Standard and changes slightly while being used. Still, in a number of cases due to the non-observance of sanitary conditions the local pollution of the collected waters takes place. Prospecting and exploitation of oil and other minerals also cause serious ecological impact.*

*Thus, it seems expedient to concentrate further research of water resources on the following trends:*

*prevention and decrease of negative consequences of flooding; improvement of the surface waters quality, protection of water sources at mineral fields exploitation; surface and underground waters management, which provides biosphere functioning of natural ecological systems; creation of the basin scheme of managing water resources in Belarusian Palessie.*