



УДК 556.044(476)

А.А. Волчек¹, Ан.А. Волчек²

¹д-р геогр. наук, проф., декан факультета инженерных систем и экологии
Брестского государственного технического университета
²канд. техн. наук, доц., доц. каф. природообустройства
Брестского государственного технического университета

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПРИПЯТЬ И ИХ МИНИМИЗАЦИЯ

Статья посвящена проблемам водных ресурсов Полесья. Дана количественная характеристика максимальным расходам воды рек Полесья и ее главной водной артерии р. Припять. Рассматриваются возможные последствия изменения речного стока в связи с изменением климата. Обозначены первоочередные задачи исследований по решению водных проблем этого региона.

Устойчивое развитие экономики Полесского региона тесно связано с комплексным использованием природных ресурсов и в первую очередь – водных. Рациональное использование водных ресурсов базируется на разнообразных подходах, методах и моделях качественной и количественной их оценки. Участвовавшие случаи экстремальных гидрологических явлений приводят к серьезным экономическим ущербам и даже к гибели людей. Поэтому возникает необходимость корректной оценки водных ресурсов в условиях постоянно изменяющегося климата и степени антропогенного воздействия на водные объекты. Это послужит основой для разработки мер по адаптации хозяйственной деятельности к новым условиям водного режима рек и позволит предотвратить либо уменьшить последствия природных и техногенных изменений гидрологического режима рек Полесья и ее главной водной артерии реки Припять.

Методологической основой исследований являются научные положения о стохастической природе изменчивости речного стока, что позволило использовать современные статистические методы анализа временных рядов (корреляционный, регрессионный, СВАН-анализ, Марковские цепи, нейронные сети и др.), функции пространственной асинхронности, оценки изменения стока с помощью пространственных корреляционных функций и др. Широко использованы методы водного и теплоэнергетического баланса подстилающей поверхности, математического моделирования. Системный анализ накопленной информации и сравнительно-географический метод позволили синтезировать наиболее важные, ключевые положения в колебаниях стока.

В качестве основных исходных материалов использованы стандартные данные наблюдений на гидрометеорологической сети, фондовые материалы различных организаций и учреждений за период инструментальных наблюдений, а также картографические и опубликованные источники.

Общая характеристика реки

Река Припять является главной водной артерией Полесской низменности, протекает по Украине и Беларуси. Длина р. Припять 761 км, из которых 500 км приходится на территорию Беларуси, при этом площади водосбора соответственно распределены 121 и 52,7 тыс. км². Общее падение реки 69,5 м, средний уклон водной поверхности 0,09‰, коэффициент извилистости – 1,25. Общее направление течения реки широтное – с запада на восток. Долина Припяти четко не выражена, двусторонняя, низкая. Русло р. Припять в истоке канализированное, на остальном протяжении извилистое, слабо ме-



Большинство рек Полесья в связи с равнинным характером рельефа имеют незначительные уклоны. Гидрографические характеристики основных водосборов рек бассейна Припяти представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Гидрографические характеристики основных рек бассейна Припяти

Река – створ	Площадь водосбора, км ²	Средний уклон, ‰	Средняя высота водосбора, м	Густота речной сети, км/км ²	Озерность, %	Заболоченность, %	Лесистость, %	Распаханность, %
Припять – с. Любязь	6 100	0,20	170	–	< 1	16	26	20
Выжевка – устье (п)	1 270	0,50	180	0,29	< 1	15	26	20
Турья – устье (п)	2 800	0,70	170	0,29	< 1	10	20	30
Стоход – устье (п)	3 150	0,40	170	0,28	< 1	6	34	20
Ясельда – устье (л)	7 790	0,15	154	0,47	1	32	32	25
Стырь – госграница (п)	12 370	0,40	210	0,27	< 1	5	24	–
Бобрик – устье (л)	1 890	0,20	145	0,30	< 1	29	53	15
Цна – устье (л)	1 130	0,30	153	0,46	< 1	15	59	15
Горынь – пгт Речица (п)	27 000	0,36	233	0,45	< 1	6	21	–
Лань – устье (л)	2 620	0,35	180	0,58	< 1	16	50	25
Случь – устье (л)	7 530	0,24	160	0,51	1	15	55	30
Ствига – госграница (п)	2 620	0,50	170	0,31	< 1	–	–	–
Уборть – устье (п)	5 820	0,30	171	0,38	< 1	11	65	20
Птичь – устье (л)	9 470	0,40	160	0,48	< 1	7	50	25
Вить – устье (л)	991	0,40	131	0,42	< 1	15	59	25
Словечна – устье (п)	3 600	0,70	148	0,33	0	12	70	15
Уж – устье (п)	8 080	0,50	170	0,31	< 1	4	27	–
Припять – устье	121 000	0,09	179	0,42	< 1	16	26	25

Примечание: (л) – левый приток; (п) – правый приток.

Годовое изменение уровней воды на реках Полесья, которое относится к областям повышенной и достаточной водности в гидрологическом районировании, характеризуется обычно высоким весенним половодьем и довольно низкой меженью, которая прерывается паводками от выпадения дождя или таяния снега.

Высшие уровни весеннего половодья, как правило, являются максимальными в году. Средняя высота весеннего подъема над минимальным летним уровнем составляет 3,5–4,5 м на р. Припять, 1,5–3 м для левобережных притоков и 1–2,5 м для правобережных. Наиболее часто (в среднем 1 раз в 2 года) весенние наводнения наблюдаются в районе поста Черничи на р. Припять, 1 раз в 2–3 года – в районе постов Речица на р. Горынь, у постов Пинск, Коробы, Петриков на р. Припять, Краснобережье на р. Уборть. Колебания уровней воды в разные фазы водности приведены в таблице 2 [2].

Весеннее половодье сменяется летне-осенней меженью, характеризующейся значительной изменчивостью. Летняя межень обычно ниже зимней. Дождевые паводки в летне-осенний период бывают почти ежегодно. Наибольшей высотой и продолжительностью отмечаются паводки, проходящие осенью.



Таблица 2. – Характерные уровни воды для рек бассейна Припяти (по состоянию на 1.01.2001 г.)

Река – пост	Отметка «0» поста, м БС	Уровни, см/дата			Размах колебаний
		Средний	max	min	
Припять – с. Речица	148,90	273	$\frac{373}{11.03.1999}$	$\frac{183}{8-21.09.1964}$	190
Припять – с. Любязь	138,30	333	$\frac{383}{17-18.03.1999}$	$\frac{132}{15.08.1952}$	251
Припять – г. Пинск	133,18	118	$\frac{302}{29.03.1979}$	$\frac{1}{3-5.09.1992}$	301
Припять – с. Коробы	126,88	414	$\frac{486}{20.04.1958}$	$\frac{31}{10.08.1961}$	455
Припять – пгт Туров	121,77	320	$\frac{410}{2-4.04.1979}$	$\frac{-62}{12-13.08.1961}$	472
Припять – с. Черничи	119,23	356	$\frac{637}{21-22.03.1999}$	$\frac{110}{28-29.08.1992}$	527
Припять – г. Петриков	112,55	558	$\frac{933}{3-4.04.1979}$	$\frac{327}{16.08.1961}$	606
Припять – г. Мозырь	110,93	234	$\frac{742}{22-24.04.1895}$	$\frac{-5}{03-06.09.1992}$	747
Выжевка – с. Руда	178,18	123	$\frac{229}{6-7.04.1958}$	$\frac{\text{прсх.}}{1-16.10.1946}$	–
Выжевка – пгт Старая Выжевка	162,71	209	$\frac{344}{2.03.1967}$	$\frac{\text{прсх.}}{10-22.08.1947}$	–
Турья – с. Ягодное	179,86	214	$\frac{398}{5.04.1932}$	$\frac{167}{5-8.08.1994}$	231
Турья – г. Ковель	165,52	208	$\frac{389}{7.04.1958}$	$\frac{139}{19-20.08.1947}$	250
Стоход – с. Малиновка	174,17	168	$\frac{374}{15.03.1979}$	$\frac{99}{30-31.07.1972}$	275
Стоход – пгт Любешов	141,82	196	$\frac{298}{-}$	$\frac{116}{30.07-8.08.1950}$	182
Пина – г. Пинск	133,18	175	$\frac{366}{1.04.1979}$	$\frac{25}{11.12.1995}$	341
Ясельда – с. Сенин	134,39	127	$\frac{247}{27.03.1999}$	$\frac{4}{3-5.11.1953}$	243
Стырь – с. Щуровцы	191,80	122	$\frac{293}{6.11.1974}$	$\frac{65}{15.11.1976}$	228
Стырь – г. Луцк	172,87	342	$\frac{715}{7-8.04.1932}$	$\frac{173}{13.08.1963}$	542
Стырь – пгт Колки	167,03	149	$\frac{395}{9.04.1956}$	$\frac{-15}{15.08.1963}$	410
Стырь – с. Млынок	146,93	141	$\frac{435}{10.04.1932}$	$\frac{116}{28-29.09.1950}$	319
Радоставка – с. Тройца	200,91	136	$\frac{385}{21.06.1998}$	$\frac{72}{1.09.1976}$	313
Иква – с. Большие Млыновцы	223,28	42	$\frac{220}{8.04.1996}$	$\frac{6}{3-16.07.1985}$	214
Горынь – пгт Ямполь	238,45	489	$\frac{656}{25.03.1947}$	$\frac{298}{5-8.08.1994}$	358



Окончание таблицы 2

Горынь – с. Оженин	185,07	91	$\frac{321}{24.03.1947}$	$\frac{7}{25.06.1986}$	314
Горынь – с. Деражное	162,00	192	$\frac{485}{8.04.1956}$	$\frac{34}{24.07.1959}$	451
Горынь – г. Дубровица	137,84	266	$\frac{598}{2.04.1924}$	$\frac{146}{20-21.08.1947}$	452
Горынь – п. Горынь	130,50	301	$\frac{635}{11.04.1956}$	$\frac{147}{27-30.07.1950}$	488
Устье – с. Корнин	183,80	115	$\frac{266}{8.04.1996}$	$\frac{63}{6.12.1986}$	203
Вырка – с. Сварыни	153,01	26	$\frac{211}{6.04.1996}$	$\frac{-21}{7-8.09.1987}$	232
Случь – с. Громада	223,82	90	$\frac{427}{6.04.1996}$	$\frac{5}{3.07.1900}$	422
Случь – с. Новоград-Волынский	186,42	174	$\frac{726}{17.04.1932}$	$\frac{90}{5-6.07.1936}$	636
Случь – г. Сарны	144,19	254	$\frac{620}{25.03.1979}$	$\frac{145}{9-11.08.1967}$	475
Тня – с. Броники	198,01	147	$\frac{506}{19.07.1948}$	$\frac{100}{7-28.09.1951}$	406
Смолка – с. Суслы	197,97	140	$\frac{510}{5.04.1962}$	$\frac{98}{20-27.07.1995}$	412
Льва – с. Осницк	164,92	72	$\frac{250}{17.02.1958}$	$\frac{27}{18-19.08.1972}$	223
Уборть – с. Рудня Ивановская	188,15	149	$\frac{365}{8.03.1999}$	$\frac{86}{18-19.07.1999}$	279
Уборть – с. Перга	155,40	175	$\frac{530}{08.04.1932}$	$\frac{91}{30.11.1934}$	439
Уборть – с. Краснобережье	126,26	159	$\frac{390}{11.04.1932}$	$\frac{48}{7-18.10.1939}$	342
Птичь – с. Лучицы	122,02	247	$\frac{395}{11.03.1999}$	$\frac{147}{11-12.08.1963}$	248
Уж – г. Коростень	157,53	149	$\frac{582}{8.04.1932}$	$\frac{92}{6.06.1946}$	490
Норин – с. Славенщина	126,20	206	$\frac{391}{10-11.03.1999}$	$\frac{114}{18-19.07.1989}$	277

Зимняя межень нередко прерывается оттепелями, следствием которых являются зимние паводки, в отдельные годы превышающие весеннее половодье.

Половодья

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 может смещаться на февраль или апрель и почти ежегодно затопливается. Среднемноголетняя продолжительность затопления поймы составляет 80–110, а в отдельные годы – до 150–180 дней. Ширина весеннего разлива на Припяти изменяется от 5 до 15 км, на отдельных участках составляя 1–2 км, наибольшая же в районе г. Пинск достигает 30 км. Зависимость площадей затоплений в пойме р. Припять от половодий различной обеспеченности уровня показана в таблице 3 [3].



Продолжительность половодья на малых реках колеблется в пределах 40–45 дней. Глубина затопления преимущественно 0,3–0,8 м, местами до 2–2,5 м [4].

Доля весеннего стока рек бассейна Припяти в годовом стоке рек Полесья колеблется в пределах 40–60%. Большое влияние на величину весеннего половодья оказывают климатические факторы, формирующие дружность весеннего половодья. Например, 1951 г. характеризовался дружным развитием весенних процессов, обусловивших формирование высокого половодья. В 1952 г., наоборот, развитие весенних процессов происходило очень вяло, недружно. Несмотря на то, что запас воды в снеге был того же порядка, что в 1951 г., половодье сформировалось крайне низкое из-за больших потерь талых вод на инфильтрацию.

Дружность весеннего половодья рек бассейна Припяти оценивалась с помощью пространственных корреляционных функций. Теснота связи расходов воды весеннего половодья оценивалась коэффициентами корреляции (R), которые зависят от расстояния между центрами тяжести водосборов (ρ) и изменяются по линейному закону $R = 1 - 0,874 \cdot \rho$. Градиент поля расхода воды весеннего половодья рек бассейна Припяти $\alpha = 0,874$ свидетельствует о достаточно высокой синхронности половодья [5]. В таблице 3 приведены расходы воды 10 наиболее значительных половодий на Припяти.

Максимальное значение стока весеннего половодья на Припяти отмечено в 1845 г. Тогда 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.

Таблица 3. – Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь и их обеспеченности

Год	1845	1877	1895	1888	1889	1940	1979	1932	1970	1958
Q, м ³ /с	11 000	7 500	5 670	5 100	4 700	4 520	4 310	4 220	4 140	4 010
P, %	0,8	1,6	2,3	3,1	3,9	4,7	5,4	6,2	7,0	7,6

Половодье 1845 г. в бассейне Припяти – это уникальное гидрологическое явление весьма редкой повторяемости. Осеннее увлажнение в бассейне Припяти было значительным. Зима в 1844–45 гг. наступила необыкновенно рано. Ноябрь и декабрь, а также февраль отличались необыкновенным холодом, и вся весна до мая включительно отмечалась постоянным холодом. При такой продолжительности эта зима отличалась обилием снега по всей территории Восточной Европы. Кроме того, существенное пополнение снеготаяния произошло во время февральской метели, которая продолжалась несколько дней и охватила большую территорию, особенно бассейн Припяти. Весна была поздняя, дружная, 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 г. При этом расход воды, полученный косвенным способом Г.И. Швецом, оценивается как 11 000 м³/с при модуле стока 113 л/(с км²), этот расход можно считать повторяющимися не чаще чем один раз в 800 лет [6]. 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 XIX в. и до настоящего времени высота этого половодья является непревзойденной [6].

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 местечке Туров были залиты все дома, а в селах Снядынь и Морозовино затоплены все поля, срубленный лес; в Речицком уезде Припять затопила села Ширейку, Гриды, Обуховщина, Тульговичи и др.; в Мозыре «Припять при необыкновенном повышении воды залила пространство на 6 верст в ширину и все прибрежные дома и строения так, что жители принуждены были убраться на возвышенные места» [7].

Второе по величине половодье наблюдалось в 1877 г. Тогда 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 при этом составил 7 500 м³/с.

Последнее выдающееся половодье наблюдалось на Припяти в 1979 г. К началу весеннего снеготаяния запасы воды в бассейне Припяти превышали норму 1,5–2 раза, что способствовало формированию очень высокого половодья на Припяти и ее притоках. Так в г. Мозырь наивысший уровень был 2% обеспеченности, превысив средний за многолетний период на 2,26 м. Близкими к экстремальным за весь период наблюдений наивысшие уровни наблюдались на р. Горынь и ее притоке р. Случь. Половодье 1979 г. нанесло огромный ущерб народному хозяйству. Так, были затоплены населенные пункты Стахово, Березцы, Осово, Дворище, Гольцы, Коробы, Плотница, Терень, Туров, Рычев, Староженцы, Семурядцы, Хлупин, Борки, Багримовичи, Беседки, Снядин, Белегы, Озерки и др. (всего 37 населенных пунктов). Несколько домов были затоплены в Пинске. В бассейне р. Горынь были затоплены населенные пункты Воронки, Рубель, Речица, Хоромск, Ольнень и др. [8]. Полная картина наводнений с их градацией представлена в таблице 4.

Таблица 4. – Годы с наводнением различной градации в период весеннего половодья

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



В таблице 5 приведены максимально опасные уровни воды весеннего половодья за период наблюдений на реках бассейна Припяти [4]. В таблице 6 приведены средние и экстремальные сроки и продолжительность стояния критических горизонтов воды, определяющих сельскохозяйственное использование пойменных земель [4].

Таблица 5. – Максимальные опасные уровни воды весеннего половодья на р. Припять и ее притоках за период наблюдений

Река – пост	Уровни, см			
	Опасные высокие (обеспеченность, %)	max (обеспеченность, %)/дата	Максимальные ледоходы/дата	Наибольшая продолжительность, сутки/год
Припять – г. Пинск	250 (43)	<u>302 (1)</u> 29.03.1979	<u>302</u> 29.03.1979	<u>50</u> 1980, 1981
Припять – с. Коробы	420 (40)	<u>486 (2)</u> 20.04.1958	<u>460</u> 31.03.1979	<u>32</u> 1979
Припять – г.п. Туров	340 (22)	<u>410 (1)</u> 2–3.04.1979	<u>405</u> 31.03.1979	<u>28</u> 1979
Припять – с. Черничи	520 (57)	<u>637 (2)</u> 21–22.03.1979	<u>637</u> 21–22.03.1999	<u>46</u> 1999
Припять – г. Петриков	800 (45)	<u>933 (1)</u> 3–4.04.1979	<u>924</u> 1.04.1979	<u>40</u> 1999
Припять – г. Мозырь	550 (30)	<u>742 (1)</u> 22–24.04.1995	<u>670</u> 21.04.1931	<u>31</u> 1941
Пина – г. Пинск	335 (8)	<u>366 (2)</u> 1.04.1979	<u>347</u> 29.03.1979	<u>12</u> 1979
Ясельда – с. Сенин	195 (37)	<u>247 (0,9)</u> 27.03.1999	<u>234</u> 6–12.03.1999	<u>127</u> 1999
Горынь – г. Речица	530 (52)	<u>635 (2)</u> 11.04.1956	<u>635</u> 11.04.1956	<u>26</u> 1979

Паводки

Вторым после половодья опасным гидрологическим явлением, приносящим огромные бедствия в виде разрушения сооружений, затопления населенных пунктов, промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, уносящим человеческие жизни, являются дождевые паводки. Максимальные расходы дождевых паводков формируются, как правило, обложными дождями, так как ливни не охватывают одновременно всю территорию водосбора. Паводки (в отличие от половодий) возникают нерегулярно. По величине максимального расхода и слою стока они, 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, т.к. 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, например, на посту р. Припять – г. Мозырь



за 118 лет наблідаўняў адмечана 19 случаеў, калда высшы годоўой ўроўняў быў адмечан не ў перыяд весеннега паловоддзя, а ў перыяд летніх і зімніх паводкаў, і 9 із нях адмечаны ў последние 13 лет. В наіболей даждэўые годы (1908, 1917, 1927, 1928, 1923, 1952, 1979) на реках Полесья праходіло 3–4 паводка ў сезон. Срэдняя прадаўжытэльнасьць летніх паводкаў акало 15 днэй. В табліце 7 прыведены максымальна апасныя ўроўні паводкаў на р. Прыпяць за перыяд інструментальных наблідаўняў.

Табліца 7. – Максымальна апасныя ўроўні воды паводкаў на реках за перыяд наблідаўняў

Река – пост	Уроўні, см					
	Зімнаго паводка			Даждэўога паводка		
	max	Дата	Обеспеченность, %	max	Дата	Обеспеченность, %
Прыпяць – г. Пінск	284	15.01.1981	1	–	–	–
Прыпяць – с. Коробы	431	8.01.1975	2	439	19–23.11.1993	2
Прыпяць – г.п. Туров	–	–	–	–	–	–
Прыпяць – с. Чернічы	–	–	–	520	8–11.08.1993	4
Прыпяць – г. Петрыков	826	12–13.1.1981	1	829	2, 5.05.1975	2
Прыпяць – г. Мозырь	–	–	–	–	–	–
Піна – г. Пінск	–	–	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенін	221	19.12.1980	2	203	30.11–17.12 1990, 1995	1
Горынь – г. п. Речица	550	29.01.1948	2	567	31.07.1993	3

Высокіе летне-осенніе паводкі (табліца 8), прыносячы наіболей сущэственны ўшчэрб сельскаму хазяйству і другім атраслям народнаго хазяйства, за последние 50 лет наблідаўняўся 1 раз ў 4–6 лет. Наіболей яркім паводкам последние лет стал паводок 1993 г. Во второй і трэтьей декадах іюля 1993 г. ў ряде раёнаў Брэстскай, Гомельскай і Мінскай аластьях выпало 2,5–3 месячных нормы асадкаў. В рэзультаце праізошло пераувлажненне корнеобітаемаго слоя пачвы і сфарміраваўся даждэўой паводок на реках юга Беларуса. На ўсловаў фарміраваўня даждэўога паводка аказалі вліяньне і большыя суммы асадкаў, выпавшыя ў Жытомірскай і Ровенскай аластьях Украіны. Начала подзьёма ўроўняў воды на р. Прыпяць і ёў прытокаў адмечалось 12–15 іюля.

Табліца 8. – Годы с паводкамі разлічнай градацыі

Река – пост	Характырыстыка паводка			
	Зімні		Летні	
	Выдаўчыіся P = 1–2%	Большой P = 3–10%	Выдаўчыіся P = 1–2%	Большой P = 3–10%
Прыпяць – г. Пінск	1980–81	1979–80; 1992–93; 1993–94; 1997–98; 1998–99	–	–
Прыпяць – с. Коробы	1974–75	1947–48; 1980–81	1974	–
Прыпяць – г.п. Туров	–	–	–	–
Прыпяць – с. Чернічы	–	–	–	1993
Прыпяць – г. Петрыков	1980–81	1947–48; 1974–75; 1981–82	1974, 1975	1993
Прыпяць – г. Мозырь	–	–	–	–
Піна – г. Пінск	–	–	–	–
Ясельда – г. Сенін	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,



Река – пост	Характеристика паводка			
	Зимний		Летний	
	Выдающийся P = 1–2%	Большой P = 3–10%	Выдающийся P = 1–2%	Большой P = 3–10%
			1977, 1988, 1993, 1998	

Максимальные уровни дождевого паводка на малых реках сформировались уже 28–30 июля, на р. Горынь – 31 июля, а на р. Припять в середине августа. Наиболее высокие паводки сформировались на малых водотоках Столинского района и в бассейнах рек Горынь 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 подъёмы уровней вызвали подтопление и затопление значительных территорий. Гидрологическая обстановка усложнилась тем, что паводок сформировался в период наибольшей зарастаемости травяной и кустарниковой растительностью русел и пойм рек. Повышенная шероховатость русел и пойм водотоков вызвала не только высокий подъём уровней воды, но и существенно замедлила их спад в августе.

На самой Припяти за счёт поступления воды с притоков повышение уровней продолжалось до середины августа. Синхронность прохождения паводка на левобережных (Цна, Лань, Случь, Птичь) и правобережных (Горынь, Ствига, Уборть) притоках определила развитие значительного паводка в нижнем течении Припяти, соответствующего 2% вероятности превышения. На участке Туров – Мозырь вода находилась на пойме до начала сентября.

В июне–июле 1998 г. в районах Полесья выпало до 2–3 норм месячных атмосферных осадков. Особенно дождливыми были вторые декады июня и июля, где выпало до 140 мм при норме 25–30 мм. В отдельные дни выпадало до 60 мм 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 один раз в 20 лет. Паводковая ситуация лета 1998 г. во многом повторяла ситуацию 1993 г.

Колебания и изменения максимальных расходов воды весеннего половодья

Любая природная система, в том числе и речная экосистема, устойчиво функционирует, когда количественные характеристики ее колеблются около некоторых средних многолетних значений. При отклонении от средних величин в ту или иную сторону экосистема испытывает определенный стресс и стремится вернуться в исходное равновесное состояние.

В таблице 9 приведены 10 экстремальных лет и расходов воды для характерных периодов года по р. Припять – г. Мозырь за период инструментальных наблюдений. Как видно из таблицы 9, наиболее изменчивым является весеннее половодье. Исследования показали, что изменения стока рек бассейна Припяти под воздействием природных изменений (потепление климата) и антропогенных воздействий (крупномасштабные мелиоративные изменения) имеют следующие тенденции.

Начиная с середины 60-х гг. прошлого столетия среднегодовые и минимальные расходы воды имеют устойчивую тенденцию к увеличению, в тоже время максимальные расходы воды весеннего половодья несколько уменьшаются, что подтверждают



нормированные разностные интегральные кривые р. Припять – г. Мозырь, представленные на рисунке 2.

Таблица 9. – Годы и экстремальные расходы ($\text{м}^3/\text{с}$) воды р. Припять – г. Мозырь за период инструментальных наблюдений

Среднегодовые				Максимальные половодья				Летне-осенние		Зимние	
max		min		max		min		min			
Год	Q	Год	Q	Год	Q	Год	Q	Год	Q	Год	Q
1998	725	1954	142	1845	11000	1954	306	1939	58,7	1922	22,0
1970	708	1921	166	1877	7500	1984	383	1951	63,4	1921	37,5
1999	690	1901	172	1895	5670	1952	411	1950	63,9	1912	40,0
1958	643	1952	172	1888	5100	1925	423	1952	65,0	1893	43,2
1975	640	1925	191	1889	4700	1901	429	1946	68,0	1916	44,1
1913	636	1904	208	1940	4520	1997	458	1921	68,4	1962	46,2
1923	596	1964	216	1979	4310	1921	477	1961	70,0	1954	46,4
1993	590	1984	218	1932	4220	1930	477	1947	72,0	1908	47,4
1981	588	1950	219	1970	4140	1904	484	1937	74,4	1947	48,6
1931	582	1939	230	1958	4010	1943	510	1992	76,5	1889	55,2
$Q_{\text{cp.}}^* = 389;$ $C_v = 0,32; C_s = 0,60$				$Q_{\text{cp.}} = 1830;$ $C_v = 0,89; C_s = 4,0$				$Q_{\text{cp.}} = 154;$ $C_v = 0,50; C_s = 2,0$		$Q_{\text{cp.}} = 147;$ $C_v = 0,73; C_s = 3,0$	

Примечание: Статистические параметры приведены за весь период инструментальных наблюдений.

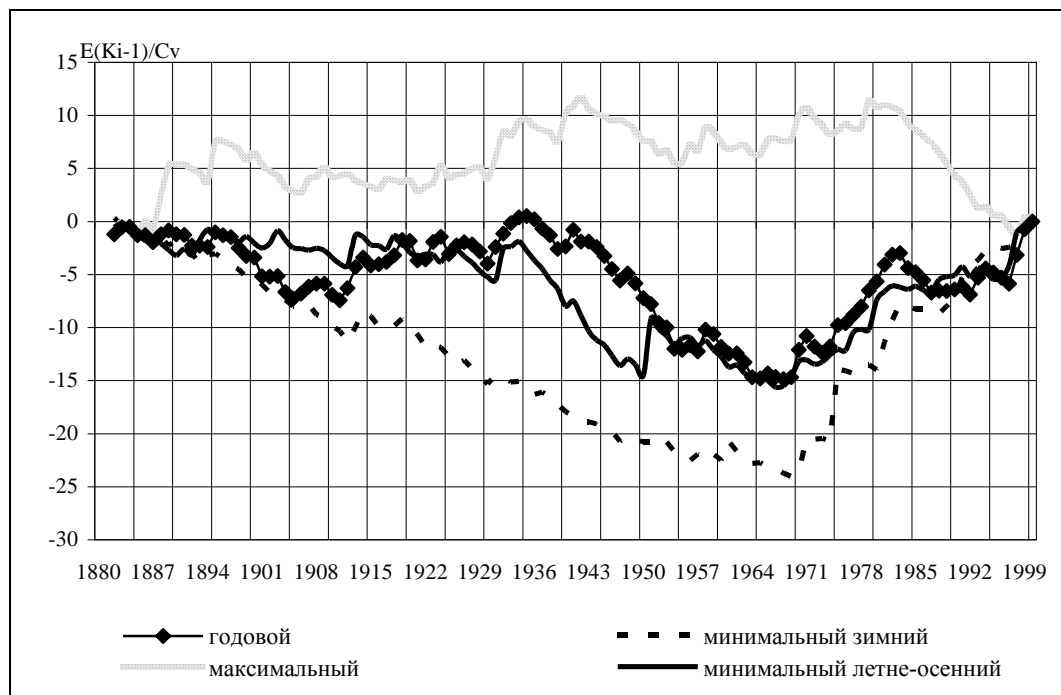


Рисунок 2. – Нормированные разностные интегральные кривые годовых расходов воды, весеннего половодья, минимального зимнего и минимального летне-осеннего расходов воды р. Припять – г. Мозырь

Заметное снижение максимальных расходов воды весеннего половодья в конце XX в. вызвано увеличением количества оттепелей зимой, во время которых значительные снежные запасы трансформируются в сток зимней межени. Это вызывает увеличе-



ние зимнего стока, а порой приводит к зимним паводкам и снижает максимальные расходы весной. На рисунке 3 представлен хронологический ход максимальных расходов воды весеннего половодья за инструментальный период наблюдения.

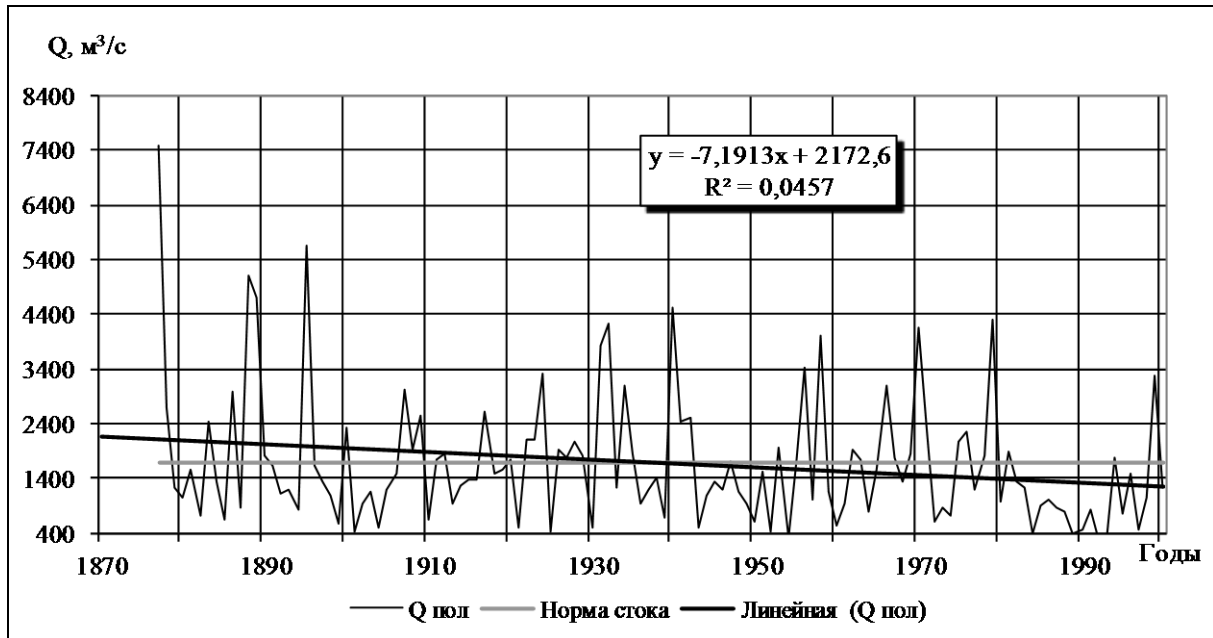


Рисунок 3. – Хронологический ход максимальных расходов воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь за период инструментальных наблюдений

В последние годы XX в. максимальные расходы воды весеннего половодья были ниже среднего. Для оценки влияния крупномасштабных мелиораций на изменение стока весеннего половодья выполнен сравнительный анализ различий в основных статистических характеристиках за два периода: с начала наблюдений по 1965 г. (начало крупных осушительных мелиораций) и с 1966 г. по настоящее время (таблица 10).

Таблица 10. – Основные статистические параметры максимальных расходов воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

Период	Число лет наблюдений, n	Среднегого-летний расход, Q , м ³ /с	Средне-квадратичное отклонение, σ_w , м ³ /с	Коэффициент вариации, C_v	Коэффициент корреляции стока смежных лет, $r(1)$
1877–1965	89	1 770	1 205	0,72	0,06
1966–2000	35	1 430	1 004	0,72	0,23

Проверка статистической значимости расхождения средних величин максимальных расходов воды за рассматриваемые периоды показала, что различия в средних могут быть признаны статистически достоверными на 5%-м уровне значимости.

Оценка цикличности во временных рядах максимальных расходов воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь осуществлялась на основе спектрально-временного анализа (СВАН) с длиной окна 35 лет, а также параметра хаотизации (рисунок 4).

Анализ СВАН-диаграмм показал, что для р. Припять – г. Мозырь характерны следующие непродолжительные циклы длительностью около 2 (1910–1946 гг.),



3 (1930–1962 гг.), 4 (1910–1980 гг.), 6 (1900–1910 гг.), 8 лет (1916–1942 гг.), а такжэ моцныя цыклы – 20 лет (1936–1978 гг.) і 33 года (1928–1976 гг.).

Для временных рядов максимальных расходов воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь в начале 1960-х гг. отмечается спад параметра хаотизации до 0,28, а затем постепенный подъем до 0,72. В 1949 г. произошел скачок до 0,9. В основном размах колебаний от 0,4 до 0,8 для максимального стока. В 1900–1920 гг. параметр снизился до 0,33 и для минимального стока; затем происходит рост, размах колебаний – от 0,4 до 0,7. В последние годы XX в. наблюдается рост этого параметра.

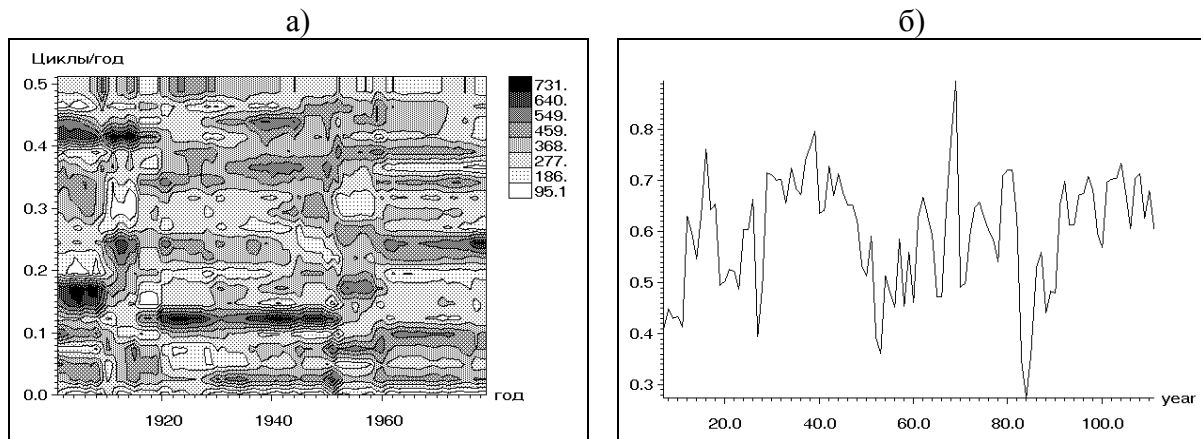


Рисунок 4. – СВД-диаграммы (а) и распределение параметра хаотизации (б) максимальных расходов воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

При изучении закономерностей многолетних колебаний речного стока несомненный интерес представляет совместный анализ динамики стока и обобщенных характеристик атмосферы, в качестве которых обычно используется классификация Г. Вангенгейма – А. Гирса, основанная на трех формах циркуляции: *W* (западной), *E* (восточной) и *C* (меридиональной). Для р. Припять – г. Мозырь крайние значения $R(1)$ статистически незначимы при 5%-м уровне значимости, в то время как средние значения расходов воды за периоды 1877–1890 гг. (2 470 м³/с) и 1989–2000 гг. (1 020 м³/с) являются статистически различимыми (таблица 11).

Таблица 11. – Основные статистические параметры максимального стока р. Припять – г. Мозырь для различных периодов осреднения

Период	<i>n</i>	Тип атмосферной циркуляции	Q , м ³ /с	σ_w , м ³ /с	C_v	$r(1)$
1877–1890	14	C	2 470	1940	0,17	0,81
1891–1928	38	W	1 610	962	0,11	0,60
1929–1939	11	E	1 890	1214	0,08	0,68
1940–1948	9	C	1 830	1128	0,53	0,66
1949–1964	16	E + C	1 440	1009	0,18	0,73
1965–1988	24	E	1 630	772	0,18	0,63
1989–2000	12	W	1 020	788	0,06	0,84

Можно предположить, что основная причина, вызвавшая уменьшение максимальных расходов воды весеннего половодья рек бассейна Припяти, носит природный характер и в меньшей степени связана с антропогенными воздействиями. С другой стороны, крупномасштабные мелиорации в Полесье привели к осушению больших болот-



ных массивов, сведению кустарников и мелколесья и трансформации этих угодий в сельскохозяйственные, что должно неизменно привести к более высокому половодью. Таким образом, можно предположить, что в бассейне р. Припять произошла компенсация двух разнонаправленных векторов. Тем не менее преобладающими являются природные факторы, вызванные глобальными колебаниями гидротермического режима.

Выполненные исследования показали, что на территории Полесья в конце XX и начале XXI в. наблюдается повсеместное уменьшение максимальных расходов воды весеннего половодья до 40%. При этом происходит смещение начала половодья на более ранние сроки. Так, наблюдается увеличение среднемесячных расходов воды в феврале в среднем на 40%, а в марте – на 30%. В то же время имеет место уменьшение месячных расходов в апреле и мае на 20%. Данные трансформации в основном вызваны глобальными колебаниями климата, в частности, наблюдаемым потеплением, начавшимся в середине 80-х гг. прошлого столетия.

Проведенная оценка степени однородности основных статистических характеристик максимальных расходов воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь более чем за 100-летний период позволяет сделать вывод о наличии статистически значимых изменений в динамике максимального стока, которые обусловлены как естественно-климатическими, так и антропогенными изменениями гидрологического цикла. Стационарность процесса многолетних колебаний максимального стока можно отмечать лишь на отдельных отрезках временного ряда. При анализе закономерностей многолетних колебаний максимального стока рек использование методов теории случайных процессов должно сочетаться с анализом генезиса рассматриваемого процесса и определяющих его природно-хозяйственных факторов, прежде всего климатических.

Стратегия защиты и снижение ущерба от наводнений

Повышенная вероятность паводков, особенно катастрофических, тяжёлые экономические и социальные их последствия дают основания относить значительную часть Полесья к территории с часто повторяющимися чрезвычайными ситуациями. По числу жертв и ущербу, причинённому обществу, наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий. Поэтому защита территорий от наводнений является не только одной из самых актуальных задач комплексного использования и охраны природных ресурсов, но и важнейшей социально-экономической и хозяйственной проблемой.

В последнее время наводнения, приносящие огромный материальный ущерб, случаются раз в 4–5 лет. Только от наводнений 1974 г. прямой ущерб в Полесской зоне составил 173 млн руб. в ценах 1991 г. [10]. Паводок 1974 г. затопил 400 тыс. га земель, было повреждено и выведено из строя 640 км линий электропередач, без электроэнергии на длительный период остались 674 населённых пункта, 453 животноводческие фермы, было разрушено 246 км автомобильных дорог, затоплено 2 858 домов [12].

Значительный ущерб принёс и летний паводок 1993 г. В зоне затоплений на длительный период оказались более 10 тыс. домов, в которых проживали 40 тыс. человек, около 200 тыс. га 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 населённых 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. [10]. Все это оказывает 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.



Паводковая ситуацыя таксама усугубляецца за счэ́т адсутства графіка пропуску максымальнага расхода і выкарыстання існуючых вадохранілішч з суседняй Украінай. У водасборы рэк Горынь і Стырь, бяржучых сваё пачало з тэрыторыі Украіны і упадаючых у р. Прыпяць на тэрыторыі Беларускага Полесься, разьмешчаны пяць крупных вадохранілішч агульнай карыснай ёмкасьцю 1 695 млн м³. Запоўненьне і сработка гэтых вадохранілішч напярэмую звязана з узровеньным рэжымом р. Горынь у раёне Століна і Давід-Гарадка. Сьравнальна невялікім вясеннім паводзьем 1999 г. на Полесьсе было затоплена 194 населённых пункта і каля 200 тыс. га сельхозугодзь, 5 тыс. жылых домаў толькі ў Столінскім раёне; ушэрб склаў 4 млн руб. у цэнах 1991 г. [12]. У тэблецы 12 прыведзены даньне аб ушэрбах, прычыняемых наводненьямі [14].

Тэблеца 12. – Расчэ́тныя суммарныя сьрэднегадовыя значэньне ушэрбаў на водасборы р. Прыпяць на тэрыторыі Беларусі

Плошча затопленьня, км ²			Затапляемыя аб'екты	Расчэ́тны ўшэрб ад наводненьняў, тыс. руб. (у цэнах 1990 г.)		
P = 50%	P = 25%	P = 1%		P = 50%	P = 25%	P = 1%
11,56	2 680	9 202	Жэлезнадарожны транспарт	–	–	1 332
			Промышленныя прадпрыемствы	–	–	102
			Жылы фонд	–	–	9 110
			Сельскагаспадарчыя ўгодзь	18 403	44 028	75 519

Пасьлядствы катастрофічных наводненьняў паказалі неадложнасьць ажыццяўленьня спецыяльных супрацьпаводковых мерапрыемстваў у пойме р. Прыпяць. Паэтым неабходна ўзмацніць навучна-дасьледвацкія, арганізацыйныя і практычныя рэбеты, напярэленыя на зьмяншэньне ўшэрбаў ад наводненьняў. Прадотважэньне стыхійных бедстваў у 50–70 раз зьмяншэць затраты на ліквідацыю пасьлядстваў наводненьняў.

Аналіз структуры сляжывшэйся сыстэмы зашчыты ад наводненьняў у пойме р. Прыпяць, апьята ёё эксплуатацыі, ітогаў праходжэньня паводзьем 1999 г. паказывае, што прымяньне чыста інжэнерных спосабаў не абеспечывае сьжэньнага зьніжэньня ўшэрбаў ад наводненьняў пры эфэктывным выкарыстаньні пойменных тэрыторыяў. Асобае вьняманьне неабходна абратыць на вьняньне іскуствэнага зьмэньнэньня ўмоваў фарьміраваньня максымальнага стока на гідралягічныя і гідравьлічныя пэрамэтры стока, прэгнозыраваньне маштабаў наводненьняў і вьработку стратэгіі ўправленьня, пазваляючэй мьнімізаваць адьрыцатэльныя пасьлядствы наводненьняў, адрэдаваньне пьтэяў эфэктывнага выкарыстаньня пойменных тэрыторыяў, пэтанцыял котрых дастаточна вьсока.

Пры ізувацьні наводненьняў і бэрьбе зь нымі пэрьваочэраднымі задачамі [14] являюцца: 1) вьпавьнэньне раёнаваньня і карьтываньня пойм зь нанэсьнэньнем граьніц наводненьняў разьлічнага вадаабеспечэньнасьці зь ўвадаў вьда гаспадарчага іспользаваньня тэрыторыі; 2) разьработка маьматэчыскай мадэля і сьжэньнэньне саотвэствуючых база даньных для прэгнозыраваньня наводненьняў; 3) разьработка супрацьпаводковых мерапрыемстваў у долинах рэк зь ўвадаў вьсэго водасбора; 4) адрэдаваньне вьдаў гаспадарчага дэятэльнасьці, котрым пры затопленьні будэць нанэсьнэньны мьнімальны ўшэрб; 5) сьжэньнэньне надрэжных інжэнерных саоружэньняў па зашчыце сельскагаспадарчых зэмель і гаспадарчых аб'ектаў зь мьнімальнымі нарушэньнямь прыродных бьягеацэназаў; 6) апьтывызыванэньнае саачэньнэньне інжэнерных мэтадаў зашчыты населэнных пунктаў і сельскагаспадарчых ўгодзь зь нэінжэнернымь (эканамачыскаымь і юрыдычыскаымь); 7) сьжэньнэньне гьбькай праграмаў па страхаваньні ад наводненьняў, саачэньнэньнэньня абязатэльныя і дабравольныя фарьмы; 8) разьработка сыстэмы апавэщэньня населэньня аб вьрэмэньні наступленьня наводненьня, максымальна вьмажжных адмэткаў яго ўрэвня і прэдаўжэньнэньнасьці; 9) разьработка аднаго мэтадыка ўвадаў пасьлядстваў ад наводненьняў і пэдачыта



причиняемого ими ущерба, а также учета ущерба, наносимого здоровью людей в период наводнений и после них.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрозд, В. В. Река Припять / В. В. Дрозд, О. З. Ревера. – Минск : Университетское, 1988. – 77 с.
2. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / под общ. ред. М. Ю. Калинина, А. Г. Ободовского. – Минск : Белсэнс, 2003. – 269 с.
3. Васильченко, Г. В. Опыт борьбы с наводнениями в СССР и задачи инженерной защиты от затоплений сельхозугодий в пойме р. Припяти / Г. В. Васильченко, Л. А. Гриневич // Проблемы Полесья. – Минск, 1984. – Вып. 9. – С. 20–27.
4. Республиканская программа инженерных водохозяйственных мероприятий по защите населенных мест и сельскохозяйственных угодий от паводков в наиболее паводкоопасных районах Полесья. – Минск, 2000.
5. Волчек, А. А. Синхронности в колебаниях стока рек Беларуси и его оценка / А. А. Волчек // Природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 44–48.
6. Швец, Г. И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР / Г. И. Швец. – Л. : Гидрометеиздат, 1972.
7. Журнал Министерства внутренних дел. – СПб., 1838.
8. Государственный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1979 г. – Минск, 1981. – Т. 2, вып. 7.3.
9. Бучинский, И. Е. О климате прошлого Русской равнины / И. Е. Бучинский. – Л. : Гидрометеиздат, 1957.
10. Азява, Г. В. Защита от паводковых наводнений в Белорусском Полесье. Состояние и перспектива / Г. В. Азява, В. В. Аземша // Белорусское Полесье. – Пинск, 2001. – Вып. 1. – С. 49–53.
11. Лиштван, И. И. Проблемы наводнений в Полесье и мероприятия по противопаводковой защите населенных пунктов и сельскохозяйственных земель / И. И. Лиштван, Г. В. Азява, Л. М. Ярошевич // Природные ресурсы. – 1999. – № 2. – С. 49–58.
12. Округ, С. И. Защита от наводнений / С. И. Округ // Белорусское Полесье. – Пинск, 2001. – Вып. 1. – С. 60–62.
13. Рутковский, П. П. Проблема наводнений в Республике Беларусь и пути её решения / П. П. Рутковский // Природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 59–63.
14. Калинин, М. Ю. Водные ресурсы Белорусского Полесья: современное состояние, проблемы, концепция изучения, использования и охраны / М. Ю. Калинин, А. А. Волчек // Природные ресурсы. – 2001. – № 4. – С. 35–48.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 05.10.2016

Volchak A.A., Volchak An.A. Hydrological Risks in the Pripyat River Watershed and their Minimization

The article considers the problems of water resources in Polesye region. It presents quantitative characterization of maximum water discharge of Polesye's rivers including the Pripyat as its main water artery. The authors investigate possible consequences of river runoff shift caused by climate change and specify urgent issues for research to solve water problems in the region.