

УДК 556.166 (476)

А.А. Волчек, Т.А. Шелест

О ПРЕВЫШЕНИИ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ НАД РАСХОДАМИ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ

В работе обобщены данные гидрометрических наблюдений по максимальным расходам воды дождевых паводков и весенних половодий на реках Беларуси за период инструментальных наблюдений, дана количественная оценка их соотношения, а также изменения их соотношения в современных условиях и по бассейнам крупных рек. Рассчитана частота превышения дождевых максимумов над снеговыми на разных реках страны. Рассмотрены условия формирования дождевых паводков, превзошедших половодья по величине своего максимального расхода.

Введение

Слово «паводок» в научной литературе нередко принимают в качестве обобщающего термина для обозначения таких явлений, как паводок, наводнение, половодье. Однако данные явления заметно различаются между собой.

Согласно современным научным представлениям, половодье – подъем воды в результате правильного периодического усиления стока (вследствие таяния зимних снегов, ледников, выпадения муссонных дождей) [1]. Другими словами, это фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъёмом уровня воды и вызываемая снеготаянием или совместно таянием снега и атмосферными осадками [2]. На половодье приходится, как правило, значительная часть годового стока реки. Главной особенностью половодья, обусловленной снеговой природой его происхождения, является то, что оно образуется только один раз в году [3]. В формировании половодья помимо снега могут участвовать и дожди. Поэтому на реках половодье бывает смешанное снегово-дождевое.

Паводок – быстрый подъем уровня воды в реке в результате таяния снега или сильных дождей [1]. Это фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года и характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды, вызывается дождями (дождевой паводок) или снеготаянием во время оттепелей [2]. Паводки в отличие от половодий бывают по несколько раз в году и случаются часто неожиданно. В отдельные годы паводков может и не быть. Наибольшее распространение в Беларуси имеют летние и осенние паводки. Зимой нередко отмечают зимние паводки (оттепельные подъемы).

Относительная кратковременность прохождения паводков, меньшие объемы стока по сравнению с половодьем и различное время прохождения их в течение года на одной и той же реке составляют отличие паводков от половодий.

В связи с тем, что на реках Беларуси развиты и половодья, и паводки, большое научное и практическое значение приобретает вопрос о соотношении между ними. На важность вопроса о соотношении снеговых и дождевых максимумов для гидрологических расчетов, а также при изучении водного режима рек указывал еще Н.Е. Долгов (1915 г.), В.М. Родевич (1931) и др. Однако в дальнейших гидрологических исследованиях он так и не получил достаточного освещения и поэтому продолжает оставаться одним из открытых вопросов гидрологии [3].

Целью настоящего исследования является оценка соотношения дождевых и снеговых максимумов на реках Беларуси, изменение их в современных условиях, а также анализ условий формирования паводков, произошедших половодья.

Для достижения поставленной цели потребовалось провести комплексный анализ гидрографов стока рек Беларуси за период инструментальных наблюдений, рассчитать соотношение максимальных расходов воды весенних половодий и дождевых паводков, их изменения во времени и пространстве, проанализировать условия формирования дождевых паводков, произошедших половодья.

Исходные данные и методика исследования

Исходными данными для исследования послужили материалы наблюдений Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за максимальными расходами воды весенних половодий и дождевых паводков за период инструментальных наблюдений (до 2010 г.), а также среднесуточные расходы воды.

Для оценки соотношения дождевых и снеговых максимумов стока на реках Беларуси рассчитан коэффициент α как отношение ежегодных максимальных снеговых (Q_c) и дождевых расходов воды (Q_d) [4]:

$$\alpha = \frac{Q_d}{Q_c}. \quad (1)$$

С помощью программного комплекса «Гидролог» с использованием трехпараметрического гамма-распределения рассчитаны максимальные расходы воды дождевых паводков и весенних половодий 5-процентной обеспеченности [5].

Результаты и их обсуждение

В таблице представлены наибольшие наблюдаемые максимальные расходы воды дождевых паводков (Q_d) и весенних половодий (Q_c) за период инструментальных наблюдений на некоторых реках Беларуси, а также максимальные расходы воды 5-процентной обеспеченности. Помимо этого, приведено количество лет, когда максимальные дождевые расходы воды оказались больше или равны снеговому максимуму ($\alpha \geq 1$), выраженное в процентах от количества лет наблюдений.

Таблица – Соотношение дождевых и снеговых максимумов на реках Беларуси

Река–створ	Период наблюдений	Число лет $\alpha \geq 1, \%$	Площадь водосбора, км ²	Максимальные расходы воды, м ³ /сек				
				наибольший наблюдаемый		5-процентный		
				Q _d	Q _c	Q _d	Q _c	$\alpha_{5\%}$
Западная Двина – г. Витебск	1877–2010	4	27300	1490	3320	1153	2460	0,47
Улла – д. Бочейково	1929–2010	11	3330	150	392	123	271	0,45
Полота – д. Янково	1927–2010	16	618	48	73,7	22,4	47,3	0,47
Нача – д. Нача	1927–2010	11	240	12,0	47,1	8,84	32,3	0,27
Дисна – п.г.т. Шарковщина	1945–2010	11	4720	285	588	221	481	0,46
Неман – г. Гродно	1878–2010	7	33600	723	3410	580	1740	0,33
Неман – г. Столбцы	1922–2010	4	3070	145	652	100	490	0,20
Вилия – г. Вилейка	1949–2010	26	4190	132	826	126	599	0,21
Вилия – д. Михалишки	1946–2010	17	10300	290	1570	224	1040	0,22
Котра – Сахкомбинат	1946–2010	15	2000	87,8	278	42,3	141	0,30
Нарочь – д. Нарочь	1945–2010	15	1480	76,4	266	53,8	200	0,27
Копаяновка – д. Черск	1949–2010	26	461	19,1	20,7	8,12	19,1	0,43
Лесная – г. Каменец	1946–2010	11	1920	63,4	201	39,3	134	0,29
Рыга – д. Мал. Радваничи	1952–2010	22	968	68,4	82,3	25,2	48,4	0,52

Продолжение таблицы

Днепр – г. Орша	1882–2010	5	18000	713	2000	493	1555	0,32
Днепр – г. Могилев	1931–2010	4	20800	733	2360	494	1631	0,30
Днепр – г. Жлобин	1936–2010	4	30300	1020	2820	677	2040	0,33
Днепр – г. Речица	1895–2010	3	58200	1230	4970	801	4170	0,19
Ухлясть – д. Радков	1930–2010	8	258	22,5	96,4	15,9	49,9	0,32
Березина – г. Борисов	1881–2010	6	5690	192	460	91,9	337	0,27
Березина – г. Бобруйск	1881–2010	5	20300	499	2430	321	1444	0,22
Свислочь – д. Терebuты	1936–2010	16	4050	117	913	97,2	452	0,22
Сож – г. Славгород	1897–2010	2	17700	719	4740	452	3740	0,12
Сож – г. Гомель	1900–2010	2	38900	1020	6600	498	5060	0,10
Жадунька – г. Костюковичи	1949–2010	2	300	37,9	112	24,5	93,9	0,26
Беседь – д. Светиловичи	1929–2010	3	5010	443	1330	166	952	0,17
Проня – д. Летяги	1936–2010	3	4570	351	986	217	947	0,23
Уза – д. Прибор	1928–2010	3	760	44,6	178	20,6	103	0,20
Припять – г. Мозырь	1881–2010	5	101000	1770	7500	905	4240	0,21
Припять – д. Черничи	1931–2010	12	74000	1150	3990	718	3150	0,23
Птичь – д. Лучицы	1895–2010	11	8770	212	800	159	578	0,28
Оресса – д. Андреевка	1926–2010	15	3580	78,8	301	63,5	191	0,33
Горынь – д. Мал.Викоровичи	1922–2010	12	27000	1150	2910	766	1880	0,41
Ясельда – д. Сенин	1945–2010	14	5110	120	575	75,1	188	0,40
Уборть – д. Краснобережье	1926–2010	23	5260	409	655	282	501	0,56

Анализ таблицы показывает, что на всех реках страны наибольшие наблюдаемые, а также расчетные максимальные расходы воды дождевых паводков 5-процентной обеспеченности ниже наибольших расходов весеннего половодья. Однако случаи превышения половодий дождевыми паводками в отдельные годы нередки и отмечаются на всех реках страны. Частота превышений максимальных расходов воды дождевых паводков над максимумами весенних половодий, выраженная в процентах от общего количества лет наблюдений, приведена на рисунке 1.

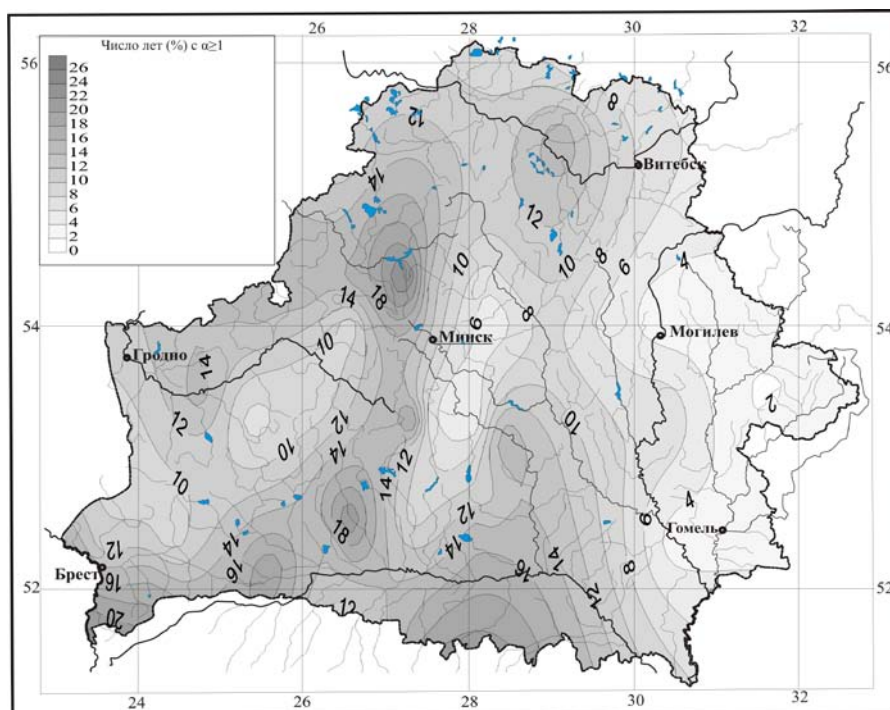


Рисунок 1 – Частота превышений дождевых максимумов над снеговыми на реках Беларуси, %

Анализ рисунка 1 свидетельствует о том, что частота превышения максимальных расходов воды дождевых паводков над расходами весенних половодий существенно различается на разных реках страны.

В бассейне р. Западная Двина дождевые паводки превысили половодье в 1927, 1952, 1997, 2003, 2005, 2006 гг., на притоках еще и в 1945, 1950, 1957, 1978, 1998, 2009 гг. Превышение паводков над половодьями на реках бассейна Западной Двины происходит примерно в 10% случаев, на рр. Полота и Березовка – в 15%.

На реках бассейна Немана паводки превысили половодье в 1885, 1923, 1930, 1950, 1974, 1975, 1990, 1998 гг., на некоторых притоках еще и в 1957, 1977, 1991, 2005, 2009 гг. В среднем паводки больше половодий в 11% случаев, особенно часто – в бассейне р. Вилия.

На востоке страны, в бассейне р. Днепр, превышение максимальных расходов воды дождевых паводков над максимумами весенних половодий наблюдается крайне редко – лишь в 6% случаев, особенно редко на левобережных притоках, где на некоторых из них (рр. Сож, Остер, Беседь, Жадунька) отмечен единичный случай превышения (в 1974 г.). В целом на большинстве рек бассейна Днепра паводки превысили половодье в 1974, 1990, 1998, 2008 гг., на некоторых притоках также в 1975, 1977, 1978, 1997 гг.

Превышение половодий дождевыми паводками на многих притоках Припяти отмечалось в 1948, 1952, 1960, 1974, 1975, 1977, 1980 гг., особенно часто – с середины 80-х годов XX в. – в 1988, 1993, 1997, 1998, 2005, 2009 гг.; на самой р. Припять – в 1974, 1975, 1988 и 1998 гг. Превышение половодий паводками в бассейне Припяти происходит чаще, чем на других водосборах страны, – в среднем в 16% случаев. Особенно часто это наблюдается на рр. Ясельда, Уборть, Лань.

На реках бассейна Западного Буга, наблюдения на которых ведутся только с послевоенного периода, паводки превысили половодье или были примерно равны им в 1960, 1972, 1974, 1975, 1980, 1984, 1992, 1997, 2009 гг. В среднем это наблюдается в 18% случаев, особенно часто – на р. Копаявка (в 26%).

Таким образом, максимальные расходы воды паводков могут превышать максимальные расходы воды половодий на всех реках страны. При этом если на одних реках такие факты единичны (левые притоки Днепра), то на других – довольно часты (рр. Ясельда, Вилия, Полота).

Дополнительно проведена оценка соотношения между величиной весенних половодий и дождевых паводков за период 1988–2010 гг. (период потепления климата). Получилось, что с середины 80-х гг. прошлого века на всех реках Беларуси величина соотношения дождевых и снеговых максимумов заметно снизилась, а частота превышения паводков над половодьями существенно возросла на всех реках страны.

Так, в бассейне Западной Двины и Немана в период 1988–2010 гг. дождевые паводки стали превышать половодья в среднем в 14% случаев, особенно часто на рр. Вилия – г. Вилейка (в 35%), Полота – д. Янково, Нарочь – д. Нарочь (в 22%). Менее заметно изменилась частота превышения половодий дождевыми паводками в бассейне р. Днепр (в 12% случаев), где и ранее превышения половодий паводками были редки. Особенно ощутимо влияние потепления климата на соотношение дождевых и снеговых максимумов в бассейне р. Припять, где оно увеличилось с 16 до 24%, причем на р. Ясельда (г. Береза) максимальные годовые расходы воды чаще формируются именно во время дождевых паводков (в 65% случаев).

Главной причиной увеличения частоты превышения максимальных расходов воды половодий паводками является снижение максимумов половодий практически на всех реках страны [6]. На величину половодий влияют зимние паводки, которые заметно участились. В бассейне р. Припять, где величина половодий уменьшилась в мень-

шей степени, увеличение частоты превышения половодий паводками происходит также вследствие наблюдающейся тенденции роста величины максимальных расходов воды дождевых паводков [7]. На севере Беларуси подобная тенденция менее выражена.

Превышение половодий дождевыми паводками происходит как при очень высоких паводках, как это было в 1952 и 1974 гг. на всех реках страны и в 1975, 1993, 1998 гг. в бассейне р. Припять, так и при невысоких паводках, но в условиях невысоких половодий (1990, 1997 гг.). Так, дождевые паводки 1982 и 1988 гг. на р. Цна – д. Дятловичи равны по величине максимального расхода. Однако в 1988 г. паводок превзошел половодье, а в 1982 г. половодье было выше паводка. Это обусловлено различной величиной половодья: в 1982 г. оно соответствовало обеспеченности 23%, а в 1988 г. – лишь 74%.

Нередко превышение половодий паводками происходит в тех случаях, когда дождевые паводки формируются на спаде весеннего половодья, когда еще сохраняется повышенная водность, как это было в 1975, 2003, 2005 гг.

Ниже приведены описания превышения максимальных расходов воды дождевых паводков над максимумами половодий по годам.

В 1974 г. высшие уровни половодья на всех реках были низкими. Ливни, прошедшие в июле с суточным количеством осадков до 20–60 мм, сформировали паводки на реках, на некоторых – с выходом воды на пойму. Осенью также наблюдались дождевые паводки. Наибольшие годовые расходы воды на большинстве рек страны сформировались во время летних или осенних паводков (рисунок 2, а). При этом максимальные уровни осеннего паводка 1974 г. сопоставимы с максимумами весеннего половодья редкой повторяемости.

Высшие уровни весеннего половодья 1975 г. также были везде низкими, что обусловлено частыми оттепелями во время зимы, в результате которых выпадавший снег таял. Значительные осадки, выпавшие в конце марта и в апреле, вызвали подъемы уровней на реках, которые на многих реках наложились на фазу спада весеннего половодья. В связи с этим половодье на этих реках характеризовалось растянутой по времени многовершинной волной, причем пики дождевого стока в ряде случаев оказались выше пика снегового половодья. На многих реках Полесья весеннее половодье 1975 г. вообще не наблюдалось и до начала апреля удерживались низкие уровни зимней межени, а затем, после выпадения дождей в апреле, начался подъем уровня, который местами был значительным (рисунок 2, б).

В 1990 г. на многих реках страны годовые максимальные уровни воды наблюдались также в период дождевых паводков. Теплая зима 1989–1990 гг., особенно февраль (теплее обычного на 8–9°C), способствовали тому, что весеннее половодье в результате отсутствия снега было небольшим, а на отдельных реках явно не выражено. Величина половодья 1990 г. соответствовала 50–60% обеспеченности в бассейне Западной Двины, 80% в бассейне Днепра, 85–90% в бассейне Немана, Западного Буга и Припяти. Летний период 1990 г. характеризовался дождливой погодой. Особенно дождливыми были июль и сентябрь, когда осадков выпало 1,5–2 и 2–3 месячные нормы соответственно, в результате чего на реках республики сформировались дождевые паводки. Подъемы уровней воды на реках бассейна Западной Двины составили 30–150 см, р. Немана – 20–60 см, р. Днепра – 50–120 см, р. Припяти – 30–120 см. В сентябре подъемы на большинстве рек превысили подъемы в июле: в бассейне р. Западная Двина от 40 до 170 см, в бассейне р. Немана 80–125 см, р. Вилии – 30–90 см, р. Днепра – 20–180 см, р. Припяти – 30–140 см (рисунок 2, в). Обеспеченность дождевого паводка 1990 г. в бассейне Западной Двины и Немана составила 35–40%, Западного Буга 60%, Днепра 20%, Припяти 30%.

В июне и июле 1991 г. в результате выпадения ливневых осадков на реках республики развился высокий дождевой паводок обеспеченностью 4 % на р. Днепр – г. Орша, 8% на р. Полота, 10% на р. Уборть, высота которого на многих реках оказалась наибольшей годовой (рисунок 2, г).

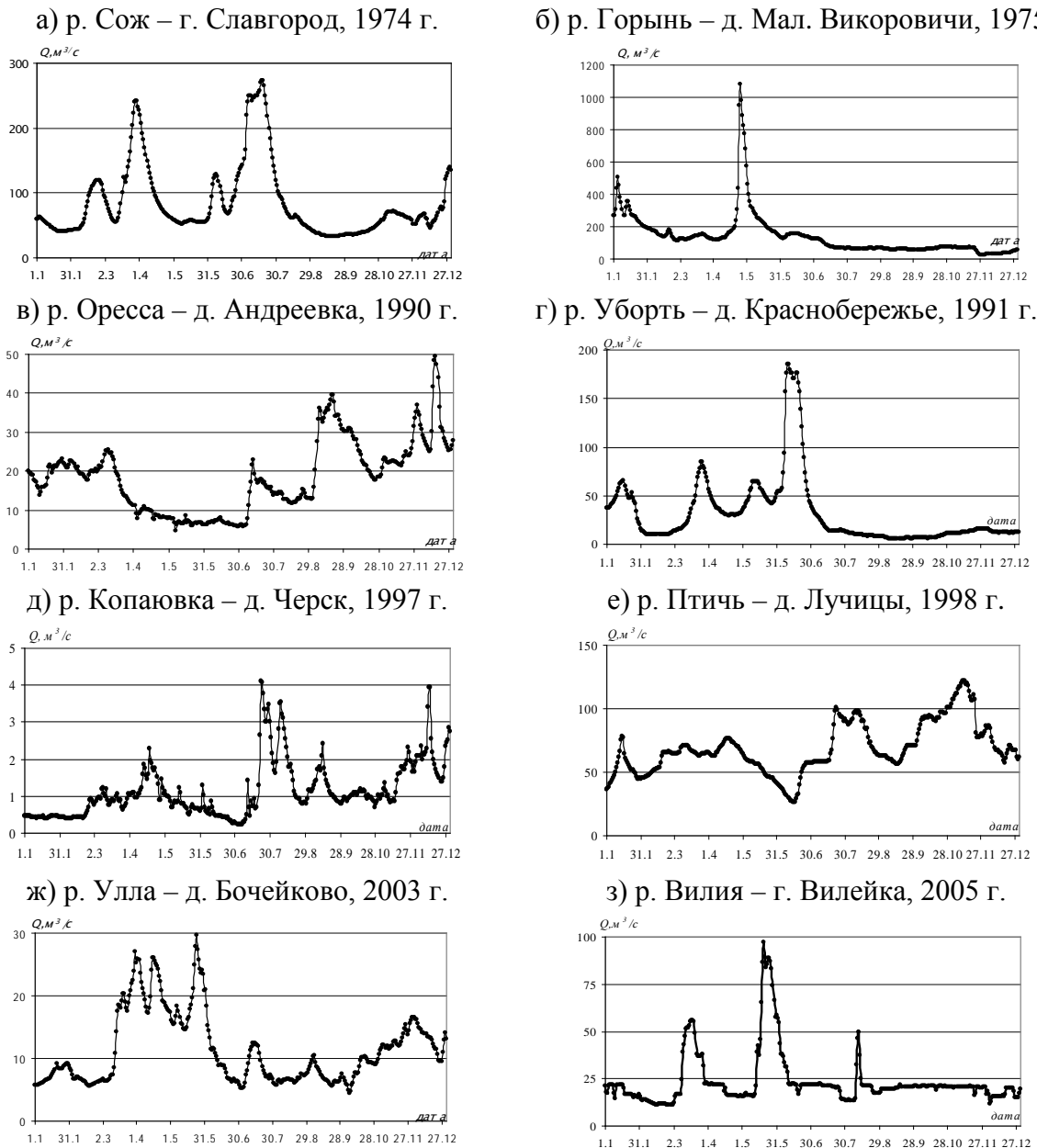
В 1997 г. максимальный расход воды дождевого паводка стал наибольшим годовым на некоторых реках Беларуси (Западная Двина и ее притоки, некоторые притоки Немана, большинство притоков Днепра, Западного Буга и Припяти). В этом году весеннее половодье проходило несколькими волнами и из-за малых запасов воды в снеге величина его была очень низкой (обеспеченность 90% и более). В июне 1997 г. на всех реках страны сформировался дождевой паводок, обеспеченность которого в бассейне Западной Двины составила 20–25%, Немана – 70%, Западного Буга 30% (рисунок 2, д), Днепра и Припяти – 40–45%.

Значение высшего уровня весеннего половодья 1998 г., которое прошло двумя волнами, было ниже среднего многолетнего на большей части территории и только на отдельных реках бассейна р. Припять близко к среднему. Летний сезон оказался аномальным по количеству выпавших осадков. Такое высокое количество отмечено впервые за послевоенный период. Продолжительные и сильные дожди, выпавшие в течение июня, июля, вызвали паводки на реках с выходом воды на пойму. Наибольшей величины дождевой паводок 1998 г. был в бассейнах рр. Днепр и Припять, где его обеспеченность составила около 10%. Величина обеспеченности паводка 1998 г. на правобережных притоках р. Припять составляет 13% на р. Горынь – д. Малые Викоровичи, 11% на р. Птичь – д. Лучицы (рисунок 2, е), 9% на р. Птичь – д. Дараганово, 4% на рр. Оресса – д. Андреевка и Припять – г. Мозырь. В бассейне р. Западная Двина паводок 1998 г. соответствовал в среднем 15% обеспеченности. Меньше всего в 1998 г. был паводок на западе Беларуси, в бассейнах рр. Неман и Западный Буг. Так, в бассейне Немана его величина соответствовала от 5% обеспеченности на р. Виляя до 58% на р. Неман (в створе г. Гродно). Т.е. в бассейне Немана обеспеченность дождевого паводка 1998 г. составила около 30%. Но, тем не менее, его величина на многих реках превзошла величину весеннего половодья 1998 г. (рр. Неман – г. Столбцы, Исlochь, Гавья, Виляя, Ошмянка).

В 2003 г. в бассейне Западной Двины и некоторых других реках (Виляя, Нарочь, Рыта, Копаювка) максимальные расходы воды паводков также превзошли максимумы половодий. Половодье 2003 г. в бассейне Западной Двины было значительно ниже средних многолетних значений, а осадки, выпавшие на его спаде в мае, сформировали дождевые паводки. При этом величина паводка на р. Западная Двина – г. Витебск соответствовала 25% обеспеченности, на рр. Улла и Полота – около 50% (рисунок 2, ж).

Максимальный уровень весеннего половодья 2005 г. на всех реках, кроме бассейна р. Припять, оказался ниже средних многолетних значений. Наибольшие годовые расходы воды на многих реках страны сформировались во время дождевых паводков, прошедших в мае, а на некоторых реках – и в августе. На рисунке 2, з приведен гидрограф р. Виляя – г. Вилейка за 2005 г.

Таким образом, высота и продолжительность половодий и паводков не могут служить самостоятельным критерием для их разделения, о чем свидетельствует тот факт, что паводки могут по высоте превосходить половодья, а половодья по продолжительности могут быть меньше паводков. И половодья, и паводки могут быть как большими, так и малыми, и в отдельных случаях паводки могут превышать не только низкие, но и высокие половодья.



Рисунк 2 – Гидрографы рек Беларуси

Формирование годовых максимумов во время дождевых паводков чаще происходит на небольших реках. На рисунке 3 в качестве примера приведены графики многолетних колебаний максимальных расходов воды половодий и дождевых паводков двух рек – большой (Припять – г. Мозырь, 101 тыс. км²) и малой (Цна – д. Дятловичи, 1100 км²) – за период инструментальных наблюдений.

Из графиков видно, что на р. Припять величина половодий существенно превышает величину паводков, а максимальные расходы воды паводков могут превышать максимумы лишь невысоких половодий. На р. Цна величина паводков сопоставима с величиной половодий или может превышать их (1974, 1975, 1988, 1993, 2005, 2007 гг.).

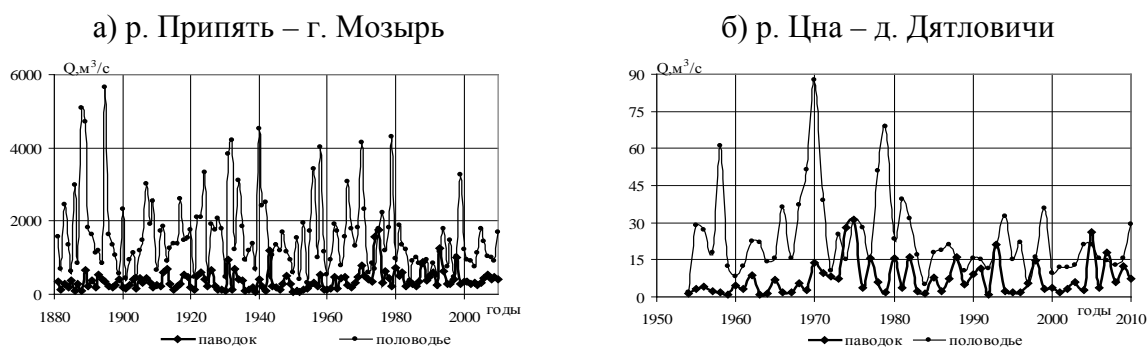


Рисунок 3 – Графики многолетних колебаний максимальных расходов воды весенних половодий и дождевых паводков

Заклучение

Таким образом, на реках Беларуси максимальные расходы весенних половодий заметно превышают максимальные расходы воды дождевых паводков. Однако на всех реках страны может отмечаться превышение половодий дождевыми паводками. Особенно часто это наблюдается в бассейнах рек Припять, Западный Буг и Виляя. Наименьшее количество лет, когда дождевые паводки превзошли половодья, зафиксировано в бассейне р. Днепр, особенно на левых притоках (единичные случаи). На малых водосборах максимальный сток дождевых паводков гораздо чаще превышает максимальный сток половодий, чем на больших. С середины 80-х гг. XX в. отмечается тенденция увеличения частоты превышения половодий дождевыми паводками на всех реках страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / под ред. А.И. Бедрицкого. – СПб; М. : Летний сад, 2009. – Т. 2 : К–П. – 309 с.
2. Волчек, А.А. Водные ресурсы Брестской области / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Минск : Изд. центр БГУ, 2002. – 440 с.
3. Кузин, П.С. Географические закономерности гидрологического режима рек / П.С. Кузин, В.И. Бабкин. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1979. – 200 с.
4. Соколов, А.А. О превышении максимальных расходов воды летне-осенних дождевых паводков над расходами весеннего половодья / А.А. Соколов // Тр. ГГИ. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1965. – Вып. 127. – С. 188–195.
5. Волчек, А.А. Автоматизация гидрологических расчетов / А.А. Волчек // 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 / Брест. политехн. ин-т. – Биберах–Брест–Ноттингем, 1998. – С. 55–59.
6. Волчек, А.А. Оценка изменения максимального стока весеннего половодья рек Беларуси / А.А. Волчек, В.В. Лукша // Изв. Нац. Акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук. – 2005. – № 5, ч. 1. – С. 47–50.
7. Волчек, А.А. Пространственно-временные колебания дождевых паводков на реках Белоруссии / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2012. – № 1. – С. 68–80.

A.A. Volchek, T.A. Shelest. On the Exceeding of Maximum Discharges of Water of Rainfall Floods in Comparison with the Spring High Water Discharges on the Rivers of Belarus

In article data of hydrometric supervision under the maximum discharges of water of rainfall floods and spring high waters on the rivers of Belarus for the period of tool supervision are generalised, the quantitative estimation of their ratio, and also change of their ratio in modern conditions and on basin of the large rivers is given. Frequency of excess of maximum discharges of water of rainfall floods over maximum discharges of water of spring high waters on the different rivers of the country is calculated. Conditions of formation of rainfall floods which have surpassed spring high waters on size of the maximum discharges are considered.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 18.01.2013