

А.А. Волчек, Т.А. Шелест

ФОРМИРОВАНИЕ ЗИМНИХ ПАВОДКОВ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ

A.A. Volchek, T.A. Shelest

FORMATION OF WINTER HIGH WATERS ON THE RIVERS OF BELARUS

Выявлены пространственно-временные закономерности в формировании зимних паводков на реках Беларуси. Проанализированы многолетние ряды наблюдений за максимальными расходами воды зимних паводков, дана оценка их изменениям. Исследована роль различных типов циркуляции атмосферы в формировании зимних паводков.

Ключевые слова: зимние паводки, максимальные расходы воды, модули стока, многолетние колебания, типы циркуляции атмосферы, период.

Existential laws in formation of winter high waters on the rivers of Belarus are revealed. Long-term numbers of supervision over the maximum expenses of water of winter high waters are analysed, the estimation is given their changes. The role of various types of circulation of atmosphere in formation of winter high waters is revealed.

Key words: winter high waters, the maximum expenses of water, drain modules, long-term fluctuations, types of circulation of atmosphere, the period.

Введение

Географическое положение Беларуси, зона достаточного увлажнения, особенности геологического строения и рельефа создали благоприятные условия для развития гидрографической сети – рек, ручьев, озер. Реки страны принадлежат к бассейнам двух морей – Черного и Балтийского (соответственно 58 и 42 % площади). Из общего числа рек и ручьев (20,8 тыс.) суммарной протяженностью 90,6 тыс. км большинство водотоков относится к малым рекам (93 % от общего количества рек и 53 % от длины всех рек). Крупные реки, длина которых более 500 км, – Днепр, Западная Двина, Неман, Виляя, Припять, Сож, Березина.

Реки Беларуси по гидрологическому режиму являются классическими представителями восточно-европейского типа со стоком во все сезоны года и преобладанием весеннего стока. Поэтому результаты исследования могут быть полезны не только для территории Беларуси, но и для сопредельных территорий.

Сток в зимний период на реках страны формируется главным образом за счет сработки запасов подземных вод, аккумулированных в пределах бассейна. В период

оттепелей зимний сток пополняется за счет вод, образующихся от таяния снега и выпадения дождей. Увеличение расходов воды, обусловленное притоком этих вод, проявляется в виде зимних паводков.

Пространственно-временные закономерности формирования зимних паводков, в отличие от дождевых летне-осенних паводков, изучены в значительно меньшей степени. Это вызвано в первую очередь меньшими экономическими ущербами и частотой возникновения зимних паводков.

Тем не менее зимние паводки существенно влияют на гидрологический режим рек и в значительной степени формируют весеннее половодье. Кроме того, нередко случаи, когда паводки перерастают в наводнения, что приводит не только к огромным материальным потерям, но и к человеческим жертвам, а учитывая современные темпы освоения водосборов, эти потери будут возрастать.

Чаще всего в Беларуси зимние паводки перерастают в наводнения на полесских реках. Так, выдающиеся зимние паводки, перешедшие в наводнения, были зимой 1974–1975, 1980–1981, 1998–1999 гг., большие – зимой 1947–1948, 1992–1993, 1993–1994, 1997–1998 гг. [2,9]. Кроме бассейна Припяти, зимние паводки, хотя и меньших размеров, формируются на других реках Беларуси. Больше всего этому явлению подвержены бассейны рек Западная Двина, Неман, Западный Буг, Днепр, Березина, Сож.

Зимние паводки в южных районах страны нередко перерастают в весеннее половодье, как это было в 1990, 1992, 2000 гг.

Современное потепление климата привело к тому, что зимы стали более теплыми, начало их сместилось на более ранние сроки, участились оттепели, нередко наблюдается выпадение осадков в виде дождя, значительно превышающих норму, отмечается повышенная увлажненность предшествующего осеннего сезона. Все это способствует формированию высоких зимних паводков, что требует изучения их пространственно-временных колебаний.

Целью настоящего исследования является выявление пространственно-временных закономерностей в формировании зимних паводков на реках Беларуси в условиях современного изменения климата. Для реализации поставленной цели потребовалось решить следующие задачи: проанализировать многолетние ряды наблюдений за максимальными расходами воды зимних паводков; дать оценку их изменениям; выявить зависимость величины зимних паводков от типов циркуляции атмосферы; проанализировать распределение модулей стока зимних паводков по территории страны.

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 наибольшими единичными паводками в холодный период года, а также использованы стандартные данные наблюдений на гидрометеорологической сети, фондовые материалы различных организаций и учреждений за период инструментальных наблюдений, картографические и опубликованные источники. В исследовании использованы данные по рекам Беларуси, имеющим период инструментальных наблюдений более 50 лет.

Методологической основой исследования явились научные положения о стохастической природе колебаний зимних паводков, что позволило использовать современные статистические методы анализа временных рядов, методы математического моделирования, а системный анализ накопленной информации и сравнительно-географический метод позволили синтезировать наиболее важные положения пространственно-временных колебаний зимних паводков.

Полученные результаты и их обсуждение

Пространственная структура зимних паводков

Для анализа пространственной структуры зимних паводков использованы гидрологические временные ряды максимальных расходов воды единичных наибольших паводков в холодный период года. Чтобы снивелировать ошибки, вызванные длиной временного ряда, все ряды приведены к единому интервалу с 1946 по 2005 г. Далее, используя трехпараметрическое гамма-распределение, с помощью программного комплекса «Гидролог» [1] получены максимальные модули стока зимних паводков 5 %-ной обеспеченности, пространственная структура которых показана на рис. 1.

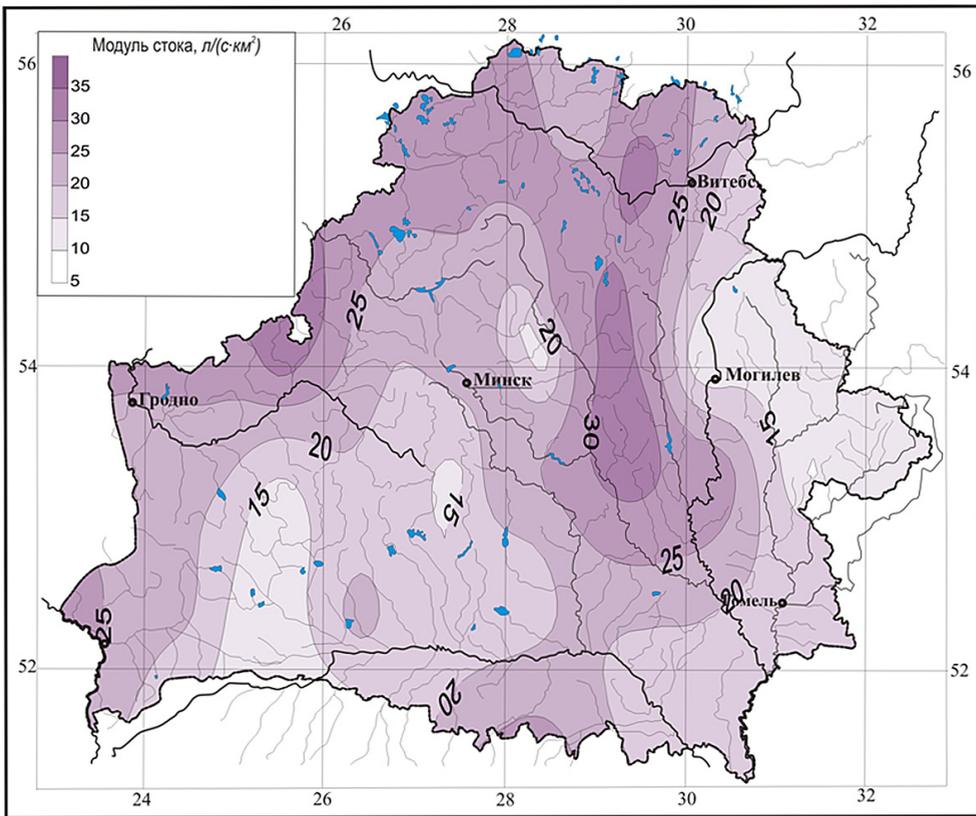
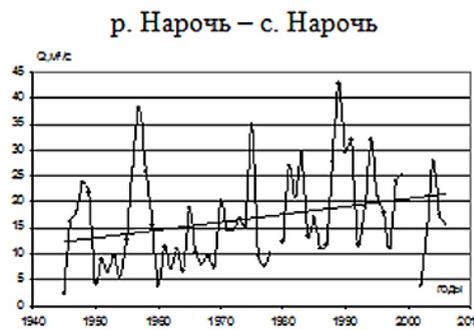
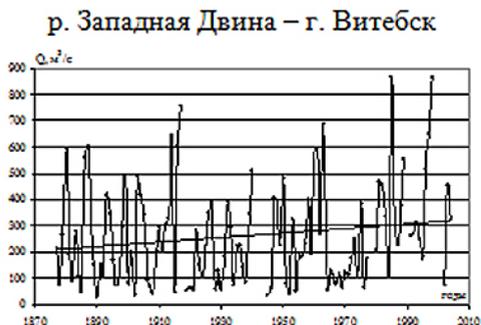


Рис. 1. Максимальные модули стока зимних паводков 5 %-ной обеспеченности рек Беларуси

Анализ показывает, что модули стока зимних паводков 5 %-ной обеспеченности на реках Беларуси варьируют в среднем в пределах от 15 до 25 л/(с·км²). Имеются территориальные различия. Так, минимальные значения модулей стока зимних паводков характерны для рек Полесья, где они составляют 10–20 л/(с·км²). В бассейне Западной Двины и Днепра, на правобережных притоках р. Неман значения модулей возрастают до 25–30 л/(с·км²). Это обусловлено различием в подстилающих грунтах, структуре ландшафтов, глубине промерзания, величине атмосферных осадков и температурном режиме, геологической структуре. Так, реки Полесья представлены в основном песчаными грунтами, которые хорошо впитывают талую воду. Кроме того, глубина промерзания грунтов значительно меньше, чем на водосборах других рек страны, меньше также количество атмосферных осадков, что и влияет на величину зимних паводков.

Многолетние колебания зимних паводков

Для анализа имеющихся данных и выявления тенденций их изменений построены графики многолетних колебаний максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений на основных реках Беларуси, расположенных в разных частях страны (рис. 2). Паводки, у которых начало наблюдалось в предыдущем году, а конец в последующем, относились к тому году, когда отмечался максимальный расход воды.



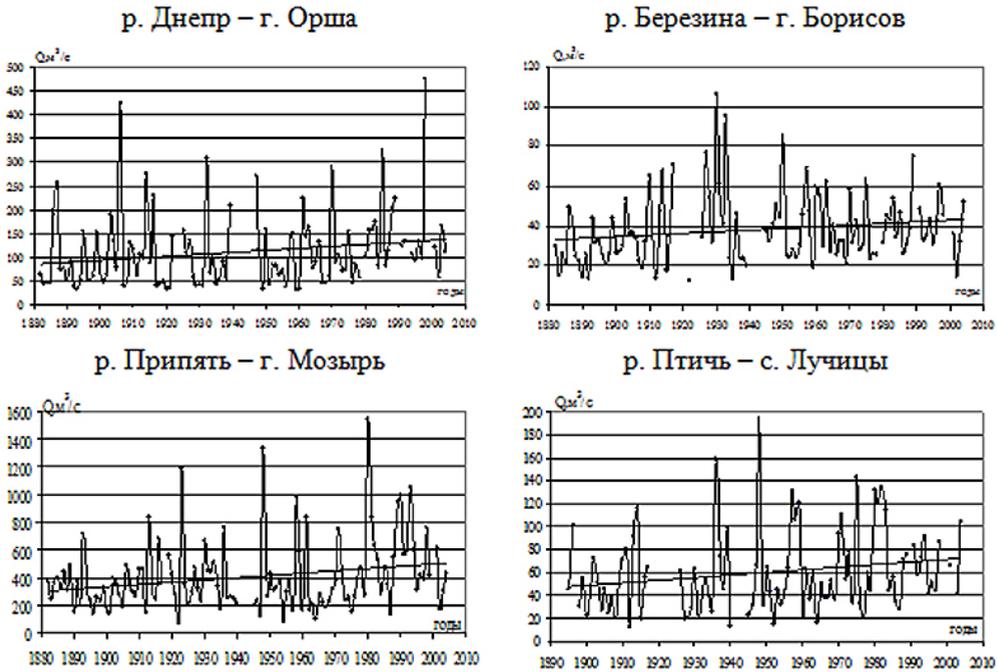


Рис. 2. Графики многолетних колебаний максимальных расходов воды зимних паводков рек Беларуси

В табл. 1 приведены основные статистические параметры трендов рядов максимальных расходов воды зимних паводков.

Таблица 1

Статистические параметры трендов зимних паводков

Река–пост	Градиент изменения, (м³/с)/10 лет	R
Западная Двина – г. Витебск	0,86	0,16
Полота – с. Янково I	0,04	0,19
Неман – г. Гродно	0,11	0,03
Нарочь – с. Нарочь	0,15	0,29
Днепр – г. Орша	0,43	0,19
Березина – г. Борисов	0,08	0,17
Припять – г. Мозырь	1,64	0,23
Птичь – с. Лучицы	0,22	0,20

На р. Западная Двина – г. Витебск наибольшие зимние паводки по величине максимального расхода за период инструментальных наблюдений отмечены в период после 1980 г. (1985, 1998 гг.). Крупные зимние паводки были также в 1880, 1887,

1914, 1916, 1917, 1961, 1963 гг. Наименьшие паводки отмечались в период с середины 60-х по начало 80-х годов XX в.

На притоках Западной Двины наибольшие паводки отмечались в 1963, 1975, 1989, 1991, 1998 гг. На реках Полота – с. Янково I, Эса – с. Гадивля, Кривинка – с. Добригоры наибольший паводок за период инструментальных наблюдений отмечен в 1963 г., на реках Улла – с. Промыслы, Дисна – г.п. Шарковщина, Березовка – с. Саутки – в 1989 г. В целом на всех реках бассейна Западной Двины наблюдается тенденция роста максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений.

Наибольшие зимние паводки на р. Неман – г. Гродно зафиксированы в 1894, 1916, 1939, 1958 гг., несколько меньшие – в 1883, 1884, 1902, 1936, 1946, 1975, 1981 и 1994 гг. После 1994 г. крупных зимних паводков на р. Неман – г. Гродно не наблюдалось. На притоках Немана (реки Исlochь – с. Боровиковщина, Гавья – с. Лубинята, Дитва – с. Поречаны, Вилия – с. Стешицы, Нарочь – с. Нарочь) отмечается явно выраженная тенденция роста максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений. Наибольшие паводки наблюдались в 1975, 1989, 1993, 1994, 2004 гг. Противоположная картина наблюдается на реках Неман – г. Столбцы и Вилия – г. Вилейка. На некоторых реках (Котра – г.п. Сахкомбинат, Свисlochь – с. Сухая Долина, Неман – г. Гродно) сдвиг в величине зимних паводков в ту или иную сторону не отмечается. Наименьшими величинами зимних паводков характеризуются 1960-е годы.

На р. Днепр – г. Орша наибольший зимний паводок за период инструментальных наблюдений (с 1882 г.) зафиксирован в 1998 г. (как и в створе г. Могилев). Крупные зимние паводки были также в 1906, 1932, 1970, 1985 гг. В конце XIX в., а также в 20-е и 50–60-е годы XX в. отмечаются наименьшие зимние паводки. В целом наблюдается тенденция роста величины максимального стока зимних паводков. Аналогичная тенденция отмечается и в других створах. На р. Днепр – г. Речица наибольшие зимние паводки зафиксированы в 1910, 1939, 1948, 1959, 1963, 1980, 1991 гг., на р. Днепр – г. Могилев – в 1933, 1934, 1947, 1961, 1985, 1989 и 1998 гг.

Наибольшие зимние паводки на р. Сож – г. Гомель были в 1939, 1948, 1975, 2001, 1985 и 1998 гг. После 1980 г. отмечается уменьшение размаха колебаний величины зимних паводков в целом, обусловленное увеличением средней величины паводков, в то время как наибольшие наблюдались в более ранние годы. Та же тенденция характерна и для других рек. Так, на р. Березина в створах Бобруйск и Борисов наибольшие зимние паводки отмечались в 1930 и 1933 гг. В последние десятилетия таких больших зимних паводков не наблюдается, однако в среднем величина их выросла.

Таким образом, на р. Днепр и практически всех его притоках отмечается тенденция роста максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений.

Аналогичная ситуация и в бассейне р. Припять. Наибольшие зимние паводки в створе г. Мозырь были в 1923, 1948, 1958, 1980, 1989, 1990, 1993 и 1998 гг. На притоках р. Припять (р. Птичь – с. Лучицы и р. Оресса – с. Андреевка) наибольшие зимние паводки по величине максимального расхода зафиксированы в 1936 и 1948 гг. Значительные по своей величине паводки были в 1957–1959, 1975, 1980–1982 гг. На

р. Оресса – с. Андреевка в 1994, 1998 и 2004 гг. отмечались большие зимние паводки (соответствуют 4–10 % обеспеченности).

На правобережных притоках р. Припять (реки Горынь, Уборть, Словечна, Чертедь) наибольшие паводки также были в 1948, 1975, 1982, 1998 гг. Хотя на реках Чертедь и Уборть отмечается тенденция некоторого снижения максимумов зимних паводков.

На р. Цна – с. Дятловичи и р. Случь – с. Ленин, имеющих более короткий период инструментальных наблюдений (с середины 50-х годов XX в.), также наблюдается рост величины зимних паводков. Наибольшие зимние паводки здесь отмечались, как и на большинстве рек бассейна Припяти, в 1975, 1981, 1990, 1994 и 1998 гг.

Период с 1960 до середины 70-х годов в бассейне р. Припять характеризуется наименьшими зимними паводками на всех реках.

Иная картина изменений наблюдается на реках бассейна Западного Буга, имеющих период инструментальных наблюдений с 50–60-х годов XX в. **Наибольшие паводки** здесь были в 1958, 1971, 1975, 1982 гг. С середины 1980-х годов отмечено резкое снижение максимумов зимних паводков.

В табл. 2 приведены годы с зимними паводками различной градации.

Таблица 2

Годы с зимними паводками различной градации

№ п/п	Река – створ	Период наблюдений	Характеристика паводка		
			$P \leq 1 \%$	$P = 1-5 \%$	$P = 5-10 \%$
1	Зап.Двина–г. Витебск	1877–1940, 1945–2005	1985, 1998	1914, 1917, 1963, 1997	1880, 1886, 1887, 1916, 1960, 1961
2	Улла – с. Бочейково	1929–1939, 1946–2005		1975, 1989, 1998	1957, 1967, 1988
3	Полота – с. Янково I	1928–1940, 1945–2005		1928, 1963, 1998	1975, 1985, 1987, 1991
4	Нача – с. Горовцы	1927–1940, 1945–2005		1939, 1963, 1988	1928, 1989, 1991, 1998
5	Дисна – г.п. Шарковщина	1945 – 2005		1981, 1988, 1989	1975, 1991
6	Неман – г. Гродно	1877–1941, 1946–2005	1958	1883, 1894, 1916, 1936, 1939	1884, 1902, 1946, 1948, 1975, 1981, 1994
7	Неман – г. Столбцы	1923–1933, 1945–2005		1926, 1930, 1939	1933, 1949, 1975, 2004
8	Виляя – г. Вилейка	1949–2005		1957, 1975	1949, 1951, 1958
9	Виляя – с. Михалишки	1946–2005		1949, 1975, 1994	1946, 1957, 1989
10	Котра – г.п. Сахкомбинат	1946–2005		1946, 1948, 1958	1971, 1989, 2004
11	Нарочь – с. Нарочь	1945–2005		1957, 1975, 1989	1990, 1991, 1994
12	Копаяювка – с. Черск	1949–2005		1971, 1975, 1982	1949, 1958, 1967
13	Лесная – г. Каменец	1946–2005		1948, 1949, 1958	1957, 1971, 1975
14	Днепр – г. Орша	1882–1939, 1947–2005	1998	1906, 1914, 1932, 1970, 1985	1887, 1916, 1947, 1961, 1989

№ п/п	Река – створ	Период наблюдений	Характеристика паводка		
			$P \leq 1 \%$	$P = 1-5 \%$	$P = 5-10 \%$
15	Днепр – г. Могилев	1931–1941, 1944–2005		1934, 1985, 1998	1933, 1947, 1961, 1989
16	Днепр – г. Жлобин	1936 – 1940, 1945–2005		1939, 1952, 1981	1947, 1961, 1991
17	Днепр – г. Речица	1895 – 1941, 1946–2005	1910	1939, 1981, 1963, 1991	1913, 1948, 1959, 1975, 1983,
18	Березина – г. Борисов	1882–1917, 1926–1939, 1945–2005	1930	1927, 1933, 1950, 1989	1910, 1914, 1917, 1957, 1963, 1975
19	Березина – г. Бобруйск	1881–1916, 1921–1939, 1945–2005	1933	1913, 1930, 1958, 1975, 1982	1949, 1950, 1959, 1965, 1981
20	Сож – г. Славгород	1898–1941, 1944– 2005	1939	1927, 1932, 1947, 1985	1916, 1958, 1970, 1981, 1988
21	Сож – г. Гомель	1901–1939, 1946–2005	1975	1939, 1948, 1985, 2001	1916, 1959, 1981, 1998
22	Жадунька – с. Костюковичи	1949–2005		1957, 1985	1966, 1974, 1988
23	Беседь – с. Светиловичи	1929–1940, 1944–2005	1970	1957, 1958	1932, 1974, 1975, 1988
24	Уза – с. Прибор	1929–1941, 1945–2005	1948	1957, 1979	1971, 1974, 1989, 1994
25	Припять – г. Мозырь	1882–1940, 1945–2005	1980	1923, 1948, 1958, 1990, 1993	1913, 1936, 1961, 1981, 1989, 1998
26	Птичь – с. Лучицы	1895–1917, 1926–1940, 1945–2005	1948	1936, 1975, 1982	1914, 1957, 1959, 1980, 1981, 1983
27	Оресса – с. Андреевка	1926–1940, 1944–2005		1936, 1980, 2004	1975, 1981, 1994, 1998
28	Горынь – пос. Речица	1922–1933, 1946–2005		1948, 1975, 1982	1960, 1971, 1981, 1998
29	Ясельда – с. Сенин	1926–1933, 1945–2005		1980, 1981, 1990	1961, 1989, 1991, 1998
30	Уборть – с. Краснобережье	1926–1940, 1945–2005		1926, 1932, 1933	1930, 1948, 1958, 1998

Анализ таблицы показывает, что в наступлении высоких зимних паводков в основном существует синхронность по территории, однако величина их может быть различной. Высокие зимние паводки на большинстве рек страны наблюдались в 1948, 1975, 1989, 1998 гг. Зимний паводок 1948 г. по величине максимального расхода воды на некоторых реках Полесья (Уза, Птичь, Горынь, Чертедь) был наибольшим за весь период инструментальных наблюдений. В бассейне же Нема-

на его обеспеченность составляла около 15 %, Западной Двины – 20 %. Паводок 1975 г. максимальным за весь период наблюдений был на р. Сож – г. Гомель, на остальных реках его величина соответствует в среднем 5–10 % обеспеченности, в бассейне Западной Двины – до 15 %. Зимний паводок 1998 г. максимальным был на реках Днепр (г. Орша и Могилев), Западная Двина (г. Витебск и Полоцк), Дрисса (с. Дерновичи). На реках бассейна Немана и Западного Буга величина паводка 1998 г. соответствует лишь 20–30 % обеспеченности, в бассейне Припяти – около 10 %.

Нередко наблюдается и асинхронность в формировании зимних паводков. Так, в бассейне Западной Двины высокий зимний паводок наблюдался в 1963 и 1985 гг., в бассейне Немана – в 1994 г., в бассейне Днепра и Припяти – зимой 1980–1981 гг., в то время на остальных реках страны величина этих паводков была средней.

Таким образом, на большинстве рек Беларуси отмечается тенденция роста величины максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений. При этом наибольшие паводки отмечались, как правило, в более ранние годы. С середины 1980-х годов увеличилась средняя величина зимних паводков, т.е. произошло некоторое выравнивание величин паводков за счет снижения больших и увеличения малых паводков. Нередко за зиму отмечается несколько паводков, что снижает величину их максимального расхода (1980–1981, 1990–1991, 1997–1998 гг.). Минимальные зимние паводки на большинстве рек отмечены в 60-е годы прошлого столетия.

Роль типов циркуляции атмосферы в формировании зимних паводков

Для выявления закономерностей многолетних колебаний стока зимних паводков проведен сопряженный анализ стока и обобщенных характеристик циркуляции атмосферы. Наиболее удобным для анализа формирования стока является макроциркуляционный метод, предложенный Г.Я. Вангенгеймом и А.А. Гирсом. Метод основан на выделении элементарных синоптических процессов и обобщении всех видов элементарных синоптических процессов в трех типах циркуляции атмосферы: W – западном, E – восточном, C – меридиональном и нескольких комбинированных, для каждого из которых характерны свои особенности состояния атмосферы [3,4]. Макропроцессы каждого типа сохраняются в течение длительного времени (циркуляционные эпохи), в результате формируется определенный тип погоды и, как следствие, климат территории. Поэтому каждая из форм циркуляции обуславливает разные метеорологические условия на территории Беларуси, определяющие соответствующий гидрологический режим рек. При этом для каждой из циркуляционных эпох были определены статистические параметры: средние величины максимальных расходов воды, коэффициенты вариации C_v и коэффициенты автокорреляции $r(l)$. Помимо этого рассматривалось количество зимних паводков обеспеченностью не более 25 % в каждую из эпох.

В табл. 3 представлены основные статистические параметры временных рядов максимальных расходов воды зимних паводков для периодов с разными типами циркуляции атмосферы рек Беларуси, имеющих наиболее продолжительный период наблюдений [7].

Статистические параметры временных рядов максимальных расходов воды зимних паводков для периодов с разными типами циркуляции атмосферы

Река – створ	Период	<i>n</i>	Тип циркуляции атмосферы	Число паводков $P < 25\%$	$Q_{ср}'$, м ³ /с	C_v	$r(I)$
Западная Двина – г. Витебск	1877–1889	13	С	3	267	0,71	0,16
	1890–1928	39	W	8	238	0,78	0,20
	1929–1939	11	Е	1	195	0,55	0,02
	1940–1948	5	С	3	281	0,69	
	1949–1970	22	Е+С	5	237	0,80	0,15
	1971–1995	25	Е	6	293	0,60	-0,06
	1996–2005	10	W	4	479	0,52	0,20
	Весь период	125			261	0,74	0,05
Полота – с. Янково I	1929–1939	11	Е	3	7,51	0,50	-0,18
	1940–1948	5	С	0	4,41	0,78	
	1949–1970	22	Е+С	4	6,92	0,59	-0,20
	1971–1995	25	Е	8	8,71	0,49	-0,15
	1996–2005	10	W	2	9,50	0,44	0,20
	Весь период	73			7,79	0,56	-0,10
Неман – г. Гродно	1877–1889	13	С	2	248	0,57	0,38
	1890–1928	39	W	13	289	0,49	-0,07
	1929–1939	11	Е	3	308	0,46	-0,08
	1940–1948	5	С	2	330	0,44	
	1949–1970	22	Е+С	2	228	0,66	0,10
	1971–1995	25	Е	10	339	0,26	-0,03
	1996–2005	10	W	0	227	0,27	0,07
	Весь период	125			281	0,49	0,13
Днепр – г. Орша	1882–1889	8	С	2	99,0	0,76	
	1890–1928	39	W	8	100	0,79	-0,09
	1929–1939	11	Е	2	94,6	0,87	-0,21
	1940–1948	2	С	1			
	1949–1970	22	Е+С	6	98,1	0,67	-0,10
	1971–1995	25	Е	7	125	0,50	-0,04
	1996–2005	10	W	2	165	0,79	-0,34
	Весь период	117			110	0,74	-0,19

Продолжение таблицы 3

Река – створ	Период	n	Тип циркуляции атмосферы	Число паводков $P < 25 \%$	Q_{sp} , м ³ /с	C_v	$r(I)$
Березина – г. Борисов	1882–1889	8	C	1	28,7	0,36	
	1890–1928	32	W	7	35,3	0,48	0,02
	1929–1939	11	E	4	44,3	0,67	0,06
	1940–1948	4	C	1	40,3		
	1949–1970	22	E+C	7	40,3	0,44	-0,06
	1971–1995	25	E	5	38,7	0,32	-0,13
	1996–2005	10	W	2	40,5	0,34	-0,13
	Весь период	112			38,0	0,46	-0,01
Сож – г. Гомель	1901–1928	28	W	2	154	0,41	0,24
	1929–1939	11	E	5	196	0,43	-0,21
	1940–1948	3	C	2			
	1949–1970	22	E+C	3	142	0,46	0,13
	1971–1995	25	E	11	208	0,36	-0,17
	1996–2005	10	W	2	207	0,69	-0,24
	Весь период	99			177	0,45	0,02
	Припять – г. Мозырь	1882–1889	8	C	1	368	0,20
1890–1928		39	W	6	356	0,59	-0,22
1929–1939		11	E	3	397	0,46	-0,32
1940–1948		5	C	1	421	1,08	
1949–1970		22	E+C	3	330	0,65	-0,06
1971–1995		25	E	13	548	0,59	0,30
1996–2005		10	W	2	440	0,38	-0,15
Весь период		120			405	0,63	-0,11
Птичь – с. Лучицы	1895–1928	26	W	4	50,2	0,54	-0,06
	1929–1939	11	E	3	59,3	0,65	-0,08
	1940–1948	5	C	1	65,2	1,02	
	1949–1970	22	E+C	4	54,8	0,57	0,29
	1971–1995	25	E	10	72,3	0,50	0,15
	1996–2005	10	W	2	65,3	0,35	-0,22
	Весь период	99			59,8	0,60	0,02

На реках бассейна Западной Двины наиболее продолжительный период наблюдений, позволяющий проследить паводки по каждой из циркуляционных эпох, имеется лишь на р. Западная Двина – г. Витебск. Здесь зимние паводки наибольшей величины отмечались в период 1996–2005 гг., который соответствует западной форме циркуляции атмосферы W. На притоках Западной Двины наибольшие паводки были в периоды с восточной и западной формами циркуляции.

Наибольшие зимние паводки на реках водосбора Немана отмечались в периоды 1971–1995 гг. и 1929–1939 гг., соответствующие восточной форме циркуляции атмосферы (E).

На большинстве рек бассейна Днепра (с Припятью) наибольшая средняя величина максимальных расходов воды зимних паводков отмечается в периоды с преобладанием восточной формы циркуляции атмосферы (E): 1971–1995 гг. (Сож – г. Гомель, Припять – г. Мозырь, Птичь – с. Лучицы), 1929–1939 гг. (Березина – г. Борисов). На р. Днепр – г. Орша наиболее многоводный период 1996–2005 гг.

Проведенные исследования показали, что на большинстве рек Беларуси наибольшие зимние паводки зафиксированы в периоды с восточным типом циркуляции атмосферы (E). На некоторых реках в период 1996–2005 гг., соответствующий западному типу циркуляции (W), отмечается увеличение количества зимних паводков обеспеченностью не более 25 %. Период 1940–1948 гг. с господством меридиональных процессов (C) также имеет высокие значения максимальных расходов воды зимних паводков, однако он недостаточно репрезентативен из-за своей малой продолжительности (около 5 лет) вследствие отсутствия наблюдений в военные годы. Период 1949–1970 гг. с комбинированным восточно-меридиональным (E+C) типом циркуляции характеризуется наименьшими зимними паводками.

Оценка изменения максимальных расходов воды зимних паводков

Для количественной оценки характера изменений максимальных расходов воды зимних паводков во времени ряды наблюдений были разбиты на два периода: от начала наблюдений до 1965 г. и с 1966 по 2005 г. При этом выбраковывались ряды с периодом наблюдений менее 15 лет хотя бы за один из интервалов.

Для выявления пространственной структуры изменения максимальных расходов воды зимних паводков величины изменения максимальных расходов были представлены в виде коэффициентов изменения стока:

$$k_i = \frac{Q_{\text{ср2}} - Q_{\text{ср1}}}{Q_0},$$

где $Q_{\text{ср1}}$ и $Q_{\text{ср2}}$ – средние значения максимальных расходов воды паводков за первый и второй период соответственно; Q_0 – среднее значение максимальных расходов за весь период наблюдений.

Коэффициенты изменения стока k_i были картографированы с использованием координат центров тяжести водосборов исследуемых рек.

В ходе анализа оценивалось влияние двух факторов. Первый фактор – антропогенное влияние крупномасштабных мелиораций [период с начала наблюдений до

1965 г. (начало крупномасштабных мелиораций) и с 1966 по 2005 г.]. Второй фактор — влияние современных климатических изменений (период с 1966 по 1987 г. — начало современного потепления и с 1988 по 2005 г.) [6].

На рис. 3 представлены коэффициенты изменения стока k_i за период 1966–2005 гг. в сравнении с периодом от начала наблюдений до 1965 г. Знак «плюс» перед коэффициентами свидетельствует об увеличении средних величин максимальных расходов воды зимних паводков во второй период, знак «минус» — об уменьшении.

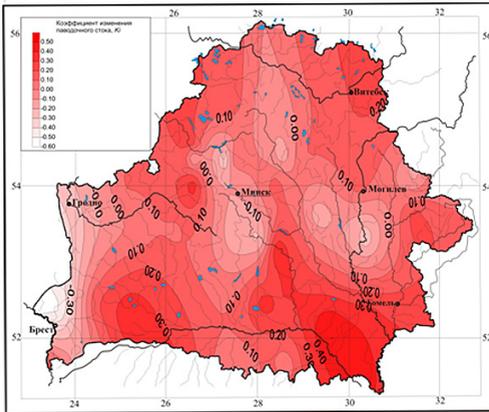


Рис. 3. Пространственная структура изменения максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений

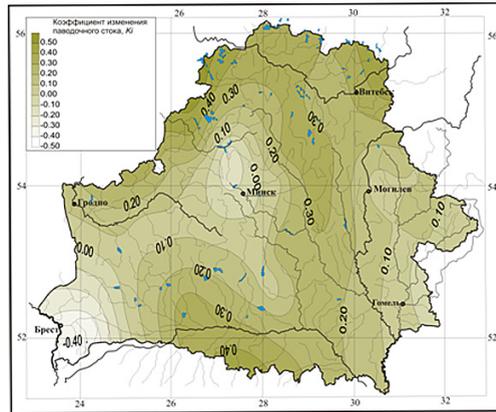


Рис. 4. Пространственная структура изменения максимальных расходов воды зимних паводков за период 1988–2005 гг. по сравнению с периодом 1966–1987 гг.

Анализ рис. 3 свидетельствует о том, что на реках Беларуси в период с 1966 по 2005 г. по сравнению с периодом от начала инструментальных наблюдений до 1965 г. наблюдается небольшое увеличение максимальных расходов воды зимних паводков, за исключением бассейна р. Западный Буг. На большинстве рек страны эти изменения незначительны (в пределах 10 %). Наиболее существенные изменения характерны для рек Полесья. Так, в бассейне Припяти (за исключением среднего течения реки) и нижнем течении Днепра в период 1966–2005 гг. отмечается увеличение максимальных расходов воды зимних паводков на 20–30 % и более по сравнению с периодом до 1965 г., в бассейне же Западного Буга — уменьшение на 30–40 %.

Результаты роли потепления климата в формировании стока зимних паводков во второй период (1966–2005 гг.) представлены на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что на большинстве рек Беларуси существенных изменений в период 1988–2005 гг. по сравнению с периодом 1966–1987 гг. в величине максимальных расходов воды зимних паводков не выявлено. В бассейне Западной Двины наблюдается увеличение максимального стока зимних паводков на 20–40 %. Уменьшение величины максимальных расходов воды зимних паводков на 20–40 % во второй период по сравнению с первым отмечается на реках бассейна Западного Буга.

Таким образом, на севере Беларуси, в бассейне Западной Двины, наибольшие зимние паводки отмечены в период 1988–2005 гг. В средней части страны, в бассей-

нах Немана и Днепра, величина зимних паводков практически не изменилась на протяжении всего периода инструментальных наблюдений на реках. Здесь наблюдаются периоды с повышенным или пониженным зимним стоком. На реках бассейна Западного Буга наибольшие зимние паводки зафиксированы в период 70-е – первая половина 80-х годов прошлого столетия. В бассейне Припяти величина зимних паводков в среднем выросла.

Заключение

Проведенные исследования позволили установить некоторые закономерности в формировании зимних паводков на реках Беларуси.

Средняя величина максимальных модулей стока зимних паводков на реках страны составляет от 15 до 25 л/(с·км²), причем минимальные значения характерны для рек Полесья (10–20 л/(с·км²)). В бассейне Западной Двины и Днепра, на правобережных притоках р. Неман значения модулей составляют 30–35 л/(с·км²).

Наибольшие зимние паводки на большинстве рек зафиксированы в периоды с восточным типом циркуляции атмосферы (Е). Исключение составляет р. Западная Двина, где в период 1996–2005 гг., соответствующий западному типу циркуляции (W), отмечается увеличение количества зимних паводков обеспеченностью не более 25 %. Период 1940–1948 гг. с господством меридиональных процессов (С) также имеет высокие значения максимальных расходов воды зимних паводков. Период 1949–1970 гг. с комбинированным восточно-меридиональным (Е+С) типом циркуляции характеризуется наименьшими зимними паводками.

На большинстве рек Беларуси наблюдается тенденция роста величины зимних паводков за период инструментальных наблюдений. При этом их абсолютная величина, как правило, не увеличилась по сравнению с более ранними периодами, но зимние паводки стали чаще, что повлияло на величину их максимальных расходов.

Высокие зимние паводки на большинстве рек страны отмечались в 80–90-е годы прошлого столетия. При этом с середины 1980-х годов наблюдается уменьшение размаха колебаний величины зимних паводков в целом. В 1960-е годы на большинстве рек отмечены наименьшие зимние паводки.

Увеличение стока зимних паводков в период 1988–2005 гг. на 20–40 % отмечается на севере страны, в бассейне Западной Двины. В средней части страны, в бассейнах Немана и Днепра, величина зимних паводков практически не изменилась на протяжении всего периода инструментальных наблюдений на реках. Здесь наблюдаются периоды с повышенным или пониженным зимним стоком. В бассейне Западного Буга наибольшие зимние паводки зафиксированы в период 70-е – первая половина 80-х годов XX в. На реках Полесья в период 1966–2005 гг. отмечается увеличение максимальных расходов воды зимних паводков на 20–30 % и более по сравнению с периодом до 1965 г., в бассейне же Западного Буга – уменьшение на 30–40 %.

Литература

1. Волчек А.А. Автоматизация гидрологических расчетов / Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды: Труды междунар. науч.-практ. конф. по проблемам водохозяйственного, промышленного и гражданского строительства и экономико-социальных преобразований в условиях рыночных отношений / Брест. политехн. институт. – Биберах–Брест–Ноттингем, 1998, с. 55-59.

2. Волчек А.А., Шпока И.Н. Закономерности формирования опасных метеорологических явлений на территории Беларуси. / Ученые записки РГГМУ, 2011, № 17, с. 64-89.
3. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 280 с.
4. Исмайылов Г.Х., Федоров В.М. Анализ многолетних колебаний годового стока Волги / Водные ресурсы, 2001, т. 28, № 5, с. 517-525.
5. Ключева К.А., Покумейко Ю.М. Оценка влияния осушительных мелиораций на водный режим рек Белоруссии / Сб. работ по гидрологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980, № 16, с. 62-97.
6. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений – Минск: Навука і тэхніка, 1992. – 319 с.
7. Пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик». – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2000. – 174 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Ч. 1, 2: Основные гидрологические характеристики. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 720 с.
9. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: Справочник / Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь / Под общ. ред. М.А. Гольберга. – Минск: Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», 2002. – 132 с.