

Л.Н. Журавович, И.С. Данилович, Д.С. Поликша
Белгидромет, г. Минск

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЖОРНЫХ И ЗАТОРНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Введение. Среди опасных гидрологических явлений наиболее существенный ущерб для населения и отраслей экономики приносят наводнения, в результате которых происходит подтопление прилегающих территорий. Наводнения наиболее часто возникают в результате прохождения весеннего половодья, сформированные притоком талых вод, накопленных в течение зимнего сезона; дождевых паводков, при выпадении значительных сумм за короткий интервал времени [4]. Также подтопления на реках возникают в результате подпора, связанного с ледообразованием и ледоразрушением (зажоры, заторы), который формируется ежегодно на многих участках рек страны. В последние десятилетия отмечается заметное изменение климатических условий [3], что повлекло возрастание числа случаев подпорных явлений и повышения уровней воды. В связи с этим назрела необходимость анализа повторяемости зажорных и заторных явлений с учетом происходящих изменений климата и водного режима рек страны.

Исходные данные и методология. Исходными данными для анализа послужили материалы Государственного водного кадастра (далее – ГВК) Минприроды, в частности сведения об уровне и ледовом режиме рек, входящих в раздел ГВК «Поверхностные воды», за ведение которого отвечает Белгидромет. В ходе исследования были проанализированы ежедневные уровни воды и ледовые явления, по которым определялось наличие зажорных и заторных явлений в совокупности с ходом метеорологических элементов. Для наиболее крупных речных бассейнов были определены репрезентативные пункты, для которых был выполнен анализ: р. Западная Двина-Полоцк, р. Неман-Столбцы, р. Виля-Михалишки, р. Днепр-Орша, р. Припять-Мозырь. Период обобщения составил 1937–2016 гг.

Зажоры образуются на реках в период формирования ледяного покрова, при образовании в русле внутриводного льда и его вовлечении под кромку ледяного покрова. Решающее значение при этом имеет поверхностная скорость течения (более 0,4 м/с) [1], а также температура воздуха в период замерзания. Скопление шуги и другого рыхлого ледяного материала, образующегося на этих участках в результате непрерывного процесса образования внутри водного льда и разрушения ледяного покрова, вызывает стеснение водного сечения, вследствие чего происходит подъем воды выше по течению.

Заторы, в отличие от зажоров, образуются обычно в конце зимы и в весенний период при вскрытии рек во время разрушения ледяного покрова. Затор представляет собой скопление крупных и мелких льдин, ограничивающее течение реки. В результате происходит подъем воды и ее разлив.

Главная причина образования затора – задержка процесса вскрытия льда на тех реках, где кромка ледяного покрова смещается сверху вниз по течению. Движущийся сверху раздробленный лед встречает на пути еще не нарушенный ледяной покров. Основное условие для формирования затора создается при значительной (0,6–0,8 м/с и более) скорости поверхностного течения [1].

В ходе исследования были рассмотрены следующие характеристики зажорных и заторных явлений:

1) максимальные подъемы уровней воды. Максимальный заторный уровень, как правило, превышает уровень весеннего половодья. Максимальный зажорный уровень превышает уровень воды при ледоставе.

2) продолжительность затора или зажора. Затор льда – явление кратковременное. Высокий уровень держится обычно несколько суток. Период подъема зажорного уровня более длительный, до десятков суток.

3) повторяемость зажоров/заторов. Данная характеристика значительно варьирует во времени и пространстве. В одних местах они повторяются через 2–5 лет, в других – значительно реже.

Результаты. Зажорные явления.

Анализ многолетних данных зажорных явлений показал, что периодичность возникновения явления на реках Припять и Днепр увеличилась (таблица 1). В течение периода 1937–1988 гг. зажоры наблюдались в среднем 1 раз в 13 лет на р. Припять и 1 раз в 10 лет на р. Днепр. В период заметного изменения климата 1989–2016 гг. зажоры на указанных реках наблюдались 1 раз в 2 года. На реках Неман, Виляя и Западная Двина периодичность также возросла, однако менее значительно.

Таблица 1 – Повторяемость зажорных явлений

Река-пост	Период	Периодичность
Неман – Гродно	1937–1988	1 раз в 4 года
	1989–2016	1 раз в 2 года
Виляя – Михалишки	1937–1988	1 раз в 3 года
	1989–2016	ежегодно
Западная Двина – Полоцк	1937–1988	1 раз в 5 лет
	1989–2016	1 раз в 2 года
Неман – Гродно	1937–1969	1 раз в 17 лет
	1970–2016	1 раз в 2 года
Виляя – Михалишки	1937–1969	1 раз в 17 лет
	1970–2016	ежегодно
Западная Двина – Полоцк	1937–1969	1 раз в 17 лет
	1970–2016	1 раз в 2 года

Увеличение частоты зажорных явлений связано со смещением сроков замерзания рек на более поздние даты и с процессом замерзания рек, в ходе которого ледообразование происходит внутри водной массы, что приводит к увеличению образования шуги и увеличению водности и, как следствие, образованию зажоров.

Средняя продолжительность зажора увеличилась на реках Припять и Днепр в 6 и 3 раза соответственно. Продолжительность зажоров на р. Западная Двина увеличилась на 25%. На Вилии продолжительность не изменилась, а на Немане даже уменьшилась на 30% (таблица 2).

Таблица 2 – Продолжительность зажорных явлений

Река-пост	Период	Средняя продолжительность (дни)
Неман – Гродно	1937–1988	29
	1989–2016	18
	1937–1969	12
	1970–2016	24
Виляя – Михалишки	1937–1988	23
	1989–2016	24
	1937–1969	13
	1970–2016	25
Западная Двина – Полоцк	1937–1988	14
	1989–2016	20
	1937–1969	3
	1970–2016	20
Днепр – Орша	1937–1988	4
	1989–2016	15
Припять – Мозырь	1937–1988	2
	1989–2016	12

Более ранние исследования показали [2], что основное изменение гидрологического режима рек и его пространственных особенностей, начало происходить с 70-х гг. прошлого столетия, и с 90-х годов изменение характеристик усиливалось в том же направлении, в связи с этим для рек Вилия, Неман и Западная Двина дополнительно выполнены расчеты за период 1970–2016 гг.

Максимальные зазорные уровни за период изменения климата изменились неоднозначно. На реках Припять и Западная Двина средние многолетние значения максимального зазорного уровня увеличились, на реках Вилия и Неман они остались неизменными, а на реке Днепр уменьшились.

Заторные уровни. Образование заторов тесно связано с формированием ледяного покрова на реках. Толщина льда за период изменения климата изменилась в среднем на 10–15 см в сторону уменьшения. Эти изменения наиболее заметны для рек Западная Двина, Днепр, Припять с 1989 года, для остальных – с 1970 года. На реках Вилия и Неман в отдельные годы ледостав не устанавливается или имеет несплошной ледяной покров.

Проведенный анализ показал, что заторы стали наблюдаться реже на реках Припять, Днепр, Неман и Западная Двина, а на реке Вилия их повторяемость увеличилась (таблица 3). Уменьшение повторяемости заторов на рассматриваемых реках по абсолютному значению оказалось невысоким, однако является однонаправленным и статистически значимым. Уменьшение наиболее вероятно связано с неустойчивой погодой (возвратов холода) в течение весеннего сезона в последние десятилетия, что способствует более медленному разрушению ледяного покрова и постепенному его таянию.

Таблица 3 – Повторяемость заторных явлений

Река-пост	Период	Периодичность
Неман – Гродно	1937–1988	1 раз в 3 года
	1989–2016	1 раз в 4 года
Вилия – Михалишки	1937–1988	1 раз в 6,5 лет
	1989–2016	1 раз в 3 года
Западная Двина – Полоцк	1937–1988	1 раз в 2,5 года
	1989–2016	1 раз в 3,5 года
Днепр – Орша	1937–1988	1 раз в 4 года
	1989–2016	1 раз в 5 лет
Припять – Мозырь	1937–1988	1 раз в 4 года
	1989–2016	1 раз в 5 лет

Продолжительность заторов при этом увеличилась на всех реках, кроме Западной Двины, где она осталась неизменной.

Максимальные заторные уровни увеличились по амплитуде на реках Днепр, Припять. На реках Вилия, Западная Двина и Неман наблюдается уменьшение максимальных заторных уровней.

Заключение. В связи с заметным изменением климата в последние десятилетия, которое наиболее существенно отмечается в зимний сезон, произошло изменение уровня и ледового режима рек Беларуси. Изменение коснулось межлетнего периода и заключается в увеличении повторяемости зазорных и уменьшении заторных явлений. Увеличение повторяемости зазоров в начале процесса замерзания рек связано с увеличением числа оттепелей, способствующих формированию рыхлого льда и скоплению его в русле рек, с чем связано увеличение продолжительности зазоров и максимальных уровней. Уменьшение числа заторов связано с неустойчивым повышением температуры воздуха с частыми возвратами холода в весенний сезон в последние десятилетия, что способствует постепенному процессу разрушения льда.

Список использованных источников

1 Бузин, В.А. Заторы льда и заторные наводнения на реках – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2004 – 204 с.

2 Гидрологический мониторинг Республики Беларусь. / под ред. А.И. Полищука, Г.С. Чекана – Мн.: Книгабор, 2009. – 260 с.

3 Мельник, В. И. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы : сборник научных трудов – Мн.: "БелНИЦ "Экология", 2011. – С. 77–84.

4 Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: справочник / Г.С. Чекан, Ф.М. Ошеров, Л.А. Некрасова, И.С. Данилович; под ред. М.А. Гольберга. – Мн.: БелНИЦ Экология, 2002. – 132 с.

УДК 556.5

И.С. Данилович, Л.Н. Журавович, Е.Г. Квач, А.В. Прохоренко
Белгидромет, г. Минск

ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОТЫ ЗИМНИХ ПАВОДКОВ И ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Введение. Климатические изменения, наблюдающиеся на протяжении последних десятилетий на территории Беларуси, обусловили трансформацию, в том числе, условий формирования водного режима рек страны. Изучение вопроса изменения водного режима рек Беларуси позволило установить значимое внутригодовое перераспределение стока рек в последние десятилетия [1,4], которое выражается в увеличении доли зимнего меженного стока и более частом формировании зимних паводков, а также снижении доли весеннего стока и более редкой повторяемости наводнений во время прохождения весеннего половодья. В связи с этим целью работы являлась детальная оценка изменения структуры характерных уровней в зимний и весенний сезоны. Гипотеза исследования заключалась в сближении по высоте и/или более частом превышении высших уровней зимних паводков над высшими уровнями весеннего половодья в связи с изменением климата, в первую очередь в зимний период, в течение последних десятилетий.

Исходные данные и методология. Исходными данными для анализа послужили материалы Государственного водного кадастра (далее – ГВК) Минприроды, в частности сведения об уровненом режиме рек, входящих в раздел ГВК «Поверхностные воды», за ведение которого отвечает Белгидромет. В ходе исследования были проанализированы значения ежедневных и срочных уровней воды на реках Беларуси, сформированных во время прохождения зимних паводков и весеннего половодья.

Анализ выполнялся для наиболее репрезентативных речных бассейнов по 34 гидрологическим постам государственной гидрометеорологической сети наблюдений Минприроды (таблица 1).

В ходе исследования были рассмотрены следующие характеристики:

- 1) ежедневные сведения о ледовых явлениях на реках;
- 2) значения и сроки высших уровней зимних паводков;
- 3) значения и сроки высших уровней весеннего половодья;
- 4) средние значения высших уровней за периоды: с начала наблюдений по 1970 гг. и 1988 г., с 1971 по 2015 гг. и с 1989 по 2015 гг.;
- 5) погодичные разности высших уровней воды за зимний паводок и весеннее половодье;
- 6) среднее многолетнее значение разности высших уровней за зимний паводок и весеннее половодье за периоды: с начала наблюдений по 1970 гг. и 1988 г., с 1971 по 2015 гг. и с 1989 по 2015 гг.;
- 7) статистические значимости разностей высших уровней воды за зимний паводок и весеннее половодье для различных периодов обобщения (п.5).