

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

А. А. Волчек¹, С. В. Сидак², С. И. Парфомук³, Н. Н. Шешко⁴

¹ Д. геогр. н., профессор, профессор кафедры природообустройства УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: volchak@tut.by

² Ст. преподаватель кафедры информатики и прикладной математики УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: harchik-sveta@mail.ru

³ К. т. н., доцент, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: parfom@mail.ru

⁴ К. т. н., доцент, начальник научно-исследовательской части УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: optimum@tut.by

Реферат

Рассмотрены основные опасные гидрологические явления на территории Беларуси за период 2003–2022 гг. Анализ опасных гидрологических явлений на территории Беларуси за последние 20 лет показывает, что наиболее частыми являются опасные явления, сопровождающиеся низкими уровнями воды. Получены средние показатели понижения уровня воды ниже опасного и продолжительности стояния опасных низких уровней воды по гидрологическим постам, на которых наблюдались опасные гидрологические явления. Исследованы тенденции изменения этих показателей в многолетнем разрезе по отдельно выбранным гидропостам.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, опасное гидрологическое явление, высокие уровни воды, низкие уровни воды, доля сезонного стока, распределение водности.

MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF HYDROLOGICAL HAZARDS IN THE TERRITORY OF BELARUS

A. A. Volchak, S. V. Sidak, S. I. Parfomuk, N. N. Sheshko

Abstract

The main hydrological hazards in the territory of Belarus for the period 2003–2022 are considered. An analysis of hydrological hazard in the territory of Belarus over the past 20 years shows that the most frequent are hazardous phenomena accompanied by low water levels. The average indicators of water level decrease below the dangerous level and the duration of dangerous low water levels were obtained for hydrological stations where dangerous hydrological phenomena were observed. The trends of changes in these indicators in the long-term context for separately selected hydraulic gauging stations were investigated.

Key words: emergency, hydrological hazard, high water levels, low water levels, share of seasonal runoff, water distribution.

Введение

Обеспечение социальной, экономической и экологической безопасности страны напрямую связано с чрезвычайными ситуациями природного характера [1, 2]. Согласно ТКП 304–2011 (02300) «Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Общие положения. Порядок функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций» одним из источников чрезвычайных ситуаций природного характера являются опасные гидрологические явления (ОГЯ) [3]. Отнесение гидрологических явлений к категории опасных проводится согласно ТКП 17.10–28–2011 (02120) «Правила составления и оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод». «Гидрологическое опасное явление – это событие гидрологического происхождения или результат гидрологических процессов, возникающих под действием различных природных или гидродинамических факторов или их сочетаний, оказывающих поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду» [4].

Согласно [4] к опасным гидрологическим явлениям относят:

- высокие уровни воды (при половодьях, дождевых паводках, зажорах и заторах льда), при которых происходит затопление населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, автомобильных и железных дорог или повреждение крупных промышленных и транспортных объектов;
- низкие уровни воды (значения уровней воды в реках ниже отметок, при которых нарушается судоходство, водоснабжение городов и водохозяйственных объектов);
- ранний ледостав и появление льда на судоходных реках.

В последние годы в мире резко усилился интерес к проблемам обеспечения безопасности населения и хозяйства в связи с ростом ущербов от ОГЯ. Например, паводок в Беларуси в 2023 г., сопровождающийся превышением опасно высоких отметок уровней воды на отдельных участках рек бассейнов Западной Двины, Днепра, Березины, Сожа и Припяти, привел к затоплению прибрежных территорий, подтоплению домов и хозяйственных построек, проблемам с питьевой водой [5]. Стоит также отметить, что риск наводнений и других ОГЯ является ограничивающим фактором природопользования [6]. В свою очередь опасно низкие уровни воды влекут за собой проблемы с питьевой водой, высокий риск пожаров, приостановку судоходства, снижение разнообразия флоры и фауны, изменение бассейна водоема, нарушение работы сельскохозяйственных отраслей и энергетики.

На сегодняшний день в Беларуси ведется большая работа по исследованию опасных метеорологических явлений (ОМЯ) [1]. Несмотря на тесную связь ОГЯ с ОМЯ, необходимо более полное исследование ОГЯ, особенно в период современного потепления климата и увеличивающейся нагрузки на водные ресурсы, которое позволило бы учесть выявленные особенности при моделировании и прогнозировании опасных гидрологических процессов, а также принятию превентивных мер в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Учитывая актуальность проблемы всестороннего изучения ОГЯ, целью данного исследования является выявление многолетней динамики ОГЯ и их параметров на территории Беларуси.

Исходные данные и методы исследования

Для решения указанных выше задач в исследовании использованы материалы наблюдений государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь по действующим гидрологическим постам за период инструментальных наблюдений, опубликованные в материалах государственных кадастров. Сведения о числе случаев и видах ОГЯ за период 2003–2022 гг., области их распространения взяты из опубликованных в открытых источниках экологических бюллетенях [5,7].

Характеристика ОГЯ на территории Беларуси

Ниже приведено распределение числа случаев и видов ОГЯ на территории Беларуси. Если ОГЯ наблюдалось одновременно или с небольшим интервалом времени на нескольких постах и было вызвано одним и тем же атмосферным процессом, то оно считалось как один случай.

2003 год

Низкие уровни воды – 1 случай.

В летне-осенний период отмечались весьма низкие уровни воды, опасные для судоходства на р. Немане у г. Гродно (01.06–30.11), р. Днепре – г. Могилев (02.06–12.10), р. Днепре – г. Жлобин (10.06–13.10), р. Березине – г. Борисов (04.07–21.10), р. Березине – г. Светлогорск (24.06–09.10), р. Соже – г. Гомель (08.06–14.10), р. Пине – г. Пинск (17.06–31.10) [5].

2004 год

Высокие уровни воды – 1 случай.

На р. Западной Двине на участке г. Полоцк–г. Верхнедвинск и в нижнем течении р. Сожа наибольшие уровни воды превысили опасные значения и вызвали подтопление населенных пунктов [5].

Низкие уровни воды – 1 случай.

В конце мая на р. Немане у г. Гродно и р. Днепре у г. Могилева и в первой и второй декадах июня на Западной Двине и Соже воды понизились ниже проектных отметок, лимитирующих судоходство. Период стояния опасно низких уровней составил 10–132 дня на Западной Двине, 187 дней на Немане, 120–198 на Днепре и 190 дней на Соже [5].

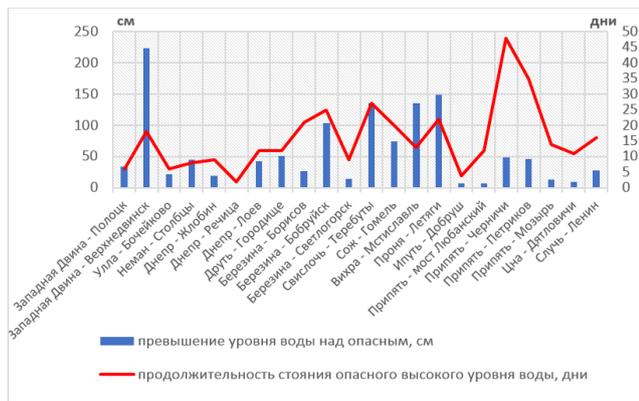
2007 год

Низкие уровни воды – 1 случай.

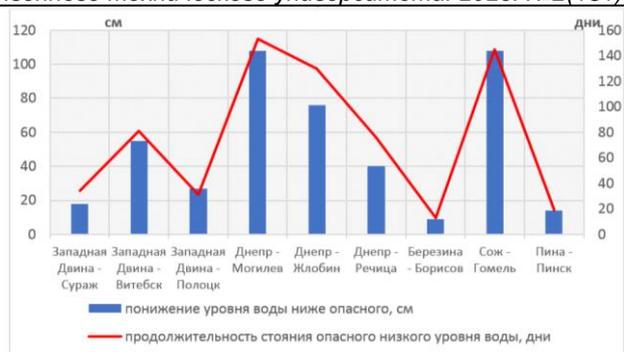
В связи с низкой водностью уровни воды опустились ниже проектных горизонтов, лимитирующих судоходство, на Днепре в районе Могилева в конце мая, а на Западной Двине (участок Сураж – Полоцк), Днепре (участок Жлобин – Речица), Немане в районе Гродно, Березине в районе Борисова, Соже в районе Гомеля и Пине в районе Пинска – в июне. Период стояния опасных низких уровней на судоходных участках Западной Двины продолжался 70–127 дней, Немана – 63, Днепра – 172–184, Березины – 171, Сожа – 156 и Пины – 139 дней [5].

2010 год

В 2010 г. отмечались 2 вида ОГЯ: высокие уровни воды (1 случай) и низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 1 показаны параметры ОГЯ.



a)

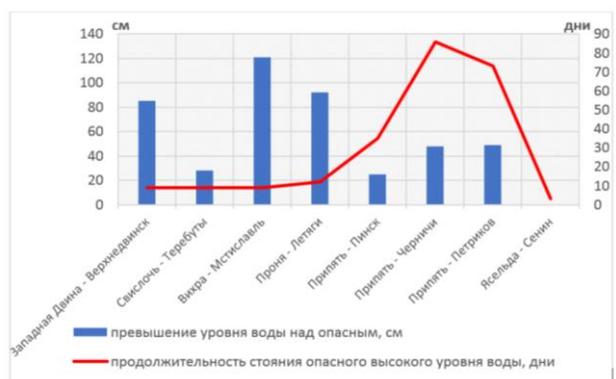


б)

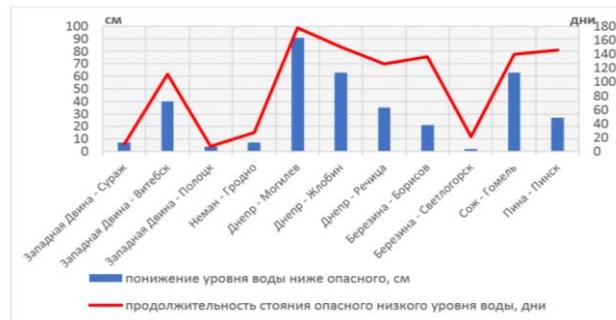
а – высокие уровни воды; б – низкие уровни воды
Рисунок 1 – Параметры ОГЯ на территории Беларуси в 2010 г.

2011 год.

В 2011 г. отмечались 2 вида ОГЯ: высокие уровни воды (1 случай) и низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 2 показаны параметры ОГЯ.



а)

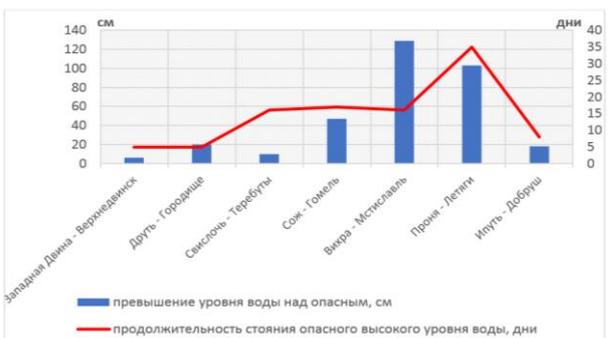


б)

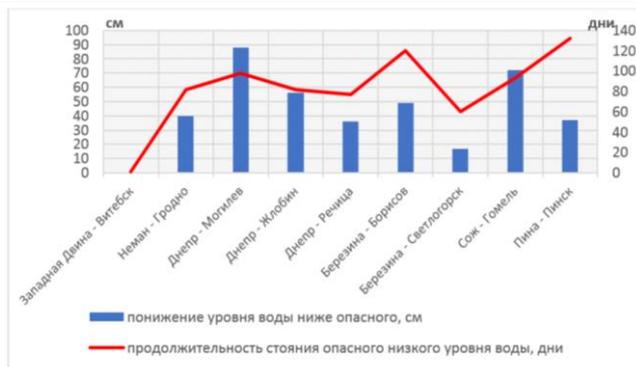
а – высокие уровни воды; б – низкие уровни воды
Рисунок 2 – Параметры ОГЯ на территории Беларуси в 2011 г.

2012 год

В 2012 г. отмечались 2 вида ОГЯ: высокие уровни воды (1 случай) и низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 3 показаны параметры ОГЯ.



а)

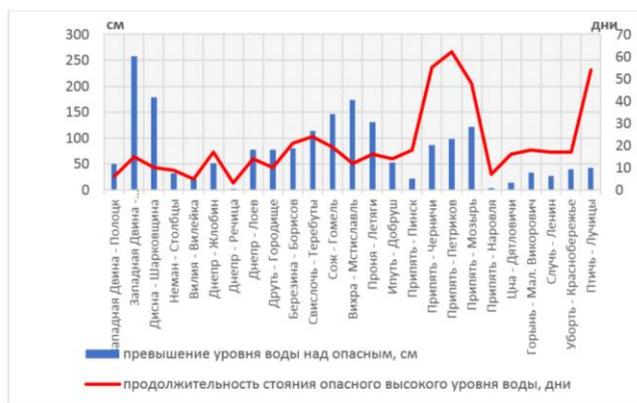


б)

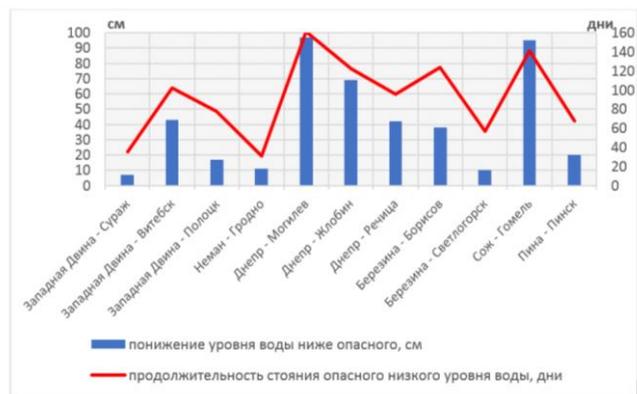
а – высокие уровни воды; б – низкие уровни воды
Рисунок 3 – Параметры ОГЯ на территории Беларуси в 2012 г.

2013 год

В 2013 г. отмечались 2 вида ОГЯ: высокие уровни воды (1 случай) и низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 4 показаны параметры ОГЯ.



а)



б)

а – высокие уровни воды; б – низкие уровни воды
Рисунок 4 – Параметры ОГЯ на территории Беларуси в 2013 г.

2014 год

В 2014 г. отмечался 1 вид ОГЯ – низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 5 показаны параметры ОГЯ.

Ниже исторических минимумов уровни воды в 2014 г. оказались на р. Западной Двине у г. Витебска (на 5 см), ее притоке р. Улле у д. Бочейково (на 14 см), р. Днепре у г. Могилева (на 33 см) и у г. Жлобина (на 10 см), р. Березине у г. Бобруйска (на 14 см), р. Соже у г. Кричева (на 7 см) и г. Гомеля (на 17 см), его притоке р. Беседи у д. Светиловичи (на 14 см), а также на притоке р. Припяти. Цне у д. Дятловичи (на 3 см) [5].

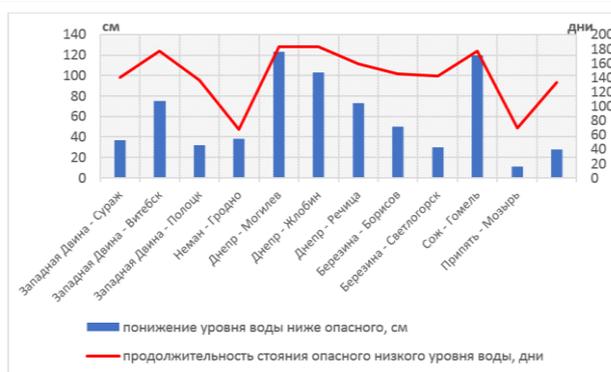


Рисунок 5 – Параметры ОГЯ (низкие уровни воды) на территории Беларуси в 2014 г.

2015 год

В 2015 г. отмечался 1 вид ОГЯ – низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 6 показаны параметры ОГЯ.

Значения уровней воды в 2015 г. достигли исторических минимумов на р. Щара у г. Слоним, р. Нарев у д. Немержа и реке Беседи у д. Светиловичи. На 22 оперативных гидрологических постах из 64 уровни воды опустились ниже исторических минимумов.

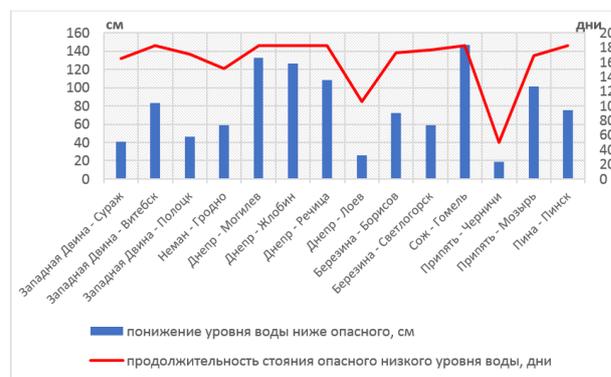


Рисунок 6 – Параметры ОГЯ (низкие уровни воды) на территории Беларуси в 2015 г.

2016 год

В 2016 г. отмечался 1 вид ОГЯ – низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 7 показаны параметры ОГЯ.

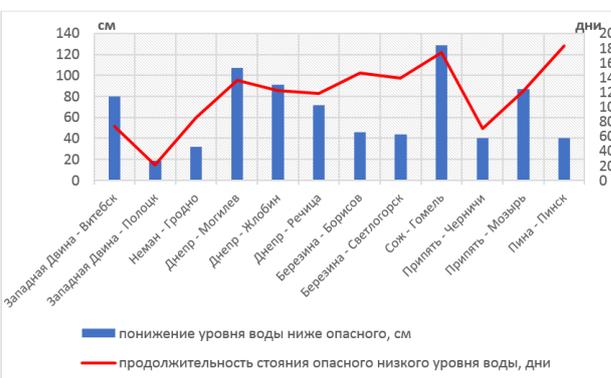


Рисунок 7 – Параметры ОГЯ (низкие уровни воды) на территории Беларуси в 2016 г.

2017 год

В 2017 г. отмечался 1 вид ОГЯ – низкие уровни воды (1 случай). На рисунке 8 показаны параметры ОГЯ.

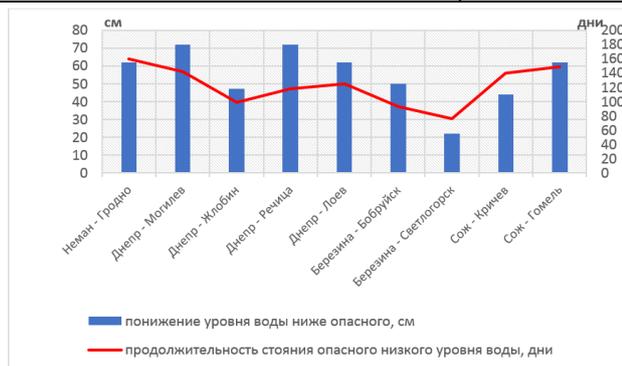


Рисунок 8 – Параметры ОГЯ (низкие уровни воды) на территории Беларуси в 2017 г.

2018 год

Низкие уровни воды – 1 случай

На Березине у г. Светлогорск, Днепре у г. Лоева, на Западной Двине у г. Витебск, Немане у г. Гродно, Днепре у г. Могилев, г. Жлобина и г. Речица, Березине у г. Бобруйск, Соже у г. Кричев, г. Славгород и г. Гомель уровни воды находились ниже отметок, лимитирующих судоходство [7].

2019 год

Низкие уровни воды – 1 случай

На Немане у г. Гродно и Соже у г. Славгорода уровни воды находились ниже отметок, лимитирующих судоходство.

2020 год

Низкие уровни воды – 1 случай

На Немане у г. Гродно, на Днепре у г. Могилева, г. Жлобина и г. Лоева, на Соже у г. Гомеля, г. Кричева и г. Славгорода, на Березине у г. Бобруйска и г. Светлогорска уровни воды находились ниже отметок, лимитирующих судоходство [7].

2021 год

Высокие уровни воды – 1 случай

На притоке Сожа р. Проня у д. Летяги уровень воды достиг опасной высокой отметки.

Низкие уровни воды – 1 случай

На Немане у г. Гродно, на р. Днепр у г. Лоева, на р. Березина у г. Светлогорска и р. Сож у г. Гомеля уровни воды опустились ниже опасных низких отметок, лимитирующих судоходство.

2022 год

Высокие уровни воды – 1 случай

Уровни воды превышали опасные высокие отметки на р. Сож у г. Гомеля, его притоках р. Проня у д. Летяги и р. Ипуть у г. Добруш.

Низкие уровни воды – 1 случай

На р. Березине у г. Светлогорск, р. Днепр у г. п. Лоева, р. Сож у г. Гомеля, Припяти у д. Черничи и г. Мозырь уровни воды опустились ниже отметок, лимитирующих судоходство.

Анализ опасных гидрологических явлений на территории Беларуси за последние 20 лет показывает, что наиболее частыми являются опасные явления, сопровождающиеся низкими уровнями воды. За период 2003–2022 гг. понижение уровня воды ниже опасного на Березине у г. Бобруйска в среднем составило 48 см, на Березине у г. Борисова – 40 см, на Березине у г. Светлогорска – 28 см, на Днепре у г. Жлобина – 80 см, на Днепре у г. Лоева – 29 см, на Днепре у г. Могилева – 102 см, на Днепре у г. Речицы – 61 см, на Западной Двине у г. Витебска – 53 см, на Западной Двине у г. Полоцка – 24 см, на Западной Двине у г. п. Сураж – 22 см, на Немане у г. Гродно – 35 см, на Пине у г. Пинска – 34 см, на Припяти у г. Мозыря – 66 см, на Припяти у д. Черничи – 29 см, на Соже у г. Гомеля – 102 см; средняя продолжительность стояния опасных низких уровней воды на Березине у г. Бобруйска составила 119 дней, на Березине у г. Борисова – 122 дня, на Березине у г. Светлогорска – 101 день, на Днепре у г. Жлобина – 132 дня, на Днепре у г. Лоева – 77 дней, на Днепре у г. Могилева – 152 дня, на Днепре у г. Речицы –

119 дней, на Западной Двине у г. Витебска – 104 дня, на Западной Двине у г. Полоцка – 74 дня, на Западной Двине у г. п. Сураж – 77 дней, на Немане у г. Гродно – 86 дней, на Пине у г. Пинска – 123 дня, на Припяти у г. Мозыря – 120 дней, на Припяти у д. Черничи – 60 дней, на Соже у г. Гомеля – 152 дня.

Если рассматривать тенденцию изменения перечисленных выше показателей в многолетнем разрезе по отдельно выбранным гидропостам (рисунок 9), то следует отметить высокую степень коррелированности данных по территории Беларуси и увеличение числа ОГЯ за последнее 10-летие:

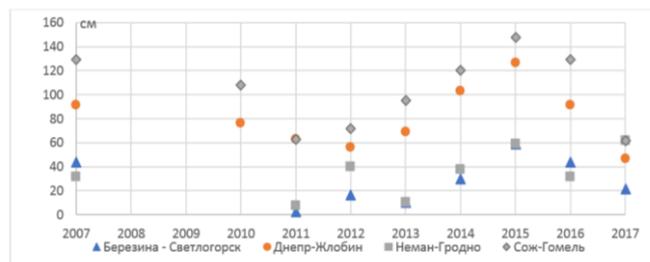


Рисунок 9 – Значения понижения уровня воды ниже опасного в многолетнем разрезе

ОГЯ на реках тесно связаны с трансформацией гидрологического режима, коррелирующей с тенденциями изменения климата [8–10]. Преобладание случаев ОГЯ, характеризующихся низким уровнем воды, напрямую связано с тем фактом, что на территории Беларуси в современный период наблюдаются определенные изменения в распределении водности по гидрологическим сезонам (таблица 1). Выбор именно таких периодов для целей сравнения и мониторинга изменения климата рекомендован Всемирной метеорологической организацией. Прежде всего необходимо обратить внимание на снижение доли весеннего и увеличение стока в зимний период, значительные коррективы в увеличение доли которого вносят зимние оттепели. Уменьшение доли весеннего стока отражает современную эколого-гидрологическую обстановку рек на фоне климатических изменений.

Таблица 1 – Доля сезонного стока в годовом речном стоке, %

Период	Доля стока по сезонам			
	весна	лето	осень	зима
<i>р. Припять – г. Мозырь</i>				
1961–1990 гг.	44	20	16	20
1991–2020 гг.	45	19	15	21
<i>р. Неман – г. Гродно</i>				
1961–1990 гг.	40	19	20	21
1991–2020 гг.	37	18	19	26
<i>р. Западная Двина – г. Витебск</i>				
1961–1990 гг.	55	15	16	14
1991–2020 гг.	50	15	18	17
<i>р. Березина – г. Бобруйск</i>				
1961–1990 гг.	28	21	26	35
1991–2020 гг.	29	21	27	33
<i>р. Днепр – г. Речица</i>				
1961–1990 гг.	48	19	16	17
1991–2020 гг.	42	19	18	21
<i>р. Сож – г. Гомель</i>				
1961–1990 гг.	55	15	15	16
1991–2020 гг.	48	17	16	20

Заключение

Рассмотрены основные опасные гидрологические явления на территории Беларуси за период 2003–2022 гг. Анализ опасных гидрологических явлений на территории Беларуси за последние 20 лет показывает, что наиболее частыми являются опасные явления, сопровождающиеся низкими уровнями воды. Получены средние показатели понижения уровня воды ниже опасного и продолжительности стояния опасных низких уровней воды по гидрологическим постам, на которых наблюдались опасные гидрологические явления. Исследованы тенденции изменения этих показателей в многолетнем разрезе по отдельно выбранным гидропостам. Полученные данные

можно использовать для комплексной оценки опасности гидрологических явлений и определения первоочередных защитных мер, ориентированных на обеспечение безопасности населения, хозяйственных объектов, объектов инфраструктуры и водных экосистем в бассейнах рек Беларуси.

Работа выполнена в рамках задания 1.04 НИР «Оценка гидролого-климатических режимов территории Беларуси в современных условиях» (подпрограммы «10.1 Природные ресурсы и их рациональное использование» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы).

Список использованных источников

1. Логинов, В. Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск : Беларуская навука, 2010. – 129 с.
2. Владимиров, А. М. Опасные природные явления / А. М. Владимиров // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2005. – № 1. – С. 42–53.
3. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Общие положения. Порядок функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Технический кодекс установившейся практики ТКП 304-2011(02300). – Минск : Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2011. – 40 с.
4. Правила составления и оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод. Технический кодекс установившейся практики ТКП 17.10-28-2011 (02120). – Минск : Минприроды, 2011. – 36 с.
5. Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minpriroda.gov.by/ru/bulleten-ru/>. – Дата доступа: 05.06.2023.
6. Антонова, М. М. Комплексная оценка опасных гидрологических явлений в бассейне Волги / М. М. Антонова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2011. – № 1. – С. 48–54.
7. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rad.org.by/articles/voda/>. – Дата доступа: 05.06.2023.
8. Семенов, В. А. Климатически обусловленные изменения опасных и неблагоприятных гидрологических явлений на реках России / В. А. Семенов // Метеорология и гидрология. – 2011. – № 2. – С. 74–82.
9. Волчек, А. А. Многолетняя изменчивость стока рек Беларуси в условиях изменения климата и антропогенных воздействий / А. А. Волчек, С. В. Сидак, С. И. Парфомук // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сб. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Брест. гос. техн. ун-та и 50-летию ф-та инженерных систем и экологии, Брест, 7–8 окт. 2021 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Волчек [и др.]. – Брест, 2021. – С. 101–113.
10. Волчек, А. А. Оценка современных изменений максимального стока рек Беларуси / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек, С. В. Сидак // Географія. – 2020. – № 4 (167). – С. 26–33.

References

1. Loginov, V. F. Opasnye meteorologicheskie yavleniya na territorii Belarusi / V. F. Loginov, A. A. Volchek, I. N. Shpoka ; Nac. akad. nauk Belarusi, In-t prirodopol'zovaniya. – Minsk : Belaruskaya navuka, 2010. – 129 s.
2. Vladimirov, A. M. Opasnye prirodnye yavleniya / A. M. Vladimirov // Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. – 2005. – № 1. – S. 42–53.
3. Monitoring i prognozirovanie chrezvychajnyh situacij. Obshchie polozheniya. Poryadok funkcionirovaniya sistemy monitoringa i prognozirovaniya chrezvychajnyh situacij. Tekhnicheskij kodeks ustanovivshejsya praktiki TKP 304-2011(02300). – Minsk : Ministerstvo po chrezvychajnym situacijam Respubliki Belarus', 2011. – 40 s.
4. Pravila sostavleniya i ocenki prognozov gidrologicheskogo rezhima poverhnostnyh vod. Tekhnicheskij kodeks ustanovivshejsya praktiki TKP 17.10-28-2011 (02120). – Minsk : Minprirody, 2011. – 36 s.
5. Ministerstve prirodnyh resursov i ohrany okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.minpriroda.gov.by/ru/bulleten-ru/>. – Data dostupa: 05.06.2023.
6. Antonova, M. M. Kompleksnaya ocenka opasnyh gidrologicheskikh yavlenij v bassejne Volgi / M. M. Antonova // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. – 2011. – № 1. – S. 48–54.
7. Gosudarstvennoe uchrezhdenie «Respublikanskij centr po gidrometeorologii, kontrolyu radioaktivnogo zagryazneniya i monitoringu okruzhayushchej sredy» Minprirody Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://rad.org.by/articles/voda/>. – Data dostupa: 05.06.2023.
8. Semenov, V. A. Klimaticheski obuslovlennye izmeneniya opasnyh i neblagopriyatnyh gidrologicheskikh yavlenij na rekah Rossii / V. A. Semenov // Meteorologiya i gidrologiya. – 2011. – № 2. – S. 74–82.
9. Volchek, A. A. Mnogoletnyaya izmenchivost' stoka rek Belarusi v usloviyah izmeneniya klimata i antropogennyh vozdeystvij / A. A. Volchek, S. V. Sidak, S. I. Parfomuk // Aktual'nye nauchno-tekhnicheskie i ekologicheskie problemy sohraneniya sredy obitaniya : sb. tr. IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 55-letiyu Brest. gos. tekhn. un-ta i 50-letiyu f-ta inzhenernyh sistem i ekologii, Brest, 7–8 okt. 2021 g. / Brest. gos. tekhn. un-t ; redkol.: A. A. Volchek [i dr.]. – Brest, 2021. – S. 101–113.
10. Volchek, A. A. Ocenka sovremennyh izmenenij maksimal'nogo stoka rek Belarusi / A. A. Volchek, An. A. Volchek, S. V. Sidak // Geografiya. – 2020. – № 4 (167). – S. 26–33.

Материал поступил 20.06.2023, одобрен 22.06.2023, принят к публикации 22.06.2023.