

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

УДК 556.166 (476)

ШЕЛЕСТ

Татьяна Анатольевна

**ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ
ДОЖДЕВОГО ПАВОДОЧНОГО СТОКА РЕК БЕЛАРУСИ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Автореферат диссертации

на соискание ученой степени кандидата географических наук
по специальности 25.03.05 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Минск, 2014

Работа выполнена в **Брестском государственном университете имени А.С. Пушкина**

Научный руководитель

Волчек Александр Александрович,
доктор географических наук, профессор, декан
факультета инженерных систем и экологии
Учреждения образования «Брестский государ-
ственный технический университет»

Официальные оппоненты:

Лопух Петр Степанович,
доктор географических наук, профессор, заве-
дующий кафедрой общего землеведения и гид-
рометеорологии географического факультета
Белорусского государственного университета

Кукшинов Михаил Сергеевич,
кандидат географических наук, ведущий науч-
ный сотрудник научно-практического центра
учреждения «Минское городское управление
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь»

Оппонирующая организация

Республиканское унитарное предприятие
«Центральный научно-исследовательский ин-
ститут комплексного использования водных
ресурсов»

Защита состоится 20 ноября 2014 г. в 14.00 часов на заседании совета по защите диссертаций К 01.23.01 при Государственном научном учреждении «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси» (220114, г. Минск, ул. Ф. Скорины, 10, Институт природопользования НАН Беларуси, малый конференц-зал).

Е-mail: nature@ecology.basnet.by

Телефон ученого секретаря: (+375 17) 267-23-12; факс (+375 17) 267-24-13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института природопользования НАН Беларуси

Автореферат разослан «9» октября 2014 г.

Ученый секретарь

совета по защите диссертаций,
кандидат географических наук, доцент

М.И. Струк

ВВЕДЕНИЕ

Слово «паводок» в научной литературе нередко принимают в качестве обобщающего термина для обозначения явлений, которые называют паводками, наводнениями, половодьями, существенно различающимися между собой. Так, если половодья формируются ежегодно в один и тот же сезон (в условиях Беларуси весной) в результате снеготаяния и характеризуются, как правило, наибольшей водностью и длительным подъёмом уровня воды, то паводки не приурочены к какому-либо сезону, обычно более кратковременны, вызываются длительными и интенсивными дождями и ливнями (дождевые паводки), а зимой – таянием снега и льда на реках во время оттепелей, которое часто сопровождается выпадением осадков (зимние паводки). В случае причинения материального ущерба паводки приобретают характер наводнений.

Актуальность изучения дождевого паводочного стока обусловлена двумя обстоятельствами. Во-первых, паводки могут иметь большую высоту и разрушительную силу, причиняя значительный материальный ущерб экономике страны, особенно сельскому хозяйству, что требует не только точного расчёта и прогноза высокого дождевого стока, но и проведения противопаводочных мероприятий. Во-вторых, в отдельные годы максимальные расходы воды дождевых паводков являются наибольшими в году, что особенно участилось в период современного потепления климата, и их необходимо учитывать при решении многих научных и практических задач.

В связи с наблюдаемыми изменениями в условиях формирования дождевого паводочного стока (вследствие увеличения антропогенной нагрузки, потепления климата) возникла необходимость оценки происходящих изменений и уточнения существующих методов его расчета с учетом данных наблюдений последних десятилетий.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами. Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 гг.: п. 10 «Экология, природные ресурсы, ресурсосбережение, рациональное природопользование и защита от чрезвычайных ситуаций». Диссертационная работа выполнялась в рамках гранта Министерства образования РБ «Пространственно-временные колебания паводочного стока на реках Белорусского Полесья» (№ ГР 20090755), 2009 г.; задания 1.10 «Оценка воздействия изменяющегося климата на водные экосистемы и разработка мер по адаптации водохозяйственного комплекса Беларуси» ГПНИ «Природно-ресурсный потенциал» подпрограммы «Природопользование–2» (№ ГР 20111086), 2011–2013 гг.

Цель и задачи исследования. *Цель* диссертационного исследования – установить закономерности пространственно-временных колебаний дождевого паводочного стока на реках Беларуси.

Для реализации поставленной цели решались следующие *задачи*:

- 1) выявить особенности пространственно-временных колебаний максимальных расходов воды паводков на реках Беларуси за период инструментальных наблюдений и дать оценку их изменений;
- 2) провести районирование территории по синхронности колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков;
- 3) проанализировать соотношение величин максимальных расходов воды дождевых паводков и весенних половодий на реках страны;
- 4) разработать методику определения максимальных модулей стока дождевых паводков и усовершенствовать методику построения гидрографов паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

Объект исследования – дождевые паводки на реках Беларуси. **Предмет исследования** – пространственно-временные колебания максимальных расходов воды дождевых паводков на реках Беларуси в современных условиях.

Положения, выносимые на защиту:

1. Закономерности пространственно-временных колебаний паводочного стока на реках Беларуси в современных условиях, проявляющиеся в:

– уменьшении величины максимальных расходов воды дождевых паводков на большинстве рек страны в период с 1966 г. по сравнению с периодом до 1965 г. за исключением бассейна Припяти, где величина паводков в результате проведения крупномасштабных мелиораций увеличилась;

– увеличении максимальных расходов воды дождевых паводков в период современного потепления климата на реках севера и северо-востока страны и уменьшении – на реках запада и юга;

– наличии тенденции к росту величины максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений, особенно выраженной в период современного потепления климата в бассейне Западной Двины.

2. Дифференциация максимального стока дождевых паводков и весенних половодий на реках Беларуси позволила установить, что по величине максимального расхода воды паводки меньше половодий в 3–4 раза, при этом формирование максимальных расходов воды в году во время дождевых паводков возможно при половодьях обеспеченностью более 25–30 % на малых и средних реках и более 50 % на больших, что особенно участилось в период современного потепления климата.

3. Методика определения максимальных модулей стока дождевых паводков на реках Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений

на основе оценки влияния основных гидрографических характеристик водосборов на максимальные модули стока дождевых паводков. Усовершенствованная методика построения гидрографов дождевых паводков на реках Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений, позволяющая получать приемлемые для практики результаты без привлечения рек-аналогов благодаря впервые построенной для территории Беларуси карте слоя стока за паводок 10 %-ной обеспеченности и рассчитанным коэффициентам перехода к другим обеспеченностям, а также дифференциации коэффициентов несимметричности гидрографов паводков и коэффициентов, учитывающих неравенство параметров слоя стока за паводок и максимальных расходов воды дождевых паводков.

Личный вклад соискателя. Диссертационная работа является самостоятельно выполненным научным трудом, основанном на обработке и анализе материалов инструментальных наблюдений Управления гидрометеорологической деятельности, а также анализе опубликованных литературных источников. Автором самостоятельно определены цель и задачи исследования, систематизированы существующие и разработаны новые методы, используемые при расчетах. Соискателем сформирована электронная база данных по характеристикам паводков на реках Беларуси за период от начала инструментальных наблюдений до 2010 г. Выявлены закономерности пространственно-временных колебаний паводочного стока. Дана оценка изменения величины максимальных расходов воды паводков за различные периоды. Разработана методика определения максимальных модулей стока дождевых паводков и усовершенствована методика построения гидрографов паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Проведена дифференциация максимального стока дождевых паводков и весенних половодий на реках страны. Составлены мелкомасштабные карты Беларуси по характеристике паводочного стока рек.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы и результаты исследований были доложены, одобрены и опубликованы в материалах и тезисах докладов конференций, семинаров: IX – XI Республиканская научно-методическая конференция молодых ученых (Брест, 2007–2009); III Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии – 2007» (Гродно, 2007); Международная научно-практическая конференция «География в XXI веке: проблемы и перспективы развития» (Брест, 2008); Международная научно-практическая конференция «Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика» (Казахстан, Алматы, 2008); IV Международная научная конференция «Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития» (Брест, 2008); Республиканская научно-практическая конференция «III Машеровские чтения» (Витебск, 2009); Международная конференция молодых ученых «Молодежь в науке – 2009» (Минск, 2009); III Международная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «Волынь глазами

молодых ученых: прошлое настоящее, будущее» (Украина, Луцк, 2009); V Международная научно-практическая конференция «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» (Минск, 2009); Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности мелиорации и сельскохозяйственного использования мелиорированных земель» (Минск, 2009); VI Республиканская научная конференция молодых ученых и студентов «Современные проблемы математики и вычислительной техники» (Брест, 2009); Международная научная конференция «Теоретические и прикладные аспекты современной лимнологии» (Минск, 2009); Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии» (Казахстан, Тараз, 2009); Международная научно-техническая конференция «Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республики Беларусь» (Брест, 2010); Международная научно-практическая конференция «Обеспечение экологической безопасности – путь к устойчивому развитию Казахстана» (Казахстан, Тараз, 2010); Международная научно-практическая конференция «Водное хозяйство – состояние и перспективы развития» (Украина, Ровно, 2010); «Sixth Study Conference on BALTEX» (Польша, 2010); The XXVI Nordic Hydrological Conference «Nordic water 2010» (Латвия, Рига, 2010); Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель» (Минск, 2010); Международная научно-практическая конференция «Научно-технические и экологические проблемы природопользования» (Брест, 2012); VI Международная научная конференция «Природная среда Полесья и устойчивое развитие агропромышленного комплекса» (Брест, 2012); научно-практический семинар «Рациональное использование пойменных земель» (ГПУ «Национальный парк Припятский», 2013); II Международная научно-практическая конференция «Мониторинг окружающей среды» (Брест, 2013).

Опубликованность результатов диссертации. Основные результаты диссертации опубликованы в 33 научных работах, из них 4 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК (2,9 авторских листа, из которых вклад соискателя – 1,5 авторских листа), 6 – в научных журналах и сборниках статей, 14 – в сборниках материалов конференций, 9 – тезисов научных докладов. Общий объем опубликованных материалов составляет 10,6 авторских листа (личный вклад соискателя – 6,2 авторских листа).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка и 9 приложений. Общий объем диссертации составляет 211 страниц, из которых 19 страниц занимает 31 рисунок, 15 страниц – 21 таблица, 60 страниц – приложения. Библиографический список включает 204 наименования на 17 страницах, в том числе список работ соискателя из 33 наименований на 5 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** выполнен анализ изученности исследуемого вопроса, описаны механизм и факторы формирования дождевого паводочного стока, рассмотрены основные источники информации и используемые методы исследования пространственно-временных колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков.

Основные теоретические положения о формировании дождевого паводочного стока, а также методов его расчета и прогноза изложены в работах Г.А. Алексеева, А.Н. Бефани, Н.Ф. Бефани, Ю.Б. Виноградова, П.Ф. Вишневого, И.А. Железняк, Г.П. Калинина, Д.Л. Соколовского, М.Ф. Срибного и др. Сбору и систематизации сведений о наводнениях посвящены работы А.Б. Авакяна, Р.А. Нежиховского, А.А. Таратунина, Г.И. Швеца и др. Описания отдельных разрушительных паводков, отмечаемых на реках Беларуси, сведения о причиняемых ими ущербах, оценка влияния мелиораций и изменяющегося климата на характеристики режима рек страны содержатся в работах Г.В. Азявы, А.Г. Булавко, А.А. Волчека, М.Ю. Калинина, К.А. Ключевой, В.Ф. Логинова, П.С. Лопуха, А.П. Станкевича, В.Ф. Шебеко, Г.С. Чекана и др.

Исходными данными при выполнении диссертационного исследования послужили материалы наблюдений Управления гидрометеорологической деятельности Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ по характеристикам дождевых паводков (максимальные и предпаводочные расходы воды, даты начала, пика и окончания паводков, среднесуточные расходы воды и др.) по всем рекам Беларуси за период от начала инструментальных наблюдений на реках до 2010 г., максимальные расходы воды зимних паводков и весенних половодий, а также метеорологические данные за период 1965–2010 гг.

Паводки на реках Беларуси бывают почти ежегодно и наблюдаются в разное время года. На дождевые паводки приходится в среднем 15–20 % годового стока рек, в отдельные годы – до 40 %. Формирование дождевого паводочного стока происходит в результате взаимодействия метеорологических факторов, обуславливающих характер выпадения осадков (интенсивность, продолжительность, площадь орошения), и физико-географических характеристик поверхности водосборов, определяющих величину потерь на инфильтрацию, скорость и время добега воды по склонам и руслу.

Большая часть паводкообразующих осадков на территории Беларуси связана с циклонами, приходящими с запада, которые зарождаются над Атлантическим океаном на арктическом и полярном фронтах. Формирование паводков на реках страны обычно происходит в результате выпадения продолжительных ливневых или обложных дождей. Кратковременные ливни, охватывающие одновременно, как правило, небольшие площади, способны вызвать значительные подьёмы воды лишь на малых водосборах. В зимний период во время оттепе-

лей, когда происходит таяние снежного покрова и разрушение льда, нередко сопровождающиеся выпадением дождей, на реках формируются зимние паводки.

Для анализа пространственно-временных колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков применялись традиционные географические методы (описательный, сравнительно-географический, картографический), методы анализа и синтеза, статистические (корреляционный, регрессионный, спектрально-временной анализ, цепи Маркова, метод скользящего среднего) и др.

Во **второй главе** проведена оценка репрезентативности и однородности временных рядов максимальных расходов воды дождевых паводков на реках Беларуси, выполнен анализ пространственно-временных колебаний максимальных расходов воды дождевых и зимних паводков, дана оценка изменений их величины, рассмотрены пространственно-временные изменения паводкообразующих осадков на территории Беларуси в современный период, исследована роль типов циркуляции атмосферы в формировании дождевых паводков, рассмотрено распределение их обеспеченностей по территории страны, проведено районирование территории по синхронности колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков.

Наибольшие дождевые паводки за период инструментальных наблюдений на многих реках Беларуси отмечались в конце XIX – начале XX в., в 1930-е и 1970-е гг. Значительные по величине максимального расхода воды и охвату территории паводки были также в 1952, 1957, 1962, 1965, 1975, 1998 и 2005 гг.

Для выявления роли антропогенных факторов в формировании максимальных расходов воды дождевых паводков, в частности, крупномасштабных мелиораций, ряды наблюдений были разбиты на два периода: с начала инструментальных наблюдений по 1965 г. (начало крупномасштабных мелиораций) и с 1966 г. по 2010 г. При этом выбраковывались ряды с периодом наблюдений менее 15 лет хотя бы за один из периодов. Величины изменения максимальных расходов воды паводков были представлены в виде коэффициентов изменения стока как:

$$k_i = \frac{Q_{cp2} - Q_{cp1}}{Q_{cp}}, \quad (1)$$

где Q_{cp1} и Q_{cp2} – средние значения максимальных расходов воды дождевых паводков за период от начала инструментальных наблюдений до 1965 г. и с 1966 по 2010 г. соответственно; Q_{cp} – среднее значение максимальных расходов за весь период наблюдений.

Коэффициенты изменения стока k_i были картографированы с использованием координат центров тяжести водосборов исследуемых рек (рисунок 1а). Положительное значение коэффициента свидетельствует об увеличении средних значений максимальных расходов воды дождевых паводков во второй период по сравнению с первым, отрицательное – об уменьшении.

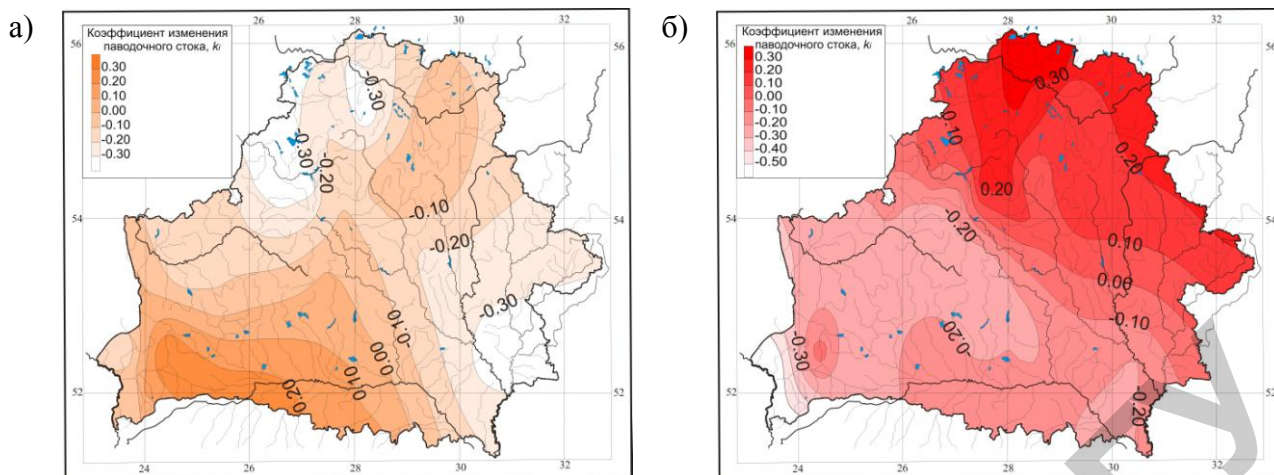


Рисунок 1 – Изменения пространственной структуры максимальных расходов воды дождевых паводков за периоды: а) 1966–2010 гг. по сравнению с периодом до 1965 г.; б) 1988–2010 гг. по сравнению с периодом 1966–1987 гг.

На большинстве рек Беларуси в период 1966–2010 гг. по сравнению с периодом до 1965 г. произошло уменьшение величины максимальных расходов воды дождевых паводков (рисунок 1а), наиболее существенное (около 30 %) – в западной части бассейна Западной Двины, правых притоках Немана и левых притоках Днепра. В остальной части указанных водосборов величина уменьшения менее значительна – в пределах 10–20 %. Противоположная картина наблюдается в бассейне Припяти, где в период 1966–2010 гг. величина дождевых паводков увеличилась на 10–20 %, за исключением р. Птичь, где она практически не изменилась.

Анализ пространственной структуры изменения величины дождевых паводков за период 1966–2010 гг. по сравнению с предшествующим периодом позволяет утверждать, что причины, вызвавшие изменение их величины, носят как природный, так и антропогенный характер. Подтверждением этому является тот факт, что в бассейне Припяти, где мелиоративные работы были наиболее интенсивными по сравнению с другими частями страны, коэффициенты изменения паводочного стока отличаются от общей ситуации по стране. Так, увеличение густоты речной сети создает благоприятные условия для стока, а именно приводит к возрастанию скорости добега воды до речного русла во время паводка, снижению потерь и тем самым к росту максимальных расходов воды. С другой стороны, снижение уровня грунтовых вод приводит к созданию дополнительного, аккумулирующего влагу аэрированного слоя почво-грунта, задерживающего поступающие дождевые воды, повышается инфильтрационная способность почв, в результате чего происходит рост потерь воды, что приводит к снижению максимумов паводков. Таким образом, в результате мелиорации произошли разнонаправленные воздействия на сток, большинство из которых действует в направлении улучшения условий стекания, что способствует росту максимальных расходов воды паводков.

Для выявления роли потепления климата в формировании дождевых паводков период 1966–2010 гг. был разделен на 2 интервала: 1966–1987 и 1988–2010 гг. Для них найдены средние значения максимальных расходов воды, представленные в виде коэффициентов изменения стока k_i (рисунок 16).

Исследования показали, что в период современного потепления климата (1988–2010 гг.) на реках севера и северо-востока страны произошло увеличение максимальных расходов воды дождевых паводков на 20–30 % по сравнению с периодом 1966–1987 гг. В бассейнах Вилии и Березины величина паводков практически не изменилась. На остальных реках Беларуси выявлено уменьшение величины дождевых паводков на 10–20 % на юге и на 20–30 % на западе. Следовательно, можно выделить две зоны изменения величины дождевых паводков в период современного потепления климата: зона роста (север и северо-восток страны) и зона снижения (запад и юг).

Выявленные изменения величины паводков на реках Беларуси в период современного потепления климата вызвали необходимость изучения особенностей распределения и изменения атмосферных осадков по территории страны. Для этого рассматривались наибольшие суточные осадки за периоды 1965–1987 и 1988–2010 гг., суточные осадки 1 %-ной обеспеченности (получены с помощью трехпараметрического гамма-распределения) по разным месяцам года, а также число дождевых периодов. Установлено, что в период современного потепления климата на севере и северо-востоке Беларуси отмечается рост паводкообразующих осадков, на юго-западе – снижение. Выявлено также перераспределение суточных осадков 1 %-ной обеспеченности по месяцам года: увеличение в июле, сентябре и октябре, уменьшение – в июне.

Таким образом, сформировавшееся распределение изменения величины паводков в современный период потепления климата обусловлено изменением количества выпавших осадков и их внутригодовым перераспределением, а также повышением температуры воздуха, что привело к росту суммарного испарения и дефицита почвенной влаги. На севере и северо-востоке Беларуси рост осадков наиболее значительный, что при невысокой впитывающей способности почв привело к росту дождевых паводков. Уменьшение величины дождевых паводков на юге и западе страны вызвано снижением суточных осадков малой обеспеченности в июне и августе. Повлияло также уменьшение величины весенних половодий и смещение их на более ранние сроки, что приводит к иссушению почво-грунтов и росту их впитывающей способности, в результате чего на фоне песчаных и супесчаных почв вероятность формирования высоких дождевых паводков значительно уменьшается. Рост ливневых осадков в июле не всегда приводит к формированию больших паводков на реках вследствие повышения потерь воды на инфильтрацию и испарение. Кроме того, ливневые дожди нередко носят единичный характер и реже имеют развитие в виде после-

дующего продолжения, что уменьшает вероятность формирования паводков на реках.

Выявление роли типов циркуляции атмосферы (по Г.Я. Вангенгейму – А.А. Гирсу) в формировании максимальных расходов воды дождевых паводков показало, что наибольшие дождевые паводки на реках формировались в периоды с восточным и западным типами циркуляции атмосферы. Минимальное число лет с паводками наблюдалось в периоды с меридиональным типом циркуляции.

Паводки редко охватывают большие территории. Часто они захватывают лишь отдельные речные бассейны. Исследования показали, что наибольшие дождевые паводки на одной реке не всегда прослеживаются в числе первых наиболее высоких паводков на других реках.

На основе корреляционного анализа максимальных расходов воды дождевых паводков проведено районирование территории Беларуси по синхронности их колебаний. Выделено четыре района синхронных колебаний дождевого паводочного стока: Двинско-Днепровский (I), Неманский (II), Бугский (III) и Припятский (IV) (рисунок 2).

Поскольку расход воды является обобщающим параметром, зависящим как от выпадающих атмосферных осадков, так и от гидрографических характеристик водосборов рек, районирование территории по синхронности колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков в комплексе учитывает основные факторы, формирующие паводочный сток.

Многолетние колебания максимальных расходов воды дождевых паводков в пределах выделенных районов имеют сходные тенденции к изменениям и чередование периодов с повышенным либо пониженным дождевым паводочным стоком. Так, на реках Двинско-Днепровского района (I) в периоды потеплений климата (которые сопровождалось увеличением количества выпадающих осадков), одно из которых известно как потепление Арктики (1910–1939 гг.), а второе – современное – отмечался рост величины дождевых паводков. Для рек района наиболее выражена прямая связь величины дождевых паводков с осадками, что связано прежде всего со слабой инфильтрационной способностью почво-грунтов. В период 1966–1987 гг. на реках района отмечалось снижение величины паводков. Реки Неманского района (II) имеют резко выраженную тенденцию к снижению величины дождевых паводков, особенно заметную с сере-

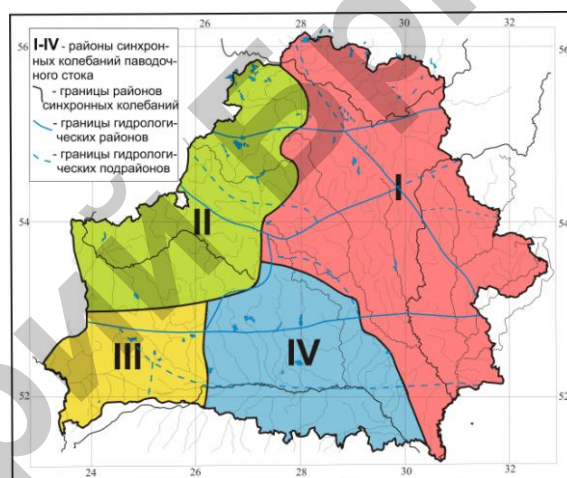


Рисунок 2 – Районирование территории Беларуси по синхронности колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков

дины 80-х гг. XX в. На реках Бугского района (III), также имеющих тенденцию к снижению, в многолетнем ряду очень заметно выделяются большие дождевые паводки, которые наблюдались на всех реках района в 70-е гг. XX в. Район III соответствует зоне уменьшения атмосферных осадков в современный период потепления климата. На реках Припятского района (IV) большое влияние на величину дождевых паводков оказало проведение крупномасштабной осушительной мелиорации. В период 1966–1987 гг. на реках района отмечались наибольшие дождевые паводки.

Анализ графиков многолетних колебаний максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений показал, что на большинстве рек Беларуси отмечается тенденция к росту их величины. При этом их абсолютная величина существенно не увеличилась по сравнению с более ранними периодами в связи с увеличением их частоты. Результаты количественной оценки изменений величины максимальных расходов воды зимних паводков за различные периоды представлены на рисунке 3.

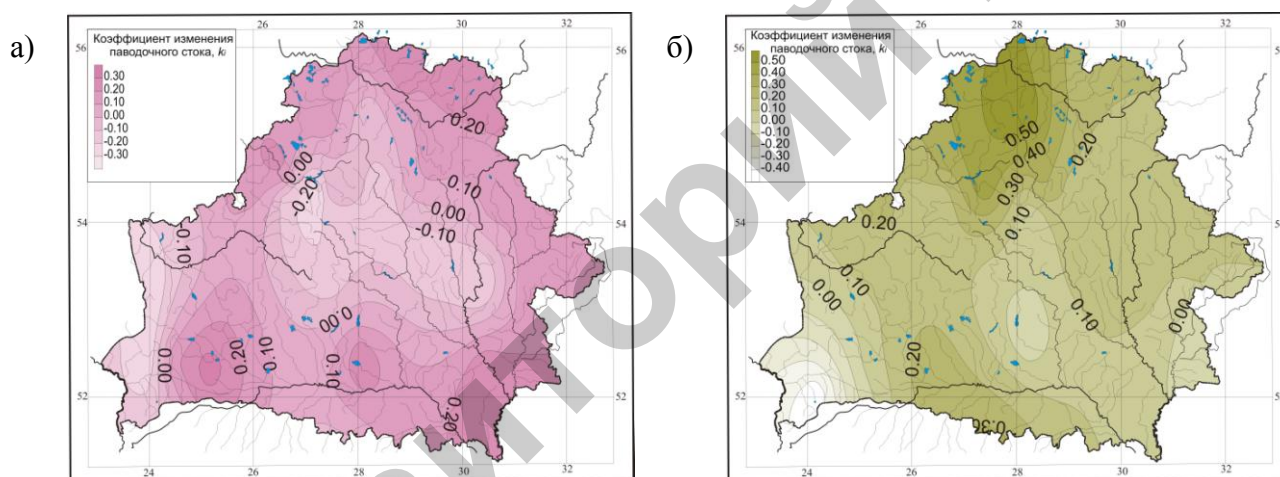


Рисунок 3 – Изменения пространственной структуры максимальных расходов воды зимних паводков за периоды: а) 1966–2010 гг. по сравнению с периодом до 1965 г.; б) 1988–2010 гг. по сравнению с 1966–1987 гг.

Величина зимних паводков на большинстве рек Беларуси в период 1966–2010 гг. по сравнению с периодом от начала инструментальных наблюдений до 1965 г. существенно не изменилась (рисунок 3а). В период современного потепления климата по сравнению с предшествующим периодом (рисунок 3б) на большинстве рек Беларуси отмечается рост величины максимальных расходов воды зимних паводков, который составил от 10–20 % в бассейне Припяти до 20–40 % в бассейне Западной Двины. В бассейнах Немана и Днепра величина зимних паводков увеличилась менее существенно (около 10 %). Уменьшение величины зимних паводков на 20–40 % выявлено на реках бассейна Западного Буга, где наибольшие зимние паводки отмечались в 70-е – первой половине 80-х гг. XX в.

В третьей главе проведен анализ гидрографов дождевых паводков на ре-

ках Беларуси, рассмотрена роль осадков в формировании дождевых паводков, усовершенствована методика построения гидрографов дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений на реках, проведена дифференциация максимального стока дождевых паводков и весенних половодий по величине максимальных расходов воды.

На реках Беларуси наиболее часто отмечаются однопиковые паводки. Вероятность появления двухпиковых паводков составляет около 20 %, трехпиковых – около 10 %. Паводки с более чем тремя пиками отмечаются крайне редко.

Средняя продолжительность дождевых паводков на малых и средних реках Беларуси около 32 суток, на больших – около 50. Наибольшая она в бассейне Припяти, наименьшая – в бассейнах Немана и Западного Буга. Продолжительность подъема паводков в бассейне Припяти составляет около 16 суток, на остальных реках страны – около 11 суток. На больших реках подъем может продолжаться по 3–4 недели и более. Продолжительность спада обычно больше продолжительности подъема. В бассейнах Днепра и Припяти форма гидрографов паводков более симметричная, чем в бассейнах Западной Двины и Немана.

Наиболее благоприятные условия для формирования дождевых паводков наблюдаются после весеннего снеготаяния, когда почва увлажнена до состояния наименьшей влагоемкости и выпадение относительно небольшого количества осадков может вызвать значительные подъемы уровней воды на реках. Летом, когда почва иссушается испарением и транспирацией и способна интенсивно поглощать воду, формирование больших паводков происходит в случае выпадения серии дождей или при продолжительном дождливом периоде, количество осадков при этом может достигать 150–200 мм. Осенью паводки формируются в результате выпадения частых обложных дождей в условиях уменьшения испарения и пониженной инфильтрационной способности почв.

Существующая методика построения гидрографов дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений основана на использовании рек-аналогов, подобрать которые при нынешней густоте гидрологических постов (чтобы в полной степени соответствовали предъявляемым требованиям) достаточно сложно. Нами методика была усовершенствована. Так, величину максимального среднесуточного расхода воды дождевого паводка предлагается определять с использованием гидрографических характеристик водосборов рек. Для определения слоя стока за паводок 10 %-ной обеспеченности построена карта и рассчитаны коэффициенты перехода к другим расчетным обеспеченностям. Осуществлена дифференциация коэффициентов несимметричности гидрографов паводков, необходимых для определения коэффициента формы гидрографа, абсциссы и ординаты расчетного гидрографа. Рассчитаны значения коэффициентов, учитывающих неравенство параметров слоя стока за паводок и максимальных расходов воды дождевых паводков.

В связи с тем, что на реках Беларуси развиты и половодья, и паводки большое научное и практическое значение приобретает вопрос о соотношении между ними. Исследования показали, что весенние половодья по величине максимального расхода воды превышают дождевые паводки в 3–4 раза. Однако в отдельные годы максимальные расходы воды паводков превышают максимумы половодий и являются наибольшими в году. Установлено, что высокие дождевые паводки на Западной Двине, Днепре, Березине и Немане могут превышать половодья обеспеченностью более 50 %. На Припяти, где максимальные расходы воды половодий наименьшие по стране, высокие дождевые паводки могут превышать половодья обеспеченностью более 35 %. На Соже высота весенних половодий значительна и дождевые паводки могут превышать половодья лишь обеспеченностью более 65 %. На малых и средних реках превышение половодий дождевыми паводками возможно при обеспеченности половодий около 25–30 %, на левых притоках Днепра – около 40 %, на правых притоках Припяти – около 10 %. Наиболее часто паводки превышают половодья в бассейнах Припяти, Западного Буга и Вилии, реже всего – в бассейне Днепра, особенно на левых притоках (единичные случаи).

Формирование годовых максимумов во время дождевых паводков чаще происходит на малых водосборах. Это обусловлено тем, что подъёмы воды на больших реках во многом зависят от подъёмов воды на притоках. Весной при дружном и интенсивном снеготаянии подъём воды начинается на всех реках примерно в одно время, в результате чего на больших реках половодья могут достигать значительной величины. Дождевые же паводки редко охватывают большие территории, т.к. имеет место редукция дождя с увеличением площади бассейна. Поэтому формирование высоких паводков на больших реках, сопоставимых по величине с половодьями редкой обеспеченности, не возможно. С середины 80-х гг. XX в. наблюдается тенденция к увеличению частоты превышения половодий дождевыми паводками на всех реках страны, связанная главным образом со снижением максимумов половодий.

В **четвертой главе** представлены результаты моделирования максимальных модулей стока дождевых паводков на реках Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений, дана оценка роли гидрографических факторов в их формировании, выявлена цикличность и построены прогнозные модели.

Анализ корреляционной матрицы зависимости максимальных модулей стока дождевых паводков 10 %-ной обеспеченности от основных гидрографических характеристик водосборов и географических координат центров тяжести водосборов рек Беларуси показал, что статистически значимыми факторами являются средний уклон реки, длина реки от истока до пункта наблюдений и площадь водосбора. Значимость различных факторов изменяется по бассейнам рек. Для большинства водосборов наиболее значимым фактором является средний уклон реки (кроме бассейна Западной Двины). В бассейнах Западной Дви-

ны и Днепра велика роль озерности водосборов, в бассейне Немана – средней высоты водосбора.

Результатом проведения регрессионного анализа явилось построение полужемпирических моделей, позволяющих определять максимальные модули стока дождевых паводков 10 %-ной обеспеченности на реках Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений с использованием гидрографических характеристик водосборов. Для повышения эффективности уравнений модели получены отдельно для бассейнов крупных рек страны (таблица 1).

Таблица 1 – Уравнения региональных моделей определения максимальных модулей стока дождевых паводков 10%-ной обеспеченности $q_{10\%}$ рек Беларуси, $м^3/(с \cdot км^2)$

Бассейн реки	Модель	Коэффициент корреляции R
Западная Двина	$q_{10\%} = 10^{-3} \cdot (8,74 \cdot J_p + 0,13 \cdot L - 2,81 \cdot A_{оз} - 0,002 \cdot A + 28,5)$	0,93
Неман	$q_{10\%} = 10^{-3} \cdot (6,63 \cdot J_p + 0,0005 \cdot A - 0,08 \cdot L - 0,55 \cdot A_{оз} + 26,1)$	0,97
Днепр	$q_{10\%} = 10^{-3} \cdot (30,1 \cdot J_p + 1,64 \cdot A_{заб} + 0,29 \cdot H_{ср} - 7,55 \cdot A_{оз} - 48,5)$	0,98
Припять и Западный Буг	$q_{10\%} = \frac{10^{3,57} \cdot J_p^{0,38}}{H_{ср}^{1,94} \cdot A^{0,15} \cdot (A_{оз} + 1)^{0,43} \cdot (\varphi - 50)^{0,72}}$	0,95
Беларусь в целом	$q_{10\%} = \frac{0,057 \cdot J_p^{0,37} \cdot L^{0,16}}{A^{0,18}}$	0,76

где J_p – средний уклон реки, ‰; L – длина реки от истока до пункта наблюдений, км; $A_{оз}$ – озерность водосбора, ‰; A – площадь водосбора, км²; $A_{заб}$ – заболоченность водосбора, ‰; $H_{ср}$ – средняя высота водосбора, м; φ – широта створа, км.

Полученные модели можно использовать для определения максимальных модулей стока дождевых паводков требуемой расчетной обеспеченности, используя соответствующие коэффициенты (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты перехода от максимальных модулей стока дождевых паводков 10 %-ной к другим обеспеченностям

Бассейн реки	1 %	5 %	10 %	20 %	25 %
Зап. Двина	1,88	1,35	1	0,66	0,60
Неман	2,04	1,30	1	0,76	0,70
Днепр	2,74	1,52	1	0,74	0,65
Припять и Западный Буг	2,10	1,33	1	0,69	0,60
Беларусь в целом	2,16	1,39	1	0,72	0,65

Исследование цикличности временных рядов максимальных расходов воды дождевых паводков, проведенное с помощью спектрально-временного анализа, показало наличие циклов продолжительностью от 2-х до 33-х лет. Преобладающими являются 2-, 3-, 5- (наиболее мощные и часто встречаемые) и 20-летние циклы; реже отмечаются циклы продолжительностью 6, 9 лет и 33 года.

Поскольку амплитуда и длительность циклов изменяется во времени, выделить устойчивые циклы не представляется возможным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Выявлены закономерности пространственно-временных колебаний максимальных расходов воды паводков на реках Беларуси за период инструментальных наблюдений. Установлено, что в период 1966–2010 гг. по сравнению с периодом от начала инструментальных наблюдений до 1965 г. на большинстве рек Беларуси произошло уменьшение величины максимальных расходов воды дождевых паводков на 10–30 %, за исключением рек бассейна Припяти, где их величина в результате проведения крупномасштабных мелиораций увеличилась на 10–20 %.

В период современного потепления климата (1988–2010 гг.) по сравнению с предшествующим периодом (1966–1987 гг.) на реках севера и северо-востока страны произошло увеличение максимальных расходов воды дождевых паводков на 20–30 %, на реках юга и запада – уменьшение на 10–30 %. Установлена связь изменения величины дождевых паводков с изменением количества выпадающих осадков. Так, произошел рост паводкообразующих осадков в период современного потепления климата на севере и северо-востоке Беларуси, уменьшение – на юго-западе. Выявлено также перераспределение суточных осадков 1 %-ной обеспеченности по месяцам года [2, 5, 12, 15, 19, 23, 30, 31, 32].

На большинстве рек Беларуси выявлена тенденция к росту величины максимальных расходов воды зимних паводков за период инструментальных наблюдений. При этом их абсолютная величина существенно не увеличилась по сравнению с более ранними периодами в связи с увеличением их частоты. Исключение составляют реки бассейна Западной Двины, для которых характерен заметный рост на 20–40 % величины максимальных расходов воды зимних паводков в период современного потепления климата [3].

Построена карта максимальных модулей стока дождевых паводков 10 %-ной обеспеченности, отражающая пространственную структуру распределения величины паводков по территории страны.

Установлена цикличность колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков. Выявлены как короткопериодичные 2-, 3-, 5-, 6-летние циклы, так и длиннопериодичные 20- и 33-летние циклы. Поскольку амплитуда и длительность циклов изменяются во времени, выделить устойчивые циклы не представляется возможным [13, 27].

2. Проведено районирование территории Беларуси по синхронности колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков, основанное на построении матрицы парных коэффициентов корреляции. Выделено четыре райо-

на синхронных колебаний дождевого паводочного стока: Двинско-Днепровский, Неманский, Бугский и Припятский, для которых характерны сходные тенденции к изменениям величины паводков и чередование периодов с повышенным либо пониженным дождевым паводочным стоком [22].

На реках Двинско-Днепровского района в периоды потеплений климата (потепление Арктики и современное), которые сопровождались увеличением количества выпадающих атмосферных осадков, наблюдался рост величины дождевых паводков, в период 1966–1987 гг. – снижение. Реки Неманского района имеют резко выраженную тенденцию к снижению величины дождевых паводков, особенно заметную с середины 80-х гг. XX в. На реках Бугского района, также имеющих тенденцию к снижению величины паводков, в многолетнем ряду очень заметно выделяются большие дождевые паводки, которые наблюдались на всех реках района в 1970-е гг. Бугский район соответствует зоне уменьшения атмосферных осадков в современный период потепления климата. На реках Припятского района наибольшие паводки отмечались в период 1966–1987 гг., при этом большое влияние на величину дождевых паводков оказало проведение крупномасштабной мелиорации.

3. Анализ гидрографов дождевых паводков показал, что наиболее часто на реках Беларуси отмечаются однопиковые паводки. Вероятность появления двухпиковых паводков составляет около 20 %, трехпиковых – около 10 %. Паводки с более чем тремя пиками на реках страны отмечаются крайне редко. Средняя продолжительность дождевых паводков на малых и средних реках Беларуси составляет около 32 суток, на больших – около 50 суток, наибольшая она в бассейне Припяти, наименьшая – в бассейне Немана и Западного Буга [10].

4. Дифференциация максимального стока дождевых паводков и весенних половодий на реках Беларуси показала, что по величине максимального расхода воды весенние половодья превышают дождевые паводки примерно в 3–4 раза. При этом превышение половодий высокими дождевыми паводками возможно при обеспеченности половодий на больших реках более 50 % (на Припяти – более 35 %, на Соже – более 65 %), на малых и средних реках – более 25–30 % (на левых притоках Днепра – более 40 %, на правых притоках Припяти – более 10 %). Наиболее часто дождевые паводки превышают половодья и формируют наибольшие расходы воды в году в бассейнах Припяти, Западного Буга и Вилии, реже всего – в бассейне Днепра, особенно на его левых притоках. С середины 80-х гг. XX в. на всех реках Беларуси наблюдается тенденция к увеличению частоты превышения половодий дождевыми паводками [4].

5. Разработана методика определения максимальных модулей стока дождевых паводков на реках Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Выявлена роль различных гидрографических характеристик водосборов в формировании максимальных модулей стока дождевых паводков. По-

лучены полуэмпирические модели, позволяющие определять максимальные модули стока дождевых паводков 10 %-ной обеспеченности с использованием гидрографических характеристик водосборов рек; рассчитаны коэффициенты перехода к другим расчетным обеспеченностям. Построенные модели являются достаточно эффективными и позволяют определять максимальные модули стока паводков с точностью, приемлемой для решения многих практических задач [1, 6, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 21, 26, 28, 33].

6. Усовершенствована методика построения гидрографов дождевых паводков на реках Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений, базирующаяся на определении максимального среднесуточного расхода воды дождевого паводка с использованием гидрографических характеристик водосборов рек; определении слоя стока за паводок 10 %-ной обеспеченности по карте и использовании коэффициентов перехода к требуемым обеспеченностям; дифференциации коэффициентов несимметричности гидрографов паводков, необходимых для определения коэффициента формы гидрографа, абсциссы и ординаты расчетного гидрографа, и коэффициентов, учитывающих неравенство параметров слоя стока за паводок и максимальных расходов воды дождевых паводков. Данная методика позволяет получать приемлемые для практики результаты без привлечения рек-аналогов, подобрать которые при нынешней густоте гидрологических постов достаточно сложно [10, 14, 24, 28, 29].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Выявленные тенденции в изменении величины максимальных расходов воды дождевых паводков на реках Беларуси в современных условиях могут быть использованы при обосновании, разработке и реализации мероприятий по уменьшению негативных последствий и ущербов, вызываемых дождевыми паводками, а также при разработке комплексной программы по предотвращению ущербов от наводнений, создании единой системы планирования и управления противопаводковой защитой в масштабах страны.

2. Результаты работы могут быть использованы проектными институтами, организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем и охраны окружающей среды при проектировании водохозяйственных объектов, прогнозировании изменений максимального паводочного стока. Имеется справка о возможном практическом использовании результатов исследования в ГУП «Брестмелиоводхоз» от 4.02.2014 г.

3. Результаты исследований можно использовать в учебном процессе при подготовке специалистов по географическим, водохозяйственным, мелиоративным специальностям. Имеются акты внедрения в учебный процесс Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина (от 19.10.2009 г.) и Брестского государственного технического университета (от 9.12.2013 г.).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в научных рецензируемых журналах

1. Волчек, А.А. Моделирование стока дождевых паводков на реках Белорусского Полесья в зависимости от гидрографических характеристик / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Вучоныя запіскі Брэсц. дзярж. ун-та імя А.С. Пушкіна. Сер. Прыродазнаўчыя навукі. Навукі аб зямлі. – 2008. – Т. 4. – Ч. 2. – С. 89–95.
2. Волчек, А.А. Пространственно-временные колебания дождевых паводков на реках Белоруссии / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Известия РАН. Сер. географическая. – 2012. – № 1. – С. 68–80.
3. Волчек, А.А. Формирование зимних паводков на реках Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Ученые записки Рос. гос. гидрометеорологич. ун-та. – 2012. – № 25. – С. 5–19.
4. Волчек, А.А. О превышении максимальных расходов воды дождевых паводков над расходами весеннего половодья на реках Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Веснік Брэсц. ун-та. – Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2013. – № 1. – С. 43–51.

Статьи в научных журналах и сборниках научных трудов

5. Волчек, А.А. Многолетние колебания паводочного стока на р. Припять / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Прыроднае асяроддзе Палесся: аблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі ; рэдкал.: М.В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Альтернатива, 2008. – Т. 2. – С. 8–12.
6. Шелест, Т.А. Моделирование стока дождевых паводков на реках Белорусского Поозерья в зависимости от гидрографических характеристик / Т.А. Шелест // Молодежь в науке – 2009 : приложение к журналу «Весці Нац. акад. навук Беларусі». Сер. хим. наук / Нац. акад. наук Беларусі, Совет молодых ученых НАН Беларусі ; редкол.: Н.П. Крутько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Ч. 1. – С. 161–164.
7. Волчек, А.А. Влияние гидрографических факторов на величину дождевых паводков рек Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Мелиорация. – 2010. – №1 (63). – С. 36–48.
8. Волчек, А.А. Дождевые паводки на реках Беларуси и их учет при проектировании и эксплуатации мелиоративных систем / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий : сб. науч. тр. / Мещерский ф-л ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии ; под общ. ред. Ю.А. Мажайского. – Рязань, 2010. – Вып. 4. – С. 348–357.

9. Волчек, А.А. К вопросу оценки дождевых паводков на малых реках Белорусского Полесья при проектировании и эксплуатации мелиоративных систем / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Природнае асяроддзе Палесся: аблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац ; рэдкал.: М.В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Альтэрнатыва, 2012. – Вып. 5. – С. 40–42.

10. Волчек, А.А. Моделирование гидрографов дождевых паводков рек Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Вестник Брест. гос. технич. ун-та. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2013. – № 2 (80). – С. 3–7.

Материалы научных конференций

11. Шелест, Т.А. Паводки на реках Беларуси / Т.А. Шелест // Материалы IX республ. науч.-метод. конф. молодых ученых, Брест, 18 мая 2007 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. К.К. Красовского. – Брест, 2007. – С. 121–123.

12. Волчек, А.А. Пространственно-временное распределение паводков на реках Белорусского Полесья / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // География в XXI веке: проблемы и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 17–18 апр. 2008 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; редкол.: К.К. Красовский [и др.]. – Брест, 2008. – С. 16–17.

13. Волчек, А.А. Паводки на Припяти / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Ин-та географии АО ЦНЗМО РК, Алматы, 27–29 августа 2008 г. / Ин-т географии Респ. Казахстан ; под общ. ред. А.Р. Медеу. – Алматы, 2008. – С. 190–202.

14. Шелест, Т.А. Особенности паводочного режима на реках Полесья / Т.А. Шелест // Волинсь очима молодих науковців: минуле, сучасне, майбутнє : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. аспірантів і студентів, Луцьк, 13–14 травня 2009 р. / Волинський нац. ун-т ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2009. – Т. 2. – С. 28–29.

15. Шелест, Т.А. Многолетние колебания паводочного стока на Западной Двине / Т.А. Шелест // III Машеровские чтения : материалы республ. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 24–25 марта 2009 г. / Вит. гос. ун-т им. П.М. Машерова ; редкол.: А.Л. Гладков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2009. – С. 167–169.

16. Шелест, Т.А. Влияние гидрографических факторов на формирование стока дождевых паводков рек Беларуси / Т.А. Шелест // XI республ. науч.-метод. конф. молодых ученых : в 2 ч. : сб. материалов, Брест, 15 мая 2009 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. К.К. Красовского. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 93–95.

17. Волчек, А.А. Роль озер в формировании максимальных расходов воды дождевых паводков на реках Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Теоретические и прикладные аспекты современной лимнологии : материалы V Междунар. науч. конф., Минск, 10–13 нояб. 2009 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: И.И. Пирожник (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – С. 217–220.

18. Шелест, Т.А. Построение прогнозных математических моделей максимальных расходов воды дождевых паводков рек Белорусского Полесья / Т.А. Шелест // Современные проблемы математики и вычислительной техники : материалы VI республ. науч. конф. молодых ученых и студентов, Брест, 26–28 нояб. 2009 г. : в 2 ч. / Брест. гос. технич. ун-т ; редкол.: В.С. Рубанов (гл. ред.) [и др.]. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 107–109.

19. Волчек, А.А. К вопросу об изменении максимального стока дождевых паводков рек Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Тараз, 10–12 нояб. 2009 г. – Алматы, 2010. – С. 70–73.

20. Волчек, А.А. Многолетние колебания паводочного стока на реках Беларуси в разные эпохи циркуляции атмосферы / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Обеспечение экологической безопасности – путь к устойчивому развитию Казахстана : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Тараз, 23–24 февр. 2010 г. / Таразский гос. ун-т им. М.Х. Дулати ; редкол.: А.С. Ахметов [и др.]. – Тараз, 2010. – С. 220–223.

21. Волчек, А.А. Оценка влияния гидроморфологических факторов на величину дождевых паводков малых рек Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республики Беларусь : материалы Междунар. науч.-технич. конф., посвящ. 65-летию победы в Великой Отечеств. войне, Брест, 22–23 апр. 2010 г. / Брест. гос. технич. ун-т ; редкол.: С.В. Басов [и др.]. – Брест, 2010. – С. 252–255.

22. Волчек, А.А. Районирование территории Беларуси по синхронности многолетних колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Научно-технические и экологические проблемы природопользования : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 18–20 апр. 2012 г. / Брест. гос. технич. ун-т ; редкол.: А.А. Волчек [и др.]. – Брест, 2012. – С. 63–66.

23. Шелест, Т.А. Трансформация дождевых паводков на реках Белорусского Полесья в современных условиях / Т.А. Шелест // Рациональное использование пойменных земель : материалы науч.-практ. семинара, Национальный парк «Припятский», 19–21 июня 2013 г. / НАН Беларуси, Ин-т природопользования ; редкол.: В.С. Хомич (отв. ред.) и [и др.]. – Минск : Минсктиппроект, 2013. – С. 90–93.

24. Шелест, Т.А. Определение слоя стока дождевых паводков рек Беларуси при отсутствии данных наблюдений / Т.А. Шелест // Мониторинг окружающей среды : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 25–27 сент. 2013 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; редкол.: И.В. Абрамова [и др.]. – Брест, 2013. – Ч. 1. – С. 153–155.

Тезисы научных докладов

25. Шелест, Т.А. Экономические и экологические последствия паводков на Полесье / Т.А. Шелест // Актуальные проблемы экологии – 2007 : тезисы докл. III Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 21–23 нояб. 2007 г. / Гродненский гос. ун-т им. Я. Купалы ; редкол.: Н.П. Канунникова [и др.]. – Гродно, 2007. – С. 38–39.

26. Шелест, Т.А. Роль гидрографических факторов в моделировании стока дождевых паводков на Полесье / Т.А. Шелест // X республ. науч.-метод. конф. молодых ученых : тезисы докл., Брест, 15–16 мая 2008 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. К.К. Красовского. – Брест, 2008. – С. 80.

27. Волчек, А.А. Многолетние колебания паводочного стока на р. Припять / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : тэзісы дакл. IV Міжнар. навук. канф., Брэст, 10–12 верас. 2008 г. / НАН Беларусі, Палескі аграрна-экалагіч. ін-т ; рэдкал.: М.В. Міхальчук (адк. рэд.), А.А. Волчак, Н.М. Шпендзік. – Брэст: Альтернатыва, 2008. – С. 235.

28. Волчек, А.А. Определение максимальных расходов воды малых рек Беларуси при отсутствии данных наблюдений / А.А. Волчек, Ан.А. Волчек, Т.А. Шелест // Повышение эффективности мелиорации и сельскохозяйственного использования мелиорированных земель : тезисы докл. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–16 сент. 2009 г. / НАН Беларуси, Ин-т мелиорации ; редкол.: Н.К. Вахонин [и др.]. – Минск, 2009. – С. 38–40.

29. Волчек, А.А. Особенности формирования паводков на реках Белорусского Полесья / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация : тезисы докладов V Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8–10 июля 2009 г. : в 3 т. ; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2009. – Т. 1. – С. 203–205.

30. Volchek, A. Changes of mean and peak river runoff in Belarus during the 20th century / A. Volchek, J. Stefanenko, S. Parfomuk, V. Luksha, An. Volchek, O. Natarova, T. Shelest // 6th Study Conference on BALTEX, Poland, Island of Wolin, 14–18 June 2010 ; editors: Marcus Reckermann and Hans-Jörg Isemer. – Island of Wolin, 2010. – P. 161–162.

31. Volchek, A. Influence of the climate warming on rainfall floods of the rivers of the Western Dvina basin within Belarus / A. Volchek, T. Shelest // Hydrology: from research to water management : XXVI Nordic Hydrological Conference, Riga,

Latvia, 9–11 August 2010 / Nordic Association For Hydrology ; editors: Elga Apsīte, Agrita Briede, Māris Kļaviņš. – Riga, 2010 – P. 167–168.

32. Shelest, T. Transformation of rainfall flood runoff on rivers of Belarus / T. Shelest // Water management – state and prospects of development : collected articles of young scientists, Rivne, 15–16 April 2010 / Ministry of Education and Science of Ukraine, National University of Water Management and Nature Resources Use ; editor: M.M. Hirol. – Rivne, 2010. – Part 1. – P. 106–108.

33. Волчек, А.А. Дождевые паводки на реках Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель : тезисы докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. академика С.Г. Скоропанова, Минск, 15–17 сент. 2010 г. / НАН Беларуси, Ин-т мелиорации ; редкол.: Н.К. Вахонин [и др.]. – Минск, 2010. – С. 66–68.

РЭЗІЮМЭ

Шэлест Таццяна Анатольеўна

Ацэнка прасторава-часавых ваганняў дажджавога паводкавага сцёку рэк Беларусі ў сучасных умовах

Ключавыя словы: рака, вадазбор, дажджавая паводка, максімальны расход вады, модуль сцёку, гідрограф, мадэліраванне, ацэнка.

Мэта работы: вызначыць заканамернасці прасторава-часавых ваганняў дажджавога паводкавага сцёку на рэках Беларусі.

Метады даследавання: традыцыйныя геаграфічныя метады (апісальны, параўнальна-геаграфічны, картаграфічны), метады аналізу і сінтэзу, статыстычныя (карэляцыйны, рэгрэсійны, спектральна-часавы аналіз, ланцужкі Маркава) метады.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: выяўлены заканамернасці шматгадовых ваганняў максімальных расходаў вады дажджавых паводак на рэках Беларусі, дадзена ацэнка змянення іх велічыні; праведзена раяніраванне тэрыторыі Беларусі па сінхроннасці ваганняў максімальных расходаў вады дажджавых паводак; выяўлена роля тыпаў цыркуляцыі атмасферы ў фарміраванні максімальных расходаў вады дажджавых паводак; распрацавана метадыка вызначэння максімальных модуляў сцёку дажджавых паводак пры адсутнасці дадзеных гідраметрычных назіранняў; удасканалена метадыка пабудовы гідраграфаў дажджавых паводак пры адсутнасці дадзеных гідраметрычных назіранняў; дадзена ацэнка суадносін велічынь максімальных расходаў вады дажджавых паводак і разводдзя на рэках краіны; выяўлены прасторава-часавыя заканамернасці ваганняў зімовых паводак і дадзена ацэнка іх змяненняў.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: атрыманыя вынікі могуць выкарыстоўвацца пры абгрунтаванні, распрацоўцы і рэалізацыі мерапрыемстваў па змяншэнні негатыўных наступстваў і зніжэнні страт, выкліканых дажджавымі паводкамі; на перадпраектных этапах.

Вобласць прымянення: рацыянальнае выкарыстанне і ахова прыродных рэсурсаў; вучэбны працэс.

РЕЗЮМЕ

Шелест Татьяна Анатольевна

Оценка пространственно-временных колебаний дождевого паводочного стока рек Беларуси в современных условиях

Ключевые слова: река, водосбор, дождевой паводок, максимальный расход воды, модуль стока, гидрограф, моделирование, оценка.

Цель работы: установить закономерности пространственно-временных колебаний дождевого паводочного стока на реках Беларуси.

Методы исследования: традиционные географические методы (описательный, сравнительно-географический, картографический), методы анализа и синтеза, статистические (корреляционный, регрессионный, спектрально-временной анализ, цепи Маркова) методы.

Полученные результаты и их новизна: выявлены закономерности многолетних колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков на реках Беларуси, дана оценка изменения их величины; проведено районирование территории Беларуси по синхронности колебаний максимальных расходов воды дождевых паводков; выявлена роль типов циркуляции атмосферы в формировании максимальных расходов воды дождевых паводков; разработана методика определения максимальных модулей стока дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений; усовершенствована методика построения гидрографов дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений; дана оценка соотношения величин максимальных расходов воды дождевых паводков и весенних половодий; выявлены пространственно-временные закономерности колебаний зимних паводков и дана оценка их изменений.

Рекомендации по использованию: полученные результаты могут использоваться при обосновании, разработке и реализации мероприятий по уменьшению негативных последствий и снижению ущербов, вызываемых дождевыми паводками; на предпроектных этапах.

Область применения: рациональное использование и охрана природных ресурсов; учебный процесс.

SUMMARY

Shelest Tatiana Anatolievna

Assessment of spatial-temporal fluctuations of rainfall floods drain of the rivers in Belarus in modern conditions

Keywords: river, catchments, rainfall flood, maximum discharge of water, drain module, hydrographer, modeling, assessment.

The purpose of the work: to define the regularities of spatial-temporal fluctuations of a rainfall floods drain on the rivers of Belarus.

Research methods: conventional geographical methods (descriptive, geographical comparative, mapping), methods of the analysis and synthesis, statistical (correlation, regressive, spectral-temporal analysis, Markov's chains) methods.

The received results and their novelty: regularities of long-term fluctuations of the maximum discharge of rainfall floods water of the rivers in Belarus have been revealed, the assessment of their changes has been given; division into districts of the territory of Belarus according to the synchronism of fluctuations of the maximum discharges of rainfall floods water has been made; the role of types of the atmosphere circulation in formation of the maximum discharges of rainfall floods water has been revealed; the technique of maximum module of rainfall floods water drain if there is no hydrometric data has been developed; the technique of creation of rainfall floods hydrographers if there is no hydrometric data has been improved; assessment of a ratio of size of the maximum discharges of rainfall floods water and spring high waters of the rivers in the country has been given; spatial and temporal regularities of winter high waters fluctuations has been revealed and the assessment of their changes has been given.

Recommendations on the use: the obtained results can be used to justify, develop and realize the actions for reduction of negative consequences and to decrease in the damages caused by rainfall floods; on initial stages.

Sphere of application: rational using and protection of natural resources; educational process.

Подписано в печать 02.10.2014. Формат 60х84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Ризография. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,75.
Тираж 100 экз. Заказ № 313.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
в редакционно-издательском отделе
Учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/55 от 14.10.2013.
Ул. Мицкевича, 28, 224016, Брест.