

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

Объект авторского права

УДК 556.16 (043.3)

**СИДАК**

**Светлана Васильевна**

## **ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 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, 2025

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Работа выполнена в учреждении образования  
«Брестский государственный технический университет»

Научный руководитель

**Волчек Александр Александрович,**  
доктор географических наук, профессор,  
профессор кафедры природообустройства  
учреждения образования «Брестский  
государственный технический университет»

Официальные оппоненты:

**Власов Борис Павлович,**  
доктор географических наук, профессор,  
главный научный сотрудник научно-  
исследовательской лаборатории озераведения  
Белорусского государственного университета

**Кирвель Павел Иванович,**  
кандидат географических наук, доцент,  
старший научный сотрудник лаборатории  
эксплуатации мелиоративных систем  
Республиканского научного дочернего  
унитарного предприятия «Институт  
мелиорации»

Оппонирующая организация

Учреждение образования  
«Брестский государственный  
университет имени А.С. Пушкина»

Защита состоится 05 июня 2025 г. в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 01.23.01 при Государственном научном учреждении «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси» по адресу: 220076, г. Минск, ул. Ф. Скорины, 10, Институт природопользования НАН Беларуси, малый конференц-зал.

Телефон ученого секретаря: (+375 17) 3975221; e-mail: [info@nature-nas.by](mailto:info@nature-nas.by)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института природопользования НАН Беларуси.

Автореферат разослан «\_\_\_» мая 2025 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций Д 01.23.01,  
кандидат географических наук, доцент



М.И. Струк

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

## ВВЕДЕНИЕ

Необходимым условием эффективного планирования и управления в сфере водных ресурсов, их рационального использования, а также минимизации возможных ущербов, связанных с опасными гидрологическими явлениями, является использование достоверных и научно-обоснованных оценок как произошедших, так и прогнозируемых изменений водных ресурсов. Несмотря на достаточно большое внимание к исследованию речного стока Беларуси, результаты существующих на данный момент исследований недостаточны для планирования водохозяйственного развития речных бассейнов, проектирования сооружений, организации системы защиты населения и хозяйственных объектов от опасных гидрологических явлений. Учитывая увеличение рядов наблюдений за гидрометеорологическими элементами, достоверность произошедшего потепления и большую вероятность его продолжения в течение нынешнего столетия, возрастает требование к надежности оценки будущих характеристик гидрологического режима рек. Бурное развитие информационных технологий и методов математического моделирования способствует уточнению современных особенностей пространственно-временного распределения стока рек Беларуси, совершенствованию действующих методик анализа многолетней изменчивости характеристик речного стока, пересмотру существующих, а также адаптации и разработке новых моделей и методик прогнозирования стока рек, учитывающих нестационарность гидрологических процессов.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами (проектами), темами.** Тема диссертационного исследования соответствует направлению 3 «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование» приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156.

Диссертационная работа выполнена в рамках: проекта БРФФИ «Колебания речного стока рек Беларуси в условиях изменяющегося климата. Современное состояние и прогноз» (№ гос. регистрации 20201265, договор с БРФФИ № Х20М-064 от 04.05.2020 г., рук. Сидак С. В.); НИР «Оценка гидролого-климатических режимов территории Беларуси в современных условиях» (№ гос. регистрации 20212447) в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», 2021–2025 гг.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка методических приемов комплексного исследования гидрологических характеристик рек Беларуси, выявление их пространственных особенностей и получение прогнозных оценок характеристик стока в современных условиях.

Для реализации поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

1) разработка методических приемов для оценки пространственно-временных колебаний стока рек Беларуси и расчета гидрологических характеристик;

2) оценка пространственно-временных изменений характеристик стока рек Беларуси в современных условиях;

3) определение тенденций пространственно-временной изменчивости характеристик внутригодового распределения стока рек Беларуси;

4) разработка вероятностной модели (схемы моделирования) и получение на ее основе прогнозных оценок расходов воды редкой повторяемости.

**Объект исследования** – гидрологический режим рек Беларуси.

**Предмет исследования** – пространственно-временные колебания расходов воды рек Беларуси в современных условиях.

**Методы исследования:** вероятностно-статистические методы анализа временных рядов, гидрологический анализ рисков, картографический метод, кластерный анализ, метод «динамических» оценок, метод геоинформационных систем, фрактальный анализ, существующие и разработанные методы оценки циклических колебаний стока, моделирования и прогнозирования речного стока.

**Научная новизна.** Выполнен мультивременной анализ тенденций изменений стока рек Беларуси за 70-летний период на основании кластерного анализа характерных расходов воды. Впервые получены показатели вклада различных по водности лет в синхронность колебаний речного стока. Определены годы нарушения однородности рядов характерных расходов воды рек Беларуси с последующей классификацией их однородности. Получены адаптированные числовые критерии для выделения дат начала и окончания периода весеннего половодья рек Беларуси, позволившие автоматизировать задачу выделения периода половодья. Получено пространственное распределение по территории Беларуси коэффициента естественной зарегулированности речного стока, а также выполнено районирование территории Беларуси на основании переломной точки (периода) в многолетней изменчивости данного показателя. По предложенному автором алгоритму выполнена оценка поверхностной составляющей стока рек Беларуси в современных условиях. Впервые выполнена оценка персистентности характерных расходов воды рек Беларуси. Предложена новая схема вероятностного моделирования стока рек Беларуси в нестационарных условиях с возможностью учета в прогнозной модели предыдущих стационарных состояний гидрологической системы, на основании которой получены прогнозные оценки максимальных расходов воды весеннего половодья и минимальных расходов воды зимней межени.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. *Методические приемы определения характеристик стока рек Беларуси в современных условиях*, с использованием которых получены:

– адаптированные числовые критерии выделения периода половодья, позволившие автоматизировать процесс определения доли весеннего половодья и оценить внутригодовую неравномерность стока рек;

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

– точки нарушения однородности во временных рядах характерных расходов воды рек Беларуси за период 1948–2017 гг. с последующей классификацией их однородности, позволяющие определить характеристики стока в нестационарных условиях;

– мультिवременные тенденции изменения характерных расходов воды за период 1948–2017 гг. с учетом пространственного распределения водосборов по результатам кластерного анализа.

2. *Оценка степени синхронности (асинхронности) колебаний стока для 780 пар рек Беларуси*, свидетельствующая о том, что 694 парам рек присуще наличие синхронности в колебаниях среднегодового стока, 413 парам – высокой степени синхронности. Вклад маловодных лет в общий показатель синхронности колебаний стока рек составляет 30,2 %, средних по водности лет – 3,5 %, многоводных лет – 22 %, смежных по водности лет – 13,1 %; годы с противоположными категориями водности понижают параметр синхронности колебаний стока рек на 18,1 %.

3. *Пространственное распределение характеристик внутригодовой изменчивости стока*, включающее:

– районирование территории Беларуси по естественной зарегулированности стока;

– оценку изменений поверхностной составляющей стока на основе разработанной модели, адаптированной для каждого речного бассейна Беларуси.

4. *Прогнозные оценки максимальных расходов воды весеннего половодья и минимальных расходов воды зимней межени редкой повторяемости*, полученные на основе вероятностной прогнозной модели в виде «смеси распределений» с назначением весовых коэффициентов, учитывающих географическое распределение фрактальных характеристик стока рек Беларуси.

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Все основные результаты исследования (постановка научной проблемы, цели, задач исследования, разработка методологии исследования, анализ изменения гидрологических характеристик и их моделирование) получены лично автором под руководством научного руководителя. В процессе исследования автором разработаны программные модули, позволяющие автоматизировать ряд задач по статистической обработке гидрометеорологических рядов. Особую благодарность автор выражает научному руководителю, д.г.н., профессору А. А. Волчеку, за консультации и всестороннюю поддержку в процессе работы над диссертацией.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Основные положения диссертационной работы и результаты исследований доложены, одобрены и опубликованы в материалах и тезисах докладов XI Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие: региональные аспекты» (Брест, 2019); IV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных территорий» (Брест, 2019); IX Международной научно-технической конференции «Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

и строительства» (Тбилиси, 2019); VII Международной научно-практической конференции «Вычислительные методы, модели и образовательные технологии», (Брест, 2019); заочной международной научной конференции «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий» (Рязань, 2020); 3rd Baltic Earth Conference «Earth system changes and Baltic Sea coasts», (Польша, 2020); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ», (Санкт-Петербург, 2020); Международной научно-практической конференции «Геологическое, гидрологическое и биологическое разнообразие Полесья» (Ровно, 2020); Международной конференции «Энергоэффективное строительство, безопасность инженерных объектов и мониторинг загрязнения окружающей среды 2020» (Брест, 2020); XVII Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности» (Воронеж, 2021); IV Международной научно-практической конференции ICER – 2021 «Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания» (Брест, 2021); V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды» (Брест, 2021) и др.

**Опубликованность результатов диссертации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 33 научных работах (25 в отечественных изданиях и 8 в зарубежных), из них: 5 (4 в соавторстве) – статей в научных рецензируемых журналах и сборниках научных трудов, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий (2,7 авторских листа), 15 (15 в соавторстве) – статей в иных научных журналах и сборниках статей (5,9 авторских листа), 13 (12 в соавторстве) – в материалах конференций и тезисах докладов. Соавтором основных публикаций соискателя является научный руководитель А. А. Волчек.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации составляет 203 страницы и включает: 93 страницы основного текста, 53 рисунка, 14 таблиц, 11 приложений (на 51 странице). Библиографический список состоит из 207 наименований, из которых 33 авторские работы.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В главе 1 «**Научные аспекты исследований пространственно-временных колебаний стока рек и его моделирования**» выполнен анализ методических подходов при исследовании пространственно-временных колебаний стока рек, основных результатов и современного состояния научных исследований в области гидрологического моделирования и прогнозирования. Рассмотрены основные приемы оценки пространственно-временных колебаний стока рек Беларуси в исследованиях, выполненных в начале XXI в. авторами

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

*Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Беларуси для опубликования результатов диссертационных исследований*

1–А. Волчек, А. А. Вероятностный прогноз стока рек Беларуси в современных условиях / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2022. – № 1. – С. 51–58.

2–А. Волчек, А. А. Закономерности в распределении циклических колебаний стока рек Беларуси / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Геаграфія. – 2022. – № 2 (177). – С. 8–18.

3–А. Сидак, С. В. Динамика поверхностного стока рек Беларуси в современных условиях / С. В. Сидак, А. А. Волчек // Геаграфія. – 2022. – № 4 (179). – С. 39–146.

4–А. Сидак, С. В. Методика оценки характеристик стока рек Беларуси в современных условиях / С. В. Сидак // Геаграфія. – 2023. – № 4 (185). – С. 37–44.

5–А. Сидак, С. В. Закономерности внутригодовой динамики стока рек Беларуси / С. В. Сидак, А. А. Волчек // Вестн. Фонда фонд. иссл. – 2024. – № 1 (107). – С. 65–76.

*Статьи в иных научных журналах и сборниках статей*

6–А. Волчек, А. А. Автоматическое расчленение гидрографа речного стока / А. А. Волчек, С. И. Парфомук, С. В. Сидак // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац VIII Міжнар. навук. канф., Брэст, 12–14 верас. 2018 г. / Палес. агр.-экал. ін-т НАН Беларусі ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Альтернатива, 2018. – Вып. 11. – С. 29–32.

7–А. Волчек, А. А. К вопросу прогнозирования температуры воздуха на примере Беларуси / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2 (115). – С. 2–6.

8–А. Волчек, А. А. Оценка современных изменений максимального стока рек Беларуси / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек, С. В. Сидак // Геаграфія. – 2020. – № 4 (167). – С. 26–33.

9–А. Volchak, A. Intra-annual Runoff Distribution in the Pripyat River Basin / A. Volchak, S. Parfomuk, S. Sidak // The 2020 International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020). – 2020. – Vol. 212. – P. 1–10.

10–А. Волчек, А. А. Особенности внутригодового распределения стока рек бассейна Припяти / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2020. – № 2 (120). – С. 2–9.

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

11–А. Волчек, А. А. Приведение гидрологических рядов к расчетному периоду с использованием ряда Котельникова / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац / Палес. агр.-экал. ін-т НАН Беларусі ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Беларус. навука, 2020. – Вып. 12 – С. 6–8.

12–А. Волчек, А. А. Пространственно-временная структура среднемноголетнего годового стока рек Беларуси / А. А. Волчек, С. В. Сидак, С. И. Парфомук // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2021. – № 2 (125). – С. 75–80.

13–А. Volchak, A. A. Statistical assessment of the runoff time series homogeneity of the rivers in Belarus / A. A. Volchak, S. V. Sidak, S. I. Parfomuk // Vestnik of Brest State Technical University. – 2021. – № 3 (126). – P. 92–95.

14–А. 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.

15–А. Волчек, А. А. Динамика изменения водных ресурсов Беларуси в современных условиях / А. А. Волчек, С. В. Сидак, С. И. Парфомук // Инновации: от теории к практике : сб. науч. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–22 окт. 2021 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: В. В. Зазерская [и др.]. – Брест, 2021. – С. 81–89.

16–А. Volchak, A. A. The climate change impact on the hydrological regime of the rivers in Belarus / A. A. Volchak, S. I. Parfomuk, S. V. Sidak, N. N. Seshko // Vestnik of Brest State Technical University. – 2022. – № 1 (130). – P. 118–121.

17–А. Volchak, A. A. Spatial and temporal variability of the surface river runoff in Belarus / A. A. Volchak, S. I. Parfomuk, S. V. Sidak // Vestnik of Brest State Technical University. – 2022. – № 3 (129). – P. 46–51.

18–А. Волчек, А. А. Сравнительный анализ статистических распределений на примере минимального стока р. Припять / А. А. Волчек, С. И. Парфомук, С. В. Сидак // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац / Палес. агр.-экал. ін-т НАН Беларусі ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск, 2022. – Вып. 13. – С. 78–82.

19–А. Sidak, S. V. Regularities of variability in average monthly flow rates during the low-water period in the rivers of Belarus / S. V. Sidak, A. A. Volchak, S. I. Parfomuk, V. A. Kofanov // Vestnik of Brest State Technical University. – 2023. – № 3 (132). – P. 78–82.

## *Материалы научных конференций*

20–А. Волчек, А. А. К вопросу восстановления пропусков в гидрологических рядах наблюдений / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды,

архитектуры и строительства : сборник науч. трудов IX Междунар. науч.-техн. конф., Тбилиси, 25–28 июля 2019 г. / Грузин. техн. ун-т. – Тбилиси, 2019. – С. 44–48.

21–А. Волчек, А. А., К вопросу оценки годового стока реки Припять на основе метода деревьев решений / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Актуальные проблемы наук о земле: исследования трансграничных территорий : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 1000-летию г. Бреста, Брест, 12–14 сент. 2019 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. К. Карабанов, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест, 2019. – Ч. 1. – С. 47–51.

22–А. Поливода, Н. Д. Новые методы в исследовании гидрологических временных рядов/ Н. Д. Поливода, С. В. Сидак // Вычислительные методы, модели и образовательные технологии: сб. материалов VII Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 18 окт. 2019 г. / Брест. гос. ун-т ; под общ. ред. А. А. Козинского. – Брест, 2019. – С. 127–129.

23–А. Волчек, А. К вопросу оценки минимального стока рек бассейна Припяти / А. Волчек, С. Сидак, В. Борушко // Геологическое, гидрологическое и биологическое разнообразие Полесья : сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф. к 130-летию со дня рождения известного польского исследователя Полесья Мальковского и в рамках проведения Водного форума к 105-летию Национального университета водного хозяйства и природопользования. – Ровно, 2020. – С. 123–127.

24–А. Волчек, А. А. Учет распределения максимальных значений речного стока при реставрации историко-культурных ценностей / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Реставрация историко-культурных объектов как сохранение культурного наследия Республики Беларусь : сб. статей науч.-техн. семинара, Брест, 30 сент. 2020 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; под ред. Э. А. Тур ; редкол.: С. В. Басов, Т. А. Панченко. – Брест, 2020. – С. 35–39.

25–А. Волчек, А. А. Изучение многолетней динамики средней январской температуры воздуха как один из факторов экологической безопасности природообустройства / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий : сб. науч. трудов / под общ. ред. Ю. А. Мажайского, В. И. Желязко. – М., 2020. – Вып. 8. – С. 208–212.

26–А. Волчек, А. А. Модель прогноза среднемесячной температуры атмосферного воздуха Беларуси / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : сб. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти чл.-кор. РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я. В., Рязань, 9 дек. 2020 г. / Рязан. гос. агротехнол. ун-т им. П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 33–40.

27–А. Кулешова, А. М. Формирование единой базы гидрометеорологических данных / А. М. Кулешова, Н. Н. Леонович, С. В. Сидак // Вычислительные методы, модели и образовательные

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

технологии : сб. материалов IX Респ. науч.-практ. конф., Брест, 22 окт. 2020 г. / Брест. гос. ун-т ; под общ. ред. А. А. Козинского. – Брест, 2020. – С. 71–73.

28–А. Сидак, С. В. Вероятностное моделирование гидрологических процессов в нестационарных условиях / С. В. Сидак // Современные проблемы математики и вычислительной техники : сб. материалов XII Респ. науч. конф. молодых ученых и студентов, Брест, 18–19 нояб. 2021 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Головки (гл. ред.) [и др.]. – Брест, 2021. – С. 55–58.

29–А. Волчек, А. А. К вопросу о распределении различных видов стока / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 27–29 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест, 2021. – Ч. 2. – С. 27–31.

30–А. Волчек, А. А. Фрактальный анализ рядов речного стока / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности : сб. ст. по материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 26 марта 2021 г. / Воронеж. гос. техн. ун-т ; редкол.: П. С. Куприенко (отв. ред.) [и др.]. – Воронеж, 2021. – С. 362–367.

31–А. Сидак, С. В. Гибридные модели прогнозирования гидрологических рядов / С. В. Сидак, А. А. Волчек, И. Э. Касперук // Математические и физические методы исследований: научный и методический аспекты : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф., Брест, 22–23 апр. 2021 г. / Брест. гос. ун-т ; под общ. ред. Н. Н. Сендера. – Брест, 2021. – С. 163–165.

## *Тезисы докладов*

32–А. Volchak, A. Evaluation of changes in the river Viliya annual runoff under the fluctuation climate conditions / A. Volchak, S. Parfomuk, S. Sidak // 3rd Baltic Earth Conference Earth system changes and Baltic Sea coasts, Jastarnia, Hel Peninsula, Poland, 1 to 5 June 2020 : Conference Proceedings / Edited by Silke Köppen, Marcus Reckermann. – Geesthacht : International Baltic Earth Secretariat, 2020. – P. 130–131.

33–А. Волчек, А. А. К вопросу исследования гидрометеорологических рядов методами фрактального анализа / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ : сб. тез. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию РГГМУ, Санкт-Петербург, 22–24 окт. 2020 г. – СПб. : РГГМУ, 2020. – С. 321–323.

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

## РЕЗЮМЕ

Сидак Светлана Васильевна

### **Оценка и прогноз гидрологических характеристик рек Беларуси в современных условиях**

**Ключевые слова:** изменение климата, моделирование, нестационарность, прогнозные оценки, пространственно-временные колебания, расход воды, речной сток

**Цель работы:** разработка методических приемов комплексного исследования гидрологических характеристик рек Беларуси, выявление их пространственных особенностей и получение прогнозных оценок характеристик стока в современных условиях.

**Методы исследования:** вероятностно-статистические методы анализа временных рядов, гидрологический анализ рисков, картографический метод, кластерный анализ, метод «динамических» оценок, метод геоинформационных систем, фрактальный анализ, существующие и разработанные методы оценки циклических колебаний стока, моделирования и прогнозирования речного стока.

**Полученные результаты и их новизна.** Получены адаптированные числовые критерии для выделения дат начала и окончания периода весеннего половодья рек Беларуси; выполнена оценка синхронности колебаний стока, позволившая рассчитать вклад в синхронность колебаний стока лет различной водности на реках Беларуси; определены точки разладки в рядах характерных расходов стока рек Беларуси с последующей классификацией их однородности; получено пространственное распределение по территории Беларуси коэффициента естественной зарегулированности стока, а также выполнено районирование территории по переломной точке (периоду) в многолетней изменчивости данного показателя; по предложенному автором алгоритму выполнена оценка поверхностного стока рек Беларуси в современных условиях; предложена новая схема вероятностного моделирования стока рек Беларуси в нестационарных условиях с возможностью учета в прогнозной модели предыдущих стационарных состояний гидрологической системы, на основании которой получены прогнозные оценки максимальных расходов воды весеннего половодья и минимальных расходов воды зимней межени.

**Рекомендации по использованию.** Полученные результаты могут использоваться на стадии проектирования объектов народного хозяйства на водосборах рек Беларуси, при проведении мониторинга водных ресурсов, разработке прогнозов изменения речного стока, картографировании различных характеристик водного режима рек; при разработке учебных программ и пособий в учреждениях образования.

**Область применения:** управление водными ресурсами, планирование инфраструктуры, учебный процесс.

# ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

## РЭЗЮМЭ

Сідак Святлана Васільеўна

### Ацэнка і прагноз гідралагічных характарыстык рэк Беларусі ў сучасных умовах

**Ключавыя словы:** змена клімату, мадэляванне, нестацыянарнасць, прагнозныя ацэнкі, прасторава-часавыя ваганні, расход вады, рачны сцёк

**Мэта работы:** распрацоўка метадычных прыёмаў комплекснага даследавання гідралагічных характарыстык рэк Беларусі, выяўленне іх прасторавых асаблівасцей і атрыманне прагнозных ацэнак характарыстык сцёку ў сучасных умовах.

**Метады даследавання:** імавернасна-статыстычныя метады аналізу часавых шэрагаў, гідралагічны аналіз рызык, картаграфічны метады, кластарны аналіз, метады «дынамічных» ацэнак, метады геаінфармацыйных сістэм, фрактальны аналіз, існуючыя і распрацаваныя метады ацэнкі цыклічных ваганняў сцёку, мадэлявання і прагназавання рачнога сцёку.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна.** Атрыманы адаптаваныя лікавыя крытэрыі для выдзялення дат пачатку і заканчэння перыяду вясновай паводкі рэк Беларусі; выканана ацэнка сінхроннасці ваганняў сцёку, якая дазволіла разлічыць уклад у сінхроннасць ваганняў сцёку гадоў рознай воднасці на рэках Беларусі; вызначаны кропкі разладкі ў радах характэрных расходаў сцёку рэк Беларусі з наступнай класіфікацыяй іх аднастайнасці; атрымана прасторавае размеркаванне па тэрыторыі Беларусі каэфіцыента натуральнай зарэгуляванасці сцёку, а таксама выканана раянаванне тэрыторыі па пераломнай кропцы (перыяду) у шматгадовай зменлівасці дадзенага паказчыка; па прапанаваным аўтарам алгарытме выканана ацэнка паверхневага сцёку рэк Беларусі ў сучасных умовах; прапанавана новая схема імавернаснага мадэлявання сцёку рэк Беларусі ў нестацыянарных умовах з магчымасцю ўліку ў прагнознай мадэлі папярэдніх стацыянарных станаў гідралагічнай сістэмы, на падставе якой атрыманы прагнозныя ацэнкі максімальных расходаў вады вясновай паводкі і мінімальних расходаў вады зімовай межані.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні.** Атрыманыя вынікі могуць выкарыстоўвацца на стадыі праектавання аб'ектаў народнай гаспадаркі на вадазборах рэк Беларусі, пры правядзенні маніторынгу водных рэсурсаў, распрацоўцы прагнозаў змянення рачнога сцёку, картаграфавання розных характарыстык воднага рэжыму рэк; пры распрацоўцы навучальных праграм і дапаможнікаў ва ўстановах адукацыі.

**Вобласць выкарыстання:** кіраванне воднымі рэсурсамі, планаванне інфраструктуры, навучальны працэс.

## SUMMARY

Sidak Svetlana Vasilyevna

### **Assessment and forecast of hydrological characteristics of rivers in Belarus in modern conditions**

**Keywords:** climate change, modeling, nonstationarity, forecast estimates, spatial-temporal fluctuations, water flow, river runoff

**The purpose of the work:** development of methodological techniques for a comprehensive study of the hydrological characteristics of rivers in Belarus, identifying their spatial features and obtaining forecast estimates of flow characteristics in modern conditions.

**Research methods:** probabilistic-statistical methods of time series analysis, hydrological risk analysis, cartographic method, cluster analysis, method of “dynamic” assessments, method of geographic information systems, fractal analysis, existing and developed methods for assessing cyclic fluctuations in runoff, modeling and forecasting river runoff.

**Obtained results and their novelty.** Adapted numerical criteria were obtained to identify the dates of the beginning and end of the spring flood period of rivers in Belarus; an assessment of the synchronicity of runoff fluctuations was carried out, which made it possible to calculate the contribution to the synchronicity of runoff fluctuations from years of different water content on the rivers of Belarus; the points of violation in the series of characteristic flow rates of the rivers of Belarus were determined with the subsequent classification of their homogeneity; the spatial distribution of the coefficient of natural flow regulation across the territory of Belarus was obtained, and the territory was zoned according to the turning point (period) in the long-term variability of this indicator; using the algorithm proposed by the author, the surface runoff of rivers in Belarus was assessed under modern conditions; a new scheme for probabilistic modeling of river flow in Belarus under non-stationary conditions has been proposed with the possibility of taking into account previous stationary states of the hydrological system in the forecast model, on the basis of which forecast estimates of the maximum water flows of the spring flood and the minimum winter water flows of the winter low water were obtained

**Recommendations for use.** The results obtained can be used at the stage of designing national economic facilities in the river catchments in Belarus, when monitoring water resources, when developing forecasts for changes in river runoff, when mapping various characteristics of the water regime of rivers; when developing curricula and manuals in educational institutions.

**The scope of application:** water resources management, infrastructure planning, educational process.

