

*На правах рукописи*



**СИВОХИП Жанна Тарасовна**

**ГЕОГРАФО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК  
СТЕПНОЙ ЗОНЫ  
(НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ)**

**Специальность 1.6.21 - Геоэкология (географические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора географических наук**

**Оренбург  
2024**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Оренбургском федеральном исследовательском центре Уральского отделения Российской академии наук (ОФИЦ УрО РАН), в обособленном структурном подразделении Институте степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН)

Научный консультант: **Чибилёв Александр Александрович**, академик РАН

Официальные оппоненты: **Коронкевич Николай Иванович**, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва  
**Корытный Леонид Маркусович**, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории георесурсоведения и политической географии Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
**Дмитриева Вера Александровна**, доктор географических наук, доцент, профессор кафедры природопользования Воронежского государственного университета, г. Воронеж

Ведущая организация: **Байкальский институт природопользования СО РАН**, г. Улан-Удэ

Защита диссертации состоится «5» декабря 2024 г. в 13.00 час. на заседании диссертационного совета Д 24.1.039.01 по защите докторских и кандидатских диссертаций при Институте водных и экологических проблем СО РАН по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Института водных и экологических проблем СО РАН и на сайте [www.iwep.ru](http://www.iwep.ru)

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, подписанные и заверенные печатью организации, просим высылать по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1, Диссертационный совет, факс: (385-2) 24-03-96, e-mail: [iwep@iwep.ru](mailto:iwep@iwep.ru)

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
д.г.н., доцент



И. Д. Рыбкина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В современных условиях глобальной перестройки климатической системы проблемы обеспечения водными ресурсами населения и экономики актуальны для многих регионов мира. Интегральной характеристикой возобновляемых водных ресурсов является речной сток, обеспечивающий основной объем водопотребления и определяющий водообеспеченность территории и населения (*Шикломанов, Бабкин, Балоншишникова, 2011*). Проблема гарантированного водообеспечения ресурсами речного стока актуальна для территорий с недостаточным увлажнением, в том числе и для степной зоны Северной Евразии. Возобновление и распределение водных ресурсов рек степной зоны происходит на фоне кардинальных изменений компонентов водного баланса, обусловленных региональными эффектами глобальных трансформаций климата. На многолетнюю динамику ресурсов речного стока существенное влияние оказывает антропогенное воздействие, интенсивность которого в ряде регионов превышает скорость их возобновления (*Румянцев, Коронкевич, Измайлова и др., 2021*). В связи с этим планирование водохозяйственной деятельности должно учитывать допустимые пределы изъятия стока в разные по водности годы. Важно, что объемы безвозвратного водопотребления в отдельных секторах экономики более значимы в регионах с засушливым климатом и неустойчивым увлажнением (*Водные ресурсы России..., 2008*). Соответственно, решение проблем гарантированного водообеспечения регионов степной зоны должно осуществляться на основе реализации задач комплексного использования водных ресурсов. Особую актуальность представляют вопросы комплексного использования водных ресурсов трансграничных речных бассейнов, для которых решение обозначенных выше проблем выходит на межгосударственный уровень. Современные вызовы управления и использования трансграничных водных ресурсов обусловлены сложными пространственно-временными связями водосборных территорий и развитием противоречивых интересов государств-водопользователей (*Lorenz, Gilbert, Cofino, 2002*).

В пределах степной зоны Северной Евразии, к трансграничным бассейнам относятся бассейны рек Урал и Иртыш, использование водных ресурсов которых находится в сфере водохозяйственных интересов России и Казахстана. Комплекс мер, направленных на решение ключевых проблем в данных бассейнах представлен в Схемах Комплексного использования и охраны водных объектов, разработанных отдельно для российского и казахстанского участков. Подобный подход не соответствует современным представлениям о трансграничных речных бассейнах как о природно-хозяйственных системах, характеризующихся высокой степенью целостности, что в свою очередь приводит к отсутствию эффективных управленческих решений по совместному использованию водных ресурсов.

Для степной зоны, характеризующейся относительно невысокими значениями водных ресурсов, их большой изменчивостью во времени, и как правило, отличающиеся значительной антропогенной нагрузкой, особенно важно детально и тщательно выявить пространственно-временные закономерности формирования и использования водных ресурсов. Решение поставленных задач обеспечивает применение географо-гидрологического подхода, теоретическую основу которого составляет представление о водных объектах как о неотъемлемых элементах географического ландшафта, свойства которых неразрывно связаны с окружающей средой.

**Степень разработанности темы исследования.** Исследование многолетней динамики и состояния водных ресурсов в условиях изменяющегося климата относится к числу актуальных направлений в отечественной и зарубежной науке. Основу большинства исследований составляют современные представления о состоянии и использовании водных ресурсов,

их многолетней динамики, в том числе и с учетом региональной специфики условий их формирования. Из ведущих российских учреждений, разрабатывающих данное направление, необходимо отметить – Балтийский федеральный университет (г. Калининград), Московский государственный университет, Институт водных проблем РАН (г. Москва), Институт географии РАН (г. Москва), Государственный гидрологический институт (г. Санкт-Петербург), Белгородский государственный национально исследовательский университет, РосНИИВХ (г. Ростов на Дону), Институт степи УрО РАН (г. Оренбург), Институт водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул), Институт географии СО РАН (г. Иркутск), Байкальский институт природопользования (г. Улан-Удэ), Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск), Тихоокеанский Институт географии ДВО РАН (г. Владивосток) и др. Комплексными исследованиями охвачены трансграничные бассейны рек Преголя, Неман, Северский Донец, Урал, Иртыш, Селенга, Амур, Туманган, Уссури и др. В тоже время отметим, что при наличии большого числа публикаций по тематике трансграничных речных бассейнов, практически отсутствуют работы, в которых рассматривается специфика возобновления и использования ресурсов речного стока в условиях степной зоны.

В зарубежной науке широко распространен экополитический подход, учитывающий специфику взаимоотношений между природными и политическими границами при решении проблем использования трансграничных водных ресурсов и их роли в развитии международных конфликтов (Дартмутский Колледж, США; Университет штата Орегон, США; Лундский университет, Швеция; Амстердамский свободный университет, Нидерланды; Юньнаньский Университет, Китай) и др.

**Целью диссертационного исследования** является теоретико-методологическое обоснование географо-гидрологического подхода для обеспечения комплексного использования водных ресурсов трансграничных речных бассейнов степной зоны на примере бассейна р. Урал.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи**:

1. Обоснование применения географо-гидрологического подхода для реализации задач научного обеспечения комплексного использования водных ресурсов трансграничных рек степной зоны.
2. Выявление современных тенденций многолетней динамики ресурсов речного стока в трансграничном бассейне р. Урал в условиях изменяющегося климата и интенсивного антропогенного воздействия.
3. Комплексный анализ региональных особенностей пространственной организации природопользования в пределах водосборной территории р. Урал и разработка природно-хозяйственного районирования для оптимизации рационального использования водных ресурсов.
4. Оценка современного состояния водных ресурсов (транзитного и местного стока) и водно-экологической ситуации в регионах трансграничного бассейна р. Урал.
5. Оценка эффективности использования водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал с учетом региональной структуры водопотребления и среднесрочного прогноза целевых показателей.
6. Разработка предложений по совершенствованию институциональных форматов межгосударственного взаимодействия на основе результатов комплексных географо-гидрологических исследований трансграничного бассейна р. Урал.

**Объект исследования** – водосборный бассейн реки Урал. **Предмет исследования** – пространственно-временные закономерности формирования и использования водно-ресурсного потенциала трансграничного бассейна реки Урал в условиях степной зоны.

**Научная новизна.** Представлена новая трактовка понятия «трансграничный речной бассейн». Впервые разработан и использован комплексный географо-гидрологический анализ исследования трансграничной реки в условиях степной зоны. Выявлены современные тенденции многолетней динамики речного стока в условиях изменяющегося климата. Разработана комплексная схема, отражающая долю антропогенно-нарушенных территорий в границах частных водосборов территории р. Урал. Впервые проведено природно-хозяйственное районирование бассейна р. Урал. Дана оценка современного состояния ресурсов речного стока с учетом общего и местного стока; выполнен расчет величин свободного и экологического стока и получена оценка водно-экологической напряженности; рассчитаны объемы предельно допустимого изъятия стока. Разработан алгоритм интегрального ранжирования регионов по показателям эффективности использования водных ресурсов на основе непараметрического метода Паттерн. Получены принципиально новые оценки показателей перспективного использования водных ресурсов (среднесрочный прогноз). Представлена адаптированная схема 7-летнего цикла бассейнового планирования управления водными ресурсами в трансграничном бассейне р. Урал.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты диссертационного исследования, полученные в ходе реализации географо-гидрологического подхода, могут быть использованы для научного обеспечения комплексного использования водных ресурсов р. Урал и других трансграничных рек, в первую очередь, расположенных в пределах степной зоны. Установлены пространственно-временные закономерности формирования ресурсов речного стока в бассейне р. Урал. На основе природно-хозяйственного районирования исследуемой территории предложена интегральная основа оптимизации комплексного использования водных ресурсов. Расчёт величин водно-экологического стресса с учетом местного и транзитного стока позволил оценить водно-экологическую напряженность в регионах исследуемого бассейна. Для практической реализации предложен подход к интегральной оценке эффективности использования водных ресурсов в регионах трансграничного бассейна р. Урал. На основе реестра приоритетных проблем (один из этапов бассейнового плана) предложены мероприятия для улучшения эколого-гидрологической обстановки в трансграничном бассейне р. Урал. Результаты диссертационного исследования использованы в качестве научного сопровождения деятельности Российско-Казахстанской Комиссии по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал. Отдельные результаты реализованы при выполнении государственного контракта «Экологическая оценка последствий регулирования стока в трансграничном бассейне трансграничной р. Урал (Жайык) и разработка научно-обоснованных предложений по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению трансграничной р. Урал (Жайык)» (ИВП РАН, г. Москва).

**Методология и методы исследования.** Для решения поставленных задач использованы следующие подходы и методы: разрабатываемый географо-гидрологический подход; бассейновый подход; современные методы оценки водообеспеченности (индекс Фалкенмарк, коэффициент использования водных ресурсов; реальная водообеспеченность и др.); расчет экологического стока с использованием метода пропорционального стока; методика расчета объема допустимого изъятия речного стока для лет различной водности; картографический метод и ГИС-технологии; непараметрический метод многомерного анализа Паттерн; статистические методы обработки и анализа многолетних рядов наблюдений (критерии Фишера и

Стьюдента; регрессионный и корреляционный анализы; оценка значимости линейного тренда и др.); программа расчета параметров речного стока StokStat.

***Положения, выносимые на защиту:***

1. Методологический подход, основанный на реализации положений и принципов географо-гидрологического направления, обеспечивает рассмотрение трансграничного речного бассейна как целостной природно-хозяйственной системы, что позволяет установить пространственно-временные закономерности формирования, использования и охраны водных ресурсов в пределах сопредельных государств.

2. Климатически обусловленные изменения гидрологического режима рек степной зоны и региональный водохозяйственный комплекс, основной задачей которого является гарантированное водообеспечение населения и экономики в условиях недостаточного увлажнения, определяют годовую и сезонную динамику ресурсов речного стока в трансграничном бассейне р. Урал.

3. Комплексный анализ пространственной организации природопользования в пределах водосборной территории р. Урал как системы, формирующей ресурсы речного стока, позволяет разработать интегральную основу оптимизации рационального использования водных ресурсов трансграничного бассейна.

4. Пространственная неоднородность физико-географических условий формирования и распределения местных ресурсов речного стока определяет зависимость регионов нижнего течения р. Урал от транзитного стока и выступает лимитирующим фактором экологически безопасного и рационального водопользования в трансграничном бассейне.

5. Эффективная координация геополитических, социально-экономических и правовых механизмов обеспечивает формирование институциональной среды, детерминирующей разработку и внедрение действенных форматов межгосударственного взаимодействия, направленных на регламентацию использования водных ресурсов в трансграничном бассейне реки Урал.

***Соответствие диссертации паспорту научной специальности.*** Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, биологических, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли (п. 6). Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов, функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем (п. 7). Оценка состояния водного режима территорий и геоэкологические последствия его изменения в связи с изменениями климатических параметров (п.12).

***Степень достоверности и апробация результатов.*** Исходные материалы получены автором в ходе реализации тем госбюджетных НИР ИС УрО РАН. С 2004 по 2024 годы автор являлся ответственным исполнителем в ряде проектов: «Геоэкологический анализ динамики, современного состояния подземных и поверхностных вод бассейна р. Урал и прогноз их изменений» (науч. рук. академик РАН А.А. Чибилёв) в рамках Программы № 3 фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН «Водные ресурсы, динамика и охрана подземных и поверхностных вод и ледников» (науч. рук. академик РАН М.Г. Хубларян); «Бассейн Урала как трансграничная геосистема: межгосударственные аспекты управления, регулирования, потребления и охраны водных ресурсов» (науч. рук. академик РАН А.А. Чибилёв) в рамках Программы № 13 фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН «Формирование водных ресурсов, прогноз режима и качества вод с учетом изменения климата и развития экономики» (координаторы академик РАН М.Г. Хубларян, член-корр. РАН В.И. Данилов-Данильян); «Оценка экологического состояния трансграничной реки

Урал с учетом регулирования стока» (науч. рук. академик РАН А.А. Чибилёв) в рамках Программы № 11 фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН «Оценка, прогноз и методы управления водными ресурсами с учетом их качества и экологического состояния (координатор член-корр. РАН В.И. Данилов-Данильян); «Экологические риски в трансграничных бассейнах рек: проблемы межрегионального и межгосударственного сотрудничества»; Трансграничные территории Азиатской России и сопредельных государств: геоэкологические и геополитические предпосылки устойчивого развития» (интеграционные проекты УрО РАН и СО РАН). В 2015 году автор в качестве научного консультанта принимал участие в научно-исследовательской работе «Каталог водных ресурсов и системы мониторинга для устойчивого управления водными ресурсами Западного Казахстана» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (г. Уральск, Республика Казахстан). В 2019 году автор выступал в качестве национального эксперта для подготовки рекомендаций по совместным институциональным и экономическим механизмам для сохранения экосистемы бассейна р. Урал (Жайык) по программе ОБСЕ. В годы подготовки диссертационного исследования автор осуществлял руководство грантами РФФИ – №13-05-97028 р\_поволжье «Разработка принципов интегрированного управления водными ресурсами трансграничного бассейна р. Урал»; № 16-45-560410 р\_а «Пространственно-динамическая специфика региональных систем природопользования как фактор эколого-гидрологической безопасности в трансграничном бассейне р. Урал»; № 18-05-00447 «Пространственно-динамическая специфика регионального природопользования в трансграничных речных геосистемах в современных гидроклиматических условиях»; грантом РФФИ № 22-27-00239 «Многолетняя динамика водных ресурсов трансграничных рек степной зоны в условиях нестационарного климата и антропогенного воздействия (на примере рр. Урал и Тобол)». В качестве исполнителя автор принимал участие в государственном контракте № 22-14-НИР/01 «Экологическая оценка последствий регулирования стока в трансграничном бассейне трансграничной реки Урал (Жайык) и разработка научно-обоснованных предложений по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению трансграничной реки Урал (Жайык)».

Материалы диссертации прошли апробацию более чем на 40 международных и всероссийских конференциях, среди которых следует отметить: Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования (Калининград, 2011); Симпозиум Степи Северной Евразии (Оренбург, 2012, 2015, 2018, 2021); Вода и водные ресурсы: системообразующие функции в природе и экономике (Цимлянск, 2012); Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии (Барнаул, 2012, 2014, 2017, 2022); Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы) (Воронеж, 2012); Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управления и предотвращения угроз (Краснодар, 2013); Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г. (Петрозаводск, 2015); Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов (Москва, 2015); Байкальский международный экологический форум (Иркутск, 2016); Водные ресурсы Центральной Азии и их использование (Алматы, 2016); Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием (Махачкала, 2016); Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения (Сочи, 2017); Геосистемы в Северо-Восточной Азии. Типы, современное состояние и перспективы развития (Владивосток, 2018); Экология речных бассейнов (Владимир, 2018); Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов (Воронеж, 2018); Современные тенденции пространственного развития и приоритеты общественной

географии (Барнаул, 2018); География: развитие науки и образования (Санкт-Петербург, 2018, 2019, 2020); Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования (Иркутск, 2019); Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения (Нижний Новгород, 2019); Современные проблемы водохранилищ и их водосборов (Пермь, 2019, 2021, 2023); Трансграничные территории востока России. Факторы, возможности и барьеры развития (Улан-Удэ, 2021); Трансграничные водные объекты: использование, управление, охрана (Сочи, 2021); Трансграничные геоэкологические проблемы и вопросы природопользования в бассейнах рек Внутренней Евразии в условиях современных изменений климата (Оренбург, 2022).

**Личный вклад автора** состоит в постановке цели и задач исследования, формулировке основных научных положений, выносимых на защиту; обосновании применения географо-гидрологического подхода для решения задачи всесторонней оценки ресурсов речного стока трансграничных рек степной зоны; анализе и теоретическом обобщении полученных результатов; формулировке выводов и рекомендаций; подготовке научных публикаций в рецензируемых научных изданиях.

**Публикации.** Автором опубликовано более 130 научных работ, из них непосредственно по теме исследования – 101, в том числе – 6 коллективных монографий, 48 статей в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК (из них 20 – в изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus). **Структура работы.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы из 247 наименований, в том числе 21 источник на иностранном языке. Общий объем работы составляет 308 страниц текста, включая 74 рисунка, 85 таблиц, 7 приложений.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**1. Методологический подход, основанный на реализации положений и принципов географо-гидрологического направления, обеспечивает рассмотрение трансграничного речного бассейна как целостной природно-хозяйственной системы, что позволяет установить пространственно-временные закономерности формирования, использования и охраны водных ресурсов в пределах сопредельных государств.**

В настоящее время концептуальным утверждением является вывод о соподчиненности и иерархичности речных бассейнов, обуславливающих развитие сложной динамической системы, объединенной однонаправленным водным потоком (*Корытный, 2001*). Для трансграничных речных бассейнов важным регламентирующим элементом является государственная граница и ее функциональное состояние. В пределах речных бассейнов данной категории пространственная ориентация гидрографических участков стран-водопользователей относительно политических рубежей имеет определяющее значение для развития устойчивых взаимозависимостей (*Колосов, Бибанов, 1991*). На участках пересечения рекой национальных границ существует створ, ниже которого изменяется государственная принадлежность участка реки и правила водопользования (*Фролова, Самохин, 2018*). Соответственно, сопредельные государства обладают специфическими, порой противоречивыми интересами в сфере использования водных ресурсов, а также могут иметь серьезные различия в административных, экономических и нормативно-правовых механизмах управления водными ресурсами (*Беляев, Подуст, Прохорова и др., 2003*).



Приоритетным направлением межгосударственного взаимодействия в трансграничных речных бассейнах является обеспечение условий для усиления контактной и сглаживания барьерной функций политических рубежей. Важно понимать, что барьерность – динамичная категория, зависящая от процессов перераспределения функций между границами разных уровней, а также векторов внешней политики и интеграции (Scott, 2000). Примером конструктивного межгосударственного взаимодействия являются страны Зарубежной Европы, политические рубежи которых прошли все этапы эволюции - от отчуждающих до интеграционных. В странах постсоветского пространства была возможность «обойти» этапы развития границ, но нерешенность ряда задач государственного обустройства в середине 90-х годов усилила барьерную функцию (Колосов, Туровский, 1997).

Закономерности функционирования трансграничных речных бассейнов определяются многоплановой сущностью понятия «*трансграничность*» - «... целостная органическая саморазвивающаяся система, включающая границу и характеризующаяся постоянными изменениями, импульсами движениями, а также противоречивостью» (Трансграничный регион..., 2010). При этом сохраняется общность и взаимосвязь природно-географических структур и процессов на разных участках речного бассейна (Бакланов, Ганзей, 2008). Соответственно, трансграничность трансформируя функциональное состояние государственной границы, создает условия для формирования целостной природно-хозяйственной системы. Существенную роль при этом играет интенсификация процессов и явлений, возникающих в результате взаимодействия экономических, политических, правовых систем приграничных государств (Колосов, Туровский, 1997). В свою очередь, от интенсивности данных процессов зависит глубина приграничного пространства (Кудияров, 1996). Обращает внимание, что структурно-функциональная целостность речных бассейнов обуславливает расширение и углубление приграничного пространства, в пределы которого вовлекаются не только участки непосредственного пограничного контакта, но и «периферийные» участки (Сивохин, Чибилёв, 2022).

Результатом логического обобщения идей целостности природных и антропогенных подсистем является утверждение о том, что речной бассейн характеризуется определенным уровнем порядка элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, что соответствует понятию «система». Идентификация речного бассейна как системы целесообразна и для бассейнов рек, пересеченных государственной границей (табл. 1).

Таким образом, трансграничный речной бассейн рассматривается как *природно-хозяйственная система, характеризующаяся высокой степенью целостности, объединенная однонаправленными вещественно-энергетическими потоками и сопряженными связями природно-ресурсных подсистем сопредельных государств.*

Для успешной практики комплексных исследований трансграничных речных бассейнов очевидна необходимость применения универсального методологического подхода, позволяющего объединить частные методы в единую концептуальную модель. Подобные задачи могут быть успешно решены на основе системного подхода, который «ориентирован на раскрытие сущности объектов как целостных систем, исследование их многообразных внутренних и внешних связей и механизмов формирования устойчивой структуры» (Харвей, 1974). Отметим, что речной бассейн – наиболее подходящий объект для всестороннего применения системного подхода (Корытный, 2001).

Таблица 1. Трансграничный речной бассейн как природно-хозяйственная система

Свойства системы	Определение	Природная подсистема	Антропогенная подсистема
Целостность	«Сила» связей элементов внутри системы выше, чем «сила» связей элементов системы с элементами внешней среды (Блауберг, Юдин, 1973)	Парадинамическая система, объединенная в единое целое однонаправленным потоком вещества и энергии	Природно-ресурсная система регионального уровня, характеризующаяся наличием пространственной взаимозависимости в пределах сопредельных государств
Иерархичность	Каждый элемент системы может рассматриваться как система; система может также характеризоваться как элемент некоторой надсистемы (Блауберг, Юдин, 1973)	Многозвенная гидрографическая структура речного бассейна	Взаимодействие парциальных (частных) территориальных систем разного уровня (природно-сельскохозяйственные, природно-рекреационные и др.), характеризующихся определенным уровнем интеграции
Синергичность	Суммирующий эффект взаимодействия двух или более факторов, характеризующийся тем, что их действие существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы (Блауберг, Юдин, 1973)	Нарастание водности реки по мере увеличения площади водосбора или густоты речной сети	Накопление количественных (позитивных или негативных) изменений в результате антропогенной трансформации водосборных территорий и переход системы от одного состояния к другому (качественные изменения)
Эмерджентность (системный эффект)	Наличие у системы особых свойств, не присущих её элементам, а также сумме элементов, не связанных особыми системообразующими связями (Блауберг, Юдин, 1973)	Объединение стокоформирующих комплексов в воднобалансовую систему, обладающую способностью к саморегуляции	Формирование природно-хозяйственной системы, высокой степени целостности, объединенной сопряженными связями территориальных природно-ресурсных подсистем сопредельных государств.

Основная задача комплексных исследований трансграничных речных бассейнов с позиции системной парадигмы - выявление закономерностей и противоречий взаимодействия природных и антропогенных подсистем, в том числе в аспекте формирования и распределения ресурсов речного стока в пределах сопредельных государств. Фундаментальная концептуализация поставленной задачи может быть достигнута в ходе исследований трансграничных речных бассейнов на основе реализации основных положений и принципов *географо-гидрологического подхода* (рис. 1).

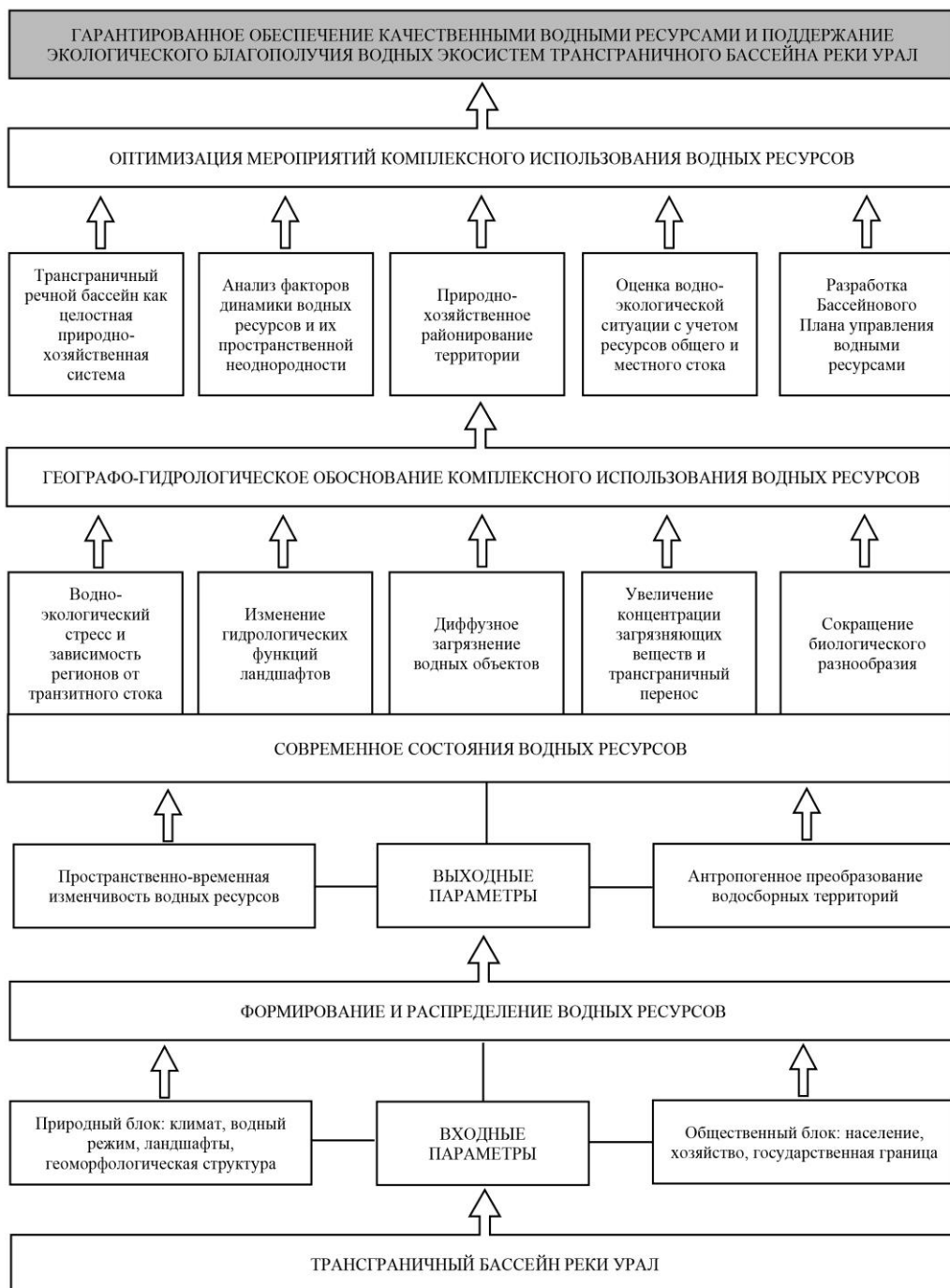


Рисунок 1. Концептуальная схема исследования трансграничного бассейна реки Урал на основе географо-гидрологического подхода

Востребованность и приемлемость географо-гидрологического подхода прослеживается в ходе анализа основных этапов развития данного направления. Начиная с первых идей,

высказанных В.Г. Глушковым в 1933 году и заканчивая современными представлениями, происходило поэтапное теоретическое обоснование географического направления для комплексных исследований речных бассейнов. В частности, В.Г. Глушковым сформулированы основные положения данного подхода, который "устанавливает причинную связь всех вод данного района с географическим ландшафтом в целом, включая сюда, кроме климата, геологию, геоморфологию, почвы, растительность и на основе этой связи устанавливает характеристики свойств самих вод". В.Г. Глушков обратил внимание на зональность природных вод, что означало признание географической природы гидрологических явлений и объектов, что важно с методологической точки зрения при решении ряда водных проблем (Дмитриева, 2000). Кроме того, исследования речных бассейнов на зональной основе является закономерным следствием пространственной нацеленности географо-гидрологического подхода (Котляков, Коронкевич, Черногаева, 1995). Не менее важна роль зонального принципа и для оценки современного состояния, распределения и использования водных ресурсов (Водные ресурсы России..., 2008).

Географо-гидрологические исследования предполагают изучение генезиса гидрологических явлений, взаимосвязей между различными объектами гидросферы, а также между гидросферой и другими компонентами, в том числе и социально-экономическими. Как отмечал Шикломанов И.А. (1979), «в условиях современной значительной освоенности речных водосборов географо-гидрологический подход апробирован для оценки влияния антропогенной деятельности на формирование речного стока и водные ресурсы». Актуальность и своевременность географо-гидрологических исследований в решении энергетических, продовольственных, межнациональных и экологических проблем, особенно с учетом существенной роли водно-ресурсной составляющей отмечена в работе Л. М. Корытным (2017). Выделим также географическую роль речного стока как индикатора происходящих в пределах речного бассейна изменений под воздействием природных факторов и хозяйственной деятельности (Алексеевский, 2012; Дмитриева, 2015). Важным теоретическим положением географо-гидрологического подхода является единство бассейнового и административного принципов исследования (Дмитриева, 2015). Обобщая вышесказанное, очевидно, что данный подход позволяет выполнить комплексный анализ многообразия причин, особенностей и следствий гидрологических явлений и процессов, в том числе в выявлении роли воды в функционировании природы и общества (Коронкевич, 2008).

Научное обоснование комплексного использования водных ресурсов трансграничных речных бассейнов на основе географо-гидрологического подхода предполагает изучение современного состояния водно-ресурсного потенциала с учетом изменений условий формирования стока и пространственных закономерностей хозяйственного освоения водосборной территории в пределах сопредельных государств. Важно, что при этом, трансграничный речной бассейн рассматривается как природно-хозяйственная система высокой степени целостности, с характерными зональными и азонными компонентами, взаимодействие которых происходит в условиях значительной антропогенной нагрузки. Отмеченное выше единство бассейнового и административного принципов, для трансграничных рек имеет ключевое значение.

Таким образом, реализация географо-гидрологического подхода обеспечивает системное рассмотрение трансграничных речных бассейнов и в полной мере раскрывает сущность феномена «трансграничность». При этом успешно могут быть решены приоритетные задачи комплексных исследований трансграничных бассейнов с учетом зональных особенностей условий формирования и распределения ресурсов речного стока. В результате будут получе-

ны достоверные сведения о трансграничных речных бассейнах как о системах, характеризующихся высокой степенью целостности, функционирование которых происходит порой в противоречивых социально-экономических и геополитических реалиях, определяемых политикой сопредельных государств.

Для трансграничного бассейна реки Урал обоснованность и своевременность разработки логической схемы исследований на основе географо-гидрологического подхода определяется наличием комплекса проблем и противоречий, обусловленных пространственной спецификой формирования ресурсов речного стока (транзитных и местных) и структурой регионального водохозяйственного комплекса (рис 1.). На протяжении длительного времени в регионах исследуемого бассейна обозначена проблема разработки действенных форматов институционального сотрудничества, направленных на обеспечение экологически безопасного и рационального водопользования, что также невозможно решить без всесторонней оценки условий формирования и распределения ресурсов речного стока в пределах степной зоны.

**2. Климатически обусловленные изменения гидрологического режима рек степной зоны и региональный водохозяйственный комплекс, основной задачей которого является гарантированное водообеспечение населения и экономики в условиях недостаточного увлажнения, определяют годовую и сезонную динамику ресурсов речного стока в трансграничном бассейне р. Урал.**

Многолетняя последовательность различных характеристик речного стока рассматривается как случайный стационарный процесс с индивидуальными для каждой реки статистическими параметрами. В последние десятилетия происходит нарушение стационарности процесса формирования стока, обусловленное изменениями климата на глобальном и региональном уровнях (Sivokhip, Pavleichik, Chibilev, 2023).

В частности, устойчивый рост приземной температуры в бассейне р. Урал проиллюстрирован сценарными прогнозами (RCP 4.5 и RCP 8.5), полученными по данным ансамбля глобальных климатических моделей CMIP 5 (табл. 2).

Таблица 2. Сценарные прогнозы роста температуры приземного слоя воздуха в трансграничном бассейне р. Урал (русская часть) на основе моделей CMIP 5 (по данным: URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/>)

Периоды	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
RCP 4.5					
2011–2031	+1,6	+1,4	+1,3	+1,3	+1,4
2041–2060	+3,2	+2,9	+2,4	+2,4	+2,7
2080–2099	+4,3	+3,7	+3,1	+3,2	+3,6
RCP 8.5					
2011–2031	+1,7	+1,7	+1,4	+1,4	+1,5
2041–2060	+3,9	+3,4	+3,1	+3,2	+3,4
2080–2099	+7,6	+6,1	+5,8	+5,8	+6,3

Бассейн р. Урал по интенсивности роста среднегодовых температур относится к единой с Европейской частью России территории, для которой характерны значения 0,4–0,5°C/10 лет (Мелешко, Голицын, Говоркова и др., 2004). Долгосрочное повышение температуры приземного слоя воздуха рассматриваемой территории подтверждают статистически значимые коэффициенты линейного тренда годовых и сезонных величин (рис. 2). Наибольший рост

среднегодовых температур (0,3–0,4°C/10 лет) зафиксирован в южной части исследуемого бассейна (Илек, Уральск, Атырау). Максимальный вклад в повышение вносят январь–март (с максимумом 0,7°C/10 лет в марте), а также октябрь–ноябрь.

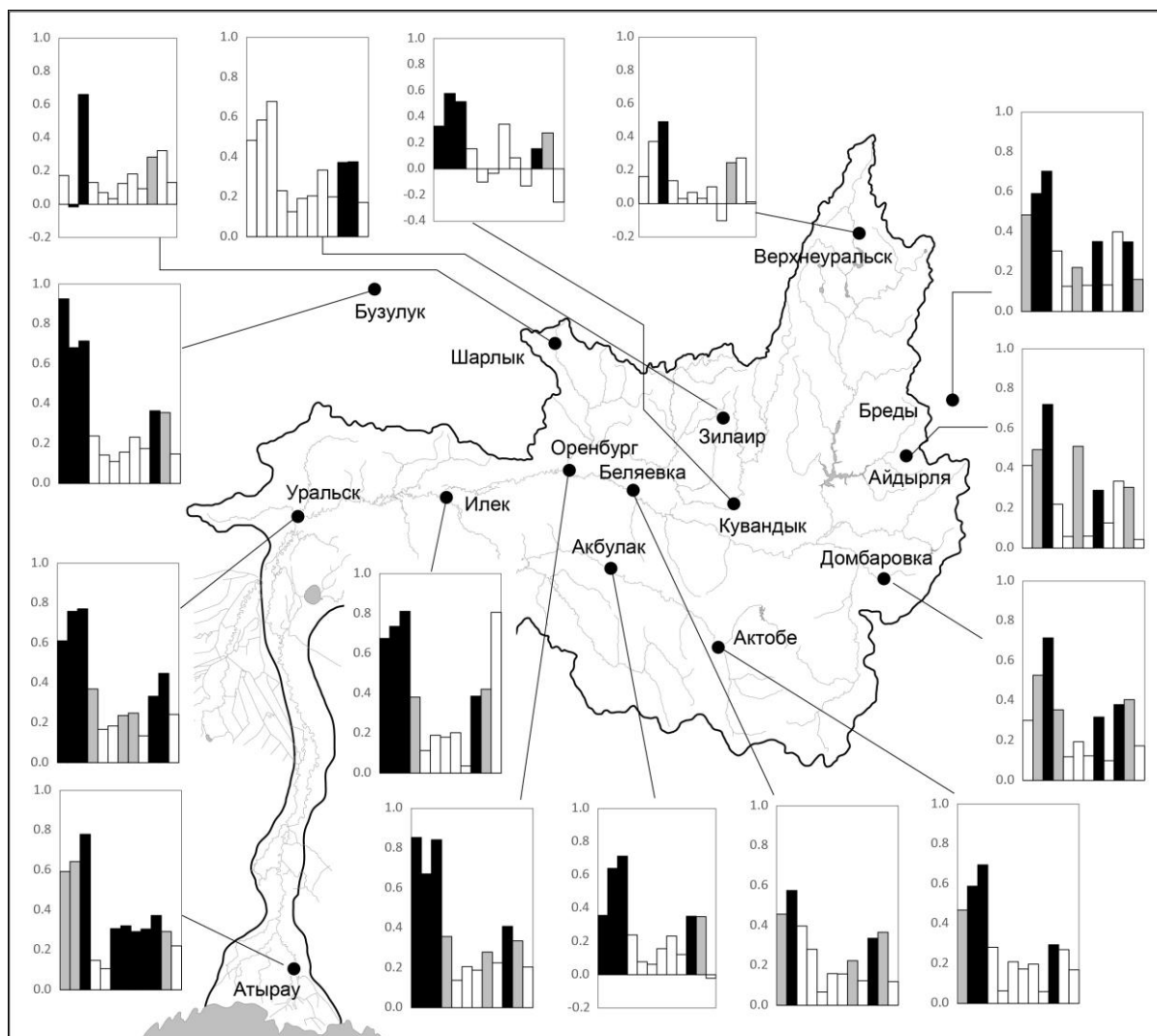


Рисунок 2. Коэффициенты линейного тренда сезонных температур воздуха в трансграничном бассейне р. Урал (1950–2021 годы). Черный цвет – 0,01; серый – 0,05 уровня статистической значимости; белый – значимость отсутствует

В отличие от современной тенденции устойчивого роста температуры воздуха, для многолетних изменений количества атмосферных осадков рассматриваемой территории не выявлено статистически значимых трендов, что обусловлено взаимной компенсацией разнонаправленных изменений увлажнения в разные сезоны в условиях степной зоны (Золоткрылин, Черенкова, Титова, 2020). В то же время, отметим, что внутригодовое распределение атмосферной влаги характеризуется сокращением количества осадков, с максимальным отклонением от нормы в летне-осенний сезон. Так, начиная с 90-х годов в г. Оренбург преобладают нормированные аномалии с отрицательными значениями ( $\Delta P = 4,6$  и  $14,9$  мм для лета и осени соответственно).

Существенное значение для водности рек степной зоны имеют продолжительность и условия увлажнения предзимнего периода. Стаивание временного снежного покрова при невысоких положительных значениях температуры воздуха и слабом испарении способствует увеличению запасов влаги в почвенном покрове (Галахов, 1960). В исследуемом бассейне

зафиксировано сокращение общего количества влаги в предзимний период, о чем свидетельствуют отрицательные значения нормированных аномалий ноября. Максимальные отклонения выявлены для горнолесной части исследуемого бассейна – Кувандык ( $\Delta P = -24,6$  мм) и Зилаир ( $\Delta P = -27,5$  мм) - ключевых районов стокоформирования.

В итоге, для трансграничного бассейна р. Урал подтверждена макрорегиональная тенденция, характерная для Европейской территории России - увеличение частоты наступления, продолжительности и интенсивности оттепелей, что приводит к повышению водности рек в зимний межлетний период (Сивохин, Павлейчик, Падалко, 2021). Важно, что несмотря на пространственные особенности тенденции повышения температуры, распределение дат наступления оттепелей имеет повсеместный и синхронный характер.

Климатообусловленные изменения водности рек бассейна р. Урал подтверждаются синхронным чередованием много- и маловодных циклов (Васильев, Сивохин, Чибилёв, 2016), отличающихся продолжительностью и степенью отклонения от нормированных значений. На основе сопоставления модульных коэффициентов годового стока ( $K_{Qi}$ ) выделено 5 много- и маловодных фаз в исследуемом бассейне (табл. 3).

Таблица 3. Модульные коэффициенты ( $K_{Qi}$ ) годового и сезонного стока в трансграничном бассейне р. Урал в разные фазы водности (*H* – фаза низкого стока; *B* – фаза высокого стока)

Река – створ	Фазы водности	$K_{Qi}$			
		Год	IV-V	VI-X	XI-III
Урал - Кизильское	(1941-1949) B	1,76	1,73	1,96	1,27
	(1950-1989) H	0,86	0,86	0,78	1,32
	(1990-2007) B	1,47	1,37	1,40	2,95
	(2008-2021) H	0,94	0,76	1,18	1,68
Урал – Оренбург (рег.)	(1930-1940) H	0,47	0,47	0,56	0,28
	(1941-1949) B	2,06	2,31	1,82	1,07
	(1950-1989) H	0,91	0,84	0,92	1,33
	(1990-2007) B	1,46	1,26	1,66	2,25
Урал – Кушум (рег.)	(2008-2021) H	0,74	0,53	0,98	1,35
	(1930-1940) H	0,64	0,66	0,63	0,52
	(1941-1949) B	1,68	1,74	1,66	1,30
	(1950-1989) H	0,94	0,90	0,98	1,15
Сакмара –Каргала	(1990-2007) B	1,22	0,93	1,53	1,99
	(2008-2021) H	0,71	0,53	0,85	1,35
	(1930-1940) H	0,65	0,68	0,63	0,49
	(1941-1949) B	1,58	1,60	1,49	1,49
Большой Ик - Мраково	(1950-1989) H	1,01	0,99	1,03	1,09
	(1990-2007) B	1,42	1,37	1,41	1,78
	(2008-2021) H	0,92	0,88	0,93	1,01
Илек – Веселый (рег.)	(1950-1989) H	0,96	0,98	0,90	1,01
	(1990-2007) B	1,16	1,15	1,17	1,15
	(2008-2021) H	0,88	0,84	1,07	0,73
Жарлы - Адамовка	(1950-1989) H	0,97	1,11	0,66	0,89
	(1990-2007) B	1,29	1,07	1,75	1,42
	(2008-2021) H	0,67	0,55	0,98	0,74
Жарлы - Адамовка	(1950-1989) H	0,79	0,83	0,67	0,86
	(1990-2007) B	1,49	1,42	1,78	1,50
	(2008-2021) H	0,92	0,92	0,92	0,63

Фазы высокой водности характеризуются меньшей продолжительностью, особенно фаза 1941–1949 годов, которая была общей для большинства рек степной зоны Зауралья, Западной Сибири и Казахстана. Данная фаза разделила длительный период средне-и маловод-

ных лет на две фазы низкого стока (1930–1940 и 1950–1989 годы), что согласуется с ранее проведенными исследованиями (Кузин, 1970). Многоводная фаза 1990–2007 годов совпадает с циклом высокой водности рек Европейской России, характеризующегося увеличением объемов циклонических осадков атлантического происхождения (Водные ресурсы России..., 2008). Современная фаза низкого стока (2008–2021 годов) включает годы повышенной водности, обусловленные не только периодами высокого половодья, но и прохождением экстремальных летних паводков (2013; 2020).

Существенное значение для изучения многолетней динамики ресурсов речного стока имеет выявление пространственно-временных закономерностей внутригодового распределения стока. Основная доля объема годового стока в исследуемом бассейне формируется в период весеннего половодья (более 60 %) с максимальными значениями 75–80 % (Суундук, Большой Кумак, Орь, Жарлы) (казахстанский тип водного режима). В настоящее время зафиксирована устойчивая, общая с реками Европейской России, тенденция сокращения доли стока весеннего половодья и увеличения доли стока межени (рис. 3).

Максимальное уменьшение доли весеннего стока выявлено для рек с зарегулированным режимом – Урал (Оренбург – 12 %; Кушум – 18 %), Илек (20 %). Для рек с условно-естественным режимом сокращение доли стока весеннего сезона (5–7 %) зафиксировано для левобережных притоков, водосборные территории которых совпадают с зональными сухостепными ландшафтами (Жарлы, Суундук, Орь). Минимальное сокращение установлено для рек верхнего течения исследуемого бассейна (Урал - Верхнеуральск, Сакмара – Акьюлово, Большой Кизил), в формировании стока которых значительную роль играют атмосферные осадки летне-осеннего сезона.

Закономерное следствие увеличения доли меженного стока - снижение экстремальности маловодных периодов на реках степной зоны. В тоже время степень истощения речного стока в бассейне р. Урал по-прежнему крайне вариабельна и в отдельные годы довольно значительна (Сивохин, Павлейчик, Падалко, 2021). Также установлено, что несмотря на рост величин минимального стока крупных и средних рек, на малых реках исследуемого бассейна наблюдается обратная динамика – увеличение продолжительности нулевого стока. Несоответствие в динамике минимального стока крупных рек и бессточных периодов малых рек отмечается в бассейне р. Дон (Киреева, Фролова, 2010).

Многолетние и сезонные колебания речного стока играют роль основного лимитирующего фактора гарантированного обеспечения водными ресурсами в условиях степной зоны. Разновременные циклы водности и короткие ряды периодов наблюдений не позволяют с достаточной степенью достоверности прогнозировать величину стока, что осложняет планирование водохозяйственных мероприятий. Для решения подобных задач используется анализ эмпирических кривых обеспеченности, при котором параметры годового стока представляются в виде количественной оценки определенной обеспеченности.

Для бассейна р. Урал, значительные изменения обеспеченных расходов (P=5 %) установлены для створов реки Урал, для которых сокращение составило от 30 % в г. Оренбург до 58 % в п. Кушум. Для р. Сакмара (Каргала), с условно-естественным режимом, сокращение расчетных величин (P=5 %) составляет около 20 %. Современные тенденции увеличения доли стока меженного периода, подтверждаются увеличением обеспеченных расходов (P=95 %) – р. Урал (Кизильское) – 65 %; р. Сакмара (Каргала) – 35 %.

Таким образом, современные тенденции внутригодового распределения речного стока в трансграничном бассейне р. Урал обуславливают определенное «выравнивание» годового гидрографа и изменение основных параметров водного режима рек. Вместе с тем отсутствие



значительных изменений сезонного стока у отдельных рек (бассейн р. Сакмара) свидетельствуют о пространственной дифференциации условий стокоформирования в пределах обширной водосборной территории р. Урал.

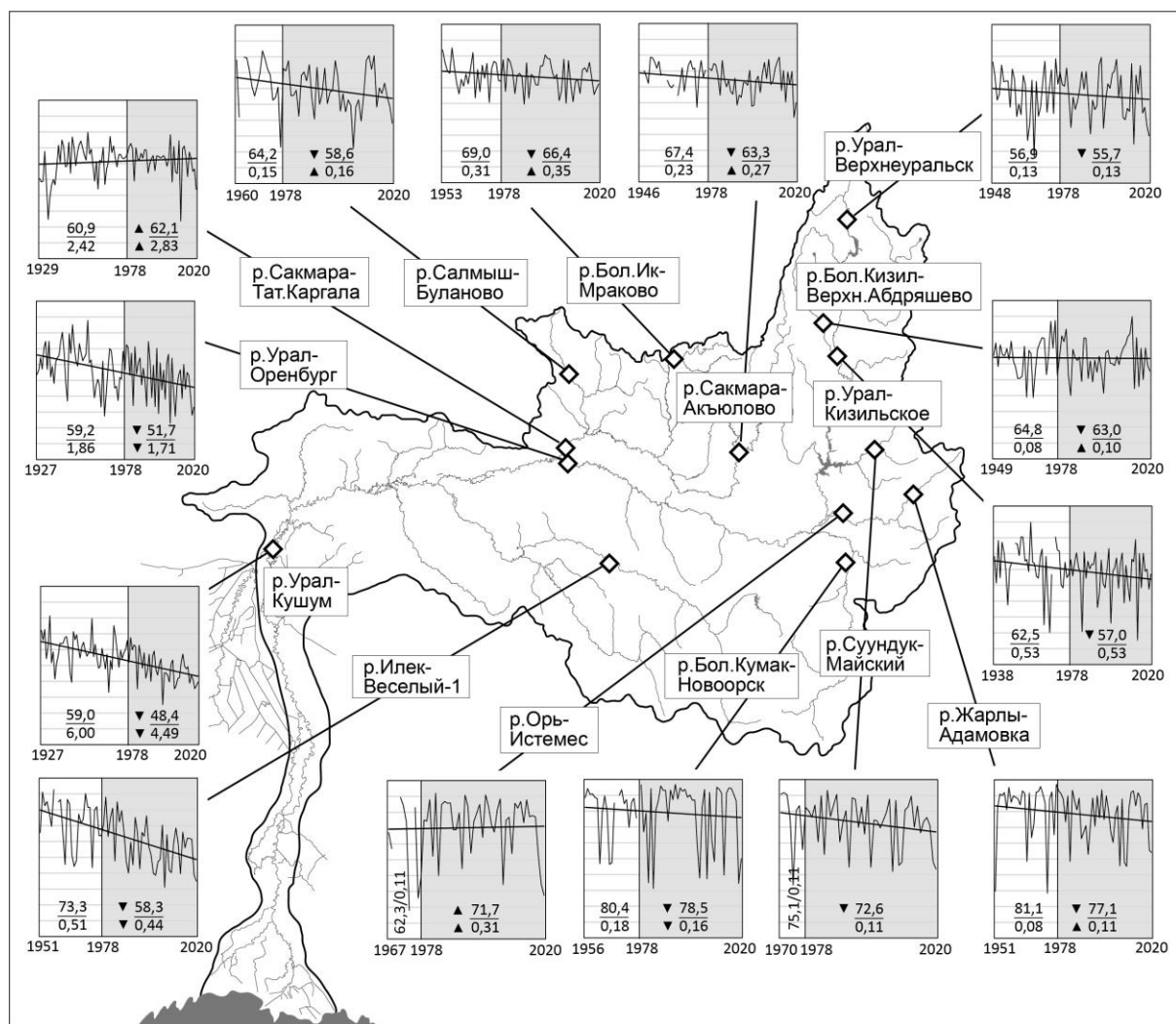


Рисунок 3. Многолетние изменения доли стока весеннего половодья (IV–V) в трансграничном бассейне р. Урал (ось X – годы и периоды, ось Y – 100 %; числитель – средние значения доли стока за периоды, %, знаменатель – средний объем стока за периоды, млн м<sup>3</sup>)

Значительное влияние на многолетнюю динамику ресурсов речного стока рек степной зоны оказывают антропогенные факторы, в первую очередь безвозвратное изъятие водных ресурсов и регулирование стока. Объемы безвозвратного водопотребления в отдельных секторах экономики при прочих равных условиях будут более значительными в регионах с засушливым климатом и неустойчивым увлажнением (*Водные ресурсы России...*, 2008). В бассейне р. Урал в маловодные годы абсолютные величины потерь стока увеличиваются до 2,1–2,2 км<sup>3</sup>/год, а в многоводные - уменьшаются до 1,2–1,3 км<sup>3</sup>/год. В целом, сокращение стока рек в бассейне р. Урал составило от 0,3–0,6 в 1936–1955, до 1,2–2,0 в 1956–1975 и 2,7–3,9 км<sup>3</sup>/год в 1976–1985 годы (*Шикломанов, 1989*).

Основные причины безвозвратных потерь стока – орошение 0,60 км<sup>3</sup>/год (на уровень 1975 года); агротехнические мероприятия 0,60 км<sup>3</sup>/год (на уровень 1975 года) и русловое регулирование стока (испарение с зон затопления водохранилищ) – 0,26 км<sup>3</sup>/год (рис. 4).



Рисунок 4. Динамика безвозвратного изъятия водных ресурсов на лиманное орошение, заполнение прудов и водохранилищ в р. Урал (с. Кизильское) (по данным: *Ресурсы поверхностных вод СССР, 1970*)

В настоящее время объемы безвозвратного изъятия водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал по разным оценкам составляют – от 0,15 км<sup>3</sup>/год (*Magritsky, Kenzhebaeva, Yumina et al., 2021*) до 0,50 км<sup>3</sup>/год (4,9 % от величины среднемноголетнего стока в водохозяйственном створе «граница РФ и Республики Казахстан» (*Прохорова, Косолапов, 2011*)). На нижней границе зоны формирования и расходования стока (казахстанский участок) сокращение стока р. Урал составило 2,4 км<sup>3</sup>/год (20 % условно-естественного стока) в 1985–1990 годах и 1,4 км<sup>3</sup>/год (17 %) в 1999–2013 годах (*Магрицкий, Евстигнеев, Юмина и др., 2018*).

Необходимо отметить, что единственным нормативом, регламентирующим использование водных ресурсов в бассейнах рек, остается величина допустимого безвозвратного изъятия стока (Wди). В пределах исследуемого бассейна расчет данной величины выполнен для створов Оренбург и Кушум по методике (*Дубинина, Косолапов, Скачедуб и др., 2009*). Согласно результатам расчетов, из суммарного стока 2,42; 1,54 и 0,88 км<sup>3</sup> при водности, равной 50, 75 и 95 % в качестве экологического стока в р. Урал (Оренбург) должен присутствовать объем в 2,25; 1,50 и 0,86 км<sup>3</sup> и соответственно величина Wди должна равняться 0,05; 0,04 и 0,02 км<sup>3</sup>. Соответственно, объем безвозвратного изъятия стока в г. Оренбург составляет около 2,4 % от объема годового стока, а объем экологического стока – в среднем 95 % в зависимости от водности года.

Авторская оценка суммарного вклада антропогенных факторов (в первую очередь многолетнего регулирования стока р. Урал Ириклинским водохранилищем) в динамику речного стока выполнена с использованием методики независимого восстановления по регрессионным связям со стоком реки-аналога (р. Сакмара). Анализ кривых нарастающих сумм отклонения фактического от восстановленного (условно-естественного) стока иллюстрирует суммарный эффект антропогенного воздействия (рис. 5).

Максимальное сокращение объемов речного стока за период 1959–2020 годов рассчитано для годовых значений и периода весеннего половодья - около 45–46 км<sup>3</sup> в г. Оренбург; 131 и 156 км<sup>3</sup> в п. Кушум соответственно. Аналогичные тенденции изменения годового и сезонного объемов стока в результате антропогенного воздействия установлены для других рек Европейской территории России, в частности для рек Волга и Дон (*Георгиади, Коронкевич, Кацутина и др., 2016*).

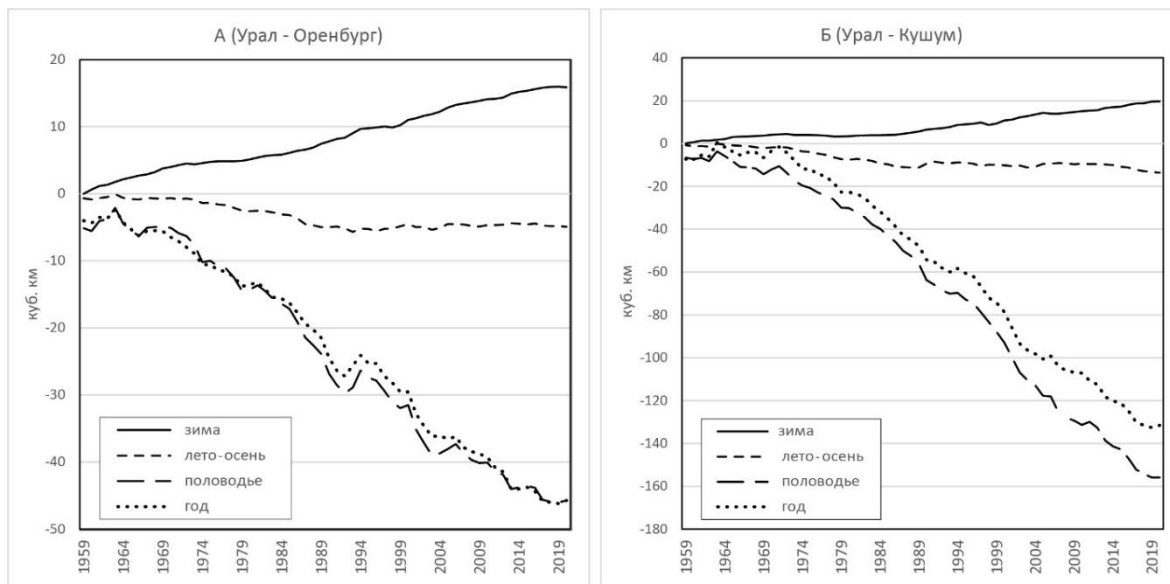


Рисунок 5. Нарастающая сумма отклонений фактического годового и сезонного стока р. Урал от восстановленного (условно-естественного стока), км<sup>3</sup> (1959–2020 годы)

Таким образом, годовая и сезонная динамика ресурсов речного стока в трансграничном бассейне р. Урал обусловлена взаимодействием климатических и антропогенных факторов и их совокупным влиянием на параметры стока. В итоге современные тенденции формирования водных ресурсов определяются изменениями составляющих водного баланса и параметрами природной среды в условиях интенсивного антропогенного преобразования поверхности водосбора. Сочетание данных факторов непосредственно влияет на гидрологическую функцию природных ландшафтов - процесс поступления воды в речную сеть с единицы площади и формируемое качество водных ресурсов. Для водосборных территорий степной зоны, в том числе и в пределах трансграничного бассейна р. Урал, обеспечение водно-ресурсных свойств природных ландшафтов осложняется значительной хозяйственной освоенностью, сопровождающейся формированием многоотраслевой системы природопользования в сопредельных государствах.

**3. Комплексный анализ пространственной организации природопользования в пределах водосборной территории р. Урал как системы, формирующей ресурсы речного стока, позволяет разработать интегральную основу оптимизации рационального использования водных ресурсов трансграничного бассейна.**

Относительно небольшие запасы ресурсов речного стока и их значительная временная изменчивость во многом определяют специфику хозяйственного освоения степной зоны. В то же время, при размещении населения и хозяйства зачастую не учитывается водный фактор, что приводит к противоречиям между устойчивым социально-экономическим развитием регионов и сохранением экологического благополучия водных экосистем. Хозяйственная деятельность на водосборах рек непосредственно влияет на параметры геостока (по С.Д. Муравейскому), представляющего совокупность стока воды, наносов, химических веществ, биологических субстратов, тепла, отражающая условия формирования стока и перемещения по русловой сети (Ткачев, Булатов, 2002). На современном этапе острой и нерешенной проблемой остается оценка диффузного загрязнения рек и водоемов, пространственная специфика которого непосредственно зависит от структуры использования земель на водосборах (Ясинский, Какутина, Сидорова, 2023).

Актуальность исследования пространственной организации природопользования в пределах трансграничного бассейна р. Урал обусловлена необходимостью решения задач комплексного использования водных ресурсов на основе рационального освоения природно-хозяйственного потенциала степных территорий. Для трансграничных речных бассейнов наличие государственной границы зачастую определяет пространственную дифференциацию структуры природопользования, степень воздействия на природную среду антропогенных факторов, в экологических нормах и ограничениях, и как следствие в изменениях функционирования природных систем (Бакланов, Ганзей, 2008). В то же время, для трансграничного бассейна р. Урал, в пределах российского и казахстанского участков, выделены типы природопользования, характеризующиеся идентичностью пространственной структуры и сходными трансформационными процессами, влияющими на гидрологическую функцию степных ландшафтов (рис. 6).

Доминирующее развитие *сельского хозяйства* в российской и казахстанской частях исследуемого бассейна отражает зональные особенности степных ландшафтов и относится к отраслям фонового природопользования, основанным на территориально широком использовании естественных ресурсов (Рунова, Волкова, Нефедова, 1993). Районы доминирующего развития растениеводства соответствуют зональному распространению подтипов черноземов (рис. 6 А); районы традиционного животноводства охватывают сухостепные ландшафты на темно-каштановых почвах, преимущественно в казахстанской части исследуемого бассейна. В итоге, в трансграничном бассейне р. Урал сформировалась региональная система фонового природопользования, основанная на принципе максимально возможного аграрного освоения ландшафтов степной зоны. Необходимо отметить, что в отличие от других приграничных территорий азиатской части России (Ганзей, 2004), для российско-казахстанского приграничья характерен длительный период синхронного аграрного освоения, что обусловлено идентичностью природно-зональных, историко-географических, этнокультурных и геополитических условий. Региональной особенностью развития земледелия в пределах трансграничного бассейна р. Урал стало вовлечение в пахотный оборот крупных массивов малопродуктивных почв в результате проведения целинной кампании (1954–1965 года), возделывание которых в постсоветский период было прекращено в первую очередь.

Непосредственно с фоновым природопользованием связано *селитебное освоение трансграничного бассейна р. Урал*, региональной особенностью которого является уменьшение плотности сельских поселений в южном и юго-восточном направлениях, в пределах Республики Казахстан (рис. 6 Г). В настоящее время территориальная система расселения характеризуется линейно-узловой структурой, с основными осями вдоль долины р. Урал.

Максимальное количество сельских поселений в долине главной реки отмечается в Оренбургской (с численностью до 500 чел.) и Западно-Казахстанской (с численностью 1000–2000 чел.) областях. Укрупнение сельских поселений в нижнем течении р. Урал обусловлено ключевой ролью придолинных участков в условиях сухостепных и пустынных ландшафтов. В российской части исследуемого бассейна, наоборот, преобладают процессы разукрупнения сельских населенных пунктов, что подтверждают результаты анализа многолетней динамики людности.

Продолжительный этап хозяйственного освоения трансграничного бассейна р. Урал характеризовался стихийной трансформацией структуры фонового природопользования и территориальной системы расселения, что сопровождалось формированием обширных площадей неиспользуемых земель, расположенных преимущественно в российско-казахстанском приграничном секторе. С точки зрения эколога-гидрологической оптимиза-

ции водосборных территорий со значительной долей земель данной категории, одним из принципов может стать их включение в систему ООПТ, в том числе и трансграничного статуса.

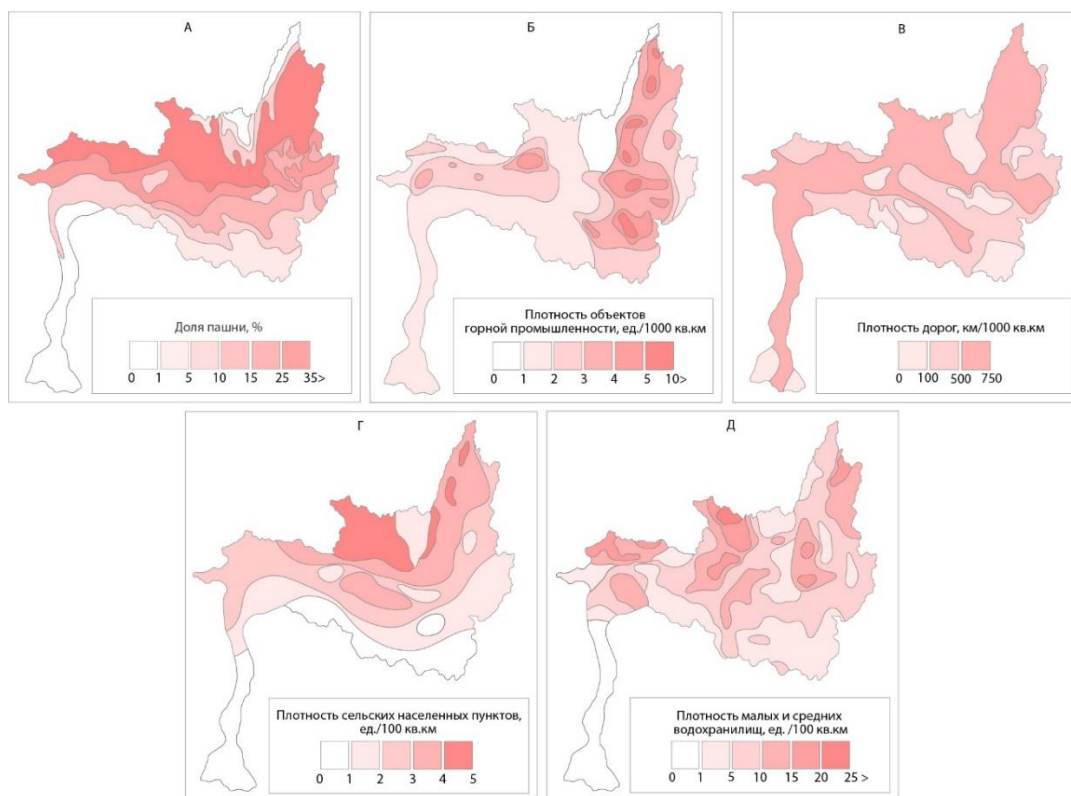


Рисунок 6. Основные типы использования природных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал: А – фоновое природопользование (земледелие); Б – горнопромышленное природопользование; В – транспортная инфраструктура; Г – селитебное освоение; Д – регулирование стока

С учетом пространственной структуры фоновое природопользование в исследуемом бассейне, особую актуальность приобретают вопросы регламентации сельскохозяйственной нагрузки на водосборные территории степной зоны. Установлено, что агротехнические и агролесомелиоративные мероприятия в засушливых районах сокращают склоновый и речной сток (*Водогрецкий, 1990; Географические направления в гидрологии, 1995*). Оценка влияния распашки степных водосборов (прежде всего зяблевой пахоты) на динамику поверхностного стока талых вод и коэффициента стока также подтверждает данное утверждение (*Нестеренко, 2006*).

На локальных участках водосборной территории р. Урал, значимый фактор изменения условий стокоформирования - гидромелиоративные работы, проводимые для повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий. В южных степных районах для обводнения пастбищ и сенокосных угодий проводились мероприятия по аккумуляции талой снеговой воды посредством системы дамб (рис. 7 А, рис. 7 Б); на участках с пониженным рельефом местности проводились работы по улучшению дренированности земель за счет сооружения систем дренирующих каналов и спрямления русла реки и др. (рис. 7 В, 7 Г).

Несмотря на локальное распространение гидротехнических сооружений подобного типа в исследуемом бассейне, актуальной задачей остается проведение инвентаризационных мероприятий, которые позволят в полной мере оценить эколого-гидрологические послед-

ствия функционирования гидромелиоративных систем в условиях недостаточного увлажнения степной зоны.

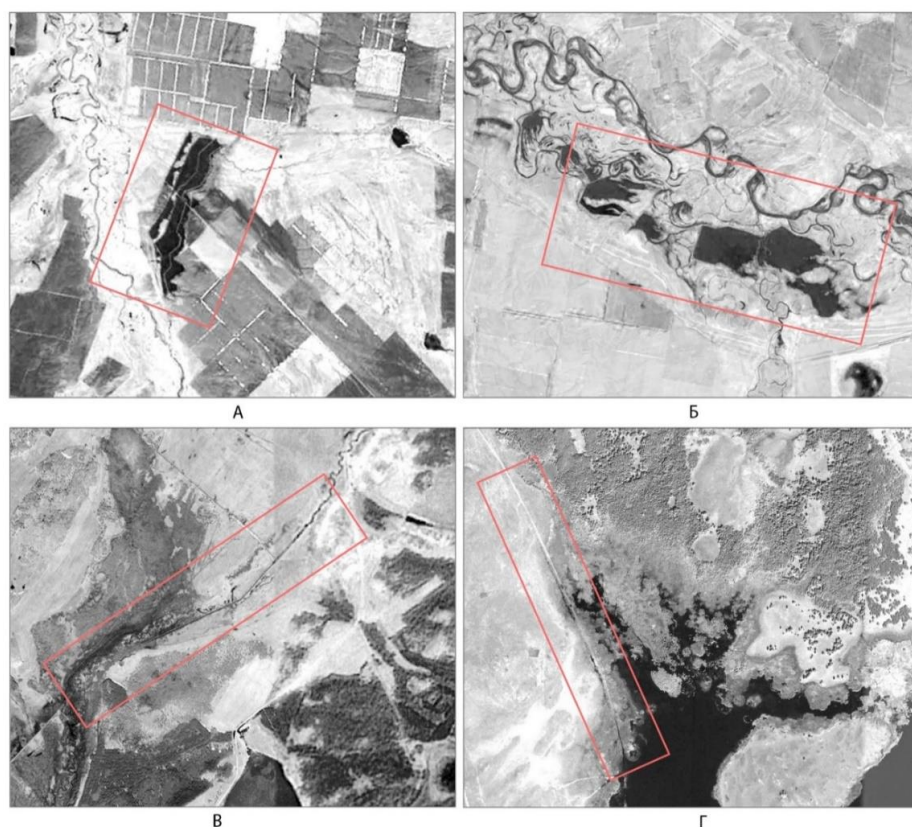


Рисунок 7. Примеры гидромелиоративных мероприятий в бассейне р. Урал. Обводнение при помощи дамб: А – склон долины р. Буртя (пос. Буртинский), Б – пойма р. Урал (с. Крючковка - Буранчи). Дренажирование территории: В – спрямление русла р.Урал (верховья, с. Рысаево), Г – дренажные каналы в долине р. Таналык в районе оз. Графское

Динамика качественного состояния ресурсов речного стока в бассейне р. Урал в значительной степени определяется пространственной структурой *горнопромышленного природопользования*. С учетом общих геолого-структурных условий, в пределах рассматриваемой территории выделяется крупный трансграничный горнопромышленный район, включающий рудные пояса Южного Зауралья (от г. Магнитогорск до г. Орск) и Западных Мугоджар (гг. Хромтау, Бадамша) (рис. 6 Б). Для гарантированного водообеспечения горнопромышленного района был создан каскад из водохранилищ Магнитогорского (1931 г.) и Верхнеуральского (1964 г.); с 1958 по 1966 годы заполнена чаша Ириклинского водохранилища; в 2012 году введено в эксплуатацию водохранилище Ойсылкара (Актюбинская область) (рис. 6 Д). Примером развития сложной эколого-гидрологической ситуации в российской части трансграничного горнопромышленного района является техногенная метаморфизация речных вод в бассейне р. Таналык (правый приток р. Урал). По данным Федерального государственного бюджетного учреждения по мониторингу водных объектов бассейнов рек Белой и Урал (ФГУ МВО БУ), максимальные среднееголетние превышения в р. Таналык наблюдаются по Zn (10,6 ПДК), Cu (7,1) и Mn (5,5). Анализ многолетних данных гидрохимического мониторинга ФГУ МВО БУ по устьевому участку р. Таналык (Ириклинское водохранилище), позволяет сделать выводы о гидрохимической сезонности в миграции ряда загрязняющих веществ, обусловленная особенностями водного режима и морфодинамическим типом русла (Павлейчик, Сивохин, 2013).



В целом, освоение минеральных ресурсов в пределах трансграничного бассейна р. Урал, начавшееся во второй половине XVIII в., привело к формированию динамичных природно-техногенных комплексов со сходными трансформационными процессами ландшафтов степной зоны в пределах сопредельных государств. Важный компонент данных комплексов – речной сток, обеспечивающий самоочищение водных экосистем и вынос загрязняющих веществ за границы частных водосборов. Формирование крупного трансграничного горно-промышленного района подтверждает пространственную взаимообусловленность природно-ресурсных подсистем российского и казахстанского участков исследуемого бассейна.

Результатом комплексного анализа пространственной структуры природопользования в трансграничном бассейне р. Урал, стала подготовка схемы, отражающей долю антропогенно-нарушенных территорий в границах частных водосборов, представленная на рис. 8.

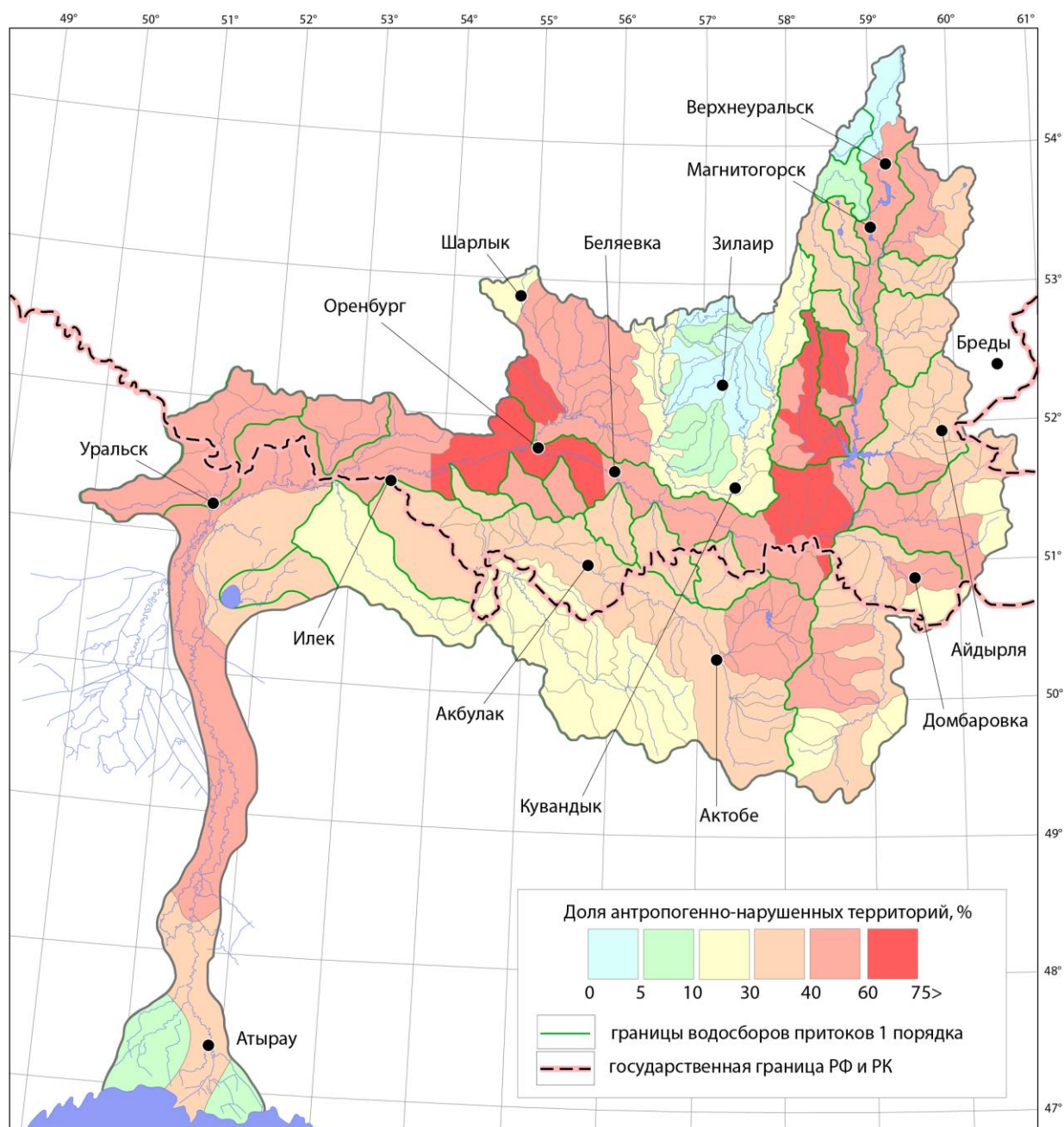


Рисунок 8. Распределение антропогенно-нарушенных территорий в трансграничном бассейне р. Урал (в границах частных водосборов)

Минимальной долей антропогенно-нарушенных территорий (до 10 %) характеризуются - западный макросклон низкогорного Урала и южная окраина Зилаирского плато (верховья рек Сакмара, Большой Ик); хребет Ирэндык - область питания верхних правобережных притоков (Зилаир, Баракал); Урало-Губерлинский придолинный мелкосопочник (Губерля); Северо-Мугоджарский холмисто-увалистый массив (верховья реки Орь); Суундук-Кумакский участок. Крупные площади со значительной долей антропогенно-нарушенных территорий (до 60 %) занимают водораздельные пространства среднего течения р. Урал (Илек, Утва) и приводораздельные участки левого склона долины р. Урал. Группу территорий с максимальной долей трансформированных ландшафтов (60–75 %) формируют крупные массивы земель сельскохозяйственного назначения. В верхнем течении – это пахотные угодья в долине р. Урал, бассейнах рек Таналык и Худолаз; в среднем - долина р. Урал, бассейны рек Илек, Орь и др. Высокой долей антропогенно-трансформированных геосистем характеризуется западный склон бассейна р. Сакмара (Сакмара, Салмыш и др.) в российской части трансграничного бассейна р. Урал. Для нижнего придолинного участка р. Урал, в пределах Республики Казахстан, также выявлена повсеместная антропогенная трансформация, но с определенной «мозаичностью» слабосвоенных сухостепных территорий.

Таким образом, в пределах трансграничного бассейна р. Урал преобладают трансформированные ландшафты, включающие крупные массивы пахотных угодий и антропогенно-модифицированных участков в пределах горнопромышленных районов и селитебных территорий.

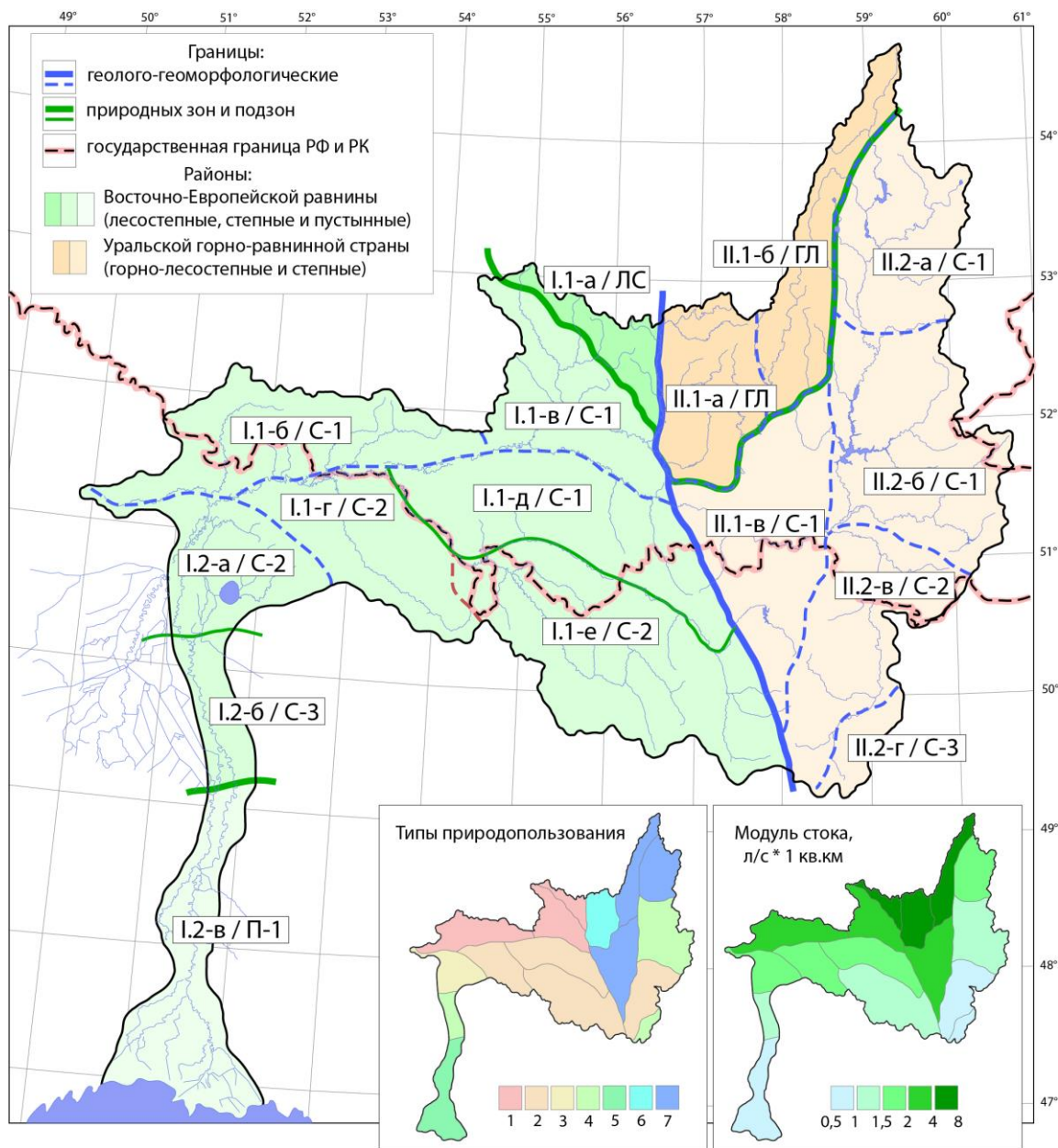
Для оптимизации рационального использования водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал востребованной является разработка интегральной основы, отличающейся от представленной выше схемы более высоким уровнем комплексности и пространственного обобщения. Достижение данной цели может быть решено в результате проведения многоцелевого природно-хозяйственного районирования, включающего широтно-зональные, геолого-геоморфологические, природно-ресурсные и хозяйственные уровни организации территории. Отсутствие исключительно ресурсной ориентации при территориальной интерпретации природно-хозяйственных районов исследуемого бассейна позволит в полной мере реализовать географо-гидрологический подход в условиях трансграничности.

Природно-зональная сетка комплексного районирования бассейна реки Урал отражает следующую иерархическую схему: страна – область – провинция – подпровинция – район (рис. 9, табл. 4).

Крупные таксономические единицы (страны и области) соответствуют геолого-геоморфологическим структурам 1 и 2 порядка соответственно (согласно: *Тектоническая карта Урала, 1983*). Провинции и подпровинции отражают широтно-зональную дифференциацию бассейна р. Урал – природные зоны и подзоны соответственно (согласно: *Зоны и типы растительности России..., 1999*). Наименьшей таксономической единицей служат районы, границы которых отображены в результате сопоставления и синтеза геолого-геоморфологических и широтно-зональных границ с учетом внутрибассейновой структуры.

Итоги природно-хозяйственного районирования позволяют сделать выводы о современных условиях возобновления и распределения ресурсов речного стока в исследуемом бассейне. Обращает внимание, что в большинстве природно-хозяйственных районов, вне зависимости от типа использования природных ресурсов, преобладают средне- и сильнотрансформированные геосистемы.





ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ РАВНИННАЯ СТРАНА (I)		УРАЛЬСКАЯ ГОРНО-РАВНИННАЯ СТРАНА (II)	
Общесыртовско-Предуральская область (I.1)	Прикаспийская область (I.2)	Южно-Уральская область (II.1)	Зауральско-Мугоджарская область (II.2)
Лесостепная провинция (ЛС)		Горно-лесная провинция (ГЛ)	
Накаский (I.1-а)		Зилаирский (II.1-а)	Уралтау-Ирендыкский (II.1-б)
Степная провинция (С) / подпровинции северных (С-1), типичных (С-2) и южных (С-3) степей			
Деркул-Кинделинский (I.1-б) Сакмаро-Салмышский (I.1-в) Утвинский (I.1-г) Урало-Илекский (I.1-д) Илекско-Хобдинский (I.1-е)	Шалкарский (I.2-а) Мергеневский (I.2-б)	Саринский (II.1-в)	Верхнеуральский (II.2-а) Суундук-Кумакский (II.2-б) Орский (II.2-в) Верхнеорьский (II.2-г)
Пустынная провинция (П) / подпровинция северных пустынь (П-1)			
		Нижнеуральский (I.2-в)	

Рисунок 9. Природно-хозяйственное районирование трансграничного бассейна р. Урал. Карта-врезка: Типы природопользования: 1—фондовый (растениеводство); 2—сочетание фонового (животноводство) и промышленного; 3—сочетание фонового (животноводство) и промышленно-урбанистического; 4—фондовый тип (животноводство); 5—промышленный; 6— рекреация; 7— промышленно-урбанистический. Карта-врезка: Модуль стока, л/с \* км<sup>2</sup>

Таблица 4. Природно-хозяйственное районирование трансграничного бассейна р. Урал (фрагмент)

Индекс на карте	Природно-хозяйственные районы	Геолого-геоморфологическая характеристика / Гидрографическая сеть	Основные стокоформирующие комплексы / Модуль стока, л/с/ км <sup>2</sup>	Тип природопользования / Доля антропогенно-нарушенных территорий, %
I. Восточно-Европейская равнинная страна.				
I. 1. Общесыртовско-Предуральская область.				
I.1-а/ЛС	Накаский	Уральская часть возвышенного Бельско-Уральского водораздельного пространства с серией эрозионно-мелкосопочных останцовых массивов (хр. Накас, 667 м). Сегмент долины меридионального течения р. Бол. Ик и верховья рек – притоков р. Салмыш.	Лесостепные ландшафты региональных возвышенностей (хр. Малый Накас), узловой водораздел с повышенным атмосферным увлажнением (барьерный эффект). Водоносный комплекс нижнего триаса (песчаники, мергели и конгломераты). <b>6,1</b>	Земледелие и животноводство (КРС). Рекреационные и охотничьи ресурсы. <b>52 %</b>
I.1-б/С-1	Деркул-Кинделинский	Южный макросклон Общего Сырта с сыртововалистыми и денудационно-эрозионными равнинами правобережья р. Урал, рассеченные притоками (Чаган, Иртек, Кинделя и др.).	Ландшафты северной степи с байрачными и приводораздельными лесами на пологоувалистых равнинах. Водоносные комплексы аллювиальных отложений, средней юры (аргиллиты, алевролиты с прослоями песка, слабая водообильность) и верхней перми (песчаники, известняки). <b>2,0</b>	Земледелие, пашни адаптированы в эрозионно-балочную сеть. Животноводство (КРС) в пойме р. Урал, вдоль долин водотоков. Нефтегазовые месторождения. <b>64 %</b>
I.1-в/С-1	Сакмаро-Салмышский	Комплексы полого-увалистых равнинных междуречий и склонов региональных поднятий (юго-восточный макросклон Общего Сырта) и холмисто-увалистые равнины Южного Предуралья. Зона смыкания крупных долин широтно-го (Урал, Сакмара) и меридионального (Салмыш, Бол.Ик) простираения.	Ландшафты северной степи с пойменными лесами на полого-увалистых равнинах. Пониженное атмосферное увлажнение (эффект ветровой тени от возвышенности Общей Сырт). Водоносные комплексы аллювиальных отложений, нижнего триаса (песчаники и конгломераты), нижнетатарского подъяруса верхней перми (песчаники, известняки). Водообильность 0,5-5 л/сек. <b>3,2</b>	Земледелие с локальными очагами животноводства. Нефтегазовые месторождения, крупное предприятие по переработке газа. <b>68 %</b>
I.1-г/С-2	Утвинский	Фрагмент Подуральского плато, ограниченный долинами р.Урал и Илек, и уступом Прикаспийской низменности. Пологонаклонная равнина, рассеченная долиной р. Утва и осложненная эрозионными формами рельефа.	Ландшафты средней степи в пределах ассиметричной долины р.Утва и придолинных склонов рр.Урал и Илек. Водоносные комплексы аллювиальных отложений, верхне- и нижнемеловых отложений (мергель, мел, известняки). <b>1,1</b>	Земледелие и животноводство. Карачаганакское месторождение газа. <b>32 %</b>

В то же время, отдельные районы с высоким стокоформирующим потенциалом (4–6 л/с/км<sup>2</sup>) характеризуются преобладанием слаботрансформированных территорий и соответственно, условия формирования речного стока детерминированы исключительно природными факторами. Данное обстоятельство необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий в трансграничном бассейне р. Урал, направленных на сохранение стокоформирующих комплексов с высоким гидрологическим потенциалом.

Таким образом, представленная интегральная основа, объединяющая природно-ресурсные и хозяйственные уровни организации рассматриваемой территории иллюстрирует высокую степень структурно-функциональной целостности трансграничного бассейна реки Урал. Соответственно, основные принципы регламентации антропогенной нагрузки на водосборные территории и оптимизации рационального использования водных ресурсов степной зоны могут иметь универсальный характер для российского и казахстанского участков исследуемого бассейна.

***4. Пространственная неоднородность физико-географических условий формирования и распределения местных ресурсов речного стока определяет зависимость регионов нижнего течения р. Урал от транзитного стока и выступает лимитирующим фактором экологически безопасного и рационального водопользования в трансграничном бассейне.***

Возобновление ресурсов речного стока в трансграничном бассейне р. Урал характеризуется пространственной дифференциацией – главная область формирования стока расположена в верхнем и среднем течении, в пределах Российской Федерации. Нижний участок (южнее г. Уральск) является зоной потерь стока (до 20 % от годового объема стока). Основная причина – непродуктивное испарение с поверхности поймы в весенний половодный период. В многоводные годы (P=5 %) величина потерь может увеличиваться до 1,8–2,0, а в маловодные (P=95 %) сокращаться до 0,2–0,3 км<sup>3</sup>/год (Шикломанов, 1979).

Ключевое значение для устойчивого водопользования регионов трансграничного бассейна р. Урал имеет соотношение ресурсов транзитного и местного стока (рис. 10). Суммарный приток с территории Российской Федерации на территорию Республики Казахстан оценивается как сумма стока рек Урал (4,5 км<sup>3</sup>/год) и Сакмара (3,3 км<sup>3</sup>/год). Местные ресурсы формируются за счет суммарного объема стока рек, не впадающих в р. Урал (1,1 км<sup>3</sup>/год) и притоков, сток которых формируется в пределах Республики Казахстан – Илек (1,3 км<sup>3</sup>/год), Орь (0,12 км<sup>3</sup>/год), Утва (0,14 км<sup>3</sup>/год) и др. Средняя многолетняя величина ресурсов местного стока нижнего участка р. Урал составляет 2,5 км<sup>3</sup>/год, в маловодные годы - 1,35 км<sup>3</sup>/год (P=75 %) и 0,27 км<sup>3</sup>/год (P=97 %) (Давлетгалиев, 2011). Суммарные ресурсы речного стока в с. Кушум (Западно-Казахстанская область), согласно авторским расчетам, составляли 10,3 км<sup>3</sup>/год в 1921–1957 годах и 8,6 км<sup>3</sup>/год в 1958–1977 годы (сокращение составило 16 %), что сопоставимо с объемом речного стока современного периода - 8,7 км<sup>3</sup>/год.

В целом, регионы исследуемого бассейна характеризуются достаточно оптимальными показателями обеспеченности ресурсами общего стока (табл. 5). Минимальные значения индекса Фалкенмарк, близкие к критическим 1700 м<sup>3</sup>/год/чел., рассчитаны для Челябинской, Оренбургской и Актыубинской областей. Расчет данного индекса с учетом местных ресурсов подтверждает зависимость отдельных регионов от объемов транзитного стока. Кроме того, в регионах с низкой долей местного стока антропогенная нагрузка на водные ресурсы (Кисп) также значительна.

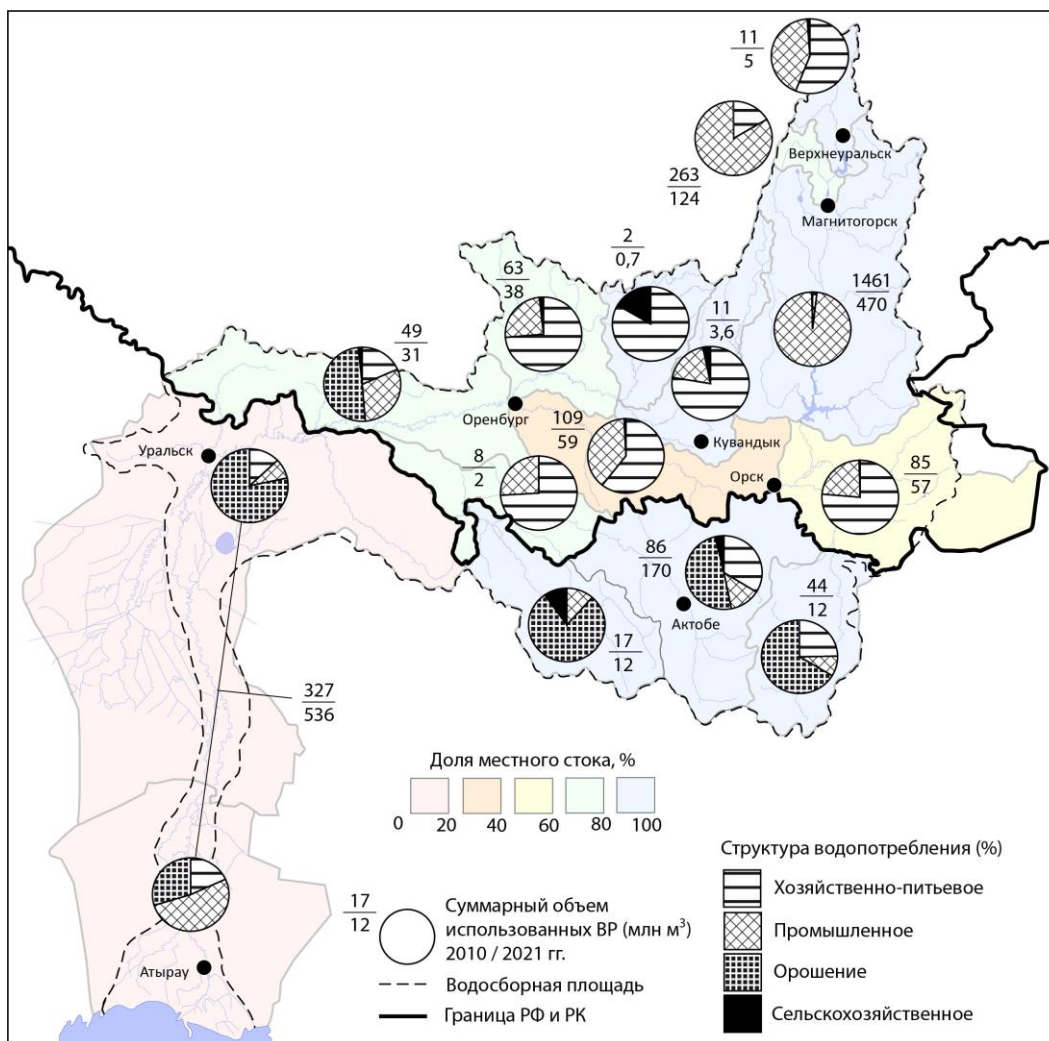


Рисунок 10. Современная структура водопотребления в трансграничном бассейне р. Урал (в границах ВХУ)

Формирование ресурсов речного стока происходит в условиях изменяющегося климата, в связи с чем среднеголетние значения не отражают в полной мере текущую ситуацию. Более достоверная оценка может быть получена с учетом реальных водных ресурсов (*Водные ресурсы России...*, 2008). Для российских регионов рассчитана реальная водообеспеченность на основе среднеголетних величин маловодного периода (2009–2011 годов) и объемов безвозвратного изъятия стока. Результаты оценки характеризуют существенные различия в показателях реальной и потенциальной водообеспеченности, и, в первую очередь, в регионах со значительными многолетними колебаниями речного стока – например, в Челябинской области (1,21 и 2,63 тыс. м<sup>3</sup>/чел.).

Таблица 5. Многолетняя характеристика состояния водных ресурсов трансграничного бассейна р. Урал

Регион	Общий сток				Местный сток			
	Общий сток, км <sup>3</sup> /год	Водообеспеченность, тыс. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	Индекс Фалкенмарк	К <sub>исп.</sub> , %	Местный сток, км <sup>3</sup> /год	Водообеспеченность, тыс. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	Индекс Фалкенмарк	К <sub>исп.</sub> , %
<i>Российская Федерация</i>								
Башкортостан	34,2	239,1	9598,1	1,9	26,5	185,4	6321,5	2,9
Челябинская	7,4	103,9	2626,8	6,3	5,9	67,2	1830,8	12,4

Оренбургская	12,7	76,0	4724,5	13,9	4,6	37,1	1593,6	29,0
<i>Республика Казахстан</i>								
З.-Казахстанская	8,7	57,7	13811,0	3,9	1,7	11,2	2698,7	20,2
Актюбинская	3,25	10,9	3890,4	9,8	2,8	9,3	3404,2	11,2
Атырауская	6,6	58,2	11350,4	3,2	0,0	-	-	-

Важным этапом оценки состояния ресурсов речного стока в трансграничном бассейне р. Урал является сопоставление общего и местного стока с объемами экологического и свободного стока (табл. 6, табл. 7). Отношение водозабора к свободному стоку (индекс стресса) с учетом общих ресурсов изменяется в среднем по водности год от 7 % в Республике Башкортостан до 52 % в Челябинской области; в маловодный год 75 % обеспеченности в большинстве регионов превышает 30 %. При расчете индекса стресса для местных ресурсов – отсутствие свободного стока для отдельных регионов отмечается в среднем по водности год (Оренбургская область), а в маловодные годы водно-экологический стресс характерен для большинства регионов.

На основании вышесказанного, очевидно, что ключевое значение для решения задач экологически безопасного и рационального водопользования в трансграничном бассейне р. Урал, имеет повышение эффективности использования водных ресурсов. Сопоставительный анализ величин водоемкости в исследуемом бассейне, свидетельствует о наличии определенных различий на региональном уровне (табл. 8).

Существенно сократилась водоемкость региональных экономик, что обусловлено сокращением водно-ресурсной составляющей и технологическими преобразованиями в промышленном и аграрном секторах. Положительной динамикой характеризуется доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, с максимальным ростом в Оренбургской области (35 %). Отдельные регионы достигли максимальной доли оборотной воды (90–92 %) еще к началу 2000-х (преимущественно регионы Российской Федерации). Неоднородной остается ситуация с потерями воды при транспортировке, особенно в регионах нижнего течения реки Урал. Из основных причин развития подобной ситуации отметим – неудовлетворительное техническое состояние водопроводных сетей (или их полное отсутствие); износ магистральных и распределительных каналов при регулярном орошении; несовершенная система учета расходов воды и др.

Принимая во внимание региональные особенности водохозяйственного комплекса, актуальной является интегральная оценка эффективности использования водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал (табл. 9).

За основу расчета принят непараметрический метод многомерного анализа «Паттерн» (PATTERN). Алгоритм оценки включал следующие этапы: выбор и расчет основных показателей эффективности использования водных ресурсов; составление итоговой таблицы; определение максимальных значений по каждому показателю, с последующим приведением остальных показателей к этому значению:  $P = X_n / X_{max}$ , где  $X_n$  – значение показателей для конкретного региона,  $X_{max}$  – максимальное значение в данном ряду показателей; определение итоговой суммы ранжированных значений показателей; расчет итоговых рангов показателей ( $Kэ$ ), на основе которых определены регионы с разным уровнем эффективности использования водных ресурсов (<1,7 – высокий; 1,7–2,6 – средний; > 2,6 - низкий).

На основе полученных расчетов, в группу с высоким рейтингом вошли регионы с многоотраслевой промышленностью и доминированием топливно-энергетического, нефтехимического и металлургического комплексов (Республика Башкортостан, Челябинская и Актюбинская области).

Таблица 6. Средние многолетние ресурсы общего речного стока, экологический и свободный сток в трансграничном бассейне р. Урал (в разрезе регионов РФ и РК)

Регион	Среднемноголетний сток, км <sup>3</sup> /год			Экологический сток <sup>1</sup> , км <sup>3</sup> /год			Свободный сток, км <sup>3</sup> /год		
	средний	75 %	95 %	средний	75 %	95 %	средний	75 %	95 %
Башкортостан	34,2	25,6	18,8	23,9	20,48	16,9	10,3	5,12	1,9
Челябинская	7,4	5,5	4,1	5,2	4,4	3,7	2,2	1,1	0,4
Оренбургская	12,6	9,4	6,9	8,8	7,5	6,2	3,8	1,9	0,7
З.-Казахстанская	8,7	6,5	4,8	6,1	5,2	4,3	2,6	1,3	0,5
Актюбинская	3,2	2,4	1,8	2,2	1,9	1,6	1,0	0,5	0,2
Атырауская	6,6	4,9	3,6	4,6	3,9	3,2	2,0	1,0	0,4

Таблица 7. Средние многолетние ресурсы местного речного стока, экологический и свободный сток в трансграничном бассейне р. Урал (в разрезе регионов РФ и РК)

Регион	Среднемноголетний сток, км <sup>3</sup> /год			Экологический сток <sup>1</sup> , км <sup>3</sup> /год			Свободный сток, км <sup>3</sup> /год		
	средний	75 %	95 %	средний	75 %	95 %	средний	75 %	95 %
Башкортостан	30,0	22,5	16,5	21,0	18,0	14,8	9,0	4,5	1,7
Челябинская	7,3	5,5	4,0	5,1	4,4	3,6	2,2	1,1	0,4
Оренбургская	2,8	2,1	1,5	2,0	1,7	1,3	0,8	0,4	0,2
З.-Казахстанская	1,7	1,3	0,9	1,2	1,0	0,8	0,5	0,3	0,1
Актюбинская	2,8	2,1	1,5	2,0	1,7	1,4	0,8	0,4	0,1
Атырауская	0,1	0,07	0,05	0,07	0,06	0,04	0,03	0,01	0,01

<sup>1</sup> В данных расчетах оценка экологического стока проведена с использованием метода пропорционального стока (Маркин, 2005), в соответствии с которым экологический сток определяется с помощью эмпирически переходных коэффициентов для стока разной обеспеченности – среднегодовые значения стока – 0,7; 75 %–0,8; 95 %–0,9.

Регионы трансграничного бассейна р. Урал, с высокой долей энерго- и водоемких отраслей промышленности и с интенсивным развитием орошаемого земледелия, сформировали группу со средним и низким уровнем эффективности (Оренбургская, Западно-Казахстанская и Атырауская области).

Для перспективной оценки динамики показателей эффективности водопользования ключевое значение имеет прогноз целевых видов использования водных ресурсов (табл. 10). Наибольшей достоверностью характеризуется прогноз водопотребления на среднесрочную перспективу, поскольку основан на актуализированных и прогнозных данных социально-экономического развития в регионах (Рыбкина, 2016).

Согласно методике, представленной в (Водные ресурсы России..., 2008) среднесрочный (до 2025 г.) прогноз использования водных ресурсов на *хозяйственно-питьевые нужды* выполнен на основе следующих показателей – динамика целевого использования водных ресурсов за период 2000-2020 годов; динамика удельного водопотребления; результаты демографического прогноза на 2025 год. В российских регионах трансграничного бассейна р. Урал прогнозируется сокращение объемов коммунального водопотребления (при условии сохранения объемов удельного водопотребления). Так, по базовому варианту среднесрочного прогноза (до 2025 г.) сокращение составит от 2 % в Челябинской области до 3,2 % в Республике Башкортостан. Противоположная ситуация прогнозируется в регионах Республики Казахстан – на среднесрочный период рост объемов коммунального водопотребления в Актыбинской, Западно-Казахстанской и Атырауской областях составит 6,0, 4,7 и 5,2 % соответственно.

Прогноз использования водных ресурсов на *производственные цели* выполнен на основе показателей – динамика использования свежей воды для производственных целей (2000–2020 годы); объема воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения; коэффициента оборота воды (Коб); прогноз социально-экономического развития регионов (до 2025 г.). Использование водных ресурсов на среднесрочную перспективу сократится как в российских, так и в казахстанских регионах при условии роста доли оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. В регионах с высокой долей водооборотных циклов в промышленности (Челябинская область, Республика Башкортостан, Актыбинская область) сокращение составит в среднем 1–3 %. Максимальное сокращение объемов промышленного водопотребления (18 %) ожидается в Оренбургской области при условии роста Коб не менее 5 %, что в целом соответствует текущей динамике данного показателя. Из казахстанских регионов максимальное сокращение прогнозируется для производственного сектора Западно-Казахстанской области (22 %) при условии роста Коб не менее чем на 6 %.

Прогноз использования водных ресурсов для целей *сельскохозяйственного водоснабжения* и орошения выполнен на основе динамики целевых видов водопотребления (2000–2020 годы); водоемкости сельскохозяйственного производства; среднесрочного прогноза объемов продукции сельского хозяйства (до 2025 г.); прогноза индекса сельскохозяйственного производства. Результаты расчетов подтверждают наличие общей тенденции к увеличению объемов использования свежей воды в аграрном секторе. Максимальный рост прогнозируется в Актыбинской области (54 % по сравнению с 2020 г.), что обусловлено увеличением площади угодий с орошаемым земледелием. Для остальных регионов рост составит от 22 % (Оренбургская область) до 32–33 % (Республика Башкортостан, Западно-Казахстанская и Атырауская области) и 40 % (Челябинская область).



Таблица 8. Динамика показателей эффективности использования водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал (в разрезе регионов РФ и РК)

Регионы	Водоемкость ВРП, м <sup>3</sup> /тыс. руб					Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, %					Доля потерь воды при транспортировке в объемах использованных водных ресурсов, %				
	2000	2005	2010	2015	2020	2000	2005	2010	2015	2020	2000	2005	2010	2015	2020
Республика Башкортостан	5,47	2,31	1,13	0,59	0,36	92,62	86,97	87,71	86,50	92,63	4,95	6,11	6,51	6,77	7,54
Челябинская область	6,41	2,62	1,54	0,59	0,64	94,98	95,48	94,45	96,30	90,64	17,12	16,66	15,73	18,08	7,93
Оренбургская область	22,09	9,09	3,98	1,80	0,73	53,86	55,00	55,15	58,66	72,89	1,75	0,96	2,07	2,07	3,22
Актюбинская область	11,51	2,39	1,15	0,97	0,29	89,16	-	-	64,58	89,00	3,59	9,04	2,82	1,27	11,95
З.- Казахстанская область	22,54	9,19	2,33	1,09	0,72	41,66	33,33	-	-	30,76	85,40	43,91	14,67	9,88	20,11
Атырауская область	4,48	1,70	0,52	0,27	0,14	70,33	50,83	59,91	76,82	77,66	19,49	16,10	14,23	19,34	30,73

Таблица 9. Интегральное ранжирование трансграничного бассейна р. Урал по показателям эффективного использования водных ресурсов: (ИСП<sub>св</sub> - доля использованной свежей воды на производственные нужды, %; ВРП – водоемкость валового регионального продукта, м<sup>3</sup>/тыс. руб.; ПВТ – доля потери воды при транспортировке, %; ВСХ - водоемкость растениеводства, м<sup>3</sup>/тыс. руб.; ЗВСХ - Забор воды с/х на душу населения, м<sup>3</sup>/чел.) (в разрезе регионов РФ и РК)

Регионы	ИСП <sub>св</sub>	Ранг	ВРП	Ранг	ПВТ	Ранг	ВСХ	Ранг	ЗВСХ	Ранг	Σ <sub>p</sub>	К <sub>3</sub>
Республика Башкортостан	7,20	0,10	0,59	0,35	6,64	0,34	0,06	0,01	1,30	0,01	0,81	высокий
Оренбургская	33,80	0,49	<b>1,70</b>	1,00	2,57	0,13	0,17	0,02	5,90	0,05	1,69	средний
Челябинская	6,20	0,09	0,50	0,29	10,15	0,52	0,04	0,004	2,10	0,02	0,93	высокий
Актюбинская	6,30	0,09	1,01	0,59	3,11	0,16	1,05	0,11	21,00	0,18	1,14	высокий
З.- Казахстанская	<b>69,20</b>	1,00	1,14	0,67	<b>19,43</b>	1,00	1,71	0,17	26,30	0,23	3,07	низкий
Атырауская	27,90	0,40	0,28	0,16	17,75	0,91	<b>9,92</b>	1,00	<b>114,40</b>	1,00	3,48	низкий



Таблица 10. Прогноз целевых видов использования водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал (базовый вариант) (в разрезе регионов РФ и РК)

Целевые виды	Среднее (2015–2020)	2020 (факт.)	2025
<i>Использование пресной воды на питьевые и хозяйственно-бытовые цели нужды, всего, млн м<sup>3</sup>, в т.ч:</i>			
Республика Башкортостан	181,41	164,47	159,16
Челябинская область	216,06	194,80	190,86
Оренбургская область	96,36	92,53	90,34
Актюбинская область	36,85	39,00	41,41
Западно-Казахстанская область	21,00	23,00	24,09
Атырауская область	25,85	25,00	26,31
<i>Использование пресной воды на производственные нужды, всего, млн м<sup>3</sup>, в т.ч:</i>			
Республика Башкортостан			
Челябинская область	394,94	391,54	379,5
Оренбургская область	463,46	746,60	739,4
Актюбинская область	990,38	676,07	547,9
Западно-Казахстанская область	15,42	18,00	17,5
Атырауская область	9,71	9,00	7,04
	79,14	86,00	81,06
<i>Использование пресной воды на с/х водоснабжения и орошения, всего, млн м<sup>3</sup>, в т.ч:</i>			
Республика Башкортостан			
Челябинская область	11,75	7,43	9,85
Оренбургская область	6,10	6,97	9,84
Актюбинская область	13,66	21,69	26,49
Западно-Казахстанская область	31,14	17,00	26,34
Атырауская область	17,42	22,00	29,05
	70,71	54,00	72,00

Таким образом, пространственные особенности водно-ресурсного потенциала трансграничного бассейна р. Урал выступают лимитирующими факторами экологически безопасного и рационального водопользования на современном этапе и ближайшую перспективу. Обращает внимание, потенциальное обострение водно-экологической ситуации в маловодные годы (P=75-95 %), особенно в регионах со значительной долей транзитных ресурсов речного стока. Соответственно, с учетом необратимости современных трансформаций климата, актуальной является разработка долгосрочных стратегических программ, направленных на урегулирование кризисных ситуаций и минимизацию негативных социально-экономических последствий изменения гидрологического режима рек трансграничного бассейна р. Урал.

**5. Эффективная координация геополитических, социально-экономических и правовых механизмов обеспечивает формирование институциональной среды, детерминирующей разработку и внедрение действенных форматов межгосударственного взаимодействия, направленных на регламентацию использования водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал.**

Результаты комплексных исследований, полученные в ходе реализации основных положений географо-гидрологического подхода, свидетельствуют об актуальности разработки единых принципов и норм использования водных ресурсов трансграничного бассейна р. Урал. Важно, что планирование водохозяйственной деятельности должно осуществляться для всего бассейна в целом, с учетом последствий всей совокупности мероприятий, прово-

димых на нем (Беляев, Подуст, Прохорова и др., 2003). Несмотря на продолжительный период геополитической общности, в настоящее время для российских и казахстанских регионов исследуемого бассейна характерно наличие ряда противоречий в области комплексного использования водных ресурсов.

Из ведущих направлений развития и укрепления межгосударственного взаимодействия двух стран необходимо отметить – совершенствование правового регулирования водных отношений; разработку единых стандартов и нормативов; реализацию проектов по мониторингу в области использования и охраны трансграничных водотоков; научно-техническое и информационное партнерство и др. Решение подобных задач определяется успешной координацией национальных стратегий управления водными ресурсами, что требует результативные институциональные форматы межгосударственного взаимодействия.

На протяжении длительного времени в мировом сообществе происходила апробация различных инструментов и механизмов институционального сотрудничества:

1. В течение *первой половины XX столетия* доминировал подход к определению международной (трансграничной) реки как единого водотока, разделенного государственными границами, но без учета структурно-динамической целостности речного бассейна.

2. *Вторая половина XX столетия* – разработка Хельсинских правил использования вод международных рек, содержащие в том числе трактовку понятия «международный водосборный бассейн» (1966). Определение данного понятия обусловлено эволюцией научных представлений о водной компоненте и доминировании системного подхода в международно-экологическом праве (Случевская, 2019). Кроме того, необходимость закрепления в международных документах бассейнового подхода в качестве одного из инструментов управления была вызвана многообразием и остротой водных конфликтов (Болгов, Демин, Шаталова, 2016).

3. *Современный период* характеризуется преобладанием принципов устойчивого развития, предполагающих согласованные действия государств и сопровождающиеся международными договорами и соглашениями. Общее количество соглашений, затрагивающих проблемы водопользования в конкретных трансграничных бассейнах, превышает 700 (Демин, Шаталова, 2015). Фокус международных договоров разнообразен, но преобладают вопросы регламентации гидроэнергетики и вододеления. Примеры эффективных международных договоров - Договор между Канадой и США по Великим Американским озерам (1909), Конвенция о режиме судоходства по р. Дунай (1948), Конвенция Альбуфейра (1998), Конвенция по охране р. Рейн (1999) и др.

С учетом мирового опыта, отметим, что результативность соглашений зависит от детализации необходимых механизмов реализации и мониторинга достигнутых договоренностей. Важно, что ни один из существующих договоров не может быть образцом для других речных бассейнов, так как межгосударственное взаимодействие в рамках данного формата направлено на реализацию целей и задач в отношении конкретного трансграничного водотока. Исключительный и принципиальный характер договоров и соглашений требует от приграничных государств тщательной и детальной проработки вопросов регламентации совместного использования водных ресурсов на основе международных норм и правил.

Россия и Казахстан прошли этап идентификации проблем совместного использования водных ресурсов и в настоящее время приоритетным направлением межгосударственного взаимодействия должно стать формирование устойчивой институциональной среды, представляющей собой взаимодействие геополитических, правовых и социально-экономических

механизмов, направленных на достижение общей долгосрочной стратегической цели (рис. 11).



Рисунок 11. Механизмы формирования институциональной среды в трансграничных речных бассейнах

История формирования институциональной среды в бассейне р. Урал начинается с 1991 года, когда реке был присвоен статус «межгосударственного трансграничного водного объекта» (таблица 11). Эволюция институционального сотрудничества характеризуется поэтапным включением в структуру межгосударственных отношений различных форматов – от подписания и ратификации рамочных договоров (Хельсинская конвенция, 1992) до Межправительственного Соглашения по сохранению экосистемы бассейна р. Урал (2016). К сожалению, содержание данного документа не отражает в полной мере проектного варианта, и ряд принципиальных положений (согласование долей (лимитов) водопотребления; порядок арбитража споров и конфликтов; проведение совместного регионального мониторинга трансграничных вод и др.) не вошли в итоговый документ.

Кроме подписания и ратификации рамочных и межправительственных соглашений, необходимым этапом формирования институциональной среды является развитие межрегионального и приграничного сотрудничества. В частности отметим, Соглашение между Оренбургской областью РФ и Актыубинской, Западно-Казахстанской и Костанайской областями РК о сотрудничестве в области охраны окружающей среды (1999), направленное на согласование экологической политики приграничных регионов. В европейских странах есть примеры трансграничной интеграции более высокого уровня. Так, ключевое значение для эффективного приграничного взаимодействия имеют еврорегионы, ядрами которых являются речные бассейны (Рейн, Дунай, Эльба и др.). Создание трансграничного территориального образования по типу еврорегионов в пределах бассейна р. Урал, было предложено и обосновано в 2014 году (Сивохин, Чибилёв, 2014).

Таблица 11. Основные этапы институционального сотрудничества в трансграничном бассейне р. Урал

Период	Этап	Цель, задачи
1977–1994	Межреспубликанский комитет по р. Урал	Привлечение общественности и координация научно-практической деятельности в сфере оптимизации природопользования в бассейне р. Урал
1992	Соглашение о взаимодействии в области экологии и охраны окру-	Разработка механизмов межгосударственного сотрудничества, в том числе и в рамках совместного использова-

	жающей среды (страны СНГ)	ния трансграничных водных ресурсов
1996, 2001	Ратификация РФ и РК Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992)	Оптимизация международного сотрудничества в области охраны и использование трансграничных водотоков и международных озер (рамочный договор)
2006	Модельный водный кодекс стран СНГ	Установление правовых основ деятельности государственных участников в области водной политики и подходов к обеспечению устойчивого водопользования
2010	Соглашение между Правительством РФ и Правительством РК о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов	Объединение и совместная координация действий на основе Хельсинской конвенции 1992 года
2010	Российско-Казахстанская Межправительственная Комиссия по сохранению экосистемы бассейна р. Урал	Координация межгосударственных договоренностей по различным аспектам использования водных ресурсов бассейна р. Урал
2013	Договор между РФ и РК о добрососедстве и союзничестве в XXI веке	Развитие сотрудничества, в том числе и в области охраны окружающей среды Каспийского моря и трансграничных водотоков
2016	Соглашение между Правительством РФ и Правительством РК по сохранению экосистемы бассейна трансграничной р. Урал	Подготовка совместных действий и планов мероприятий по предотвращению трансграничного загрязнения; содействие сотрудничеству научно-исследовательских организаций; информирование в соответствии с законодательством государств общественности о мерах по сохранению экосистемы бассейна трансграничной р. Урал
2024	Ратификация РК Конвенции о праве несудоходных видов использования международных водотоков (Нью-Йорк, 1997)	Конвенция применяется к использованию международных водотоков и их вод в иных, чем судоходство, целях и к мерам защиты, сохранения и управления водотоков и их вод

Взаимодействие муниципальных образований приграничных районов России и Казахстана менее развито, чем на уровне органов государственной власти регионов. Во многом это объясняется тем, что институт местного самоуправления в приграничных регионах исследуемого бассейна находится на стадии становления. Вместе с тем, если обратиться к практике приграничного сотрудничества стран Европейского союза, то органам местного самоуправления зачастую принадлежит главная и определяющая роль, в том числе и в области совместного использования ресурсов трансграничных рек.

Резюмируя вышесказанное, очевидно, что к первоочередным задачам формирования институциональной среды в трансграничном бассейне р. Урал относятся:

1. Активизация геополитического и социально-экономического взаимодействия для усиления контактной функции государственных рубежей.
2. Усовершенствование механизмов участия общественности на разных уровнях межгосударственного взаимодействия, в том числе создание Межгосударственного Фонда р. Урал.
3. Предоставление более широких полномочий Российско-Казахстанской комиссии по сохранению экосистемы бассейна р. Урал как основному координационному органу.
4. Развитие межгосударственного сотрудничества на региональном и муниципальном уровнях.
5. Разработка долгосрочных стратегических программ развития регионального водохозяйственного комплекса с учетом современных тенденций изменения климата и прогноза целевых видов использования водных ресурсов.
6. Создание системы межгосударственного обмена данными для обеспечения процедуры согласования комплексного использования и управления водными ресурсами и др.

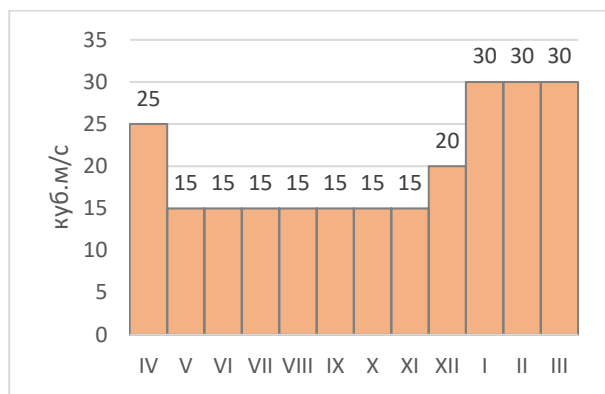
Принципиальным вопросом формирования институциональной среды межгосударственного взаимодействия должна стать разработка эффективного инструментария, обеспечивающего практическую реализацию межправительственных договоров и соглашений. В настоящее время в России и Казахстане, инструктивная и методическая основа выполнения договоров относится к категории непроработанных вопросов. Правительства двух стран, избирательно подходят к разработке и реализации совместных договоров и соглашений относительно совместного использования водных ресурсов (*Порох, 2010*). Действенным стимулом в данном случае могло бы быть присоединение государств к трансграничным экологическим конвенциям на «пакетной основе» (*Экологическое партнерство Восток – Запад..., 2003*).

В трансграничном бассейне р. Урал действующим документом является Протокол заседания рабочей группы по бассейну р. Урал (19.06.1996), регламентирующий объем передаваемого стока трансграничными реками. В последнее время, многими специалистами высказывается мнение о необходимости пересмотра данного Протокола с учетом изменений водного режима исследуемого бассейна.

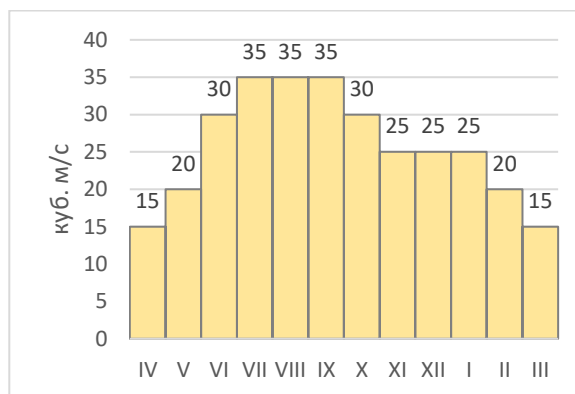
На основе авторских расчетов получены данные по объемам передаваемого стока р. Урал (п. Кушум, без учета объема стока р. Чаган) за период 1997–2021 годов. Для летне-осеннего и зимнего меженных периодов установлено превышение минимальных величин передаваемого объема по сравнению с регламентируемым объемом для лет 95 % обеспеченности. Так, для июня, июля и августа минимальные величины передаваемого стока по руслу р. Урал за расчетный период составили 395, 268 и 195 млн м<sup>3</sup> соответственно. Согласно Протоколу, гарантированные объемы стока в летние месяцы в годы низкой водности равны 120 млн м<sup>3</sup> (июнь); 68 млн м<sup>3</sup> (июль) и 109 млн м<sup>3</sup> (август). Превышение объемов передаваемого стока обусловлено многолетним регулированием стока р. Урал Ириклинским водохранилищем и современной тенденцией роста меженного стока. Таким образом, в настоящее время объемы передаваемого стока в лимитирующие периоды водохозяйственного года значительно превышают гарантированные объемы в рамках действующего Протокола.

В то же время отметим, что фактический режим и объем стока р. Урал, поступающего в нижележащие участки, определяется правилами эксплуатации Ириклинского водохранилища, регулирующего сток верхнего течения трансграничного бассейна. В рамках утверждённой в 2020 году Единой Дорожной Карты активизации сотрудничества по проведению исследований в бассейнах крупных рек (Урал, Иртыш и др.) обсуждаются вопросы, связанные с изменением действующего режима крупнейшего в бассейне р. Урал водохранилища (рис. 12).

С учетом предложений казахстанской стороны, объем годового стока, поступающего в нижний бьеф, увеличится с 0,616 до 0,816 км<sup>3</sup>. Максимальное увеличение объемов речного стока произойдет в летне-осенний период - с 0,198 до 0,436 км<sup>3</sup>. Согласно результатам, полученным в ходе моделирования процесса управления Ириклинским водохранилищем, расчетная обеспеченность гарантированного попуска, формируемого в соответствии с предложениями казахстанской стороны (в одном из вариантов изменения правил), будет иметь очень низкие показатели (*Косолапов, Калиманов, Шефер и др., 2022*). В связи с этим, очевидна необходимость принятия компромиссного варианта, обеспечивающий интересы обеих сторон. В качестве подобного решения предложен вариант, предполагающий попуски в зоне гарантированного режима, соответствующие действующим правилам, а зонах повышенных и избыточных отдач – предложениям казахстанской стороны (*Косолапов, Калиманов, Шефер и др., 2022*).



А



Б

Рисунок 12. Режимы попусков из Иртишского водохранилища, принятые в действующих правилах (А) и предложенные казахстанской стороной (Б)

Обращает внимание, что текущая работа по корректировке действующего режима Иртишского водохранилища, соответствует международной практике эффективного взаимодействия заинтересованных сторон по обеспечению рационального использования водных ресурсов трансграничных рек.

Несмотря на определенные успехи России и Казахстана в решении вопросов совместного использования водных ресурсов, для реализации мероприятий (в том числе и в рамках Единой Дорожной Карты) в трансграничном бассейне р. Урал по-прежнему актуальна разработка действенного формата межгосударственного взаимодействия. На наш взгляд, перспективным форматом может стать бассейновый план управления водными ресурсами, который является «открытым» и «динамичным» документом, в основу которого могут быть положены в том числе и расчеты, представленные в СКИОВО (таблица 12).

Таблица 12. Сравнение основных характеристик СКИОВО и бассейнового плана управления водными ресурсами (УВР)

Характеристики	Бассейновое планирование	Комплексные Схемы
Масштаб и формат управления	Бассейны; суб-бассейны; преобладает децентрализованное УВР	Национальные; крупные речные бассейны; централизованное УВР
Участие заинтересованных сторон (в том числе общестественности)	Участие в разработке плана	Информирование о важнейших элементах Схемы
Экологические аспекты УВР	Приоритетны	Приоритетны
Финансовые и экономические аспекты УВР	Детализация на уровне каждого мероприятия; разные источники финансирования; экономические инструменты	Общее финансирование для всех мероприятий; преобладают государственные источники финансирования
Соотношение технических и институциональных решений	Оба варианта представлены сбалансировано	Технические решения доминируют
Стратегии развития	Учет перспективных тенденций экономического развития, демографические прогнозы, ключевые тренды глобальной климатической системы	Учет прогнозных изменений водности и антропогенной нагрузки на период действия Схемы
Сроки реализации	Краткосрочный (2–3 года), среднесрочный (5–7 лет), долгосрочный (10–15 лет)	Долгосрочный (10–15 лет)

Данный формат достаточно успешно апробирован в странах Европейского Союза (рр. Дунай, Рейн, Эльба, Одер и др.) и Азии (р. Меконг). В Российской Федерации подобный опыт управления водными ресурсами был предложен для бассейна р. Обь (Винокуров, Жерелина, Красноярова, 2004).

Целесообразность разработки бассейнового плана в трансграничном бассейне р. Урал обоснована следующим: необходимостью систематического анализа текущей водохозяйственной обстановки; актуальностью стратегического планирования использования водных ресурсов на кратко- (2–3 года), средне- (5–7 лет) и долгосрочную (10–15 лет) перспективы; востребованностью учета тенденций экономического развития, демографических прогнозов, возрастающего влияния изменений климата и др. Кроме того, основной задачей бассейнового планирования станет формулировка стратегического видения трансграничного бассейна р. Урал на долгосрочную перспективу. Определение долгосрочной цели основывается на анализе текущей водохозяйственной ситуации и перспективных стратегий развития регионов, а также на оценке соответствия формулируемой цели принципам интегрированного управления водными ресурсами.

В рамках диссертационного исследования предложена адаптированная схема 7-летнего цикла бассейнового планирования УВР трансграничного бассейна реки Урал, включающий следующие стадии: анализ и оценка современной ситуации (по тематическим блокам) – реестр приоритетных проблем – формулировка стратегического видения трансграничного бассейна р. Урал – определение конкретных целей и задач – разработка содержания бассейнового плана – мониторинг и оценка реализации мероприятий бассейнового плана. Характеристика отдельных стадий цикла имеет авторскую редакцию с привязкой к результатам проведенного географо-гидрологического исследования пространственно-временных закономерностей формирования, распределения и использования водных ресурсов в трансграничном бассейне р. Урал.

Таким образом, ведущим направлением межгосударственного взаимодействия в трансграничном бассейне реки Урал является формирование устойчивой институциональной среды, основная задача которой – разработка и апробация действенных форматов, направленных на регламентацию использования водных ресурсов. Пространственная дифференциация физико-географических условий формирования речного стока и региональные особенности водохозяйственного комплекса, создают определенные вызовы для совместного управления водными ресурсами. Соответственно, достижение экологически безопасного и рационального водопользования зависит от согласованных действий России и Казахстана, основывающихся на мировом опыте институционального сотрудничества и учитывающих природную и водохозяйственную специфику трансграничного бассейна реки Урал.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Обосновано применение географо-гидрологического подхода для научного обеспечения комплексного использования водных ресурсов трансграничных рек степной зоны. Использование теоретических положений данного подхода позволило рассмотреть трансграничный бассейн р. Урал как природно-хозяйственную систему, характеризующуюся высокой степенью целостности. В результате поэтапной реализации концептуальной схемы исследования на основе географо-гидрологического подхода установлены пространственно-временные закономерности формирования и распределения ресурсов речного стока исследу-

емого бассейна в условиях изменяющегося климата и интенсивного антропогенного воздействия.

2. Современные метеорологические условия формирования речного стока в трансграничном бассейне р. Урал испытывают значимые региональные трансформации, являющиеся откликом на глобальные изменения климатической системы. Для большей части рассматриваемой территории характерно проявление макрорегиональных тенденций повышения температуры, установленных для Европейской части России. Тенденции изменения среднегодовой температуры воздуха статистически значимы – трендовая составляющая изменяется от 12 % (Кувандык) до 25–26 % (Айдырля, Беляевка) и 36–42 % (Бреды, Уральск, Оренбург, Атырау). Для среднемесячных температур наиболее значимый и повсеместный рост зафиксирован в зимний сезон (в среднем  $0,6^{\circ}\text{C}/10$  лет), что приводит к увеличению частоты наступления, продолжительности и интенсивности оттепелей.

3. Устойчивой тенденцией внутригодового распределения стока является сокращение доли весеннего половодья и увеличение доли меженных периодов (в первую очередь зимнего сезона), что обуславливает определенное выравнивание гидрографа годового стока и изменение основных характеристик водного режима рек казахстанского типа. В наименьшей степени трансформациям сезонного стока подвержены реки, охватывающие лесостепные и горнолесные водосборы (рр. Сакмара, Большой Кизил, Большой Ик) в пределах российского участка трансграничного бассейна р. Урал. Из общих тенденций изменения параметров речного стока в трансграничном бассейне р. Урал отметим сокращение значений коэффициента вариации и дисперсии годового стока.

4. Суммарное влияние антропогенных факторов (регулирование стока и безвозвратное изъятие водных ресурсов) в максимальной степени отразилось на объемах годового и весеннего стока. Снижение объема годового стока за период 1957–2020 годов в г. Оренбург составило около 21 % или  $0,72 \text{ км}^3/\text{год}$ ; в п. Кушум - около 20 % или  $2,1 \text{ км}^3/\text{год}$ . Установлено, что объемы безвозвратного изъятия стока в исследуемом бассейне изменяются в соответствии с динамикой отраслевого использования водных ресурсов. Например, отношение безвозвратного водопотребления в Оренбургской области на современном уровне к 2000 году составило 1,7 раза, т. е. сократилось на 41 %. Однако, в относительных величинах объемы безвозвратного изъятия стока возрастают; наиболее интенсивный рост отмечается, начиная с 2013 года, что обусловлено в первую очередь сокращением общих объемов водопотребления в регионе.

5. Комплексный анализ пространственной организации природопользования свидетельствует о формировании в трансграничном бассейне р. Урал устойчивых территориальных систем (природно-сельскохозяйственных, природно-технических и др.), основанных на широком использовании различных видов природных ресурсов. В настоящее время наблюдается перестройка данных систем природопользования, обусловленная изменениями макроэкономической ситуации в сопредельных государствах, и отразившаяся в первую очередь на фоновом природопользовании. Итогом подобных процессов стала стихийная (неплановая) трансформация системы расселения и отраслевой структуры, что привело к формированию обширных площадей мало используемых земель, расположенных преимущественно в российско-казахстанском приграничном секторе. В целом, результаты природно-хозяйственного районирования трансграничного бассейна р. Урал иллюстрируют преобладание средне- и сильнотрансформированных геосистем в большинстве природно-хозяйственных районов, вне зависимости от типа использования природных ресурсов.



6. Формирование и распределение ресурсов речного стока в трансграничном бассейне р. Урал характеризуется значительной пространственной дифференциацией – главная область стокоформирования расположена в верхнем и среднем течениях, в пределах российской части. Нижний участок р. Урал (южнее г. Уральск) является зоной потерь стока, которые оцениваются до 20 % годового стока. В регионах, со значительной долей транзитного стока, обращают внимание достаточно низкие величины свободного стока в маловодные годы (75–95 %). Например, в Оренбургской, Западно-Казахстанской и Атырауской областях в маловодные годы (P=95 %) величина свободного стока с учетом только местных ресурсов речного стока не превышает 0,2 км<sup>3</sup>/год.

7. Расчет коэффициента использования ( $K_{исп}$ ) водных ресурсов на основе соотношения величин стока и объемов используемой воды в регионах исследуемого бассейна позволили оценить антропогенную нагрузку на поверхностные воды. Максимальные значения  $K_{исп}$  для российских регионов рассчитаны для Оренбургской (14 % - общий сток и 29 % с учетом местных ресурсов речного стока) и Челябинской областей (6,3 % и 12,4% соответственно). Из казахстанских регионов умеренная антропогенная нагрузка на водные ресурсы установлена для Актюбинской областей (9,8 % - общий сток и 11,2 % - местный сток). Для объективной оценки антропогенной нагрузки на водные ресурсы рек степной зоны также важен учет параметров водности в конкретный год или период.

8. Положительная динамика показателей эффективности использования водных ресурсов в большинстве регионов исследуемого бассейна свидетельствует о технологических изменениях в производственных циклах. Коэффициент водооборота достиг максимальных значений (90–92 %) в Республике Башкортостан, Челябинской и Актюбинской областях, улучшилась ситуация с экономией воды в Оренбургской области. Зафиксировано уменьшение доли потерь воды при транспортировке в объеме использованных водных ресурсов (Оренбургская область, Республика Башкортостан). Результаты интегрального ранжирования подтверждают наличие региональных различий в показателях эффективности водопользования, что играет существенную роль при решении задач комплексного использования водных ресурсов трансграничного бассейна р. Урал. Согласно результатам прогноза целевых видов использования водных ресурсов, динамику отдельных показателей экономии воды в регионах Республики Казахстан на ближайшую перспективу будут определять объемы безвозвратного водопотребления на нужды орошаемого земледелия.

9. Результаты комплексных исследований, полученные в ходе применения географо-гидрологического подхода, свидетельствуют об актуальности разработки единых принципов и норм использования водных ресурсов трансграничного бассейна р. Урал. Обосновано, что одним из ведущих направлений международного сотрудничества в трансграничном бассейне р. Урал является формирование устойчивой институциональной среды. Важным направлением межгосударственного взаимодействия должна стать разработка практического инструментария, обеспечивающего реализацию межправительственных договоров и соглашений. В качестве перспективного формата, сочетающего нормативно-правовые основы и набор инструментов практической реализации, предложена адаптированная схема бассейнового планирования управления водными ресурсами трансграничного бассейна р. Урал.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Монографии

1. Геоэкологические проблемы степного региона / Под. ред. член-корр. РАН А.А. Чибилёва. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 378 с. (с участием автора подготовлен один раздел коллективной монографии).
2. Проблемы геоэкологии и степеведения. Том II. Развитие научной школы в Институте степи УрО РАН. Екатеринбург, 2010. С. 90–98. (с участием автора подготовлен один раздел коллективной монографии).
3. Российско-казахстанский трансграничный регион: история, геоэкология и устойчивое развитие. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С.166 -180. (с участием автора подготовлено два раздела коллективной монографии).
4. Проблемы геоэкологии и степеведения. Том IV. Оптимизация структуры земельного фонда и модернизация природопользования в степных регионах России. Оренбург: ИС УрО РАН, 2015. С.82-109. (с участием автора подготовлен один раздел коллективной монографии).
5. Оптимизация структуры земельного фонда и развитие сети ООПТ в степной зоне России / А.А. Чибилёв, С. В. Левыкин, А.А. Чибилёв-мл., **Ж.Т. Сивохип**, Г. В. Казачков, Ю.А. Падалко, В.М. Павлейчик, О.С. Руднева, Е.А. Семёнов. Оренбург: ИС УрО РАН, 2016. 210 с.
6. Географический атлас Оренбургской области / А. А. Соколов, А.А. Чибилёв, О. С. Руднева, Е.В. Барбазюк, С. А. Дубровская, А.И. Климентьев, С.В. Левыкин, В.М. Павлейчик, Ю.А. Падалко, В.П. Петрищев, Д.Г. Поляков, А.Г. Рябуха, **Ж.Т. Сивохип**, А.А. Чибилёв (мл.) - Оренбург: Институт степи УрО РАН; РГО, 2020. 160 с.

### Статьи в научных журналах Web of Science и Scopus

7. Винокуров Ю.И., Чибилев А.А., Красноярова Б.А., Павлейчик В.М., Платонова С. Г., **Сивохип Ж.Т.** Региональные экологические проблемы в трансграничных бассейнах рек Урал и Иртыш // Известия РАН. Серия географическая, 2010. № 3. С. 95–104.
8. Petrishev V.P., Chibilev A.A., **Sivokhip Zh. T.** Cluster differentiation of spring groundwater outcrops in the Southern Ural Region // Geography and Natural Resources, 2012. Vol. 33, №2. pp.165-171.
9. Pavleichik V.M., **Sivokhip Zh.T.** Formation of surface water quality in the basin of the upper reaches of the Ural River under technogenic transformation of the environment // Water resources, 2013. Vol.40, №5. pp. 499-509.
10. **Sivokhip Zh.T.**, Chibilev A.A. The ecologo-hydrological problems of the transboundary basin of the Ural River, and the prospects for institutional collaboration // Geography and Natural Resources, 2012. Vol. 33, №2. pp.165-171.
11. **Сивохип Ж.Т.**, Падалко Ю. А. Географо-гидрологические факторы опасных гидрологических явлений в бассейне р. Урал // Известия РАН. Серия географическая, 2014. №6. С.53-61.
12. Vasil'ev D.Y., **Sivokhip Z.T.**, Chibilev A.A. Climate dynamics and interdecadal discharge fluctuations in the Ural River Basin // Doklady Earth Sciences, 2016. Vol. 469 (1). pp. 710-715.
13. **Sivokhip Zh.T.**, Pavleichik V.M., Chibilev A.A., Padalko Yu.A. Problems of dependable water use in the transboundary Ural River basin // Water Resources, 2017. Vol. 44, №4, Iss. 4. pp. 673-684.
14. Павлейчик В.М., **Сивохип Ж.Т.**, Падалко Ю. А. Динамика русловых процессов в среднем течении реки Урал и риски природопользования // Известия РАН. Серия географическая, 2018. №5. С.36-44. DOI: 10.1134/S2587556618050126

15. Vasil'ev D.Y., Pavleychik V.M., **Sivokhip Zh.T.**, Chibilev A.A. The long pattern of temperature and precipitation in the Southern Urals // *Doklady Earth Sciences*, 2018. Vol. 478 (2). pp. 245-249. DOI: 10.1134/S1028334X18020186
16. Vasil'ev D.Y., Vodopyanov V.V., Zakirzyanov S.I., Semenov V.A., Zayzeva G.S., **Sivokhip Z.T.**, Chibilev A.A. A long-term forecast model of spring runoff: the case of the Belaya River // *Doklady Earth Sciences*, 2019. Vol. 486 (2). pp. 724-727. DOI: 10.1134/S1028334X19060345
17. Petrishchev V.P., **Sivokhip Z.T.**, Chibilev A.A. Geographical conditions for formation of spring flow in the Transvolga-Ural Region // *Geography and Natural Resources*, 2019. Vol. 40, №1. pp. 46-53. DOI: 10.1134/S1875372819010074
18. Рыбкина И. Д., **Сивохи́п Ж.Т.** Водные ресурсы Российско-Казахстанского трансграничного региона и их использование // *Юг России: экология, развитие*, 2019. №2. С.70-86. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-70-86
19. **Sivokhip Zh.T.**, Pavleychik V.M., Chibilev A.A. Change in the river water regime of the Ural River Basin // *Doklady Earth Sciences*, 2019. Vol. 488 (2). pp. 1217-1221. DOI: 10.1134/S1028334X19100192
20. Васильев Д. Ю., Водошнянов В. В., Закирзянов Ш.И., Кенженбаева А. Ж., Семенов В. А., **Сивохи́п Ж.Т.** Корреляционные связи многолетних колебаний месячного и годового стока в бассейне реки Урал // *Известия РАН. Серия географическая*, 2020. Т. 84, №3. С. 414–426. DOI: 10.31857/S2587556620030103
21. **Сивохи́п Ж.Т.**, Павлейчик В.М., Падалко Ю. А. Изменение минимального стока в бассейне реки Урал // *Известия РАН. Серия Географическая*, 2021. №6. С.900-913. DOI: 10.31857/S2587556621060133
22. **Sivokhip Zh.T.**, Pavleychik V.M., Chibilev A.A. Changes in River Runoff during Winter Low Water Periods in the Basin of the Ural River // *Doklady Earth Sciences*, 2021. Vol. 499 (2). pp. 703-707. DOI: 10.1134/S1028334X2108016X
23. Павлейчик В.М., **Сивохи́п Ж.Т.** Ландшафтно-гидрологический феномен образования плавучих островов на озере Чебаркуль (Давлетово) в бассейне реки Урал // *Юг России: экология, развитие*, 2022. №4. С.182-196. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-182-196
24. **Sivokhip Zh.T.**, Chibilev A.A. Transboundary River Basins: Principles for Solving the problems of Interstate Cooperation // *Geography and Natural Resources*, 2022. Vol. 43, №3. pp. 28-39. DOI: 10.1134/s1875372822030118
25. **Sivokhip Zh.T.**, Pavleichik V.M. A water resources use of transboundary rivers in the steppe zone under modern hydroclimatic conditions // *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems Research. Lecture Notes in Networks and Systems*, 2023. Vol. 250. pp. 3–15. DOI: 10.1007/978-3-030-78083-8\_1
26. **Sivokhip Zh.T.**, Pavleychik V.M., Chibilev A.A. Regional effects of Global Climate Changes in the Ural River Basin // *Doklady Earth Sciences*, 2023. Vol. 509 (2). pp. 477-482. DOI: 10.1134/S1028334X22602139

#### **Статьи в научных журналах РФ, рекомендованных ВАК**

27. **Сивохи́п Ж.Т.**, Чибилёв А.А. Географические предпосылки межгосударственного управления трансграничным бассейном р. Урал // *Использование и охрана природных ресурсов в России*, 2010. № 4, 5. С. 103–105, С. 111–115.
28. Леонтьева Е. А., **Сивохи́п Ж.Т.** Краткий анализ эколого-гидрохимической обстановки в бассейне р. Урал (в пределах Орско-Гайского промузла) // *Экология урбанизированных территорий*, 2011. № 1. С. 6–12.
29. Павлейчик В.М., **Сивохи́п Ж.Т.** Гидрохимическая устойчивость речных экосистем в условиях регулирования стока и техногенной трансформации среды // *Использование и охрана природных ресурсов в России*, 2011. № 3. С. 15–20.
30. Павлейчик В.М., **Сивохи́п Ж.Т.** Миграция загрязняющих веществ в условиях регулирования стока (на примере верхнего течения реки Урал) // *Известия Самар. науч. центра*, 2011. Т. 13 (39). №1 (6). С. 1472–1478.

31. Павлейчик В.М., **Сивохиц Ж.Т.** Водно-хозяйственные и трансграничные аспекты регулирования стока в бассейне реки Урал // Известия Самар. науч. центра, 2012. Т. 14, № 1 (9). С. 2367–2371.
32. Чибилёв А.А., **Сивохиц Ж.Т.**, Чибилёв А.А. (мл.), Падалко Ю. А. Оценка перспектив межгосударственного взаимодействия в трансграничном бассейне р.Урал // Проблемы региональной экологии, 2013. №1. С.33-39.
33. Павлейчик В. М., **Сивохиц Ж.Т.** Эколого-гидрологическая ситуация в бассейне р. Таналык в условиях техногенной трансформации природной среды в Южном Зауралье // Известия Самар. науч. центра, 2013. Т. 15. № 3 (3). С. 945–948.
34. **Сивохиц Ж.Т.**, Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Трансграничные речные бассейны Азиатской России: эколого-географические особенности институционального сотрудничества // Известия Самар. науч. центра, 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 954–957.
35. Павлейчик В.М., **Сивохиц Ж.Т.** Дифференциация бассейна р.Урал по степени антропогенной трансформации условий поверхностного стока // Известия Самар. науч. центра, 2014. Т. 16, № 1 (4). С. 1013–1016.
36. **Сивохиц Ж.Т.** Пространственно-временная специфика многоводий в бассейне р.Урал // Известия Самар. науч. центра, 2014. Т. 16, № 1 (4). С. 1023–1027.
37. **Сивохиц Ж.Т.** Анализ эколого-гидрологической специфики трансграничного бассейна р. Урал в связи с регулированием стока // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология, 2014. № 3. С. 87–94.
38. Чибилёв А.А., **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В.М., Падалко Ю. А. Эколого-гидрологические последствия регулирования стока в бассейне реки Урал // Проблемы региональной экологии, 2014. № 5. С. 190–197.
39. **Сивохиц Ж.Т.** Эколого-гидрологическая специфика малых рек как показатель устойчивого природопользования в степной зоне // Вестник Оренб. гос. ун-та, 2015. № 10. С. 355–358.
40. **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В.М. Пространственный анализ факторов трансформации речного стока в трансграничном бассейне р.Урал // Вестник Оренб. гос. ун-та, 2015. № 13. С. 203–208.
41. **Сивохиц Ж.Т.** К разработке географических основ интегрированного управления водными ресурсами в трансграничном бассейне р.Урал // Известия Саратов. гос. ун-та. Серия Науки о Земле, 2016. Т.16. Вып.2. С. 81–86.
42. **Сивохиц Ж.Т.** Устойчивое водопользование как фактор гидроэкологической безопасности в трансграничном бассейне р. Урал // Вестник Оренб. гос. ун-та, 2016. № 7 (195). С. 78–84.
43. **Сивохиц Ж.Т.** Геопространственная специфика территориальных систем расселения в трансграничном бассейне реки Урал // Вестник Перм. национ. исследов. политех. ун-та. Прикладная экология. Урбанистика, 2017. №3. С. 26–38.
44. Падалко Ю. А., **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В.М. Эколого-гидрологические и водохозяйственные аспекты маловодий в бассейне р. Урал // Вестник Оренб. гос. ун-та, 2017. №12. С. 68–71.
45. **Сивохиц Ж.Т.** Анализ нормативно-правовых основ и механизмов институционального сотрудничества в трансграничных речных бассейнах // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология, 2018. №1. С.59-66.
46. Павлейчик В.М., **Сивохиц Ж.Т.** Особенности многолетнего и сезонного стока рек бассейна р.Урал (на примере рр. Салмыш и Большой Ик) // Известия Иркут. гос. ун-та. Серия: Науки о Земле, 2018. Т. 24. С.70-80. DOI: 10.26516/2073-3402.2018.24.70
47. **Сивохиц Ж.Т.** Анализ факторов пространственной трансформации фонового природопользования в трансграничном бассейне реки Урал // Известия Саратов. гос. ун-та, 2018. Т. 18. №4. С.248-254. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-4-248-254
48. **Сивохиц Ж.Т.** Региональная специфика системы сельского расселения в трансграничном бассейне р. Урал // Вестник Перм. национ. исследов. политех. ун-та. Прикладная экология. Урбанистика, 2018. №3. С. 45–56. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.03.03

49. **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В.М. Современные тенденции внутригодового распределения речного стока в бассейне р. Урал // Известия Иркут. гос. ун-та. Серия: Науки о Земле, 2020. Т. 33. С. 112–123. DOI: 10.26516/2073-3402.2020.33.
50. **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В.М. Современное состояние и использование водных ресурсов трансграничных рек степной зоны // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, 2022. №2. С.95-110. DOI: 10.35567/19994508\_2022\_2\_8
51. Козлова М. А., **Сивохиц Ж.Т.** Оценка динамики качества воды трансграничного бассейна реки Урал // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, 2022. № 6. С. 107–119. DOI: 10.35567/19994508\_2022\_6\_7
52. **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В.М. Региональные тенденции изменения климата в бассейне реки Урал // Известия Иркут. гос. ун-та. Серия «Науки о Земле», 2022. № 3. С.106-117. DOI: 10.26516/2073-3402.2022.41.106
53. Магрицкий Д.В., Кенжебаева А. Ж., **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В.М. Научно-прикладное изучение стока рек в бассейне Урала в XX – начале XXI века. Часть 2. Трансграничное водопользование и водный режим устья Урала // Вопросы степеведения, 2023. №2. С.17-42. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-2-17-42
54. **Сивохиц Ж.Т.**, Павлейчик В. М. Современные изменения максимального стока рек бассейна реки Урал // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология, 2024. № 2. С. 88–96.

#### **Материалы докладов и статьи, опубликованные в других изданиях**

55. **Сивохиц Ж.Т.**, Чибилёв А.А. Основные источники и факторы экологических рисков в трансграничном бассейне р.Урал // Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования. Сб. науч. тр. Всеросс. науч. конф. (25–30 июля 2011 г., Калининград). С. 374–380.
56. **Сивохиц Ж.Т.**, Чибилёв А.А. Трансграничный бассейн р. Урал: особенности межрегионального и межгосударственного взаимодействия // Вода и водные ресурсы: системообразующие функции в природе и экономике. Мат-лы Всеросс. научн. конф. (23–28 июля 2012 г., Цимлянск), 2012. С. 487–492.
57. **Сивохиц Ж.Т.** Территориальный анализ экстремальных гидрологических ситуаций в трансграничном бассейне реки Урал // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии // Тр. Всеросс. научн. конф. с междунар. участием, посвященной 25-летию Института водных и экологических проблем СО РАН (20-24 августа 2012 г., Барнаул). Т.3. С. 237–241.
58. **Сивохиц Ж.Т.** Экстремальные гидрологические ситуации в трансграничном бассейне р. Урал // Вопросы географии и геоэкологии, 2013. № 1. С. 31–35.
59. **Сивохиц Ж.Т.**, Чибилёв А.А. Территориальный анализ опасных гидрологических ситуаций в трансграничном бассейне р. Урал // Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управления и предотвращения угроз. Мат-лы Всеросс. науч. конф. (07–13 октября 2013 г., Краснодар), 2013. С. 242–248.
60. **Сивохиц Ж.Т.** Анализ региональной специфики природопользования в трансграничном бассейне р.Урал // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии. Тр. Всеросс. науч. конф. с междунар. уч. (25–29 августа 2014 г., Барнаул), 2014. Т.1. С. 31–37.
61. **Сивохиц Ж.Т.** Проблемы и перспективы интегрированного управления водными ресурсами в странах Евразийского экономического союза // Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.». Тр. Всеросс. науч. конф. (6–11 июля 2015 г., Петрозаводск). Т.2. С. 136–143.
62. **Сивохиц Ж.Т.** Анализ региональных угроз устойчивого водопользования в трансграничном бассейне р. Урал // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. Тр. IV Всерос. науч. конф. с междунар. уч. (15–18 сентября 2015 г., Москва). С.336–338.

63. Чибилёв А.А., Сивохиц Ж.Т. Водно-экологические проблемы российско-казахстанского трансграничья в бассейне р.Урал // Байкальский междунар. эколог. форум (2–3 октября 2016 г., Иркутск, Ин-т географии им В.Б. Сочавы СО РАН). С.26–38.
64. Сивохиц Ж.Т. Эколого-географические аспекты интегрированного управления водными ресурсами в трансграничном бассейне реки Урал // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование. Мат. Междунар. науч.-практ. конф. (22–24 сентября 2016, Алматы, Институт географии РК). С. 354–360.
65. Сивохиц Ж.Т. К оценке эффективности институциональных механизмов управления трансграничными водными ресурсами // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения. Мат-лы Всеросс. науч. конф. (2–7 сентября 2017 г., Сочи, Ин-т водных проблем РАН). С. 619–624.
66. Сивохиц Ж.Т. Пространственно-временная специфика регионального природопользования в трансграничном бассейне реки Урал // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии. Тр. III Всеросс. конф. (28 августа — 1 сентября 2017 г., Барнаул, Институт водных и экологических проблем СО РАН). Т.4. С.115–125.
67. Сивохиц Ж.Т. Трансграничные речные бассейны: концептуальные подходы и проблемы межгосударственного взаимодействия // Геосистемы в Северо-Восточной Азии. Типы, современное состояние и перспективы развития. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2018. С. 520–526.
68. Сивохиц Ж.Т., Павлейчик В.М., Чибилёв А.А., Падалко Ю. А. Современные изменения водного режима рек бассейна р.Урал // Вопросы географии. Сб. 145 Гидрологические изменения, 2018. С.298–313.
69. Сивохиц Ж.Т. К обоснованию подходов природно-хозяйственного районирования трансграничных речных бассейнов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов. Мат-лы XIII Междунар. ландшафт. конф. (14–17 мая, 2018 г., Воронеж). 2018. Т.1. С.250–251.
70. Сивохиц Ж.Т. Трансформация региональной системы природопользования в трансграничном бассейне р.Урал // Современные тенденции пространственного развития и приоритеты общественной географии. Мат-лы междунар. науч. конф. (12–19 сентября 2018 г., Барнаул). Т.2. С. 177–181.
71. Сивохиц Ж.Т. К опыту комплексного управления водными ресурсами в трансграничных речных бассейнах степной зоны Евразии // Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования. Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (23–27 сентября 2019 г., Иркутск, Институт Географии им. В.Б. Сочавы СО РАН). С. 247–250.
72. Сивохиц Ж.Т. Водные ресурсы российско-казахстанского трансграничного региона и их использование в современных гидроклиматических условиях // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Мат-лы Всеросс. научн. конф. (8–12 сентября 2019 г., Нижний Новгород, Институт водных проблем РАН). С. 539–544.
73. Сивохиц Ж.Т. Современные проблемы использования водных ресурсов в российско-казахстанском трансграничном регионе // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. VII Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. уч. (30 мая – 2 июня 2019 г., Пермь, Пермский нац. гос. иссл. ун-т). Т.3. С. 45–49.
74. Sivohip Zh. T. Aspects of water use in Russia-Kazakhstan transboundary region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 321 (2019) 012354. DOI: 10.1088/1755-1315/321/1/012054
75. Сивохиц Ж.Т. Институционально-правовые аспекты комплексного использования водных ресурсов в трансграничных речных бассейнах // Трансграничные территории востока России. Факторы, возможности и барьеры развития. Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (6–8 сентября 2021 г., Улан-Удэ). С. 304–309.
76. Сивохиц Ж.Т. Проблемы комплексного использования водных ресурсов трансграничных рек степной зоны Евразии // Трансграничные водные объекты: использование,

управление, охрана. Мат-лы Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. (20–25 сентября 2021 г., Сочи). С. 339–343.

77. **Сивохип Ж.Т.**, Павлейчик В.М. Региональные особенности водопользования в условиях дефицита водных ресурсов трансграничных рек степной зоны // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Мат-лы VIII Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. уч. (27–30 мая 2021 г., Пермь, ПГНИУ), 2021. С. 226–231.

78. **Sivokhip Zh. T.**, Pavleichik V.M. Regional characteristics of water use in conditions of water scarcity in steppe transboundary river basins (the Ural River basin as a case study // IOP Conferences Series: Earth Environ, 2021. Vol. 834. pp. 012060. DOI: 10.1088/1755-1315/834/1/012060

79. **Сивохип Ж.Т.** К оценке эффективности использования водных ресурсов трансграничных рек степной зоны // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии. Мат-лы IV Всеросс. науч. конф. с междунар. уч. (29 августа – 03 сентября 2022 г., Барнаул). 2022. Т. 3. С. 184–191.

80. Магрицкий Д.В., **Сивохип Ж.Т.**, Павлейчик В.М., Кисебаев Д.К. Научно-прикладное изучение стока рек в бассейне Урала в XX – начале XXI века. Часть 1. Стоки и водный режим. Многолетние изменения // Вопросы степеведения, 2023. №1. С.21–44. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-1-25-44

81. **Сивохип Ж.Т.**, Павлейчик В.М., Падалко Ю. А., Козлова М. А. Гидроэкологические ограничения использования водных ресурсов трансграничных рек степной зоны (на примере рр. Урал и Тобол) // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Тр. IX Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. уч. (25–28 мая 2023 г., Пермь, ПГНИУ), 2023. С. 292–298.

82. **Сивохип Ж.Т.**, Павлейчик В.М., Падалко Ю. А. Проблемы гарантированного обеспечения водными ресурсами в бассейне реки Урал // Вопросы географии. Сб. 157. Водные проблемы и их решение. М.: Медиа-ПРЕСС, 2023. С.250–273.

Подписано в печать 29.08.2024. Бумага офсетная. Формат 60x84/16.  
Усл. печ. л. 2,0. Тираж 110 экз. Заказ № ЗЛ-456  
Отпечатано в типографии ООО «Типография «Южный Урал»  
460000, г. Оренбург, пер. Свободина, 4