

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В. ЛОМОНОСОВА**  
**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

*На правах рукописи*

Егорова Ангелина Игоревна

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ**  
**НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ В РЕГИОНАХ РОССИИ**

Специальность 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика  
(экономика природопользования и землеустройства)

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Научный руководитель:  
доктор экономических наук, доцент  
Никоноров С.М.

Москва — 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ.....</b>	<b>17</b>
1.1. Особенности водопотребления с учетом климатических изменений и антропогенного воздействия в мире.....	17
1.2. Рациональное управление водопотреблением в России в рамках выполнения Целей устойчивого развития .....	35
1.3. Эколого-экономические аспекты водопотребления в России .....	43
Выводы к главе 1 .....	65
<b>ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ.....</b>	<b>67</b>
2.1. Тенденции водопотребления в регионах России .....	67
2.2. Использование водных ресурсов в экономике с выделением наиболее водоемких регионов и отраслей.....	82
2.3. Декаплинг водных ресурсов.....	95
Выводы к главе 2 .....	106
<b>ГЛАВА 3. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ.....</b>	<b>108</b>
3.1. Интегральный показатель комплексного воздействия на водные ресурсы .....	108
3.2. Эколого-экономический интегральный показатель (экономический эффект) .....	126
3.3. Прогнозирование динамики основных показателей эколого-экономического учета и приоритетные направления совершенствования государственной политики в области использования водных ресурсов.....	132
Выводы к главе 3 .....	144
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>146</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>148</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>165</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Российская Федерация обладает колоссальными запасами пресных водных ресурсов и по их объемам относится к наиболее обеспеченным странам мира. Возобновляемые водные ресурсы страны составляют около 4324 км<sup>3</sup>/год (Шикломанов, 2008). Их пространственное распределение на территории страны крайне неоднородно. Однако, несмотря на неравномерность их распределения, вода остается неучтенным фактором, препятствующим созданию конкурентных преимуществ долгосрочного экономического роста России.

Физическая нехватка воды считается преобладающей, если исчерпано 75% водных ресурсов. Экономически нехватка воды может происходить даже в случае исчерпания менее 25% водных ресурсов. Оба типа нехватки воды могут приводить к серьезным проблемам для развития экономики страны<sup>1</sup>. По оценкам Всемирного Банка, уже сегодня 3,6 млрд человек (то есть почти половина населения мира) проживает в районах, где дефицит водных ресурсов может наблюдаться не менее одного месяца в год; к 2050 г. эта цифра увеличится, составив от 4,8 до 5,7 млрд человек (и это без учета климатических изменений<sup>2</sup>). Согласно данным ООН, за последние 100 лет использование водных ресурсов выросло в 6 раз и продолжает расти на 1% в год под влиянием увеличения потребления, а также демографического и экономического роста. Изменение климата еще больше осложнит ситуацию в регионах, где на эти ресурсы уже наблюдается серьезная нагрузка<sup>3</sup>.

Для обеспечения потребностей всех сфер жизнеобеспечения человека и устойчивого экономического роста требуется определение будущих потребностей в воде и прогнозирование водопотребления.

Применительно к Российской Федерации водные ресурсы являются ключевым, фундаментальным фактором построения успешной экономической модели ее развития. Учащающиеся засухи вследствие усиления влияния климатических изменений, неравномерное распределение водных ресурсов на территории Российской Федерации воздействуют на водообеспеченность. Сохранение баланса между спросом на потребление в будущем и обеспечением водоемких отраслей требует разработки новых подходов к управлению (Егорова, 2022b).

---

<sup>1</sup> Руководство по комплексному мониторингу Цели устойчивого развития 6: целевые задачи и глобальные показатели. — UN-Water, 14 июля 2017 года.

<sup>2</sup> Всемирный доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов. 2018. С. 2.

<sup>3</sup> The United Nations World Water Development Report 2020. Water and climate change. [Электронный ресурс]. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985/PDF/372985eng.pdf.multi> (дата обращения: 01.02.2024).

По мере увеличения численности населения, развития сельского хозяйства и промышленности увеличивается потребность в воде. Вода — основа экономики, база производственной деятельности. Изменение климата, ухудшение состояния водных объектов и качества водных ресурсов, а также активная урбанизация приводят к сокращению водных ресурсов и, как следствие, к снижению экономического роста.

В Российской Федерации загрязнены практически все реки, что обусловлено поступлением загрязнений со сточными водами. При этом 88% сточных вод, подлежащих очистке, сбрасываются неочищенными до требуемого уровня. 95% сельских поселений не имеют канализационных очистных сооружений. Негативное воздействие от результатов накопленной в прошлом экономической деятельности, отсутствие очистки сточных вод — основные причины ухудшения качества воды.<sup>4</sup>

Наблюдаемое усиление изменений в гидрометеорологии заставляет предусмотреть последствия климатических изменений, которые будут играть все большую роль на международном, национальном и региональном уровнях.

Актуальность решения водных проблем объясняет их выделение в отдельную шестую цель устойчивого развития ООН (далее – ЦУР 6) — «Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитарии для всех»<sup>5</sup>.

По прогнозам, конкуренция за пресную воду между городами и сельскохозяйственными районами будет расти из-за быстрой урбанизации, в связи с которой спрос на воду в городах увеличится на 80% к 2050 г.

Актуальность темы исследования обусловлена и тем фактом, что эффективность использования водных ресурсов синергически связана с экономическим ростом (ЦУР 8), инфраструктурой и индустриализацией (ЦУР 9), городами и населенными пунктами (ЦУР 11), потреблением и производством (ЦУР 12), а также, согласно исследованиям Стокгольмского международного института воды (SIWI, Швеция), с сохранением морских экосистем (ЦУР 14)<sup>6</sup>.

В настоящее время характерно усугубление отрицательных экологических тенденций, что в совокупности с прогнозируемым ростом населения земли (до 9 млрд человек к 2040 г.) и увеличением численности среднего класса (до 1/3 от общей численности населения) обусловит стремительный рост спроса на ресурсы. Уже к 2030 г. глобальная потребность в водных ресурсах

---

<sup>4</sup> Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия "Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта "Экология", в том числе своевременности их финансового обеспечения, достижения целей и задач, контрольных точек, а также качества управления" // Счетная палата. Москва. 2020. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/697/6974665033576448bae98baa0e9626e4.pdf>

<sup>5</sup> Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год / под ред. С.Н. Бобылева и Л.М. Григорьева. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2017. 292 с.

<sup>6</sup> Looking upstream to achieve SDG 14. Stockholm: Stockholm International Water Institute [Электронный ресурс]. URL: <https://siwi.org/latest/looking-upstream-to-achieve-sdg-14/> (дата обращения: 01.09.2023).

увеличится на 30%, при этом состояние окружающей среды не учитывает последствия глобального экономического роста<sup>7</sup>.

Состояние окружающей среды прямо и косвенно влияет на водные ресурсы. Прямое воздействие связано с непосредственным контактом вредных веществ с водой. Это тем более актуально для промышленных районов, где опасные химические вещества все чаще попадают в воду из-за нарушений на промышленных объектах или авариях при их транспортировке и хранении. Очевидные глобальные изменения климата приводят к явному уменьшению объема осадков, а также усилению процессов испарения и снижению уровня грунтовых вод. Картину усугубляет увеличение численности населения планеты и происходящий вследствие этого рост потребления водных ресурсов. В настоящее время около 50% мирового населения уже испытывает дефицит ценного ресурса без учета климатических изменений<sup>8</sup>.

Динамический экономический рост, прирост населения и увеличение мирового потребления привели, с одной стороны, к увеличению использования водных ресурсов в экономике, а с другой — усилили антропогенное воздействие на водные ресурсы и экосистемы, а также повысили нагрузку на водные объекты. Для обеспечения потребностей всех сфер жизнеобеспечения человека и устойчивого экономического роста требуется определение будущих потребностей в воде и стратегическое планирование водопотребления.

Учащающиеся засухи из-за роста влияния климатических изменений, неравномерное распределение водных ресурсов на территории Российской Федерации и антропогенное воздействие негативно влияют на водообеспеченность. Сохранение баланса между ростом водопотребления и обеспечением водоемких отраслей требует разработки новых подходов к управлению водными ресурсами.

На водные ресурсы оказывает влияние как состояние окружающей среды, так и антропогенное воздействие (Коронкевич, 2019). К прямым воздействиям антропогенного характера следует отнести те, которые оказывают непосредственное влияние на режим и качество поверхностных и подземных вод. Основными видами прямых антропогенных нагрузок на водные ресурсы являются: использование воды на хозяйственно-питьевые нужды населения, ее использование в сельском хозяйстве и в промышленности, а также сброс сточных вод от различных хозяйствующих предприятий и жилищно-коммунального комплекса (Ясинский, 2018).

---

<sup>7</sup> Группа высокого уровня Генерального секретаря по глобальной устойчивости. «Жизнеспособная планета жизнеспособных людей: будущее, которое мы выбираем. Обзор». — Нью-Йорк: Организация Объединенных Наций, 2012.

<sup>8</sup> Всемирный доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов. 2018. С. 2.

Анализ системы статистической отчетности свидетельствует о недостатке качественных показателей для экологической оценки антропогенного воздействия на водные ресурсы. В частности, в Российской Федерации дефицит пунктов мониторинга качества водных ресурсов.

В ряде регионов с дефицитом водных ресурсов требуется сопоставление будущих потребностей наиболее водоемких отраслей, которые являются ключевыми, исходя из структуры экономики с оценкой доступных водных ресурсов. Если источники воды загрязняются сильнее, то объектам водоснабжения требуется больше финансовых затрат на водоподготовку, что впоследствии увеличивает стоимость водных ресурсов для потребителей (физических и юридических лиц). В связи с ненадлежащей очисткой водных ресурсов и сбросов в водные источники увеличивается антропогенная нагрузка на всю экосистему.

Изменение климата, приводящее к стихийным бедствиям и засухам, заставляет специалистов уделять все большее внимание внедрению моделей устойчивого развития. При сравнении ситуации в России с показателями зарубежных государств, находящихся на различных этапах развития, важно учитывать устойчивое развитие и Цели устойчивого развития (ЦУР) в их наиболее обширном понимании.

С одной стороны, необходимо учитывать динамику изменений санитарно-гигиенических условий жизни человека, развитие региональной промышленности и интенсивность орошаемого земледелия. С другой, сложность вызывает учет загрязнения водных ресурсов (сброс в реки отходов промышленности и химических производств, а также канализационных сточных вод). Необходимо контролировать изменение гидрологического режима поверхностных вод (например, как результат широкомасштабной мелиорации земель, строительство противопаводковых сооружений), а также отслеживать влияние водного транспорта.

Разработка комплексных решений, связанных с водными ресурсами, должна учитывать их глобальность и гибкость. В этой связи в долгосрочные процессы принятия решений должен быть включен учет особенностей финансирования и научно-технического развития, перечисленных выше видов антропогенного воздействия и управления ими (Егорова, 2022а).

Для обеспечения рационального управления водопотреблением и экологической безопасностью водных ресурсов Российской Федерации целесообразно скорейшее принятие системы комплексных мер, обеспечивающих связи между устойчивым развитием и соответствующими процессами в экономической, социальной и экологической областях в долгосрочной перспективе.

Достижение устойчивого социально-экономического развития водопотребления и содействие прогрессу в данном отношении во многом зависит от обеспечения комплексного мониторинга водных объектов и прилегающих к ним территорий.

Детальная оценка требует более качественных данных: расширенное число параметров качества воды; сценарный прогноз качества воды в условиях глобальных климатических изменений и социально-экономических трансформаций; комплексный анализ взаимозависимости загрязнения воды и угроз для здоровья населения, вызванный ее состоянием; обзор технических и управленческих возможностей для решения проблемы загрязнения воды; анализ вариантов смягчения, которые могут предотвратить загрязнение, в том числе технических вариантов и подходов к управлению.

Целесообразно осуществлять глобальный мониторинг сопоставимости данных для гармонизации и синхронизации в динамике в России и мире в целом. В связи с растущим мировым вододефицитом водные ресурсы в будущем могут стать ключевым фактором при выборе территории для размещения различных производств. Опыт КНР свидетельствует о том, что территории, где имеются дешевая рабочая сила и низкие тарифы на водные ресурсы и энергетику, государство видит наиболее привлекательными с точки зрения сокращения финансовых ресурсов на операционную деятельность. КНР на таких территориях локализует перспективные производства, так как здесь имеется больше возможностей для наращивания объемов производства и увеличения валового регионального продукта (ВРП) страны.

Что касается Российской Федерации, то она, как один из основных лидеров по запасам водных ресурсов, при наличии эффективной экологической политики и успешной реализации водоохраных мер, сможет сформировать конкурентное преимущество в сравнении со странами, имеющими дефицит водных ресурсов, в которых конечная стоимость изготавливаемой продукции будет неконкурентная из-за высоких тарифов на водные ресурсы. Соответственно, Российская Федерация сможет предложить на мировом рынке продукцию по более выгодным конкурентным ценам.

В данной научной работе в рамках комплексного подхода были собраны статистические данные, позволяющие провести как комплексную оценку эколого-экономического воздействия на водные ресурсы, так и выявить наиболее депрессивные регионы по ряду экологических показателей.

При планировании программ социально-экономического развития должны учитываться не только планы по наращиванию объемов производства и росту валового регионального продукта, но и будущий объем забора водных ресурсов. Агломерационная политика должна быть направлена на оценку антропогенного воздействия при развитии инфраструктуры и учитывать будущие потребности всех водопользователей, включая прогнозную динамику численности населения и объемы, необходимые для устойчивого функционирования наиболее водоемких отраслей.

Аналогичный подход может быть применен при строительстве инфраструктуры для оценки будущего воздействия на водные ресурсы и водные биологические ресурсы.

### **Степень научной разработанности проблемы**

Вопросам устойчивого развития, оценке воздействия на водные ресурсы уделяется внимание на кафедре экономики устойчивого развития и природопользования экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В частности, под руководством С.Н. Бобылева опубликованы труды в области оценки воздействия на природные ресурсы, эколого-экономической оценки, целей и индикаторов устойчивого развития, устойчивого развития городов и циркулярной экономики (О.В. Кудрявцева); особенностей изменения экологической политики (О.И. Маликова); оценки эколого-экономической эффективности природопользования и социо-эколого-экономических аспектов управления устойчивым развитием (С.М. Никоноров); проблем измерения устойчивого развития (К.В. Папенков); проблем экологической политики (И.Ю. Ховавко); экономических аспектов совершенствования природоохранной политики, внедрения наилучших доступных технологий и перспектив ESG-трансформации регионов России (С.В. Соловьева); перспектив устойчивого развития регионов (К.С. Ситкина); экономической оценки межотраслевых потоков природных ресурсов и загрязнений (Е.Ю. Яковлева); голубой экономики и устойчивого развития Арктики (А.И. Кривичев).

В части формирования основ пространственного размещения ресурсно-производственного потенциала и управления ресурсно-функциональными подсистемами на региональном уровне необходимо отметить работы следующих ученых: А.Г. Гранберг, С.А. Иванков, В.Н. Княгинин.

Инструментарий поддержки принятия управленческих решений в области водохозяйственного комплекса страны (состояние, проблемы использования, охрана, управление водными ресурсами и прогнозирование экономических последствий климатических изменений), а также поддержки формирования стратегического видения на национальном, региональном и бассейновом уровнях страны в целом основан на трудах Института водных проблем РАН: В.И. Данилова-Данильяна, Д.М. Ярошевского, Л.К. Левит-Гуревича, В.Г. Пряжинской и др. Также ценные разработки созданы в ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов»: С.Д. Беяева, Ю.Б. Мерзликиной, Н.Б. Прохоровой.

В области управления водными ресурсами важно отметить исследования в сфере антропогенного воздействия на водные ресурсы (Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, А.Г. Георгиади, С.В. Долгов, И.С. Зайцева, Е.А. Кашутина, С.В. Ясинский, И.А. Вишневская); в сфере зеленой экономики и анализа системы управления водными ресурсами (А.В. Шевчук); анализа и прогноза антропогенного воздействия на окружающую среду (И.М. Потравный); стоимостной

оценки водных ресурсов (О.Е. Медведева); загрязнения водных ресурсов (С.Н. Кириллов); разработки стратегий водопользования (В.Л. Квинт, И.В. Новикова, М.К. Алимуратов, Г.В. Задорожная).

Таким образом, в научной литературе достаточно широко исследованы вопросы функционирования природно-ресурсных подсистем, в том числе водохозяйственных регионов, включая особенности их организации и функционирования. Показана их ведущая роль в формировании предпосылок развития региональных и национальных экономических систем, предложены инструменты стратегического управления ими, однако недостаточно проработаны вопросы комплексной оценки воздействия на водные ресурсы и экономику.

Региональные стратегии в области водных ресурсов остаются малоэффективным механизмом в управлении водными ресурсами, так как они не синхронизированы с отраслевыми стратегиями и не учитывают водопотребление в отраслях экономики.

В России и за рубежом ученые все чаще обращаются в своих исследованиях к декаплингу водных ресурсов как наиболее востребованному методу оценки воздействия, поддерживаемому авторитетными международными организациями. В эколого-экономическом аспекте декаплинг означает разрыв связи между ростом давления на окружающую среду и экономическими показателями. В тексте официального документа понятие «декаплинг» в эколого-экономическом аспекте впервые было употреблено в принятой в 2001 г. Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) «Экологической стратегии на первое десятилетие XXI века», где оно было определено в качестве ситуации, в рамках которой наблюдается отставание темпов роста экологической нагрузки от темпов роста экономической движущей силы, обусловившей ее проявление<sup>9</sup>.

Одним из первых ученых, начавших обсуждение взаимосвязи между экономическим развитием стран и экологическими последствиями в контексте потребления ресурсов был Лютер Картер (Luther J. Carter), в 1966 г. Эрнст Ульрих фон Вайцзеккер (Von Weizsäcker), один из авторов аналитических докладов Римскому клубу, также активно занимался исследованиями, посвященными декаплингу. К современным зарубежным авторам, занимающимся декаплингом, относятся Хаапанен Л. (Haapanen L.), Тапио П. (Tapiro P.), Хеденус Ф. (Hedenus F.) и др.

Среди российских исследований и публикаций на тему декаплинга можно выделить работы И.Д. Аникина, А.А. Аникиной, Т.Е. Дмитриевой, А.А. Максимова, В.А. Носкова.

---

<sup>9</sup> URL: <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/1863539.pdf> (дата обращения: 12.02.2024).

В мире имеется устойчивая необходимость прогнозирования водопотребления с учетом развития отраслей экономики и других факторов, связанных с воздействием на водные ресурсы и на отрасли экономики.

Перечисленные обстоятельства легли в основу формулировки цели и задач настоящего исследования.

#### **Цель и задачи исследования.**

**Цель** исследования состоит в эколого-экономической оценке антропогенного воздействия на водные ресурсы.

**Задачи.** В соответствии с заявленной целью настоящего исследования в работе были поставлены следующие задачи:

1. Совершенствование базовой системы показателей эколого-экономического учета, в том числе выделение оптимальных ключевых показателей использования водных ресурсов и антропогенного воздействия на них.
2. Проведение расчетов по выделенным базовым показателям эколого-экономического учета на примере регионов Российской Федерации в динамике за несколько лет.
3. Оценка взаимосвязи экономического роста и воздействия на водные ресурсы, в том числе в зависимости от изменения затрат на водоохранные мероприятия и объема использованной воды.
4. Построение рейтингов регионов по уровню воздействия на водные ресурсы и экономического эффекта от этого воздействия.
5. Разработка направлений совершенствования государственной политики в области использования водных ресурсов.

**Объектом** исследования является взаимосвязь воздействия на водные ресурсы и экономического роста в регионах России.

**Предметом** исследования выступает эколого-экономическая оценка воздействия на водные ресурсы.

#### **Научная новизна**

1. Отобраны и обоснованы наиболее релевантные международные показатели декаплинга экономического эффекта и эколого-экономического эффекта, отсутствующие на данный момент в отечественной системе учета, направленные на улучшение качества управления водными ресурсами в Российской Федерации, исходя из особенностей экономического развития и состояния водных ресурсов страны.

2. Выявлены негативные тенденции декаплинга экономического эффекта и эколого-экономического эффекта в большинстве регионов Российской Федерации в динамике за последние более чем 10 лет.

3. Оценена степень взаимосвязи между экономическим ростом и воздействием на водные ресурсы в регионах Российской Федерации в 2014 и 2021 гг. и выявлено отсутствие устойчивой связи.

4. Выявлена высокая дифференциация в регионах Российской Федерации по уровню воздействия на водные ресурсы и уровню экономического эффекта от воздействия на водные ресурсы.

5. Предложены и обоснованы направления развития государственной политики, связанные с совершенствованием системы мониторинга и прогнозирования потребностей в водных ресурсах.

#### **Теоретическая значимость исследования**

Теоретическая значимость исследования заключается в совершенствовании эколого-экономической оценки воздействия на водные ресурсы для соблюдения баланса между устойчивым экономическим ростом страны и водопотреблением в отраслях экономики, а также для минимизации негативного воздействия на водные ресурсы в регионах Российской Федерации.

Предложенная система показателей позволяет создать основу для прогнозирования и моделирования будущей ситуации на основе данных о потреблении

#### **Предполагаемая практическая значимость исследования**

Полученные основные выводы и положения могут быть использованы в качестве инструментария поддержки принятия решений на основе оценки комплексного воздействия на водные ресурсы, при прогнозировании использования водных ресурсов и для разработки мер по снижению негативного воздействия на водные ресурсы.

Проведенное исследование имеет практическое значение для лиц, разрабатывающих экологическую и экономическую политику для оценки динамики воздействия и принятия своевременных решений для снижения экологической нагрузки на водные ресурсы и обеспечения будущих потребностей отраслей экономики в необходимом количестве и качестве водных ресурсов.

Разработанные инструменты эколого-экономического воздействия на водные ресурсы могут быть использованы:

- федеральными и региональными органами государственной власти при прогнозировании в области водных ресурсов, разработке и актуализации документов стратегического развития субъектов Российской Федерации;

- органами государственного управления различного уровня для оценки стабильного обеспечения водными ресурсами (Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Федеральное агентство водных ресурсов, региональные министерства в составе правительств субъектов Российской Федерации) и для внедрения методологических подходов к управлению устойчивым развитием в области ЦУР 6;

- крупными компаниями различных секторов экономики для повышения эффективности водопотребления и использования водных ресурсов;

- в учебном процессе для подготовки бакалавров и магистров, а также для повышения квалификации специалистов в области рационального использования, прогнозирования и моделирования будущего в области водных ресурсов и водопотребления.

### **Теоретико-методологические основы исследования**

Теоретической основой исследования послужили результаты фундаментальных и прикладных исследований в области потребления водных ресурсов и прогнозирования водопотребления в отраслях экономики.

Методологическую основу диссертационного исследования составляют труды отечественных и зарубежных ученых в области оценки воздействия на водные ресурсы и экономику. В работе были использованы следующие **методы исследования**: методы анализа и синтеза, методы статистического прогнозирования динамики социально-экономических явлений и процессов.

### **Информационная база исследования**

Для обработки массивов данных использовалась прикладная программа статистического анализа SPSS Statistics.

Информационную основу исследования составили:

- законодательные и нормативно-правовые документы, официальные данные Росстата;

- официальная нормативно-справочная информация, представленная в инструкциях, рекомендациях, сборниках, а также специальная научная литература в виде монографий, научно-прикладных докладов, материалов международных научно-практических конференций, статей в отраслевых и специализированных научных журналах;

- тематические обзоры и доклады, подготовленные международными научно-исследовательскими, правительственными и финансовыми организациями, опубликованные в открытой печати (ОЭСР, Всемирный банк, Европейская комиссия, АТЭС, ЕЭК, Европейское водное партнерство, Международный институт управления водными ресурсами, Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Группа по водным ресурсам до 2030 г. (2030 Water Resources Group, WRG), проект «Водный мандат первого лица» (UNGC CEO Water Mandate),

Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию (WBCSD Pledge), ООН Вода (UN Water), Международная организация труда, Международный экологический фонд, ПАСА, Oxford University и др.).

### **Положения, выносимые на защиту**

1. В целях совершенствования базовой системы показателей эколого-экономического учета целесообразно ее дополнить показателями декарпинга воздействия на водные ресурсы (декарпинг Тапио), декарпинга экономического эффекта и декарпинга эколого-экономического эффекта (затрат на водоохранные мероприятия). Именно при такой комбинации показателей возможно получение глубоких результатов анализа изменения эффективности использования водных ресурсов по отдельным субъектам страны и расчет динамики каждого вида воздействия.

2. Результаты расчета значений коэффициента декарпинга экономического эффекта (в динамике с 2010 года) и эколого-экономического декарпинга (в динамике с 2014 года) по регионам Российской Федерации указывают на негативные тенденции: сокращение доли регионов с сильным и умеренным декарпингом и рост доли с рецессивным декарпингом и отсутствием декарпинга. Глубокий период анализа и большой территориальный охват позволяет выделить те регионы Российской Федерации, которые требуют наиболее пристального внимания к региональным экологическим программам, направленным на охрану и возобновление водных ресурсов.

3. Результаты, рассчитанные в рамках разработанной методики построения интегральных показателей, показали, что степень взаимосвязи между экономическим ростом и воздействием на водные ресурсы нестабильна: лишь в четверти регионов Российской Федерации уровень эколого-экономического эффекта в 2021 г. не изменился по сравнению с 2014 г. Закономерность по силе воздействия также неустойчива: сопоставимые по объему и структуре экономики регионы могут иметь как высокий уровень эколого-экономического эффекта, так и низкий.

4. Степень воздействия на водные ресурсы и экономического эффекта от воздействия на водные ресурсы в регионах Российской Федерации за период с 2010 по 2021 гг. имеет высокий уровень дифференциации. Результаты, рассчитанные путем трансформации данных на основе рейтингов, показали многократную разницу в значениях показателя между регионами, в том числе 13 регионов страны улучшили свое положение в рейтинге, а негативные тенденции наблюдались в 14 регионах.

5. Разработка приоритетных направлений развития системы управления водными ресурсами должна включать совершенствование системы мониторинга на основе базовых показателей эколого-экономического учета. Наряду с прогнозной оценкой экономического

развития (рост объемов производства и ВРП) необходимо акцентировать внимание на оценке антропогенного воздействия при развитии инфраструктуры и учитывать будущие потребности всех водопользователей, включая прогнозную динамику численности населения и объемы, необходимые для устойчивого функционирования наиболее водоемких отраслей.

#### **Степень достоверности результатов**

Основой эмпирической части исследования выступают достоверные статистические данные из открытых источников. Расчеты проводились с использованием как общенаучных методов, так и наиболее востребованных экономико-статистических научных методов, признанных международными организациями и научным сообществом.

Результаты исследования прошли апробацию в виде докладов на российских и международных научных конференциях, а также в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационных советах МГУ имени М.В. Ломоносова по экономическим специальностям.

#### **Соответствие диссертации научной специальности.**

Диссертация выполнена в соответствии с паспортом специальности ВАК 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономика природопользования и землеустройства) и соответствует следующим пунктам паспорта специальности:

9.1. Теоретические и методологические основы экономики природопользования, землеустройства и охраны окружающей среды.

9.3. Устойчивость и эффективность социо-эколого-экономического развития. Система показателей устойчивого развития территорий.

9.4. Анализ влияния антропогенных факторов на окружающую среду.

9.7. Разработка и совершенствование методов и методик экономической оценки и компенсации ущерба окружающей среде.

9.11. Экологическая политика. Стимулирование экологизации экономики и повышения эффективности природопользования методами экономической политики.

#### **Апробация результатов исследования**

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на следующих научных мероприятиях:

1. Доклад на тему «Совершенствование системы управления промышленного водопользования в целях устойчивого развития». Международная научная конференция «Современные тренды экологически устойчивого развития», посвященная памяти академика Т.С. Хачатурова (Экономический факультет МГУ, Россия, 6–7 декабря 2018 года);

2. Доклад на тему «Развитие международного научно-технического сотрудничества для устойчивого управления водными ресурсами, создания единого центра компетенций, технологий и разработок на пространстве СНГ». Всероссийский водный конгресс – 2019 (Москва, Россия, 24–26 июня 2019 года);

3. Доклад на тему «Стратегическое развитие концепции синей экономики». Информационный семинар о концепции синей экономики и синих счетов (Представительство Всемирного Банка в Москве, Россия, 24 мая 2019 года);

4. Доклад на тему «Дискуссия: Синяя Экономика в Арктике: вода как главный ресурс XXI в.». Дискуссионный клуб ПОРА (Центральный офис ПОРА, Россия, 11 апреля 2019 года);

5. Доклад на тему «Рациональное региональное управление водными ресурсами для достижения устойчивого развития экономики России в условиях изменения климата». XV Международная научно-практическая конференция Российского общества экологической экономики «Стратегии и инструменты экологически устойчивого развития экономики» (г. Ставрополь, Россия, 2–5 июля 2019 года);

6. Доклад на тему «Стратегические приоритеты управления водными ресурсами на Ближнем Востоке и в Северной Африке». Круглый стол «Развитые и развивающиеся страны в мировом экономическом пространстве» памяти Л.А. Фридмана (НИУ ВШЭ, Россия, 7 февраля 2020 года);

7. Доклад на тему «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех». Публичное обсуждение подготовленного доклада о реализации ЦУР 6 в России (Аналитический Центр при Правительстве Российской Федерации, Россия, 14 июля 2020 года);

8. Доклад на тему «ESG-инвестиции как стратегическая возможность устойчивого финансирования водных проектов». Ломоносовские Чтения – 2021, секция «Актуальные проблемы социально-экономического развития» (Москва, Россия, 21–28 апреля 2021 года);

9. Доклад на тему «Стратегические приоритеты водопотребления в целях устойчивого развития экономики». Водный конгресс (23 июня 2023 года);

10. Доклад на тему «Декаплинг затрат на проведение водохозяйственных и водоохраных работ и эффективность инвестиций с точки зрения ресурсосбережения». Хачатуровские чтения - 2024: Реализация концепции устойчивого развития в условиях суверенизации России (22 ноября 2024 г.).

По теме диссертации опубликованы (лично и в соавторстве) 11 научных статей (общий объем – 10,19 п.л., личный вклад автора – 8,97 п.л.). Из них 8 статей в рецензируемых научных

изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности и отрасли наук (общий объем 7,06 п.л., авторский вклад – 5,94 п.л.).

### **Структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 185 источников и 1 приложение. Научная работа изложена на 165 страницах печатного текста, включает 35 рисунков, 33 таблицы.

Первая глава «Особенности водопотребления в контексте устойчивого социально-экономического развития» посвящена анализу ситуации с водопотреблением в мире и особенностям учета водопотребления в России, в том числе эколого-экономических аспектов и степени выполнения целей устойчивого развития ООН.

Вторая глава «Методические подходы к эколого-экономической оценке водопотребления» содержит расчеты в рамках базовой системы показателей, предложенной в первой главе, на примере данных по регионам Российской Федерации.

Третья глава «Эколого-экономическая оценка антропогенного воздействия на водные ресурсы» содержит результаты апробации методики построения интегрального показателя воздействия на водные ресурсы и рейтингования регионов Российской Федерации на его основе. Сформулированы приоритетные направления развития государственной политики, связанные с совершенствованием системы мониторинга и прогнозирования водных ресурсов.

## ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

### 1.1. Особенности водопотребления с учетом климатических изменений и антропогенного воздействия в мире

Согласно оценкам ООН, к 2050 г. проблема вододефицита будет одной из самых острых — до 7 млрд человек в 60 странах мира будут испытывать нехватку водных ресурсов. Увеличение спроса на воду вызвано ростом населения в мире, экономическим ростом и изменением структуры потребления. За последние 100 лет мировой спрос на воду вырос на 600% и составляет порядка 4600 км<sup>3</sup>/год. По имеющимся прогностическим моделям к 2050 г. он может увеличиться еще на 20–30%, до 5500–6000 км<sup>3</sup>/год<sup>10</sup>. По существующим прогнозам, к 2050 г. мировое население достигнет 9,4–10,2 млрд человек. Основной прирост ожидается в африканских странах (1,3 млрд человек) и в азиатских странах (0,75 млрд человек).

Немаловажными факторами ухудшения качества воды и истощения водных ресурсов являются опустынивание и деградация луговых и степных экосистем. За последние 100 лет было уничтожено около 40% лесов, существовавших тысячи лет. Ежегодно исчезает порядка 300 тыс. га лесных насаждений. Частота и интенсивность лесных пожаров за последние 30 лет возросли на 30–50%. Согласно прогностическим моделям, ожидается увеличение пожароопасного периода до 50 суток в год<sup>11</sup>. Климатические изменения приводят к росту повторяемости и интенсивности экстремальных гидрометеорологических явлений, засух, которые могут повлиять на большую часть земледельческой зоны Российской Федерации<sup>12</sup>.

Экстенсивное и расточительное использование водных ресурсов также способствует ухудшению их состояния и качества. Экологические последствия потребления водных ресурсов связаны не только с величиной забора воды, но и со структурой водопотребления. В мировой структуре водопотребления преобладает сельское хозяйство (до 70% потребляемой воды, в первую очередь, для орошения), для нужд промышленности расходуется около 20% водных ресурсов, а в коммунальном хозяйстве потребляется около 10%. Более 50% крупных мировых рек значительно истощены и загрязнены. Деградируют и уничтожаются окружающие их экосистемы, угрожая здоровью и жизнеобеспечению зависящего от них населения.

---

<sup>10</sup> Третий доклад МГЭИК об оценке изменения климата. — 2001. — Приложение В. Глоссарий терминов. — С. 184.

<sup>11</sup> Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме [Электронный ресурс]. URL: <https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2016/od2/od2.pdf>. — С. 34. Дата обращения: 01.09.2022.

<sup>12</sup> Там же. С. 56-58.

Сброс неочищенных сточных вод приводит к нарушению нормального режима функционирования водоемов. В таких условиях актуализируется проблематика регулирования сбросов сточных вод и стоков с поверхности. Выделяют несколько экономических и административных мер, способных повлиять на ситуацию: платежи за сброс загрязненных сточных вод; запрет на сброс определенных групп веществ; разработка программ по снижению объемов сбросов в водные объекты и системы водоотведения (рисунок 1).

На рисунке 2 представлены глобальные карты прогнозируемого водопотребления в сравнении 2010 и 2050 гг. — бытового (верхний рисунок) и индустриального (нижний рисунок). Изменения градиентов цвета от синего до красного соответствуют увеличению водопотребления, выраженного в кубических километрах за год ( $\text{км}^3/\text{год}$ ).

Страна считается находящейся в состоянии водного стресса, если наличие запасов пресной воды по отношению к водозабору является препятствием для ее развития. Водный стресс диагностируется при соотношении водозабора к запасам пресной воды больше, чем 1 к 5<sup>13</sup>.

Одним из барьеров для устойчивого развития России и мировой экономики является растущий дефицит воды. В настоящее время порядка 50% населения Земли (3,6 млрд человек) живет в потенциально дефицитных зонах водообеспечения не менее одного месяца в год. К 2050 г. в таких дефицитных зонах может проживать уже 4,8–5,7 млрд человек (Boretti, 2019).

В Российской Федерации отмечается более низкий уровень бытового потребления по сравнению с США, Индией и Китаем. В 2050 г. он составит порядка 25  $\text{км}^3/\text{год}$  по сравнению с 70  $\text{км}^3/\text{год}$  в США и 80  $\text{км}^3/\text{год}$  в Китае.

Уровень индустриального водопотребления в России существенно выше, чем бытового водопотребления, и находится на уровне близком к США и Китаю. В 2050 г. уровень индустриального водопотребления прогнозируется на максимальном уровне в 80  $\text{км}^3/\text{год}$ .

Все расчеты возможных изменений социально-экономических факторов базируются на моделях SSP — «Shared Socioeconomic Pathways»<sup>14</sup>. К этим факторам относятся численность населения, экономический рост, образование, урбанизация и темпы технического развития.

Данные модели предусматривают 5 различных сценариев<sup>15</sup>. К ним относятся: мир устойчивого роста и равенства (SSP-1); мир «середины пути», в котором тенденции в целом следуют своим историческим моделям (SSP-2); раздробленный мир «возрождающегося национализма»

---

<sup>13</sup> Третий доклад МГЭИК об оценке изменения климата. 2001. Приложение В. Глоссарий терминов. С. 184.

<sup>14</sup> The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681> (дата обращения: 17.03.2024).

<sup>15</sup> Climate modelling. Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change [Электронный ресурс]. URL: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change/> (дата обращения: 20.03.2024).

(SSP-3); мир постоянно растущего неравенства (SSP-4); мир быстрого и свободного роста экономического производства и потребления энергии (SSP-5).



Рисунок 1— Рост глобального потребления водных ресурсов

*Источник:* составлено автором по: Reassessing the projections of the World Water Development Report [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nature.com/articles/s41545-019-0039-9> (дата обращения: 17.03.2024) (переведено на русский язык автором)

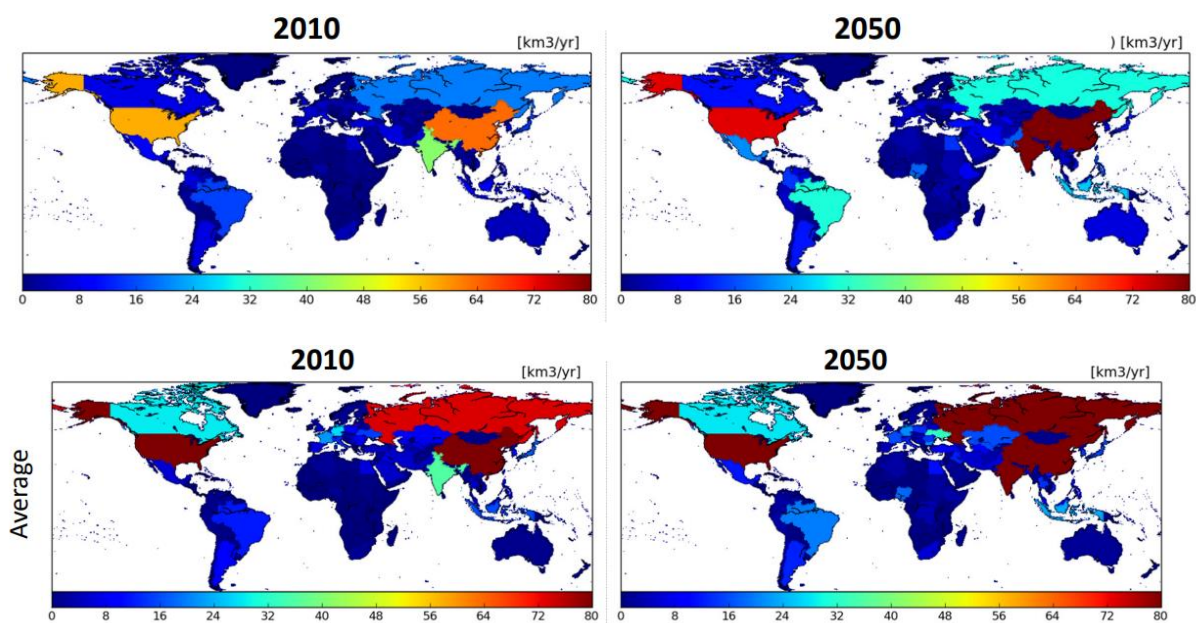


Рисунок 2 — Глобальная карта водопотребления, км<sup>3</sup>: изменение потребления водных ресурсов (IIASA)

*Источник:* составлено автором по: Modeling global water use for the 21st century [Электронный ресурс]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/299485996\\_Modeling\\_global\\_water\\_use\\_for\\_the\\_21st\\_century](https://www.researchgate.net/publication/299485996_Modeling_global_water_use_for_the_21st_century) (дата обращения: 04.02.2024). С. 192.

В данном случае авторами использовалась модель SSP-2, в которой мир следует по пути существующих социальных, экономических и технологических тенденций, не претерпевающих заметных изменений. В частности, по этому сценарию рост численности населения Земли будет

продолжаться до 2070 г. и составит 9,46 млрд чел. Рост глобального ВВП во второй половине столетия сократится в умеренном темпе до 1,5–2%. Соответственно, рост температуры также прогнозируется в умеренном темпе — до конца 21 века на 2,7 °С.

Глобальное потепление может привести к повышению уровня моря, что несет новые риски населению и экологическим системам в целом, провоцируя усиление проникновения соленой воды на сушу, наводнения и повреждения инфраструктуры. Особенно это касается прибрежных районов (Zhai, 2018). Оледенение на полюсах имеет ключевое значение, особенно в Арктике, где его граница постоянно отступает.

По мнению экспертов из Международной группы по изменению климата, влияние изменения климата на воду можно разделить на влияние на гидрологический цикл в целом и секторальное влияние. Изменения в гидрологическом цикле могут включать: изменение в криосфере, изменение речного потока, увеличение рисков наводнений, засух, истощения грунтовых вод, эрозии почвы. Секторальное влияние включает: влияние на сельское хозяйство, энергетику и промышленность, пресноводные экосистемы, миграцию и локальные конфликты.

Ледники, в том числе ледовая шапка в Арктике, имеют ключевое значение для системы. В среднем мировые ледники истончились на 33,5 м с 1950 г., причем 76% этого сокращения началось в 1980 г.

Глобальная база данных по наводнениям 1985–2015 гг. показывает, что частота наводнений увеличились в 4 раза в тропиках и 2,5 раза в северных широтах. Эксперты отмечают общее увеличение наводнений на 20–24% в период 2000–2018 гг.<sup>16</sup>

В связи с этим одной из ключевых потребностей при планировании внедрения возобновляемых источников энергии является подсчет потенциала водных систем, способствующих смягчению изменению климата, связанного со способностями этих систем действовать как постоянные поглотители парниковых газов (Wang-Erlandsson, с. 13, 2022).

Однако сценарии расширения использования возобновляемых источников энергии с нулевым уровнем выбросов имеют свои риски. В частности, ряд сценариев предполагает значительное расширение роли гидроэнергетики — например, увеличение на 60% в ближайшие 30 лет<sup>17</sup> (IRENA, 2020), что может оказывать значительное негативное воздействие на биологические ресурсы и общее состояние экосистемы. Также ряд экспертов отмечает, что созданные водохранилища, используемые в электроэнергетике, выделяют в 3–10 раз больше парниковых газов, чем естественные водоемы такого же размера. Использование геотермальной энергетики способно привести к загрязнению грунтовых вод буровыми растворами. Аварии или сбои на ядерных

---

<sup>16</sup> URL: [https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf) (дата обращения: 10.11.2023). С 573.

<sup>17</sup> IRENA. Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050. International Renewable Energy Agency, 2020.

станциях несут существенные вредные риски для водных экосистем в течение десятилетий после произошедшего.

Эксперты отмечают, что необходимо планировать все меры по смягчению последствий изменения климата с учетом воздействия на водные системы, особенно на пресноводные — иначе воздействие может привести даже к увеличению выбросов парниковых газов и нивелированию положительного эффекта от применяемых мер<sup>18</sup>.

МГИЭК рассматривает различные варианты сценариев в зависимости от инициаторов и их возможную эффективность<sup>19</sup>. Ожидается, что порядка 8% населения планеты столкнется с серьезным сокращением водных ресурсов при потеплении на 1,7 °С в 2021–2040 гг., увеличиваясь при этом по численности до 14% при 2,7 °С в 2043–2071 гг.<sup>20</sup>

Как отмечается в аналитической записке раздела отчета «ООН — водные ресурсы» «Изменение климата и воды», адаптация к изменению должна учитывать риски разрушения обществ и экосистем. Однако в рассматриваемых климатических стратегиях и планах межсекторальность часто не находит отражения<sup>21</sup>. Это объясняется недостатком частных и государственных механизмов контроля водопользования на межсекторальном уровне. За счет этого эффективность сельскохозяйственного производства в экстремальных условиях может снижаться до 30–60%.

Самые плотные и долговременные запасы углерода встречаются в естественных водных системах. Однако они подвержены риску неэффективного выброса, вызванного осушением, загрязнением, глобальным потеплением и другими воздействиями со стороны человечества. Например, если экосистема торфяников разрушается или деградирует, запасённый в ней углерод высвобождается в атмосферу. Это особенно важно учитывать, так как в торфяниках содержится в два раза больше углерода, чем в лесах мира<sup>22</sup>. Во многих регионах воздействие изменения климата зависит от баланса между аэробными выбросами CO<sub>2</sub> и анаэробными выбросами метана (приблизительно в 30 раз больший потенциал потепления за 100 лет). Пока что будущие сценарии перехода с невозобновляемых источников энергии с нулевым уровнем выбросов обычно предполагают значительное расширение применения гидроэнергетики (например,

---

<sup>18</sup> URL: [https://siwi.org/wp-content/uploads/2022/10/the-essential-drop-to-reach-net-zero\\_chapter-8.pdf](https://siwi.org/wp-content/uploads/2022/10/the-essential-drop-to-reach-net-zero_chapter-8.pdf) (дата обращения 07.12.2023).

<sup>19</sup> URL: [https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf) (дата обращения: 20.12.2023). P. 641.

<sup>20</sup> Изменение климата и вода Аналитическая записка механизма «ООН — водные ресурсы». (дата обращения: 20.02.24). [https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2019/12/UN-Water\\_PolicyBrief\\_Water\\_Climate-Change\\_RU.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2019/12/UN-Water_PolicyBrief_Water_Climate-Change_RU.pdf)

<sup>21</sup> Изменение климата и вода: аналитическая записка механизма «ООН — водные ресурсы». URL: [https://unece.org/sites/default/files/2021-08/UN-Water\\_PolicyBrief\\_Water\\_Climate-Change\\_RU.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2021-08/UN-Water_PolicyBrief_Water_Climate-Change_RU.pdf) (дата обращения: 07.02.2024). С. 16.

<sup>22</sup> HLPW. Every Drop Counts. An Agenda for Water Action Hubau, W., Lewis, S.L., Phillips, O.L. et al. (2020) Asynchronous Carbon Sink Saturation in African and Amazonian Tropical Forests. *Nature* 579 (7797). 2018. P. 80–87.

60%-ное увеличение в ближайшие 30 лет)<sup>23</sup> (IRENA, 2020). Таким образом, общий потенциал водных систем, способствующих изменению климата, и смягчение воздействия негативных факторов зависят от обеспечения способности этих систем действовать как постоянные поглотители парниковых газов при планировании использования возобновляемой энергии (Wang-Erlandsson, с. 13, 2022).

По данным ООН, кризис в сфере водоснабжения и санитарии усугубляется. Отмечаются 2 типа угроз:

1. Объем спроса на воду и ее забор увеличиваются в связи с ростом населения, социально-экономическим развитием, урбанизацией и изменением землепользования.

2. Источники воды и связанные с ними экосистемы деградируют из-за нестабильного использования, увеличения загрязнения и изменения климата. При этом увеличивается частота/уровень наводнений и засух, что создает дополнительные угрозы<sup>24</sup>.

В среднем 10% населения планеты проживает в странах с высоким или критическим уровнем водного стресса (рисунок 3).

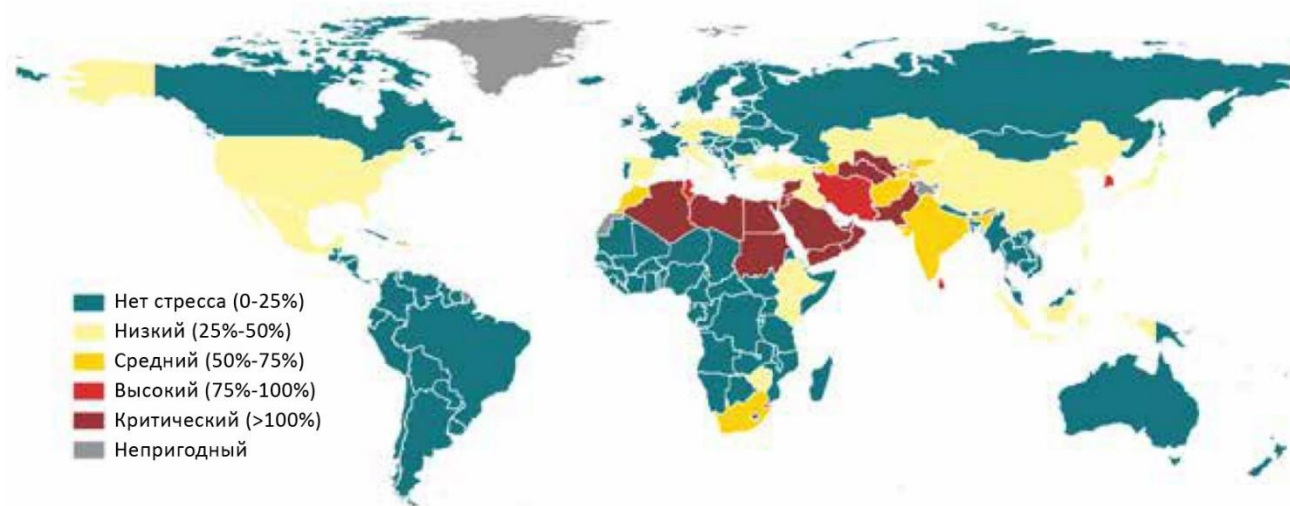


Рисунок 3 — Глобальная карта уровня водного стресса по странам (2018 г.)

*Источник:* Required citation: FAO and UN Water. 2021. Progress on Level of Water Stress. Global status and acceleration needs for SDG Indicator 6.4.2, 2021. Rome [Электронный ресурс]. URL: [https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/08/SDG6\\_Indicator\\_Report\\_642\\_Progress-on-Level-of-Water-Stress\\_2021\\_ENGLISH\\_pages-1.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/08/SDG6_Indicator_Report_642_Progress-on-Level-of-Water-Stress_2021_ENGLISH_pages-1.pdf). (дата обращения 10.03.2024). Р. 28.

(переведено на русский язык автором)

Высокий уровень стресса отмечается в части арабских стран, Северной и Восточной Африке, а средний уровень — в США, Китае и части европейских стран — Испании и Италии. В

<sup>23</sup> IRENA. Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050. International Renewable Energy Agency, 2020.

<sup>24</sup> URL: <https://unsceeb.org/sites/default/files/2021-06/Global-Acceleration-Framework.pdf> (дата обращения: 10.03.2024).

России, как в Канаде, странах Южной Америки и части европейских стран, — уровень стресса достаточно низкий<sup>25</sup>.

По данным доклада **Valuing water 2021**<sup>26</sup>, наблюдается повсеместное сокращение общего запаса воды и связанного с ним наличия пресной воды, что объясняется чрезмерно интенсивным извлечением подземных вод и возрастающей потерей поверхностных вод под воздействием повышения температуры.

Пресная вода имеет ключевое значение для функционирования всей планеты (Wang-Erlandsson, с. 4, 2022). Она выполняет 4 основные функции: хранение, перенос, гидроэкологическое и гидроклиматическое регулирование. Пресная вода перемещает осадки, вещества и углерод, тем самым формируя ландшафты, круговорот питательных веществ и углерода. Круговорот пресной воды критически важен для поддержания и регулирования экосистем.

Одним из способов расширения базового доступа к воде для сельского населения является использование подземных вод. Это особенно актуально для стран Африки к югу от Сахары и Южной Азии, где сельское население многочисленно, но рассредоточено. Но постоянное загрязнение подземных вод патогенными микроорганизмами затрагивает около 30% источников воды. Одним из ключевых аспектов является строительство хорошо спроектированных колодцев в сочетании с соответствующими системами санитарии.

Важным показателем ЦУР является развитие пресноводных экосистем. Согласно докладу **Progress on Freshwater Ecosystems**<sup>27</sup>, в области поверхностных вод наблюдаются быстрые изменения: объем доступных поверхностных вод значительно изменился за последние 5 лет.

Речные бассейны испытывают как быстрое увеличение площади из-за наводнений, роста количества водохранилищ и вновь затопленных земель, так и быстрое сокращение из-за высыхания озер, водохранилищ, водно-болотных угодий, пойм и сезонных водоемов.

Одной из существенных проблем является постоянное сокращение прибрежных и внутренних водно-болотных угодий. Оценивается, что более 80% водно-болотных угодий были уничтожены, начиная с периода промышленной революции. Площадь мангровых лесов с 1996 г. сократилась на 4,2% во всем мире<sup>28</sup>.

Проблема загрязненности озер также остается серьезной — 21 млн человек, включая 5 млн детей, сейчас живет в радиусе 5 км от озер с высокой мутностью<sup>29</sup>.

---

<sup>25</sup> FAO and UN Water. 2021. Progress on Level of Water Stress. Global status and acceleration needs for SDG Indicator 6.4.2, 2021. Rome. P. XVIII. <https://doi.org/10.4060/cb6241en>.

<sup>26</sup> The United Nations World Water Development Report 2021, VALUING WATER. P. 49–51.

<sup>27</sup> Progress on Freshwater Ecosystems. P. 7.

<sup>28</sup> Op. cit. P. 28.

<sup>29</sup> Op. cit. P. 8.

Одной из проблем признается беспрецедентное количество плотин, находящихся в стадии строительства, что может негативно влиять на пресноводные системы. Рассматривается необходимость вывода плотин из эксплуатации для обеспечения минимальных экологических нарушений водных потоков, восстановление критически важных пресноводных сред обитания<sup>30</sup>.

Для поддержки пресноводных экосистем рекомендуется внедрять и обеспечивать соблюдение национальной политики, законов и практик на уровне речных бассейнов и проводить их широкомасштабное восстановление. Одним из ключевых моментов видится поощрение обмена и распространения имеющихся данных между секторами экономики, профильными учреждениями и компаниями (Wang-Erlandsson, с. 11, 2022).

Отмечается, что на большей части континентов происходит ряд негативных процессов, таких как засоление почв, дефорестация (исчезновение лесов), климатические изменения — повышение уровня воды, изменение режима дождей и таяние ледников (Wang-Erlandsson, с. 11, 2022). Все это может существенно поменять водный и пресноводный балансы с непредсказуемыми негативными последствиями (рисунок 4).

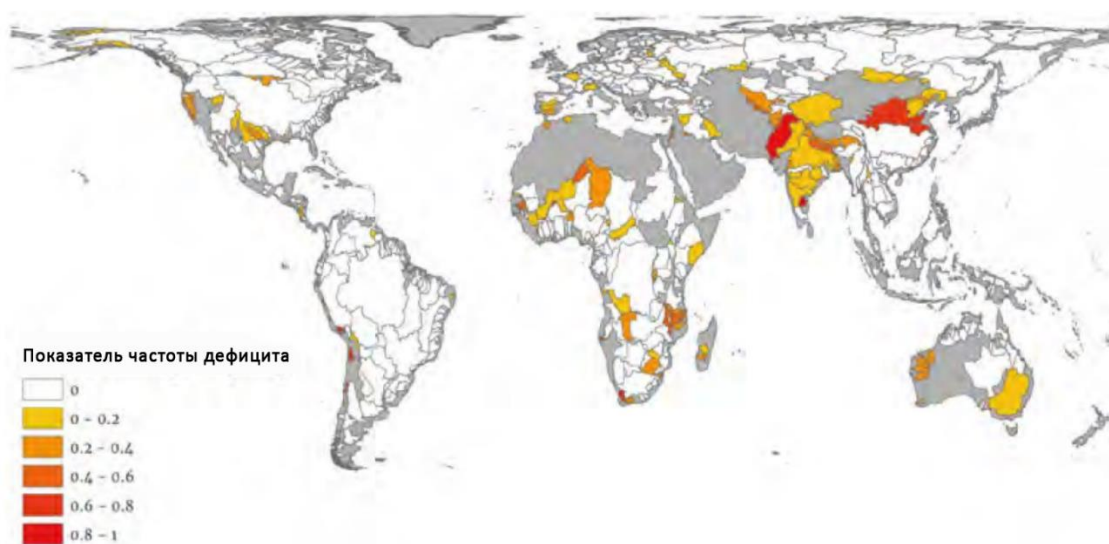


Рисунок 4 — Показатель частоты дефицита доступной для использования воды

*Источник:* Sadoff, Claudia & Hall, Jim & Grey, David & Ait-Kadi, & Brown, & Cox, & Dadson, Simon. Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth. 2015. С. 171.

Экономические риски, связанные с наводнениями, возрастают во всех регионах мира в связи с ростом экономической уязвимости, но больше всего это проявляется в Северной Америке, Европе и Азии (рисунок 5).

<sup>30</sup> Op. cit. P. 41.



Рисунок 5 — Ожидаемый ежегодный ущерб от речных и прибрежных наводнений  
 Источник: Sadoff, Claudia & Hall, Jim & Grey, David & Ait-Kadi, & Brown, & Cox, & Dadson, Simon. Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth. 2015. С. 171.

Наибольшие экономические потери связаны с плохим водоснабжением и водоотведением в странах субсахарильной Африки. В связи с перенаселением Китай и Индия чаще всего сталкиваются с растущими рисками снижения уровня водной безопасности (рисунок 6).

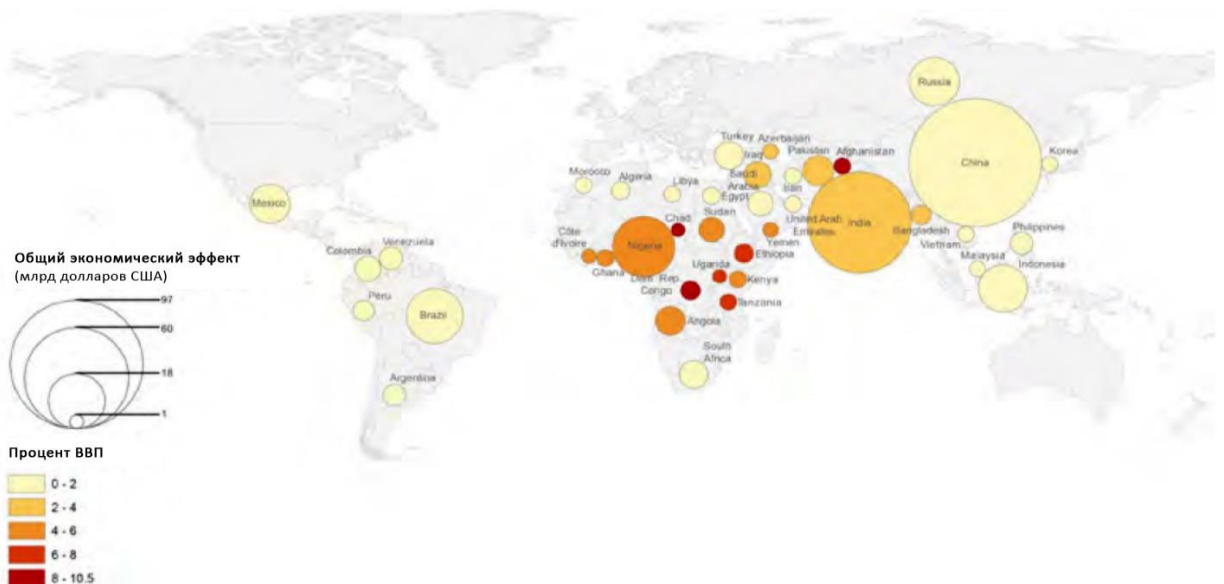


Рисунок 6 — Ожидаемый ежегодный ущерб от речных и прибрежных наводнений  
 Источник: Sadoff, Claudia & Hall, Jim & Grey, David & Ait-Kadi, & Brown, & Cox, & Dadson, Simon. Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth. 2015. С. 171.

Для того чтобы избежать массового забора пресной воды из обычных поверхностных и подземных водных ресурсов, глобальные мощности по опреснению воды должны увеличиться с 24 км<sup>3</sup> в 2010 г. до 250 км<sup>3</sup> в 2070 г.; передовые мощности по переработке сточных вод — с 16 км<sup>3</sup> в 2010 г. до 720 км<sup>3</sup> в 2070 г. Это расширение особенно необходимо в регионах Ближнего Востока, Северной Африки и Южной Азии, где экстремальный дефицит воды сочетается с быстрыми темпами урбанизации (Parkinson, 2019).

Около 74% всех стихийных бедствий в период 2001–2018 гг. было связано с водными ресурсами, и за последние 20 лет общее число погибших только в результате наводнений и засух превысило 166 тыс. человек. Стихийные бедствия, связанные с водой, затронули более 3 млрд людей в мире и совокупно привели к общему экономическому ущербу порядка 700 млрд долл. США<sup>31</sup>.

Как отмечается в докладах ООН, в период 2000–2019 гг. от засухи пострадало более 1,4 млрд человек. Засуха находится на втором месте после наводнений по численности пострадавшего от нее населения<sup>32</sup>. Ежегодно 12 млн га земли теряется из-за засухи и опустынивания. В период 1998–2017 гг. засухи привели к глобальным экономическим потерям в размере около 124 млрд долл. США. Прогнозы показывают, что к 2050 г. от засух может пострадать более трех четвертей населения Земли<sup>33</sup>. Почти 160 млн детей проживает в зонах, подверженных сильным и продолжительным засухам, и ожидается, что к 2040 г. каждый четвертый ребенок будет жить в районах с крайней нехваткой воды<sup>34</sup>.

Процессами, ответственными за опустынивание, являются водная эрозия, ветровая эрозия и засоление. Водный баланс имеет решающее значение для смягчения или предотвращения опустынивания. Сохранение дефицитной воды играет ключевую роль для растениеводства в полупустынных условиях посредством орошения либо сбора воды, путем контроля ее распределения для эффективного производства, а также для ежегодного восстановления пастбищ и естественных водопоев (Kirkby, 2021).

Отмечается, что риск нехватки воды сосредоточен в местах с высокой изменчивостью количества осадков и эксплуатацией дефицитных водных ресурсов. Экономические последствия засух и нехватки воды наиболее ощутимы в странах, которые сильнее всего зависят от сельскохозяйственного сектора.

---

<sup>31</sup> UNESCO, UN-Water, 2020: United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, Paris, UNESCO.

<sup>32</sup> URL: <https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-06/Drought%20in%20Numbers%20%28English%29.pdf> (дата обращения: 13.03.2024). С. 14.

<sup>33</sup> Там же. С. 8–9.

<sup>34</sup> Там же. С. 14.

Сельское хозяйство, которое ответственно за 70% мирового водозабора, играет ключевую роль в загрязнении воды. Фермы сбрасывают большое количество агрохимикатов и органических веществ в водоемы. Площадь орошения за последние десятилетия более чем удвоилась, а общее поголовье скота утроилось, выросло производство аквакультур — в Азии, например, оно выросло в 20 раз (Mateo-Sagasta, 2017). На животноводство приходится 70% всех сельскохозяйственных земель и 30% поверхности суши Земли. Животноводческий сектор является одним из трех ключевых факторов, вносящих вклад в наиболее серьезные экологические проблемы на всех уровнях от местного до глобального<sup>35</sup>. Связанные с животноводством отходы имеют одну из самых высоких биологических потребностей в кислороде — например, потребность свиного навоза — 30000–80000 мг/л, по сравнению с потребностями в кислороде бытовых сточных вод в 200–500 мг/л. Органические вещества вносят значительный вклад в гипоксию водоемов.

Интенсивное орошение также может быть одной из проблем. Орошение может потребовать соли, накопленные в почве, которые затем переносятся в принимающие водоемы и вызывают засоление. Чрезмерное орошение может повышать уровень грунтовых вод в засоленных водоносных горизонтах и увеличить просачивание засоленных грунтовых вод в водотоки. О серьезных проблемах с соленостью воды сообщалось в Аргентине, Австралии, Китае, Индии, Судане, США и многих странах Центральной Азии<sup>36</sup>.

Конкретные задачи и проблемы в области управления сельскохозяйственными водными ресурсами носят двусторонний характер. Во-первых, необходима адаптация сегодняшних производственных моделей к условиям, характеризующимся более частыми периодами нехватки водных ресурсов и их избыточности (защита от наводнений и дренажные системы). Во-вторых, речь идет о «декарбонизации» сельского хозяйства посредством мер по смягчению климатических последствий, которые позволяют уменьшить выбросы парниковых газов и улучшить наличие водных ресурсов.

Климатически оптимизированное сельское хозяйство (КОСХ) представляет собой признанный комплекс продуманных подходов к землепользованию и водопользованию, сохранению плодородия почв и агрономической практике на основе секвестрации углерода и сокращения выбросов парниковых газов.

Практика КОСХ помогает сохранить почвенную структуру, органические вещества и влагу в засушливые периоды, включает агрономические приемы и методы (в том числе ирригацию и водоотведение), направленные на корректировку или расширение календаря выращивания урожая в целях адаптации к сезонной и многолетней вариативности климата.

---

<sup>35</sup> Op. cit. P. 10.

<sup>36</sup> Op. cit. P. 14.

Повышение эффективности использования ресурсов сельского хозяйства, в том числе связанного с повышением эффективности водопользования, является одной из ключевых проблем. Например, в Пакистане реализуется проект повышения продуктивности использования воды в орошаемом сельском хозяйстве — «Программа повышения продуктивности орошаемого сельского хозяйства Пакистана — Пенджаб». Проект способствует увеличению сельскохозяйственного производства, занятости и доходов, повышению уровня жизни и положительным экологическим эффектам. По состоянию на 2019 г. высокоэффективные ирригационные системы были возведены на 23 500 га, еще 3 677 га находятся в процессе установки; 11 916 водотоков было улучшено, еще 1220 находятся в процессе улучшения; было установлено 5000 лазерных выравнивателей земли и построен 621 пруд. Полмиллиона фермерских семей получают прямую выгоду от проекта<sup>37</sup>.

По итогам 2018 г. мировое производство пластмасс оценивалось в 360 млн тонн, и только малая часть этого объема перерабатывалась. К 2050 г. на свалках и в мусорных контейнерах будет находиться порядка 12 млрд тонн пластикового мусора. Большого всего пластика производится в Азии — 52 млн тонн, за ней следуют Африка (17 млн тонн), Латинская Америка (7,9 млн тонн), Европа (3,5 млн тонн). Из 275 млн тонн пластиковых отходов, образовавшихся в 2010 г., около 12,7 млн тонн пластика попало в океаны<sup>38</sup>. Помимо макропластика, угрозу представляет и микропластик. Микропластик попадает в воду через атмосферные осадки, сток с земли, сточные воды.

Опасность представляют сами частицы микропластика, выбросы токсичных веществ, патогенные микроорганизмы биопленок микропластика. Люди могут потреблять от 39 000 до 52 000 частиц микропластика через пищу. Использование бутилированной воды может приносить дополнительно 90 000 микропластика в год по сравнению с 4000 микропластика при использовании водопроводной воды.

Выделяются несколько различных способов борьбы с загрязнением пластиком, среди которых можно отметить поддержку сбора пластика населением, проведение общественных кампаний по изменению поведения потребителей, изменения технологий разработки текстильных изделий для уменьшения образования микроволокон во время стирки<sup>39</sup>.

Водохозяйственные, ирригационные и плотинные проекты — масштабные и финансово-емкие, что делает коррупцию в закупках и контрактах легкой и привлекательной. В некоторых

---

<sup>37</sup> Climate-smart agriculture. 2021. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/climate-smart-agriculture> (дата обращения: 10.02.2024).

<sup>38</sup> Environment, U.N. Water pollution by plastics and microplastics: A review of technical solutions from source to sea [Электронный ресурс] UNEP — UN Environment Programme. 2020. P. 8. URL: <https://www.unep.org/resources/report/water-pollution-plastics-and-microplastics-review-technical-solutions-source-sea> (дата обращения: 10.02.2024).

<sup>39</sup> Environment U.N. Op. cit. P. 11–65.

развивающихся странах коррупция может добавить 30–45% к цене подключения к водопроводной сети. В таких ситуациях семьям приходится бороться за выживание и избавление от нищеты.

По данным рейтинга Transparency international 2021 года<sup>40</sup> «Индекс восприятия коррупции», половина из последних в рейтинге 20 стран — страны из Тропической Африки, 63% населения в них не имеют элементарных санитарных удобств.

Одним из наиболее уязвимых для коррупции экономических звеньев являются процессы закупок, что особенно актуально для крупных инфраструктурных проектов. Во избежание коррупции в этой сфере необходимо соблюдать строгие процедуры и вести независимый мониторинг.

Коррупция в водном секторе может завышать стоимость проекта; заставлять граждан платить взятки, чтобы получить доступ к воде; допускать загрязнение водоемов; перенаправлять финансирование, предназначенное для обеспечения доступа к воде. Отмечается, что 10–50% инвестиций в водный сектор может быть потеряно из-за коррупции. В среднем в развивающихся странах коррупция увеличивает стоимость подключения к водопроводу и канализации на 30% (Samacho, с. 5, 2021).

Меры, которые помогают бороться с коррупцией в водном секторе, разделяются на несколько категорий: организация государственного надзора, рыночные реформы и усиление общественного надзора и участия<sup>41</sup>.

Среди мер государственного надзора можно выделить формирование антикоррупционных агентств и парламентских комиссий по борьбе с коррупцией, реформ в процедурах проведения тендеров и закупок, уделение внимания обратной связи с пользователями. Рыночные реформы могут включать приватизационные меры, государственно-частные партнерства, создание независимых регуляторов сектора и продвижение этических ценностей.

Приватизация водных ресурсов, рассматривавшаяся в 1990-е годы как средство для улучшения положения, на практике показала себя неоднозначно, особенно в таких регионах мира, как Латинская Америка (Samacho, 2021), где отмечается самый высокий уровень участия частного сектора в водном секторе. Одна из немногих стран в мире, где были приватизированы как источники воды, так и системы ее распределение, является Чили. К 2018 г. 7 из 10 латиноамериканских городов с самыми высокими ценами на воду были в Чили. Слабый государственный надзор ведет

---

<sup>40</sup> Transparency International. 2021 Corruptions Perceptions Index. Transparency.org. URL: [https://images.transparencycdn.org/images/CPI2021\\_Report\\_EN-web.pdf](https://images.transparencycdn.org/images/CPI2021_Report_EN-web.pdf) (дата обращения: 20.02.2024).

<sup>41</sup> Fighting Corruption in the Water Sector: Methods, Tools and Good Practices / United Nations Development Programme. 2017. P. 30–37. URL: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Anticorruption%20Methods%20and%20Tools%20in%20Water%20Lo%20Res.pdf> (дата обращения: 14.02.2024).

к злоупотреблению доступом к воде и появлению ситуаций, когда вода забирается без надлежащей лицензии, что влечет за собой конфликт водопользователей (Samacho, с.4, 2021).

Среди мер, которые могут усилить общественный надзор, можно выделить усиление социального аудита, участия водопользователей в советах директоров предприятий, общественное участие в формировании бюджета, общественные антикоррупционные сети и расследования.

В 2020 г. охват доступа к безопасной питьевой воде по-прежнему оставался ниже в сельских районах (60%), чем в городских (86%). В Тропической Африке наблюдалось самое значительное расхождение в охвате безопасной питьевой водой между городскими (54%) и сельскими (13%) районами. Большой разрыв также наблюдался в Латинской Америке и Карибском бассейне (81% в городских и 53% в сельских районах). С 2015 г. в Центральной и Южной Азии был зафиксирован самый быстрый прогресс в сельских районах, в то время как в странах Тропической Африки был зафиксирован самый быстрый прогресс в городских районах<sup>42</sup>.

В 2021 г. оценки базовых услуг водоснабжения были доступны для 59 стран. Почти четыре из пяти медицинских учреждений (78%) имели в 2021 г. базовые услуги водоснабжения (88% больниц и 77% внебольничных учреждений). Это означает, что 1,7 млрд человек по-прежнему не имеют базового водоснабжения в своих медицинских учреждениях<sup>43</sup>. Поэтому страны должны ускорить прогресс в принятии механизмов трансграничного сотрудничества, с тем чтобы обеспечить доступ к воде для всех<sup>44</sup>.

По данным доклада **The United Nations global water conventions: Fostering sustainable development and peace**<sup>45</sup>, приблизительно 40% населения мира проживает в более чем 276 трансграничных бассейнах рек и озер, разделяемых двумя или более странами. Эти бассейны охватывают территорию 153 государств, 30 стран полностью находятся в их пределах. Кроме того, по меньшей мере, 600 трансграничных водоносных горизонтов обеспечивают потребности миллионов людей в воде и производстве продуктов питания.

Среди потенциальных проблем, связанных с трансграничным характером водных бассейнов, можно назвать возникновение политической напряженности и неэффективное распределение ресурсов. К числу наиболее подверженных конфликтам регионов относятся Месопотамия, бассейны рек Нила, Амударьи, Амура и его притоков. Дисбаланс в распределении водных ресурсов существует и в пределах национальных границ, например, в бассейне реки Амазонки.

---

<sup>42</sup> Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs. Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF), 2021. P. 30 URL: <https://unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/07/jmp-2021-wash-households-LAUNCH-VERSION.pdf> (дата обращения: 20.12.2023).

<sup>43</sup> Progress on WASH in health care facilities 2000–2021: special focus on WASH and infection prevention and control (IPC). Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF), 2022. P. 51.

<sup>44</sup> Op. cit. P. 27.

<sup>45</sup> The United Nations global water conventions: Fostering sustainable development and Peace, 2021. P. 7.

В связи с этим возрастает роль создания общих конвенций и правовых рамок, которые могут повысить устойчивость сотрудничества, требуя и поддерживая соглашения и институты на уровне бассейна, которые снизят инвестиционные риски.

Согласно **UN-Water Work Programme 2022–2023**<sup>46</sup>, одной из главных задач является поддержка мониторинга и отчетности по проблемам воды и санитарии. В этом контексте важной задачей является Инициатива по интегрированному мониторингу ЦУР 6 «ООН — водные ресурсы». Она обеспечивает координационную платформу для всех показателей ЦУР 6, объединяя и связывая воедино опыт и знания ВОЗ/ЮНИСЕФ, Совместной программы мониторинга водоснабжения, санитарии и гигиены (СПМ), Глобального анализа и оценки санитарии и питьевой воды (GLAAS), ФАО AQUASTAT, ЮНЕП GEMS/Water, программ оценки трансграничных вод.

Согласно водной стратегии ООН–2030, водной дипломатии необходимо уделять повышенное внимание, в частности связям между водой, миром и безопасностью, и трансграничным сотрудничеством. Это подчеркивается вступлением в силу Конвенции Организации Объединенных Наций о праве несудоходного использования международных водотоков и принятия Конвенции ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер<sup>47</sup>.

Одним из актуальных трендов является рассмотрение проблемы водного хозяйства и водопотребления в контексте циклической (круговой) экономики. Активным участником разработки концепции является Всемирный банк.

Согласно докладу Всемирного банка **Water in Circular Economy and Resilience (WICER)**, в циклической экономике признается и учитывается вся ценность воды. Вода играет такую роль как: услуга (например, она обеспечивает доступ к водоснабжению и санитарии), развитие экономики (промышленность и сельское хозяйство), источник энергии (кинетической, тепловой, биогазовой) и переносчик материалов, таких как питательные вещества и химикаты. Экономика извлекает и использует все ценные ресурсы воды, в идеале обеспечивая дополнительные потоки доходов для водного сектора (Delgado, с. 15, 2021).

Согласно мнению экспертов Всемирного банка, для эффективного встраивания воды в процессы циклической экономики необходимо предпринять ряд действий, среди которых можно выделить 3 группы: действия по предоставлению устойчивых и инклюзивных услуг; действия по проектированию удаления отходов и загрязнений; действия по сохранению и восстановлению природных систем<sup>48</sup>.

---

<sup>46</sup> UN-Water Work Programme 2022–2023. P. 12.

<sup>47</sup> Op. cit. P. 14–15.

<sup>48</sup> Op. cit. P. 22–40.

Среди группы действий по предоставлению устойчивых и инклюзивных услуг можно отметить диверсификацию источников снабжения, планирование с учетом климатических изменений.

Среди группы действий по проектированию удаления отходов и загрязнений используются возобновляемые источники энергии, использование технологий восстановления ресурсов, повторное использование сточных вод.

Среди группы действий по сохранению и восстановлению природных систем находится внедрение решений, основанных на природных технологиях, восстановлении деградировавших земель, управлении водоносными горизонтами.

Одним из примеров использования воды в циклической экономике является система повторного использования третичных очищенных сточных вод в окрестностях Дакара (Сенегал) (Delgado, 2021).

В 2000 г. в ходе подготовки плана развития Сенегала было выявлено несколько вариантов повторного использования сточных вод для озеленения и орошения сельскохозяйственных культур. После успешного эксперимента в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН проект был реализован. Растущий спрос привел к реализации проектов по проведению водопровода к городам Пикин и Патте д'Ойе, а также по проложению водопровода в районы рыночного садоводства и расширения системы до других точек с помощью гранта от Фонда развития Северных стран. Сегодня продаются порядка 3000 м<sup>3</sup> сточных вод, ежедневно проходящих третичную обработку. Проект позволяет также производить энергию из метана.

Другим примером является кейс из КНР (Delgado, 2021). Закон о развитии циркулярной экономики Китайской Народной Республики был впервые принят 29 августа 2008 года и введен в действие с 1 января 2009 года. Этот закон был сформулирован с целью содействия развитию циркулярной экономики, повышения эффективности использования водных ресурсов.

В «Белой книге» Международной водной ассоциации (Sarni, 2019) показано, что цифровые технологии становятся центральным элементом управления водными ресурсами.

Внедрение цифровых решений может способствовать повышению устойчивости к внешним воздействиям и улучшению услуг водоснабжения и санитарии. Во всем мире их внедрение позволяет лучше реагировать на запросы потребителей и растущее глобальное давление.

Примером цифровых решений являются дистанционное зондирование, интеллектуальные счетчики, использование больших данных и искусственного интеллекта. Решения позволяют управлять и оптимизировать портфель водоснабжения, продлить и улучшить качество водных ресурсов, жизненный цикл инфраструктуры, оптимизировать эксплуатацию и техническое

обслуживание, повысить энергоэффективность, снизить выбросы, подготовиться к изменению окружающей среды<sup>49</sup>.

Одним из примеров успешных цифровых решений является использование цифровых систем управления в режиме реального времени, так называемых «водных банкоматов». Управляемые смарт-картами, они могут обеспечивать децентрализованную инфраструктуру водоснабжения, позволяют операторам и руководителям водоканалов наблюдать за потреблением воды. В целом они меняют конфигурацию отношений между водопользователями, поставщиками и инфраструктурой, повышая доверие и личную экономию. Пользователи могут лучше планировать повседневную деятельность, зная, что вода будет доступна в нужный момент и получают уверенность в том, что они платят за ожидаемое качество и объем воды (Hoolohan, 2021).

Данные будущего спроса на воду по-прежнему характеризуются только как функция численности населения, что ограничивает способность моделей представить более системный взгляд на то, как формируется спрос и как он может измениться (Sharmina, 2019). Следовательно, многочисленные и разнообразные роли, которые играют посредники в формировании траектории спроса, остаются слабо представленными.

Среди технологий, которые помогают собирать данные о поверхностных и грунтовых водах в бассейнах на местном, региональном и глобальном уровнях, можно выделить спутниковые изображения, дроны и блокчейн-технологии, используемые для создания коллективного учета водопользования и транзакций между пользователями и компаниями (Умаров, 2021).

NASA запустило специальную программу «Водные ресурсы», которая помогает продемонстрировать новое практическое применение наблюдений за Землей со спутников<sup>50</sup>.

Согласно **Resource mobilisation Guide 2022**, за 10 лет с 2009 по 2019 год важным трендом является развитие системы донорства развитых стран, инвестирующих в водоснабжение и санитарии развивающихся стран.

Наибольший вклад в системы водоснабжения и санитарии развивающихся стран внесли Франция, Германия, Япония, США, Республика Корея<sup>51</sup>. Российская Федерация не вошла в список из 30 стран.

Эксперты подчеркивают, что глобальные потребности в финансировании для водной инфраструктуры значительны и быстро растут. Глобальные оценки варьируются от 6,7 трлн долл.

---

<sup>49</sup> Op. cit. P. 42.

<sup>50</sup> Water resources enhancing water management. URL: <https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/water-resources> (дата обращения: 20.01.2024).

<sup>51</sup> URL: <https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2022/03/UN-Water-Resource-Mobilization-Guide-2022-02-17.pdf> (дата обращения: 20.02.2024)

США к 2030 г. и до 22,6 трлн долл. США к 2050 г. Эти цифры не включают освоение водных ресурсов для ирригации или энергетики<sup>52</sup>.

Водная инфраструктура является капиталоемкой отраслью с высокими невозвратными затратами. Она требует больших первоначальных инвестиций, за которыми следует очень длительный период окупаемости. Иногда период окупаемости может достигать 100 лет. Государство и в будущем будет оставаться ключевым инвестором в водную инфраструктуру, особенно в странах с развивающимися экономиками, поэтому необходимо четко распределять приоритеты финансирования из государственного бюджета.

Важную роль занимают и такие организации как международные банки развития и суверенные фонды благосостояния, покрывающие разрыв между государственным и частным дефицитом финансирования водной инфраструктуры.

Еще одним источником финансирования может быть целевое. Это может быть финансирование борьбы с климатическими изменениями, например, «зеленые» облигации, корпоративные инвестиции и региональные инициативы, такие как проект Китайской Народной Республики «Один пояс — один путь».

Одним из методов может быть смешанное финансирование, когда инвестиции поступают и от внешних фондов, и от частных компаний. Например, частная инвестиционная компания Blackstone Group создала специальную инвестиционную компанию для заемного финансирования другим компаниям, которые хотят развивать опреснительные установки и крупномасштабную очистку сточных вод для промышленных потребителей. В 2015 г. была объявлена сделка по разработке объекта, ориентированного на хранение и очистку остаточных вод для крупной нефтехимической компании<sup>53</sup>.

Еще одним способом является изменения структуры тарификации на основе объемов потребления, социальных тарифов, путем введения залоговых налогов, трансфертов для смягчения последствий изменения климата.

Объединенная организация экономического сотрудничества определяет три основных источника дохода, доступных для водоснабжения: тарифы, налоги и трансферты.<sup>54</sup> Большинство развивающихся стран в значительной степени опираются на трансферты от зарубежной помощи

---

<sup>52</sup> URL: <https://www.oecd.org/environment/resources/Water-Growth-and-Finance-policy-perspectives.pdf> (дата обращения: 22.01.2024). С. 5.

<sup>53</sup> Ten actions for financing water infrastructure. World water council report, 2018. URL: [https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Forum\\_docs/WWC\\_Financing\\_water\\_infrastructure\\_FINAL\\_WEB.pdf](https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Forum_docs/WWC_Financing_water_infrastructure_FINAL_WEB.pdf) (дата обращения: 03.03.2024). С. 28.

<sup>54</sup> URL: <https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/2018-11/Hybridity-and-Blended-Finance-WEB.pdf> (дата обращения: 04.03.2024). С. 23.

в целях развития и филантропии, в то время как в развитых странах доходы чаще всего собираются за счет тарифов, а также целевых налогов.

Экспертами предлагается создавать диверсифицированный портфель проектов, который может охватывать несколько стран, и перекрестное субсидирование на уровне управления портфелем проектов за счет чистых доходов, генерируемых другими проектами — транзакциями<sup>55</sup>.

Одним из важных аспектов управления является применение стандартов ISO в области водных ресурсов, что помогает компаниям предоставлять инструменты для измерения водопользования и методы его оптимизации, внедрять передовую практику в области очистки и использования сточных вод,

Регулирующие органы могут использовать стандарты ISO для разработки политики, способствующей решению таких проблем как последствия изменения климата и санитария.

Качество воды ISO имеет около 300 стандартов, применимых от агентов по очистке растений до природных минеральных вод. Они содержат общую терминологию, методы отбора проб воды и руководящие указания по представлению отчетности и мониторингу с целью определения различных свойств и загрязнителей — от минерального содержания до уровня бактерий и примесей.

Стандарты ISO в отношении водопользования покрывают различные аспекты от качества воды и оценки водного следа до состояния инфраструктуры<sup>56</sup>.

## **1.2. Рациональное управление водопотреблением в России в рамках выполнения Целей устойчивого развития**

Россия прилагает усилия для ускорения достижения целей устойчивого развития. Ключевую роль здесь играют законодательные и исполнительные органы государственной власти всех уровней в продвижении идеи устойчивого управления водными ресурсами. В процессы стратегического планирования и реализацию стратегий устойчивого развития вовлекаются все заинтересованные органы государственного управления.

Водные ресурсы, безусловно, являются значимым фактором в реализации комплексных решений в различных секторах. Проблемой управления водопользованием и водными ресурсами является недостаточно развитое взаимодействие и координация различных секторов вследствие

---

<sup>55</sup> Hybridity and blended finance. World water council report, 2018. P. 23. URL: [https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Thematics/20180822\\_WWC-hybridity-and-blended-finance-WEB.pdf](https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Thematics/20180822_WWC-hybridity-and-blended-finance-WEB.pdf) (дата обращения: 04.03.2024).

<sup>56</sup> ISO and water. 2017. URL: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100293.pdf> (дата обращения: 07.03.2024).

того, что различные федеральные органы власти имеют различия в компетенциях управления водохозяйственным комплексом.

Изменения климата влияют как на водообеспеченность, так и на связанные с водой опасные явления по всему миру и требуют адекватного ответа как со стороны России, так и со стороны международного сообщества. Водные ресурсы простираются за пределы международных границ. Все основные элементы Повестки дня на период 2030–2050 гг., в частности, цели в области устойчивого развития (ЦУР), касающиеся водных ресурсов, Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий, Парижское соглашение и Конвенция Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК) по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер нуждаются в надежной, своевременной и точной информации о производимой продукции, данными в области экономики, гидрологии, финансированию, научных исследований и разработок для оказания содействия управлению водными ресурсами<sup>57</sup>.

Для решения водных проблем в рамках концепции устойчивого развития была определена 6-я Цель устойчивого развития ООН — «Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитарии для всех», достижение которой позволит к 2030 г. повысить эффективность водопользования во всех секторах экономики и социальной сфере, обеспечить устойчивый водозабор и подачу пресной воды<sup>58</sup> для решения проблемы ее нехватки и значительного сокращения числа людей, страдающих от дефицита воды.

Была разработана Глобальная рамочная программа ускоренного достижения ЦУР 6, которая включает в себя пять уровней:

1. Оптимизация финансирования (приоритизация финансирования).
2. Улучшение данных и информации, развитие мониторинга.
3. Развитие потенциала людей и институтов.
4. Расширение внедрения инноваций, новых методов и технологий.
5. Управление процессом должно быть межнациональным и межсекторальным (Егорова, 2023).

ООН также разработан определенный набор глобальных показателей, который был согласован в ходе работы Межведомственной экспертной группы по показателям ЦУР.

---

<sup>57</sup> Всемирная метеорологическая организация, Комиссия по гидрологии, Сокращенный окончательный отчет внеочередной сессии. — Женева, 13–14 февраля 2019 года. — Приложение № 3.

<sup>58</sup> Научно-практический комментарий к Водному кодексу Российской Федерации от 19.01.2025 N 74-ФЗ / Н. А. Агешкина, А. Б. Бельянская, М. А. Беляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Сорокина. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 337 с. — ISBN 978-5-4486-0636-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/80353>

Окончательный вариант рамочной системы показателей включает около 230 показателей, 11 из которых позволяют отслеживать прогресс в достижении ЦУР 6<sup>59</sup>:

Эффективное и долгосрочное региональное развитие зависит от характеристик хозяйственной деятельности, ведущейся на данной территории и применяемых на ней технологических решений. Эффективное управление промышленной деятельностью зависит от количества и качества, существующих в данный период времени экономических ресурсов. Устойчивое региональное развитие основывается на построении системы управленческих и экономических механизмов, которые, используя достоверную оценку актуального природно-ресурсного потенциала региона, обеспечили бы промышленный и технологический базис для построения стабильного общества и экономического роста<sup>60</sup> (Никоноров, 2017). Истощительное природопользование и чрезмерное антропогенное воздействие на окружающую среду обуславливают утрату возобновимости водных ресурсов (Эдельштейн, 1998).

В настоящее время просматриваются различные возможные сценарии развития макросистемных процессов. Все больше подтверждений получают предположения о смене характера циркуляции воздушных масс от меридионального к зональному.

В ходе ежегодной конференции Организации Объединенных Наций по изменению климата, проходившей в Париже в 2015 г., участники достигли соглашения о противодействии негативным последствиям климатических изменений, ускорении и активизации действий, необходимых для обеспечения устойчивого низкоуглеродного будущего<sup>61</sup>. Главной целью Парижского соглашения выступает укрепление глобального реагирования на угрозу климатических изменений в целях ограничения роста температуры до 1,5 градуса по Цельсию.

Эффективное управление водоснабжением и санитарией базируется на изучении и мониторинге особенностей водного цикла, включая все виды водопользования и водопользователей. Страны должны перейти от секторального освоения водных ресурсов и управления к комплексному подходу, который может обеспечить эффективное сочетание различных потребностей на справедливой основе<sup>62</sup>.

Водохозяйственный комплекс — это сложная взаимосвязанная система. Большая часть воды, изымаемой из водной среды, возвращается в ту же систему, но в другом месте, в другом количестве, с другими качественными характеристиками и в другой момент времени.

---

<sup>59</sup> Вопросы мониторинга водоснабжения и санитарии в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Инициатива по комплексному мониторингу ЦУР 6. С. 2–3.

<sup>60</sup> Экология и экономика природопользования: учебник / под ред. Э.В. Гирусова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014.

<sup>61</sup> Всемирная метеорологическая организация, Перспективное видение и стратегия ВМО в области гидрологии, февраль 2019 г. С. 1.

<sup>62</sup> UN-Water, Руководство по комплексному мониторингу Цели устойчивого развития 6 в области водоснабжения и санитарии: целевые задачи и глобальные показатели, 14 июля 2017 года. С. 5.

Необходим интегрированный подход на уровне многофункционального водопользования и пространственного развития. Данный подход требует увязки технологических, экологических, социальных и экономических факторов и их учета при прогнозировании и разработке государственной политики в области водных ресурсов<sup>63</sup>.

Целевая задача 6.4 направлена на решение проблемы нехватки воды, и ее выполнение должно привести к появлению достаточного количества воды в окружающей среде путем повышения эффективности ее использования во всех секторах экономики и общества. Реализация экологически обусловленных потребностей населения и экономики в воде, — то есть наличие такого объема воды в окружающей среде в определенный момент времени, который может обеспечить устойчивость природных процессов, — играет ключевую роль для поддержания здоровья и жизнестойкости экосистем (это напрямую связано с целевой задачей 6.6 и ЦУР 15).

Повышенный уровень нагрузки на водные ресурсы может привести к отрицательным последствиям для экономического развития, повысить вероятность конфликтов между водопользователями и даже отдельными странами в случае совместного использования ими трансграничных бассейнов. Это требует наличия продуктивных политических установок в сфере управления предложением и спросом (связь с целевыми задачами 6.3 и 6.5) и повышения эффективности водопользования.

Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) — это подход, который помогает сбалансировать конкурирующие потребности в воде со стороны общества и экономики, не ставя под угрозу устойчивость экосистем. Это достигается посредством скоординированной политики и нормативно-правовой базы, механизмов управления и финансирования.

По данным отчета **Progress on Integrated Water Resources Management за 2020 г.** в 80 странах наблюдался прогресс по выполнению данного показателя, 52 страны добились умеренного прогресса, а 22 — добились существенного прогресса, 44 страны были близки к цели. К сожалению, 107 стран не достигли достаточного прогресса для достижения цели ЦУР.

Среди препятствий для воплощения ИУВР можно отметить такие, как<sup>64</sup>:

- В 2021 г. 87 стран (47%) все еще сообщали о «низком» или «средне-низком» уровне ИУВР, 98 стран (53%, включая Российскую Федерацию) имели «средне-высокий» уровень и выше. Эти страны реализовывали ИУВР как часть долгосрочных и целенаправленных усилий (рисунок 7) при отсутствии координации и согласования между секторами: национальным, субнациональным и бассейновом уровнях;

---

<sup>63</sup> URL: [https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/09/SDG6\\_Indicator\\_Report\\_651\\_Progress-on-Integrated-Water-Resources-Management\\_2021\\_EN.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/09/SDG6_Indicator_Report_651_Progress-on-Integrated-Water-Resources-Management_2021_EN.pdf) (дата обращения: 09.03.2024). С. 5.

<sup>64</sup> Progress on Integrated Water Resources Management, 2021. P. 10.

- недостаточное финансирование;
- слабый потенциал институтов;
- недостаточный мониторинг, обмен данными и информацией;
- устаревшие или неэффективные правовые нормы.

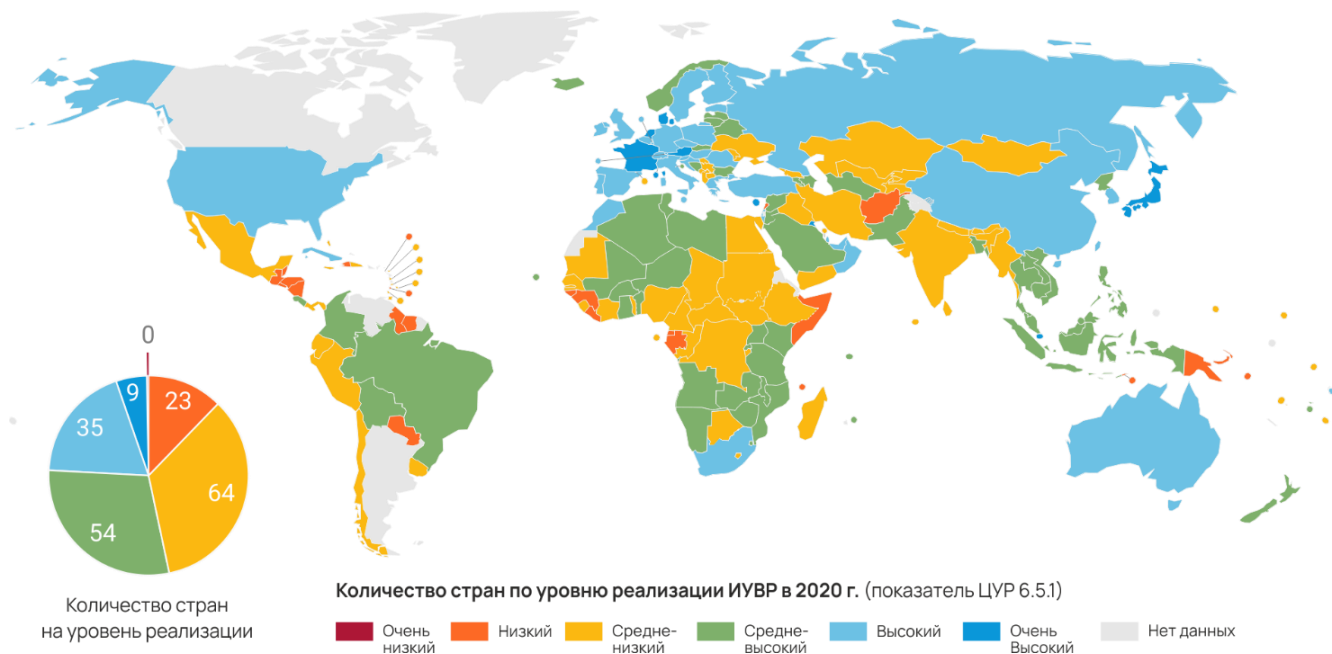


Рисунок 7 — Уровень внедрения ИУВР по странам (2020 г.)

*Источник: Progress on Integrated Water Resources Management. 2021. Р. 30 (переведено на русский язык автором)*

На региональном уровне значительные усилия необходимы в Латинской Америке и Карибском бассейне, Океании, Центральной и Южной Азии и Тропической Африке. На субрегиональном уровне существенный прогресс был достигнут в Центральной Азии, Восточной Африке, Восточной Европе и в Юго-Восточной Азии. 13 из 22 субрегионов не достигли целевого показателя к 2020 г. 5 субрегионов добились ограниченного прогресса в период с 2017 по 2020 гг. и по-прежнему имеют средний уровень внедрения ИУВР: Центральная Америка, Карибский бассейн, Южная Америка, Южная Азия и Западная Африка. В Российской Федерации наблюдался прогресс умеренно-высокого уровня (рисунок 8).

В России также наблюдался достаточно высокий прогресс по развитию национального законодательства для реализации ИУВР, кросс-секторальной координации, участию частного сектора, сбору информации, внедрению инструментов развития пресноводных систем.

Меньший прогресс наблюдался по внедрению программ развития возможностей, привлечению средств для управления водными ресурсами, развитию системы риск-менеджмента, развитию бюджетов для деятельности ИУВР на уровне бассейна, водоносного горизонта или субнациональном уровне, трансграничной передачи информации (Егорова, 2023).

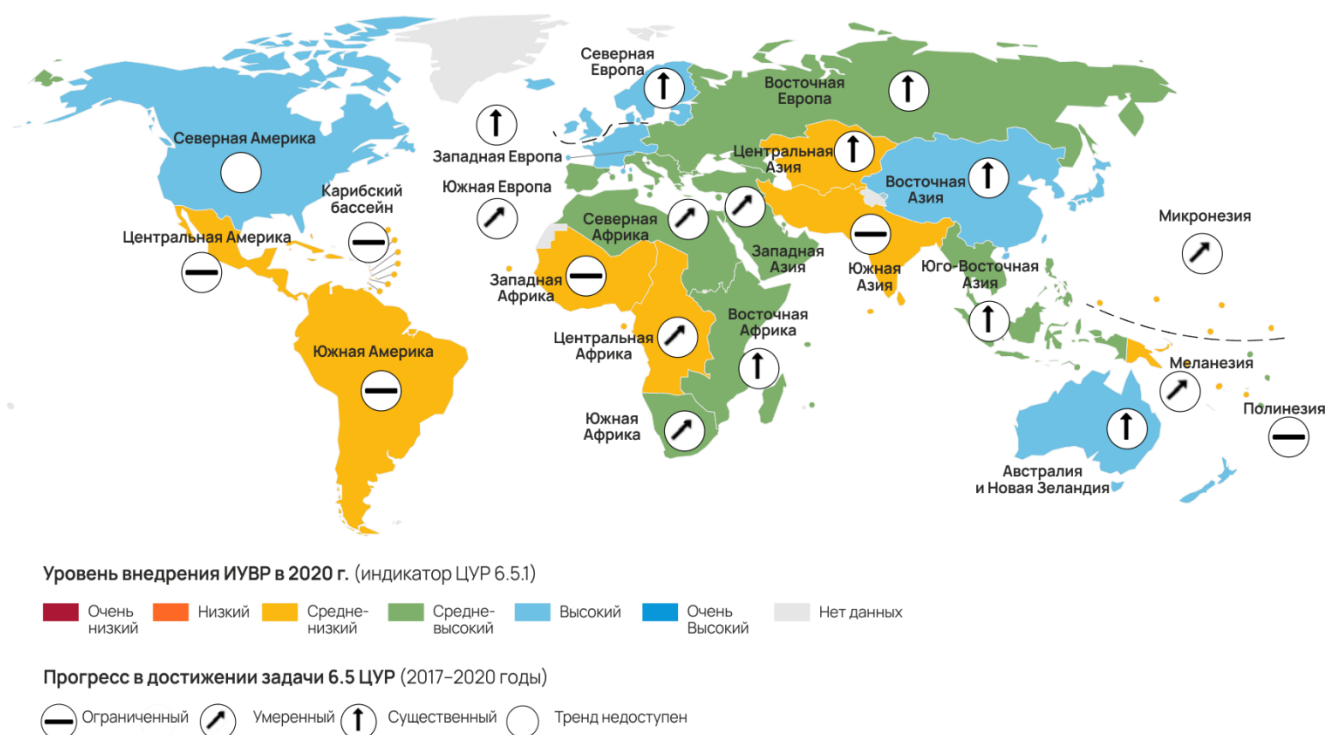


Рисунок 8 — Уровень и прогресс в 22 субрегионах в достижении цели 6.5 (2017–2020 гг.)

*Источник:* Progress on Integrated Water Resources Management. 2021. P. 34 (переведено на русский язык автором)

Суммируя выводы доклада, можно выделить ряд мер, которые могут помочь в проведении политики ИУВР<sup>65</sup>:

- расширение просветительской деятельности и коммуникации;
- расширение координации внутри водного сектора и в других секторах;
- приоритет развития бассейновых организаций;
- улучшение управления данными и информацией, в том числе разработка национальной информационной онлайн-системы, создание согласованных сетей мониторинга, расширение внутри- и межнационального обмена данными;
- усиление трансграничного сотрудничества.

Экспертами отмечается, что реализация ИУВР создает возможности для объединения действия на местном уровне с реформами водной политики, правовой и нормативно-правовой базами, включает развитие институтов на региональном, национальном и трансграничном уровнях.

<sup>65</sup> Progress on Integrated Water Resources Management, 2021. P. 11–12.

И такая работа должна осуществляться согласованно<sup>66</sup>. Цель — избежать превращения ИУВР в мозаику фрагментарных решений проблем на местах.

Эксперты полагают что ИУВР должна включать такие элементы как эффективные стратегии для динамичного управления изменениями на всех уровнях, включая содействие просветительских программ в области водосбережения, и управленческие инструменты, включающие разработку стратегии, направленные на решение проблем в области охраны и использования водных ресурсов<sup>67</sup>.

Наибольшее количество функций государственного управления в области использования и охраны водных ресурсов в настоящий момент сосредоточено в Федеральном агентстве водных ресурсов (Росводресурсы) и Федеральной службе по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). Федеральное агентство водных ресурсов осуществляет свою деятельность самостоятельно или через свои территориальные органы и через подведомственные организации, в состав которых входят 14 бассейновых водных управлений (БВУ) по основным водным бассейнам, а также 47 федеральных государственных учреждений (ФГУ) и 3 федеральных государственных унитарных предприятия (ФГУП).

Правовой основой всей водохозяйственной деятельности на территории Российской Федерации являются несколько ключевых нормативно-правовых актов, среди которых выделяются Федеральный закон об охране окружающей среды, Водный кодекс Российской Федерации и Водная стратегия Российской Федерации. Эти документы формируют основу для регулирования водных ресурсов, охраны водных объектов и обеспечения устойчивого водопользования. На всех водопользователей, согласно действующему законодательству, возлагается обязанность по сокращению объемов изъятия и потерь воды. Это включает в себя как промышленные, так и бытовые сферы. Водопользователи должны не только минимизировать свои потребности в воде, но и активно участвовать в мероприятиях по восстановлению и охране водных объектов.

В основу охраны вод положены следующие основные принципы: нормирование качества вод; нормирование антропогенного воздействия на водные объекты; регулярный контроль (мониторинг) состояния вод; платность воздействия; осуществление государственного надзора при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с использованием водных объектов; соблюдение принципа «загрязнитель платит».

Для контроля соблюдения водохозяйственного законодательства проводятся регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, за количественными и качественными

---

<sup>66</sup> Integrated Water Resource Management: A New Way Forward. A Discussion Paper of the World Water Council Task Force on IWRM. P. 15–16. URL: [https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Initiatives/IWRM/Integrated\\_Water\\_Resource\\_Management-A\\_new\\_way\\_forward%20.pdf](https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Initiatives/IWRM/Integrated_Water_Resource_Management-A_new_way_forward%20.pdf) (дата обращения: 10.02.2024).

<sup>67</sup> Op. cit. (дата обращения: 10.02.2024). P. 20.

показателями поверхностных и подземных вод, что обеспечивается Государственной системой мониторинга, основу которой составляет наблюдательная сеть Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Помимо Росгидромета мониторинг поверхностных и подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевых целей, осуществляет Роспотребнадзор. Ведение локального мониторинга в зоне их влияния в соответствии с законодательством возложено на хозяйствующие субъекты.

Стратегическое планирование в России уделяет всё больше внимания экологической безопасности и рациональному природопользованию. Это отражено в ключевых документах, таких как Концепция перехода к устойчивому развитию и Основы государственной политики в области экологического развития до 2030 года. Эти документы стремятся обеспечить баланс между экономическим ростом и сохранением окружающей среды.

Экологическая доктрина Российской Федерации ставит перед собой амбициозные цели, направленные на улучшение состояния окружающей среды и обеспечение устойчивого развития. Ключевыми задачами являются сокращение загрязнения окружающей среды, вызванного выбросами в атмосферу, сбросами в водные объекты и накоплением отходов. Это включает в себя не только снижение объемов загрязнения, но и внедрение современных технологий утилизации и переработки отходов, а также разработку и внедрение замкнутых циклов водопользования в наиболее водоемких отраслях экономики. Доктрина акцентирует внимание на сохранении и восстановлении биологического разнообразия, включая редкие и исчезающие виды растений и животных. От качества и количества водных ресурсов зависит экологическая безопасность целых экосистем. Восстановление окружающей среды, пострадавшей от антропогенного воздействия, охватывает мероприятия по рекультивации земель, загрязненных тяжелыми металлами или радиоактивными веществами, а также восстановление лесных массивов и заболоченных территорий. Реабилитация акваторий, загрязненных нефтепродуктами или промышленными стоками, требует применения современных технологий очистки воды и восстановления водной экосистемы.

Однако, несмотря на заявленные цели, экологическая ситуация в России остается сложной. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (и последующие стратегические документы, например, федеральный проект «Чистая вода» в составе национального проекта «Экология»), хотя и подсвечивает вопросы ликвидации накопленного экологического ущерба, всё ещё недостаточно эффективна в условиях возрастающей экономической активности и изменения климата.

Глобальное потепление усугубляет существующие экологические проблемы, вызывая учащение экстремальных погодных явлений (наводнения, засухи, пожары), которые наносят

значительный ущерб окружающей среде и, в том числе, водным ресурсам. Одна из главных причин неэффективности принятых мер – высокая ресурсоемкость российской экономики. Это приводит к истощению водных ресурсов, загрязнению окружающей среды и низкой экономической эффективности. Нерациональное использование водных ресурсов обусловлено применением устаревших водоемких технологий и большими потерями воды при транспортировке. Необходим переход на ресурсосберегающие технологии, внедрение систем контроля и учёта водопотребления, а также развитие технологий замкнутого цикла при производственных процессах в отраслях экономики.

Несмотря на декларируемые приоритеты, бюджетные ассигнования на охрану водной среды часто оказываются недостаточными для решения масштабных экологических проблем. Необходима более эффективная система экологического мониторинга и контроля, которая позволила бы оперативно выявлять и предотвращать экологические нарушения.

Недостаточное финансирование природоохранных мероприятий, слабая правоприменительная практика и недостаток общественной осведомленности тормозят решение экологических проблем. Необходимы значительные инвестиции в разработку и внедрение инновационных экологических технологий, усиление контроля за соблюдением природоохранного законодательства, а также повышение экологической культуры населения. Важную роль играет и повышение экологической грамотности населения, чтобы формировать ответственное отношение к природе и стимулировать участие граждан в решении экологических проблем. Только комплексный подход, объединяющий экономические, социальные и экологические аспекты, может обеспечить переход к устойчивому развитию и сохранению природного капитала России для будущих поколений. Это включает в себя не только государственные программы, но и активное участие бизнеса в реализации природоохранных мероприятий, а также гражданскую активность и контроль за состоянием окружающей среды.

### **1.3. Эколо-экономические аспекты водопотребления в России**

Проблема неэффективного управления водными бассейнами сохраняет свою актуальность, включая недостаточный набор критериев, используемый для принятия решений по распределению водных ресурсов среди потребителей. Совершенствование системы управления водопользованием необходимо для регулирования конкуренции за воду между городскими и сельскими районами, промышленными предприятиями, энергетическими компаниями и экосистемами. В отсутствие адекватной системы управления водными ресурсами уже через 20–30 лет низкая доступность воды может стать серьезной проблемой, ведущей к негативным эффектам — снижению уровня здоровья населения и ухудшению экологической ситуации.

Россия обладает значительными запасами как поверхностных, так и подземных вод, что делает её одной из стран с самыми богатыми водными ресурсами в мире. Эти ресурсы в основном сосредоточены в восточных и северных регионах страны, таких как Сибирь и Дальний Восток, где реки и озёра занимают обширные территории. Экономически развитые европейские регионы России в Центральном и Северо-Западном федеральных округах сталкиваются с серьезными вызовами в области водопользования. С увеличением населения и ростом промышленности в этих регионах наблюдается значительное истощение водных ресурсов. Проблемы усугубляются неэффективным управлением, что приводит к загрязнению водоемов и ухудшению качества воды. Многие области, где ранее было возможно устойчивое развитие, теперь нуждаются в срочных мерах по рационализации водопользования.

Еще одна значимая причина деградации водных объектов – резко возросший объем загрязняющих веществ в промышленных стоках вследствие их недостаточной очистки на большинстве промышленных и коммунальных предприятий. Серьезной проблемой стало их загрязнение в результате роста несанкционированных сбросов загрязненных сточных вод, участвовавших прорывов трубопроводов, аварий на нефтяных скважинах и других инцидентов, а также попадания и аккумуляции в них новых категорий микрозагрязнителей (отходы медицинских учреждений, бытовой химии, красителей и т. п.), содержащихся в городских сточных водах.

Для устойчивого развития отраслей экономики в долгосрочной перспективе необходимым условием становится совершенствование системы управления в области использования и охраны водного фонда, а также формирование экономических стимулов для внедрения наилучших доступных технологий.

Необходимым условием решения проблемы дефицита пресной воды является снижение антропогенного воздействия на окружающую среду до безопасного уровня; экологизация производства и потребления; сохранение и восстановление экосистем, необходимых для экологического баланса. Необходимо, чтобы заборы воды не приводили к необратимому истощению источников воды с учетом экологически обусловленных потребностей в воде.

Усиливающиеся изменения в природных факторах вызывают необходимость адаптации к их последствиям экономики и социальной сферы как в отдельных регионах, так и в стране в целом. Такие факторы, как засухи, спровоцированные антропогенным изменением климата; неравномерное распределение водных ресурсов в российских регионах; различия в потреблении водоемкими отраслями (сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, химическая и металлургическая промышленность и др.) должны находиться под тщательным мониторингом со стороны федеральных и региональных органов власти и экономических субъектов. Задача

разработки комплексной стратегии рационального управления водными ресурсами при этом выходит на первый план.

Чрезмерное воздействие экономики на окружающую среду стало причиной, из-за которой некоторые воспроизводимые ресурсы, наиболее уязвимые для антропогенных факторов, стали утрачивать свойство возобновимости.

В России из-за ненадлежащей очистки сточных вод загрязнены почти все реки. 88% сточных вод сбрасываются неочищенными до требуемого уровня, до 95% сельских поселений не имеют канализационных очистных сооружений. Существенный вклад вносит и негативное воздействие накопленного экологического ущерба от прошлой хозяйственной деятельности.

Расход водных ресурсов в таких секторах как жилищно-коммунальное хозяйство, агропромышленный комплекс, электроэнергетика, транспорт и промышленность весьма значителен, и отличается необходимостью строгого соответствия требованиям и нормативам качества.

Планирование экономического и сельскохозяйственного развития, а также инвестиций требует построения прогнозов в отношении баланса спроса и предложения воды на средне- и долгосрочную перспективу. Однако оценки в глобальном масштабе являются сложными из-за ограниченности имеющихся данных наблюдений и взаимодействия между важными экологическими, социальными, экономическими и политическими факторами, такими как глобальные изменения климата, рост населения, изменение землепользования, глобализация и экономическое развитие, технологические, организационные и институциональные инновации, политическая стабильность и масштабы международного сотрудничества.

Экологические проблемы особенно остро ощутимы в крупных промышленных центрах, где часто отмечается рост заболеваемости населения, связанный с неблагоприятной окружающей средой.

В результате быстрого развития научно-технического прогресса и интенсивного использования природных ресурсов возрастает степень их истощения и загрязнения окружающей среды. Причины истощения заключаются в том, что водопотребление во всех сферах экономики увеличивается, а сточные воды не подвергаются эффективной очистке.

Сброс неочищенных сточных вод приводит к нарушению нормального режима функционирования водных объектов, так как вместе с неочищенными или недостаточно очищенными сточными водами в водные объекты попадают загрязняющие вещества, содержащиеся в большинстве промышленных сточных вод: взвешенные вещества, сухой остаток, азот аммонийный, сульфаты, фосфаты, хлориды, фенолы, нефтепродукты, ионы тяжелых металлов.

По данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, из порядка 9 тысяч функционирующих очистных сооружений более 70% было построено 30–50 лет

назад, 80% требуют модернизации, а ряд объектов подлежит полной реконструкции. Вследствие недостаточного финансирования темпы модернизации очистных сооружений невысоки.

Согласно Стратегии пространственного развития Российской Федерации, на период до 2025 г. большая часть российских промышленных городов характеризуется негативным состоянием окружающей среды. Отмечаются серьезные экологические проблемы водных экосистем, связанные с уже имеющимся и прогнозируемым ростом негативного влияния изменения климата. На устойчивость и безопасность водных объектов влияет как доступный объем водных ресурсов, так и их качество. В настоящее время процесс мониторинга использования водных ресурсов не скоординирован, отсутствует единая система управления водопотребления. Схемы комплексного использования водных ресурсов учитывают использование поверхностных водных ресурсов, координируемое Федеральным агентством водных ресурсов «Росводресурсы», а за мониторинг подземных вод отвечает Федеральное агентство по недропользованию «Роснедра».

Усиливающиеся изменения в природных факторах осуществления экономической деятельности обуславливают необходимость адаптации к их последствиям экономики и социальной сферы как в отдельных регионах, так и на уровне страны. Такие факторы, как засухи, спровоцированные антропогенным и неантропогенным изменением климата, неравномерное распределение водных ресурсов в российских регионах и макрорегионах, различия в потреблении водоемкими отраслями (сельским хозяйством, жилищно-коммунальным хозяйством, химической и металлургической промышленностями и др.) должны находиться под тщательным мониторингом со стороны федеральных и региональных органов власти и экономических субъектов. Задача разработки комплексной стратегии рационального управления водными ресурсами выходит на первый план (Егорова, 2019).

Разработка стратегических приоритетов в области водопотребления становится одной из важнейших задач на текущем этапе развития России. Необходимо определение институциональных барьеров для управления и выбор наилучших практик их сглаживания и преодоления на национальном, региональном и бассейновом уровнях с целью дальнейшей работы по ускорению темпов реформ в водном секторе.

Если рассматривать окружающую среду как элемент производственного процесса, то сущность эффективной природоохранной деятельности субъекта хозяйствования будет состоять в целенаправленном соблюдении баланса коммерческой целесообразности и необходимости сохранения окружающей среды в рамках внедряемой реиндустриализационной модели развития отечественной экономики при наличии аспектов социального благополучия и экологической безопасности.

Территория Российской Федерации, на которой сосредоточено сельское хозяйство и промышленное производство, характеризуется как неблагополучная в части экологических критериев. В таких условиях актуален следующий перечень приоритетных задач: строительство новых и реконструкция существующих сооружений с софинансированием из бюджетов всех уровней; институциональные реформы в российских регионах, включая программы развития коммунальной инфраструктуры; улучшение качества нормативов и уменьшение платежей населения за коммунальные услуги; разработка проектов нормативных документов для корректировки действующего федерального закона «О водоснабжении и водоотведении», принятого в 2011 г.; реформа правовой системы, связанной с объектами недвижимого имущества коммунальной инфраструктуры; ускорение регистрации прав на инфраструктуру и выдачи правоустанавливающих документов; проработка дел арбитражных судов, касающихся коммунальной инфраструктуры для выявления положительных и отрицательных вопросов управления; организация эффективного мониторинга использования промышленными предприятиями водных ресурсов с треугольником взаимодействия «водоканал — промышленные предприятия — водопользователи»; массовое внедрение международного принципа «платит загрязнитель».

Для эффективного решения экологических проблем, связанных с водными ресурсами и водопотреблением также необходимы законодательные, организационные, экономические, управленческие, технологические и водоохранные мероприятия.

Ключевыми угрозами экологической безопасности России являются недостаточные меры по реабилитации водных объектов и предотвращению загрязнения поверхностных и подземных вод.

Принципиально важным фактором в определении водной политики страны является определение основного источника загрязнения. Для России это промышленные загрязнения, а не бытовые, поэтому принципиально важно переоснащать заводы современными технологиями очистки сточных вод. Основным принципом государственной политики в этой сфере деятельности становится создание экологически чистых производств. Также ведутся разработки более современных установок и методов очистки сточных вод, которые были бы менее энергозатратны, но при этом более эффективны.

Можно выделить несколько мировых трендов:

1. Стремительный рост и внедрение современных технологических решений, которые обеспечивают промышленное сельскохозяйственное и коммунальное сбережение воды и эффективность водопользования.

2. Рост рынка водоохранных технологий, который послужит основой для роста рынка водоемкой продукции. Технологии позволяют сохранить больше экономически доступных водных ресурсов.

3. Акцентирование на взаимосвязи решений в контексте экосистемного подхода.

4. Выполнение действий, направленных на борьбу и предотвращение последствий антропогенного изменения климата.

В России и за рубежом ученые все чаще обращаются в своих исследованиях к декарпину водных ресурсов как наиболее востребованному методу оценки воздействия. В эколого-экономическом аспекте декарпинг означает разрыв связи между ростом давления на окружающую среду и экономическими показателями. Например, если темпы роста выбросов диоксида углерода значительно меньше темпов роста ВВП, то наблюдается эффект декарпина<sup>68</sup>.

Одним из первых ученых, начавших обсуждение взаимосвязи между экономическим развитием стран и экологическими последствиями в контексте потребления ресурсов, был Carter в 1966 г. (Carter, 1966). Идею декарпина активно пропагандировал Von Weizsäcker (Weizsäcker, 1989), один из соавторов докладов Римскому клубу. Он и его коллеги поставили перед собой глобальную цель — отделить потребление ресурсов от экономического развития («Четырехкратная революция»), то есть создать в два раза больше богатства к 2050 г. с половиной текущего потребления ресурсов.

В 1992 г. Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию официально предложил термин «экологическая эффективность», который повлиял на развитие концепций взаимодействия экономической и экологической сред.

В тексте официального документа понятие «декарпинг» в эколого-экономическом аспекте впервые было употреблено в принятой в 2001 г. Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) «Экологической стратегии на первое десятилетие XXI века», где оно было определено в качестве ситуации, в рамках которой наблюдается отставание темпов роста экологической нагрузки от темпов роста обусловившей ее проявление экономической движущей силы<sup>69</sup>.

Одно из наиболее распространенных определений декарпина принадлежит М. Фишер-Ковальски, которая рассматривала данное понятие в качестве процесса снижения объема используемых в экономической деятельности ресурсов в расчете на единицу выпуска продукции<sup>70</sup>.

---

<sup>68</sup> URL: <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/1933638.pdf> (дата обращения 10.11.2023). P. 16.

<sup>69</sup> URL: <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/1863539.pdf> (дата обращения: 12.02.2024).

<sup>70</sup> Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel / M. Fischer-Kowalski, M. Swilling, E. U. von Weizsäcker, Y. Ren, Y.

Многие исследователи стали выделять 2 вида декарпинга — абсолютный и относительный (Juknys, 2003). В условиях абсолютного декарпинга воздействие на окружающую среду снижается, даже если экономика растет. Относительный декарпинг указывает на ситуацию, когда воздействие на окружающую среду все еще растет, но экономика растет быстрее.

Также выделяют как два отдельных вида ресурсный декарпинг и декарпинг влияния (Simonis, 2013). Декарпинг влияния наблюдается в случае увеличения роста экономики при уменьшении негативного влияния на окружающую среду. Ресурсный декарпинг наблюдается при снижении темпов использования ресурсов при экономическом росте и росте производства.

**Оценки и перспективы декарпинга.** Согласно исследованию Института мировых ресурсов (WRI), в 2000–2014 гг. 45 стран сократило свои углеродные выбросы, при этом реальный ВВП вырос по меньшей мере в 35 из них. Самый интенсивный углеродный декарпинг отмечается в Сингапуре — стране удалось удвоить ВВП, сократив выбросы CO<sub>2</sub> на 46%<sup>71</sup>.

Несмотря на ряд имеющихся позитивных показателей, большинство ученых считает, что достигнутый на сегодня уровень декарпинга недостаточен.

В 2009 г. британский исследователь Джексон выпустил книгу «Процветание без роста: основы экономики будущего» (Jackson, 2009), в которой обосновывал необходимость отказа от концепции постоянного экономического роста как основы процветания развитых стран. В главе, посвященной декарпингу, он утверждал, что, несмотря на имеющийся эффект относительного декарпинга, выбросы двуокиси углерода от ископаемого топлива увеличились на 80% с 1970 г. Сегодня число выбросов почти на 40% выше, чем в 1990 г. — базового года для Киотского протокола, — и показатель продолжает расти со скоростью на более чем 3% в год<sup>72</sup> (рисунок 9).

Динамика общего потребления ресурсов демонстрирует еще более низкий уровень декарпинга<sup>73</sup> (рисунок 10).

Если все страны мира установят в качестве цели уровень дохода, сопоставимый с доходами граждан ЕС, то мировая экономика должна будет вырасти в 6 раз до 2050 г. Это означает, что для декарпинга к 2050 г. средняя углеродоемкость мировой экономики должна быть в 55 раз ниже, чем сегодня. При сценарии роста доходов на 2% в год в развитых странах углеродоемкость мировой экономики к 2050 г. должна быть в 130 раз меньше, чем сегодня (Jackson, 2009).

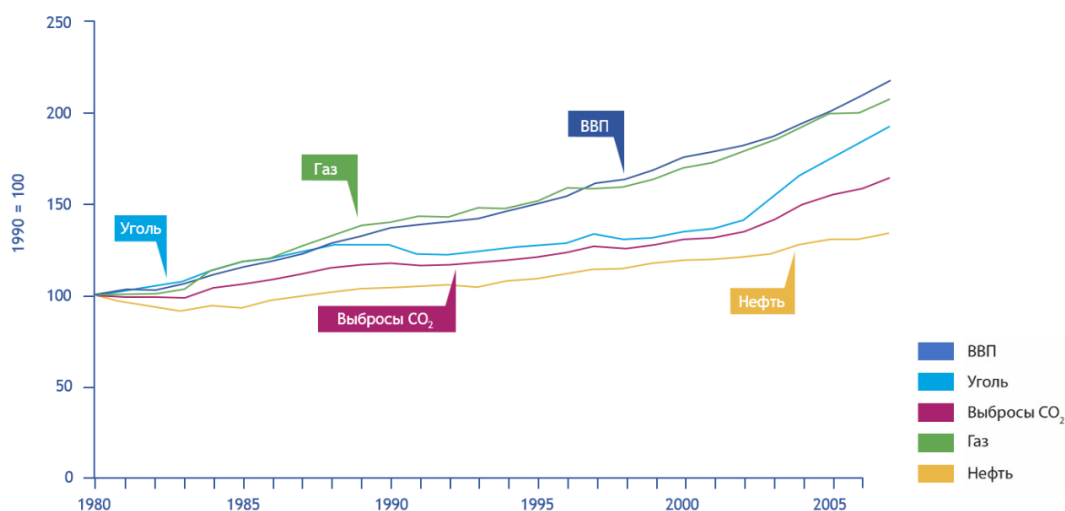
---

Moriguchi, W. Crane, F. Krausmann, N. Eisenmenger, S. Giljum, P. Hennicke, P. Romero Lankao, A. SiribanManalang, S. Sewerin. — UNEP, 2011. P. 2–4.

<sup>71</sup> URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3228448> (дата обращения 07.12.2023).

<sup>72</sup> URL: [https://www.sd-commission.org.uk/data/files/publications/prosperity\\_without\\_growth\\_report.pdf](https://www.sd-commission.org.uk/data/files/publications/prosperity_without_growth_report.pdf), p. 50.

<sup>73</sup> Op. cit. P. 51.

Изменение в потребление ресурсов и рост CO<sub>2</sub>: 1980-2007Рисунок 9 — Изменение в потребление ресурсов и рост CO<sub>2</sub>

UNEP (United Nations Environment Programme) публиковала несколько докладов, посвященных проблеме декарпинга. В докладе 2011 г.<sup>74</sup> UNEP отмечалось, что при сохранении нынешних тенденций относительный декарпинг будет наблюдаться только в развитых странах, в то время как в развивающихся странах произойдет удвоение скорости «метаболизма» (использование количества ресурсов на душу населения) от 2 до 5 раз, что в сочетании с прогнозируемым ростом населения, значительно увеличивает потребление материальных ресурсов (рисунок 10).

Потребление ресурсов в 1975-2000 гг.

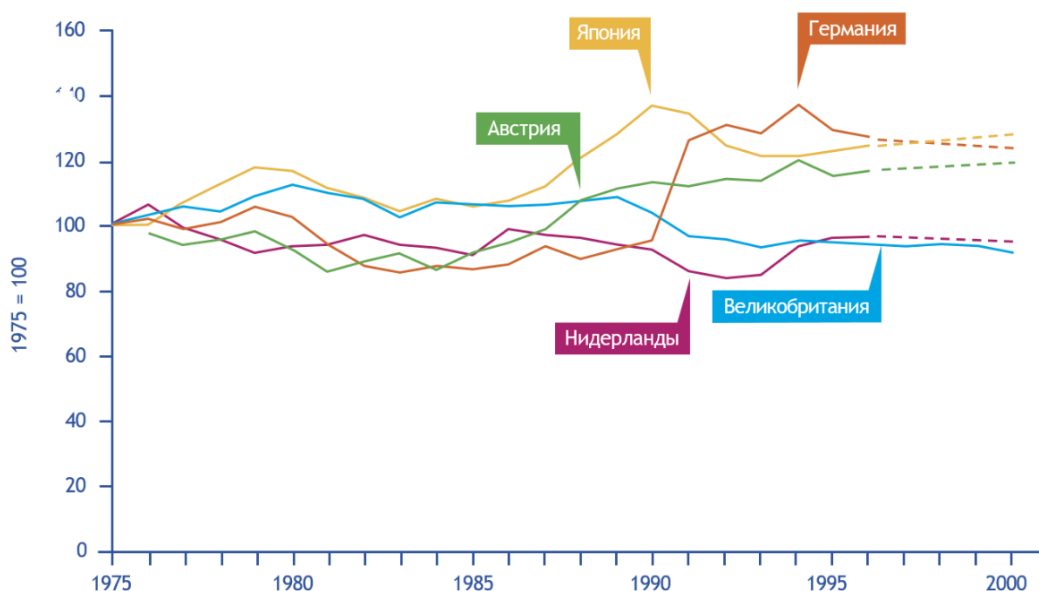


Рисунок 10 — Потребление ресурсов в 1975–2000 гг.

<sup>74</sup> URL: <https://www.resourcepanel.org/reports/decoupling-natural-resource-use-and-environmental-impacts-economic-growth> (дата обращения: 17.12.2023). С. 28.

### Научные модели, используемые исследователями для оценки декарпинга.

На сегодняшний день выделяют несколько основных моделей декарпинга, используемых исследователями.

**Первая модель**, предложенная ОЭСР<sup>75</sup>, — коэффициент декарпинга, рассчитывается следующим образом:

$$D_f = 1 - \frac{(EP / DF)_{\text{end of period}}}{(EP / DF)_{\text{start of period}}}, \quad (1)$$

где  $D_f$  — коэффициент декарпинга,

$EP$  — экологическое давление,

$DF$  — движущая сила.

Под движущими силами понимаются показатели, связанные с экономикой (например, рост ВВП). Под экологическим давлением понимаются показатели, связанные с оценкой экологической ситуации, ресурсами (динамика выброса  $\text{CO}_2$  в атмосферу, динамика потребления нефти и газа, угля, водных ресурсов). Экологическое давление и движущие экономические силы определяются в начале выбранного периода и сравниваются с показателями в конце выбранного периода.

При отсутствии декарпинга фактор декарпинга равен нулю или меньше нуля.

ОЭСР в своем докладе в 2001 г. предложила 31 возможный индикатор декарпинга, связанный с изменениями климата, загрязнением воздуха, использованием лесов, биоразнообразием и др., включая индикаторы, связанные с водой и ее использованием.

**Модель Vehmas (Вехмаса).** В дальнейшем модели декарпинга были раскрыты в исследованиях J. Vehmas, (Vehmas et al., 2003, Vehmas et al., 2007). Основываясь на исследованиях и терминологии, введенной De Bruyn (2000, p. 62), Vehmas использовал для процессов декарпинга термины де-линкинг и ре-линкинг.

Де-линкинг соответствует наличию декарпинга, ре-линкинг — его отсутствию. Vehmas выделил 6 различных типов: слабый де-линкинг, сильный де-линкинг, экспансивный де-линкинг, сильный ре-линкинг, слабый ре-линкинг и рецессивный де-линкинг (рисунок 11).

---

<sup>75</sup> OECD (2002) “General Secretariat: Sustainable Development: Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth”, SG/SD (2002) 1/FINAL. URL: [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=sg/sd\(2002\)1/final&doclanguage=en](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=sg/sd(2002)1/final&doclanguage=en) (дата обращения: 19.12.2023).

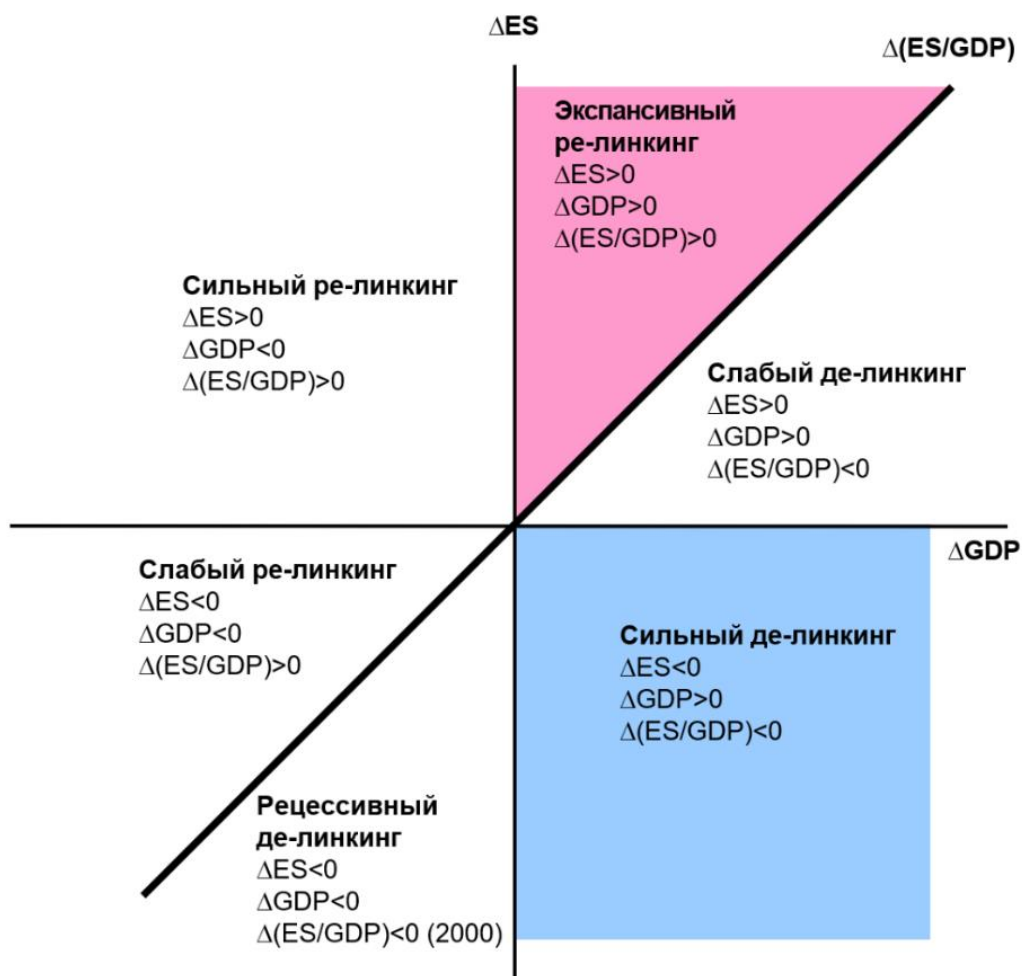


Рисунок 11 — Диаграмма 6 видов де-линкинга и ре-линкинга

Источник: Vehmas J. et al. Global trends of linking environmental stress and economic growth //Turku: Finland Futures Research Centre. – 2003. – Т. 6.

В данной диаграмме ES — показатель величины экологического давления (показатели, связанные с оценкой экологической ситуации, ресурсами — например, динамика выброса CO<sub>2</sub> в атмосферу, динамика потребления нефти и газа, угля, водных ресурсов), GDP — показатель величины ВВП,  $\Delta ES$  — изменение величины экологического давления,  $\Delta GDP$  — изменение величины ВВП,  $\Delta(ES/GDP)$  — изменение соотношения величины экологического давления на величину ВВП.

### 6 областей де-линкинга и ре-линкинга

1. Область, где идет рост и уменьшение экологического давления, а соотношение ES/GDP уменьшается, может быть определена как сильный де-линкинг.
2. Область с ростом GDP и экологического давления, но снижающимся отношением ES/GDP можно определить, как слабый де-линкинг.
3. Область, где значения всех переменных (GDP, ES и ES/GDP) снижаются, можно определить, как рецессивный де-линкинг.

4. Область, где изменение ВВП отрицательно, изменение экологического стресса (ЭС) является положительным, а увеличение отношения ЭС/ВВП можно определить, как сильный ре-линкинг. Здесь экологический стресс увеличивается, несмотря на снижение экономики из-за увеличения экологической интенсивности ВВП.

5. Область с отрицательными изменениями в ВВП и ЭС, но увеличением отношения ЭС/ВВП можно определить, как слабый ре-линкинг. Здесь экологический стресс уменьшается из-за снижения ВВП, хотя интенсивность использования окружающей среды увеличивается.

6. Область, где изменения как в ВВП, так и в ЭС являются положительными, а отношение ЭС/ВВП увеличивается может быть определена, как экспансивный ре-линкинг. На практике экономический рост осуществляется за счет более неэффективных технологий при возрастающей нагрузке на окружающую среду (таблица 1).

Таблица 1 — Виды де-линкинга и ре-линкинга

Виды де-линкинга/ре-линкинга	$\Delta GDP$	$\Delta ES$	$\Delta(ES/GDP)$
Сильный ре-линкинг	$< 0$	$> 0$	$> 0$
Слабый ре-линкинг	$< 0$	$< 0$	$> 0$
Экспансивный ре-линкинг	$> 0$	$> 0$	$> 0$
Сильный де-линкинг	$> 0$	$< 0$	$< 0$
Слабый де-линкинг	$> 0$	$> 0$	$< 0$
Рецессивный де-линкинг	$< 0$	$< 0$	$< 0$

*Источник:* Vehmas J. et al. Global trends of linking environmental stress and economic growth //Turku: Finland Futures Research Centre. – 2003. – Т. 6.

**Модель Тапио.** Финский исследователь Тапио (2005 г.) изучал долгосрочную связь развития европейской транспортной промышленности, выбросов диоксида углерода и экономического роста в период 1997–2001 гг. в 15 странах Европейского Союза. На основании своего исследования он модифицировал модель Вехмаса, рассчитывая декаплинг экономического роста от объема транспортного трафика.

$$GDP \text{ elasticity of transport} = \% \Delta VOL / \% \Delta GDP, \quad (2)$$

где  $\% \Delta VOL$  — процентные изменения объема транспортного трафика;

$\% \Delta GDP$  — процентные изменения ВВП.

Иначе формула может быть представлена как:

$$D = \frac{\% \Delta VOL}{\% \Delta G} = \frac{(VOL_t - VOL_{t-1}) / VOL_{t-1}}{(G_t - G_{t-1}) / G_{t-1}}, \quad (3)$$

где  $D$  — показатель декаплинга;

$VOL_t$  — объем трафика в конечный период времени;

$VOL_{t-1}$  — объем трафика в начальный период времени;

$G_t$  — показатель ВВП в конечный период времени;

$G_{t-1}$  — показатель ВВП в начальный период времени.

Для того, чтобы не интерпретировать незначительные изменения как значительные, Тапио счел изменения  $\pm 20\%$  от коэффициента декаплинга несущественными и находящимися в границах декаплинга. Таким образом, декаплинг определяется не как 1, а как область значений между 0,8–1,2.

В соответствии с этим Тапио выделил 8 основных видов, включающих 3 различных типа: декаплинг, каплинг и негативный декаплинг (таблица 2).

Таблица 2 — Виды декаплинга, каплинга и рекаплинга по Тапио

Классификация	Статус	Значение
Декаплинг	Сильный	Экономический рост сочетается со снижением потребления ресурсов
	Слабый	Экономический рост сочетается с возрастанием потребления ресурсов, но он меньше, чем экономический рост
	Рецессивный	Падение потребления ресурсов больше, чем падение экономики
Каплинг	Экспансивный	Увеличение потребления ресурсов равно величине экономического роста
	Рецессивный	Уменьшение потребления ресурсов равно падению экономики
Негативный декаплинг	Экспансивно-негативный	Увеличение потребления ресурсов больше, чем величина экономического роста
	Слабый	Уменьшение потребления ресурсов меньше, чем величина падения экономики
	Сильный	Экономическое падение сочетается с ростом потребления ресурсов

*Источник:* Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 //Transport policy. – 2005. – Т. 12. – №. 2. – С. 137-151.

Модель Тапио получила широкое признание и является основной для использования в исследованиях, посвященных декаплингу (рисунок 12).

На основе его модели другими учеными было проведено множество исследований, направленных на изучение декаплинга между такими факторами, как энергия, экономика, транспорт, вода, продовольствие, сельское хозяйство, парниковые газы, CO<sub>2</sub> и другие газы, экономический рост в различных странах и континентах (Grand, 2016). Эта модель была широко использована для изучения декаплинга экономического роста и выбросов CO<sub>2</sub> (Jia et al., 2021, Shi, 2020, Yu et al., 2021, Guo et al., 2022), водо- и энергопотребления (Wu et al., 2021b, Zhang et al., 2021a), выброса твердых отходов (Wang et al., 2021, Xu et al., 2022).

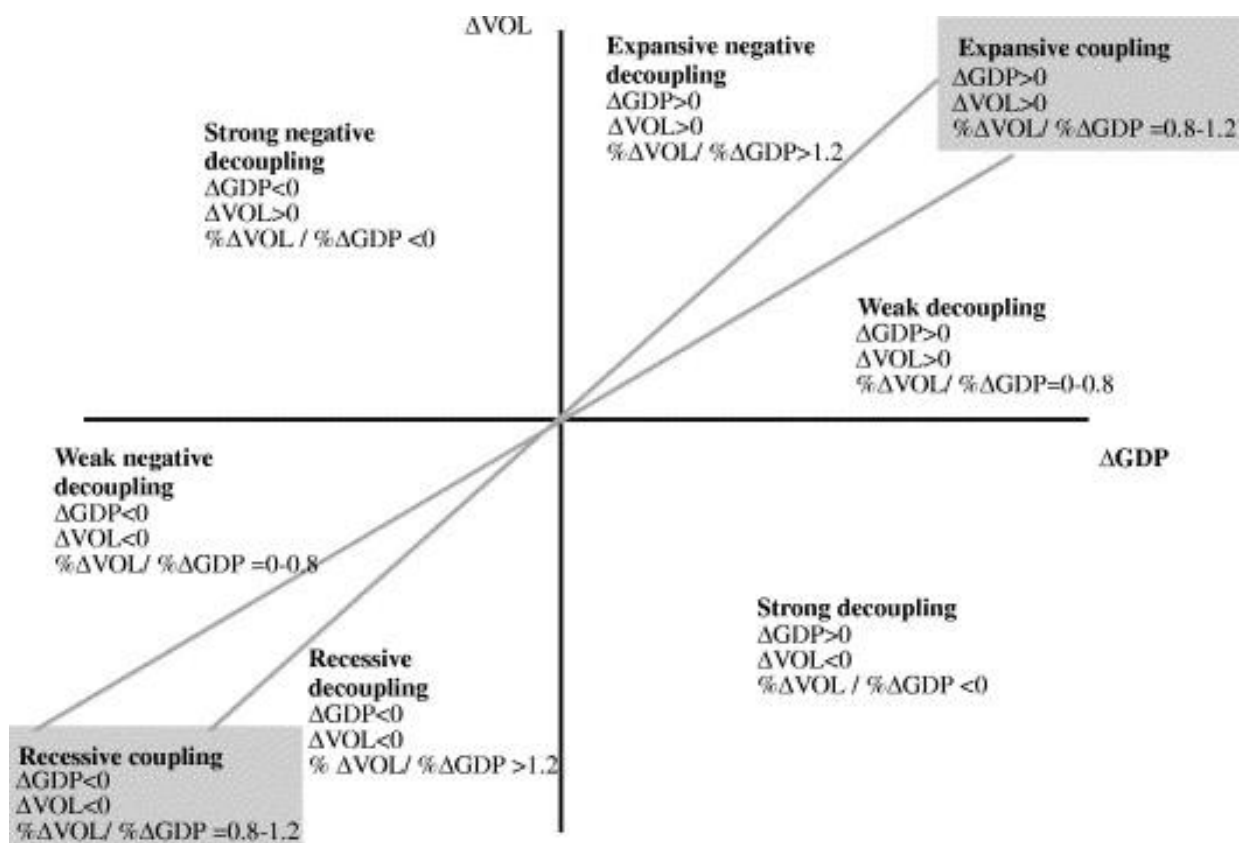


Рисунок 12 — Диаграмма Тапио с 8 видами декаплинга, каплинга, где  $\% \Delta VOL$  — процентные изменения объема использования транспорта,  $\% \Delta GDP$  — процентные изменения ВВП.

*Источник:* Tasbasi, A. A threefold empirical analysis of the relationship between regional income inequality and water equity using Tapio decoupling model, WPAT equation, and the local dissimilarity index: evidence from Bulgaria. *Environ Sci Pollut Res* **28**, 4352–4365 (2021).

<https://doi.org/10.1007/s11356-020-10828-7>

**Модель Лу.** Третий метод декаплинга был введен исследователем из КНР Лу и его коллегами (Лу, 2011). Они разработали модель показателя декаплинга для использования ресурсов.

Определив условие, при котором использование ресурсов остается постоянным во время роста ВВП, как критическое, была выведена формула, выражающая взаимосвязь между  $t$  и  $g$  при таком критическом условии:

$$t_k = \frac{g}{1+g}, \quad (4)$$

где  $g$  — показатель роста ВВП;

$t_k$  — условие, при котором использование ресурсов остается постоянным.

Если  $t = t_k$  — использование ресурсов остается постоянным. Если  $t > t_k$  — использование ресурсов будет уменьшаться. Если  $t < t_k$  — использование ресурсов будет увеличиваться.

Индикатор декаплинга для использования ресурсов определяется как:

$$D_r = \frac{t}{t_k}, \quad D_r = \frac{t}{g}(1+g). \quad (5)$$

Таблица 3 — Декаплинг использования ресурсов

Уровень декаплинга	Индикатор декаплинга
Абсолютный	$D_r > 1$
Относительный	$0 < D_r < 1$
Нон-декаплинг	$D_r < 0$

*Источник:* Zhongwu L. U., Heming W., Qiang Y. U. E. Decoupling indicators: quantitative relationships between resource use, waste emission and economic growth //Resources Science. – 2011. – Т. 33. – №. 1. – С. 2-9.

### Темы исследований декаплинга и география исследовательских работ.

В исследованиях, посвященных количественной оценке декаплинга, наиболее часто анализируется влияние объемов выбросов углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) на экономическое развитие. Декаплинг подразумевает разрыв связи между экономическим ростом и увеличением выбросов парниковых газов. Это явление становится особенно актуальным в свете глобальных климатических изменений и стремления стран к устойчивому развитию. Одной из причин, по которой исследователи фокусируются на  $\text{CO}_2$ , является его высокая степень документированности. Данные о выбросах  $\text{CO}_2$  собираются и анализируются как на международном, так и на национальном уровне, что делает их доступными для научных исследований и сравнений.

В исследовании **Widenhofer et al (2020)**, посвященном анализу литературы за последние несколько десятков лет, были выявлены наиболее часто встречающиеся темы.

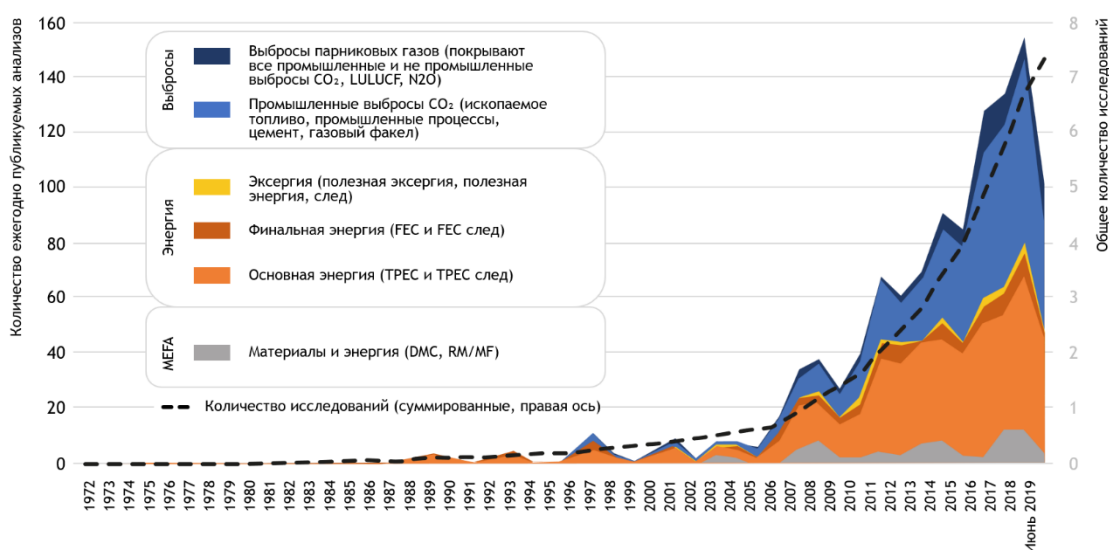


Рисунок 13 — График исследований, посвященных декаплингу в тематическом разрезе с 1972 по 2019 год

Количество исследований, посвященных выбросам CO<sub>2</sub>, значительно выросло с 2009 г. (рисунок 13).

Вторым по популярности для исследователей является декарбонизация потребления первичных энергоресурсов (например, уголь, нефть, газ).

В страновом разрезе абсолютное большинство исследований проводилось учеными из КНР, на втором месте были ученые из США. Другие страны Азии также вносят значительный вклад в исследовательскую деятельность (рисунок 14).

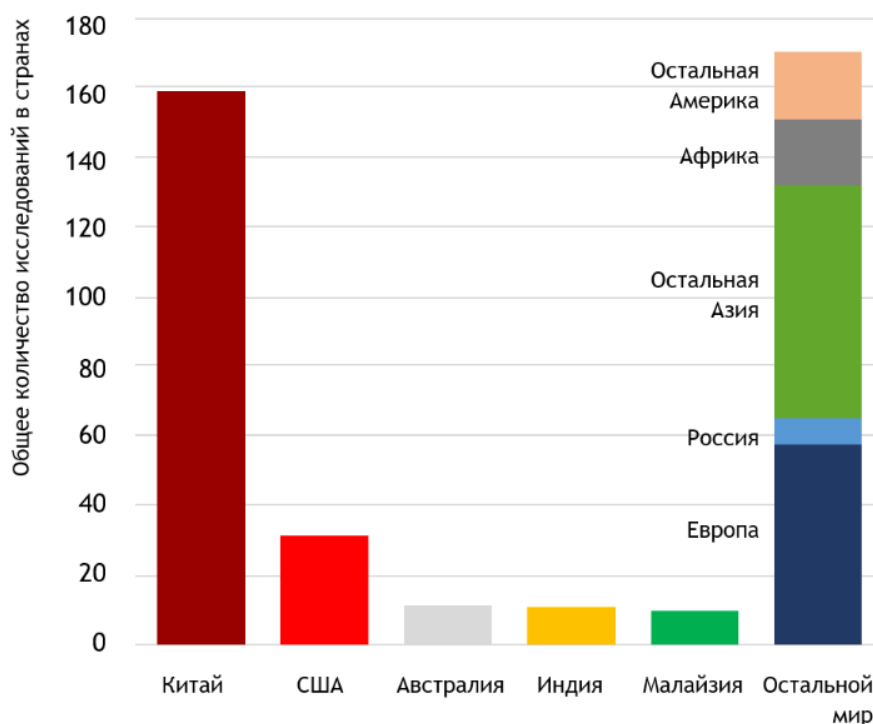


Рисунок 14 — Диаграмма распределения исследований декарбонизации по странам и континентам с 1972 по 2019 год

### **Исследование декарбонизации в России.**

Количество российских исследований сравнительно невелико — в несколько раз меньше, чем, например, исследований, проводившихся в Африке.

Среди исследований и публикаций на тему декарбонизации можно выделить исследования Аникиных. В своей работе «Оценка эффекта декарбонизации на примере регионов ЮФО» в 2019 г. И.Д. Аникиной и А.А. Аникиным были разработаны модели декарбонизационного анализа с выделением шести качественно различных секторов, характеризующих эколого-экономическую ситуацию в российских регионах.

Авторами была введена измененная модель анализа эффекта декарбонизации. Модель основана на сопоставлении коэффициентов прироста потребляемых ресурсов и/или загрязнений с

показателями экономического роста. Скорректированный индекс декаплинга в модели рассчитывается по следующей формуле:

$$DI' = TR' - TY', \quad (6)$$

где  $DI'$  — скорректированный индекс декаплинга, выраженный в относительных единицах;

$TR'$  — коэффициент прироста потребляемого ресурса или выброса загрязнения за определенный период, отн. ед.;

$TY'$  — коэффициент прироста результирующего показателя за аналогичный период (таблица 4).

Таблица 4 — Характеристика секторов эколого-экономического состояния регионов

Наличие эффекта декаплинга	Сектор I $TR' (-; 0,0) < TY' (+; 0,0)$	Сектор II $TR' (+; 0,0) < TY' (+; 0,0)$	Сектор III $TR' (-; 0,0) > TY' (-; 0,0)$
Характеристика сектора	Наличие эффекта «абсолютного декаплинга». Наиболее благоприятная ситуация для экономики региона. Характеризуется снижением экологической нагрузки в регионе при одновременном экономическом росте, устойчивое развитие региона	Наличие эффекта «относительного декаплинга». «Нормальный экономический рост» региона, который сопровождается ростом экологических издержек, растет негативное воздействие на окружающую среду, но эффект декаплинга сохраняется, что говорит об устойчивом развитии региона	Наличие эффекта «относительного декаплинга». Сектор ускоренного снижения экологической нагрузки на регион при одновременном снижении ВРП. Такая ситуация возможна в условиях реструктуризации производств, перехода на новые инновационные технологии
Отсутствие эффекта декаплинга	Сектор IV $TR' (+) > TY' (+)$	Сектор V $TR' (-) < TY' (-)$	Сектор VI $TR' (+) > TY' (-)$
Характеристика сектора	«Бурый» экономический рост. Происходит ускоренная нагрузка на экологическое состояние региона. Необходимо уделять внимание поддержке «зеленых» технологий	Сектор ускоренного экономического спада. Снижение экологической нагрузки при одновременно большем ухудшении показателей эффективности региональной экономики	Наихудшая, кризисная ситуация, при которой рост нагрузки на экологию региона сопровождается ухудшением экономической ситуации

Источник: Аникина И. Д., Аникин А. А. Оценка эффекта декаплинга на примере регионов ЮФО // Региональная экономика. Юг России. – 2019. – Т. 7. – №. 4. – С. 138-147.

Позднее авторами в монографии был представлен расчет рейтинга «эколого-экономической привлекательности» региона на основании декаплинг-анализа.

Авторами было проведено исследование 80 российских регионов (Аникина, Аникин, 2019b) и выполнено их ранжирование в эколого-экономическом рейтинге на основе уровня выбросов загрязненных веществ и уровня ВВП, оценены риски инвестирования в «зеленые» ценные бумаги на основе значений рейтинга «эколого-экономического риска» регионов.

В других работах на основании моделей ОЭСР и Тапио был проведен анализ для Республики Коми (Фомина, 2022), Карелии (Шкиперова, 2014), Вологодской области (Яшалова, 2014). В монографии (Бобылев и др., 2019) авторы выявили рассогласование тенденций экономического развития и некоторых видов экологической нагрузки (использование воды, сброс сточных вод,

загрязнение воздуха диоксидом серы и твердыми частицами) в России и ее федеральных округах в период 2000–2014 гг.

Модель Тапио и ее модифицированные версии является наиболее используемой моделью при анализе любого вида декаплинга, включая декаплинг водных ресурсов и водопотребления. Одним из примеров является исследование Pan Z. et al. (2019 г.). На основе анализа стоимости производства продуктов питания и энергии их водопотребления, на северо-западе КНР модель Тапио была использована для анализа взаимосвязи между производством продуктов питания, энергии и водопотреблением.

Для водопотребления была выведена следующая формула.

$$T(W, V) = \frac{\Delta W / W}{\Delta V / V}, \quad (7)$$

где  $T(W, V)$  — декаплинг между производством и потреблением воды;

$W$  — потребление воды ( $\text{м}^3$ );

$V$  — стоимость производства (USD);

$\Delta W$  — вариация потребления воды ( $\text{м}^3$ );

$\Delta V$  — вариация стоимости производства (USD) (рисунок 15).

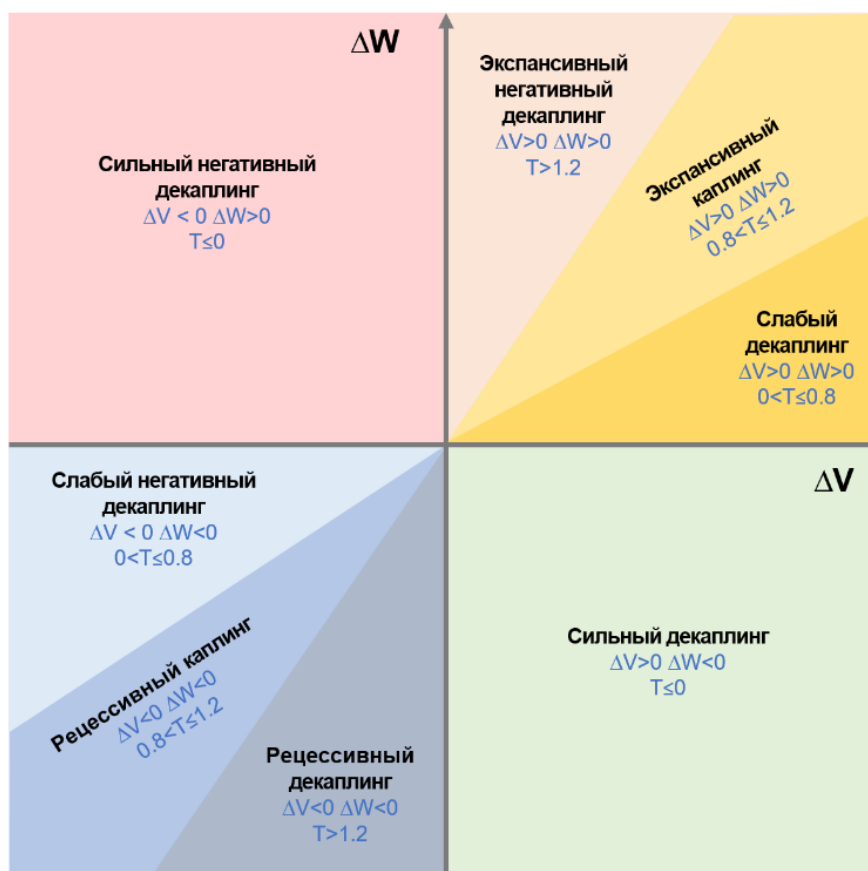


Рисунок 15 — Диаграмма 8 видов декаплинга для водопотребления

В результате можно выделить 8 типов декаплинга, аналогичных моделей Тапио и каплинга для потребления воды (таблица 5).

Таблица 5 — Модели декаплинга для потребления воды

Тип	$\Delta V$	$\Delta W$	T
Сильный негативный декаплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W > 0$	$T \leq 0$
Экспансивный негативный декаплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W > 0$	$T > 1,2$
Слабый негативный декаплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W < 0$	$0 \leq T \leq 0,8$
Рецессивный каплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W < 0$	$0,8 \leq T \leq 1,2$
Рецессивный декаплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W < 0$	$T > 1,2$
Экспансивный каплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W > 0$	$0,8 \leq T \leq 1,2$
Слабый декаплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W > 0$	$0 \leq T \leq 0,8$
Сильный декаплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W < 0$	$T \leq 0$

*Источник:* Pan Z. et al. Driving factors of decoupling between economic development and water consumption in food and energy in north-west China—based on the Tapio-LMDI method //Water. – 2021. – Т. 13. – №. 7. – С. 917.

**Tang P. et al** использовали модель Тапио для анализа зависимости экономического роста от использования воды в Пекине, Шанхае, Гуанчжоу, на примере которых декаплинг был подсчитан для водопотребления и сброса сточных вод (таблица 6).

Таблица 6 — Декаплинг для водопотребления

Тип	$\Delta WR/WE$	$\Delta G$	E
Сильный негативный декаплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W > 0$	$T \leq 0$
Экспансивный негативный декаплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W > 0$	$T > 1,2$
Слабый негативный декаплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W < 0$	$0 \leq T \leq 0,8$
Рецессивный каплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W < 0$	$0,8 \leq T \leq 1,2$
Рецессивный декаплинг	$\Delta V < 0$	$\Delta W < 0$	$T > 1,2$
Экспансивный каплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W > 0$	$0,8 \leq T \leq 1,2$
Слабый декаплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W > 0$	$0 \leq T \leq 0,8$
Сильный декаплинг	$\Delta V > 0$	$\Delta W < 0$	$T \leq 0$

*Источник:* Tang P. et al. Symbol or substance? Environmental regulations and corporate environmental actions decoupling //Journal of Environmental Management. – 2023. – Т. 346. – С. 118950.

В 2015 г. в UNEP представили новую концепцию декаплинга водопользования, направленную на экономию пресной воды путем сокращения ее использования на единицу экономической деятельности. Для эффективного международного развития темпы использования пресной воды должны становиться ниже темпов экономического роста<sup>76</sup>.

Согласно данным UNEP, декаплинг в сфере водопользования уже происходит, о чем свидетельствует значительно более быстрый рост глобального ВВП по сравнению с общим потреблением воды за 100 лет с 1900 по 2000 год<sup>77</sup>. Однако достигнутый уровень декаплинга может считаться относительным, так как прогнозы для развивающихся стран говорят о кратном росте использования природных ресурсов вместе с ухудшением экологической обстановки.

Более эффективные модели и прогнозы для декаплинга водных ресурсов и водопотребления могут помочь составлять системы национальных счетов (СНС). На их основе возможно появление кросс-региональных и кросс-национальных рекомендаций и мер для водного декаплинга.

СНС — это согласованный на международном уровне стандартный набор рекомендаций по составлению показателей экономической деятельности в соответствии со строгими бухгалтерскими конвенциями, основанными на экономических принципах. Рекомендации выражены в виде набора концепций, определений, классификаций и правил бухгалтерского учета, составляющих согласованный на международном уровне стандарт для измерения таких показателей, как валовой внутренний продукт (ВВП)<sup>78</sup>.

СНС была подготовлена и выпущена под эгидой Организации Объединенных Наций, Европейской комиссии, Организации по экономическому сотрудничеству и развитию ООН, Европейской комиссии, Организации экономического сотрудничества и развития, Международного валютного фонда и Группы Всемирного банка. Первый ежегодник «Статистика национальных счетов: Основные агрегаты и подробные таблицы» был опубликован в 1958 г. Последний — в 2008 г.<sup>79</sup>

На основе принципов СНС была создана Система эколого-экономического учета (СЭЭУ). СЭЭУ объединяет экономические и экологические данные для обеспечения представления о взаимосвязях между экономикой и окружающей средой, а также о запасах и изменениях в запасах

---

<sup>76</sup> United Nations Environment Programme. Options for decoupling economic growth from water use and water pollution. [Электронный ресурс] URL: <https://www.unep.org/resources/report/options-decoupling-economic-growth-water-use-and-water-pollution-report-water> (дата обращения: 10.10.2023).

<sup>77</sup>Op. cit. P. 12.

<sup>78</sup> UNSTAT. [Электронный ресурс] URL: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008.pdf> (дата обращения: 15.12.2023).

<sup>79</sup> UNSTAT. National Accounts Statistics: Main Aggregates and Detailed Tables. [Электронный ресурс] URL: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/madt.asp?od=1&/> (дата обращения: 11.10.2023).

экологических активов. СЭЭУ — это многоцелевая система, которая генерирует широкий спектр статистических данных, счетов и показателей, имеющих множество различных потенциальных аналитических применений<sup>80</sup>.

Водные счета СЭЭУ (SEEA Water) являются частью центральной основы СЭЭУ и нового подхода СЭЭУ к экспериментальным экосистемным счетам, в котором основное внимание уделяется измерению использования экосистем и экосистемных активов. SEEA-Water имеет три основных типа счетов для учета гидрологической системы и ее связей с экономикой<sup>81</sup>:

**Счета физического стока.** Эти счета регистрируют физические потоки воды между окружающей средой и экономикой. Они регистрируют водозабор, движение и обратный поток воды в окружающую среду.

**Счета физических активов.** Эти счета описывают гидрологический цикл за учетный период. В рамках физических активов представлены запасы воды и их истощение за учетный период, включая связь с забором и потреблением воды.

**Экономические счета.** Этот набор счетов представляет потоки, связанные с водной продукцией, информацию о затратах, связанных с водопользованием и водоснабжением, информацию о финансировании, связанном с водой.

Водные счета действуют на различных континентах и представляют различную информацию, авторизованную местными властями. Например, водные счета Нидерландов содержат информацию об использовании и денежной стоимости водных ресурсов в стране (Edens, 2014).

В Австралии счета подготавливаются Австралийским Бюро Статистики и в них уделяют особое внимание ирригации в бассейне и состоянию Большого барьерного рифа<sup>82</sup>.

В Швеции счета содержат статистику по 5 основным речным бассейнам страны. Статистика включает экономические переменные (добавленная стоимость, оборот, экологические налоги и расходы на охрану окружающей среды), трудовые ресурсы (занятость и рабочие места), забор воды, использование воды и выбросы<sup>83</sup>. В Великобритании водные счета показывают

<sup>80</sup> UN. System of Environmental Economic Accounting. [Электронный ресурс] URL: <https://seea.un.org/#:~:text=The%20System%20of%20Environmental-Economic,environmental%20as-sets%2C%20as%20they%20bring> (дата обращения: 16.10.2023).

<sup>81</sup> UN. System of Environmental Economic Accounting. Seea-water. [Электронный ресурс] URL: <https://seea.un.org/content/seea-water> (дата обращения 20.10.2023).

<sup>82</sup> A Review of Select Developed Countries. Users and Uses of Environmental Accounts. [Электронный ресурс] URL: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33316/Users-and-Uses-of-Environmental-Accounts-A-Review-of-Select-Developed-Countries.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, (дата обращения: 14.12.2023). С. 16–23.

<sup>83</sup> URL: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33316/Users-and-Uses-of-Environmental-Accounts-A-Review-of-Select-Developed-Countries.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, (дата обращения 07.10.2023). С. 97.

объемы грунтовых и неприливых поверхностных вод, используемых промышленными предприятиями<sup>84</sup>.

Счет водных ресурсов является элементом системы природно-экономического учета, его построение позволит решить такие задачи, как формирование государственной политики в области обеспечения безопасности использования воды и управления водными ресурсами.

В Российской Федерации разрабатывается своя система эколого-экономического учета водных ресурсов<sup>85</sup>. На современном этапе формирование счетов водных ресурсов в Российской Федерации регламентируется Приказом Федерального агентства водных ресурсов от 27 декабря 2022 года № 355 «Об утверждении Методических указаний по формированию счета водных ресурсов». Данный приказ регламентирует учет физических потоков водных ресурсов в разрезе основных видов экономической деятельности по следующей системе показателей:

1. Забор воды из окружающей среды.
2. Распределение и использование забранной воды.
3. Сточные воды в очистных сооружениях.
4. Возвратный поток воды.
5. Испарение забранной воды, транспирация и вода, включенная в продукты.

Вместе с тем данная методика расчета находится в процессе разработки и не включает оценку воздействия водных ресурсов на экономику страны и отдельных регионов.

Мировая организация учета водных ресурсов предполагает построение системы эколого-экономического учета водных ресурсов (СЭЭУВР), которая позволяет учитывать не только физические потоки, но и обеспечивает концептуальную основу для согласованной и последовательной организации гидрологической и экономической информации. Построение данной системы базируется на формировании системы учета, включающей учет потоков водных ресурсов внутри экономики и интеграцию различных экономических данных в систему водных счетов с целью учета денежных потоков по водным ресурсам.

Международная методология построения СЭЭУВР включает набор стандартных взаимосвязанных таблиц, содержащих преимущественно гидрологическую и экономическую информацию, а также информацию по социальным аспектам, позволяющим проводить анализ взаимодействия между водными ресурсами и экономикой в рамках построения Комплексной системы

---

<sup>84</sup> National Archives UK. [Электронный ресурс] URL: [https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20160105160709/http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171778\\_267211.pdf](https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20160105160709/http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171778_267211.pdf), (дата обращения: 10.10.2023). С. 3.

<sup>85</sup> План мероприятий («дорожная карта») внедрения приоритетных счетов системы природно-экономического учета, Распоряжение Правительства Российской Федерации от 15 февраля 2022 года № 247-Р.

управления водными ресурсами (КСУВД). СЭЭУВР является инструментарием для обеспечения формирования эффективной КСУВД, позволяющей решать на практике следующие задачи<sup>86</sup>:

1. Эффективное распределение водных ресурсов.
2. Повышение эффективности использования водных ресурсов.
3. Понимание влияния управления водными ресурсами на всех пользователей.
4. Получение максимальной выгоды от инвестиций в инфраструктуру.
5. Увязка наличия водных ресурсов и их использования.
6. Создание стандартизированной информационной системы, способной согласовывать информацию из различных источников, приемлемой для всех заинтересованных сторон и пригодной для выведения производных показателей.
7. Привлечение заинтересованных сторон к принятию решений.

Целесообразно разработать пошаговый план формирования СЭЭУВР в Российской Федерации, базирующейся на международных рекомендациях ООН. С этой целью необходимо дополнить существующую систему учета физических потоков водных ресурсов системой экономического учета в разрезе формирования следующих счетов:

- 1) смешанных и экономических;
- 2) учета активов;
- 3) учета качества;
- 4) стоимостной оценки водных ресурсов.

С позиции оценки эколого-экономической эффективности наибольший интерес представляют смешанные и экономические счета, поскольку они содержат физическую информацию, заложенную в таблицах физических показателей ресурсов и использования с таблицами денежных показателей ресурсов и использования СНС-2008. При построении данных счетов физические и денежные данные используют одну и ту же структуру, классификацию и понятия. Физическая информация сопоставляется с таблицами денежных показателей ресурсов и использованием по таким позициям, как: а) забор, поставка и использование воды в экономике и ее возврат в окружающую среду; б) сброс загрязняющих веществ.

Введение в отечественную практику таких счетов позволит проводить мониторинг показателей управления водными ресурсами, включающий следующие блоки показателей:

1. Показатели наличия водных ресурсов и давления на них, выводимые из счетов учета водных ресурсов.
2. Показатели водоемкости и эффективности водопользования.

---

<sup>86</sup> Система эколого-экономического учета водных ресурсов. ООН, 2012 г.

3. Показатели возможностей повышения эффективности водоснабжения.

4. Показатели расходов и цен на воду и на услуги очистки сточных вод.

Данная система показателей составляет основу международной методологии СЭЭУВР, разработанной ООН. Для оценки эффективности использования в отечественной практике ее предлагается расширить показателями, разработанными в данной работе (Егорова, 2024).

### **Выводы к главе 1**

Большинство целей и задач устойчивого развития заложено в основные стратегические и программные документы, принятые в Российской Федерации. В части ЦУР 6 отмечается, что применение подхода интегрированного управления водными ресурсами позволяет повышать эффективность и обеспечивать устойчивое развитие и управление водными ресурсами. Идет разработка проектов цифрового управления водными ресурсами как на уровне бассейнов и регионов, так и в городах. На развитие ЦУР 6 направлен национальный проект «Экология», целями которого являются увеличение доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, к 2024 г. — до 90,8%, а доли такого городского населения — до 99%.

Если обратиться к нормативному толкованию текста целевой задачи 6.4.1., то акцент делается на минимально возможном использовании воды в производственных процессах в различных секторах экономики, тем самым снижая зависимость экономического роста от возрастающих заборов воды, в том числе за счет снижения потерь. Эффективное решение проблемы возрастания потребления водных ресурсов тесно связано с концепцией устойчивого производства и потребления.

Среди всех видов экономической деятельности в соответствии с категориями Международной стандартной отраслевой классификации (МСОК) некоторые виды имеют особое значение, так как в ходе этой деятельности используется большое количество водных ресурсов. В их число входят сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых (горная и карьерная), обрабатывающая промышленность, производство электроэнергии, система подачи сбора и очистки воды, химическая промышленность.

Для сокращения водопотребления, устойчивого развития отраслей экономики в долгосрочной перспективе необходимым условием становится совершенствование системы управления в области использования и охраны водного фонда, формирование экономических стимулов для внедрения наилучших доступных технологий.

Для устойчивого развития в области водопотребления предлагается изучение декарпинга, чтобы обеспечить устойчивое развитие, при котором экономический рост не приводит к увеличению потребления ресурсов и негативному воздействию на окружающую среду.

Хотя некоторые позитивные показатели декарпинга уже достигнуты, большинство ученых считает, что текущий уровень декарпинга недостаточен. Также следует уделять повышенное значение исследованиям декарпинга применительно к России, как страны с избыточными водными ресурсами, способными в краткосрочной перспективе дать стране сильное конкурентное преимущество на глобальном рынке. Это возможно при грамотном анализе и моделировании эффекта декарпинга на региональном уровне с целью оценки эколого-экономической ситуации и корректировки региональных приоритетов при использовании водных ресурсов.

Для эффективного решения проблемы дефицита пресной воды необходимо не только снизить антропогенное воздействие на окружающую среду до безопасного уровня, но и внедрить комплексные меры по экологизации всех процессов производства и потребления. Это включает в себя переход на более устойчивые технологии, которые минимизируют загрязнение водоемов и способствуют рациональному использованию водных ресурсов. Сохранение и восстановление экосистем, которые не находятся под угрозой, является критически важным для поддержания экологического баланса.

Необходимо учитывать, что природные источники воды должны использоваться с учетом их экологически обусловленных потребностей. Это означает, что забор воды для сельского хозяйства, промышленности и бытовых нужд не должен превышать естественный уровень восполнения водоемов. В противном случае возникает риск необратимого истощения этих ресурсов, что может привести к серьезным экологическим и социальным последствиям.

Необходимо развитие систем управления водными ресурсами, которые будут учитывать не только экономические, но и экологические аспекты. Внедрение современных технологий очистки и повторного использования сточных вод, а также активное использование дождевой воды могут существенно снизить нагрузку на пресные водоемы. Также важно развивать программы по восстановлению природных водоемов и экосистем, что поможет улучшить качество воды и увеличить запасы пресной воды. Комплексный подход, включающий в себя экологизацию производства, восстановление экосистем и просвещение населения, станет основой для устойчивого управления водными ресурсами и решения проблемы дефицита пресной воды в будущем.

## ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

### 2.1. Тенденции водопотребления в регионах России

Одним из ключевых показателей негативного воздействия на водные ресурсы является показатель **сброса сточных вод**, в том числе загрязненных сточных вод. На долю трех регионов в 2009 г. приходилась треть общего объема сброса — Краснодарский, Ставропольский края и Ленинградская область. К 2022 г. суммарная доля этих регионов существенно не изменилась (таблица 7).

Анализ основных показателей динамики позволил выявить, что в большинстве регионов наблюдалось сокращение сброса сточных вод, лишь в 8 субъектах наблюдался рост данного показателя: Хабаровском крае, Иркутской области, Республике Адыгея (Адыгея), Краснодарском крае, Республике Карелия, Костромской области, Амурской области, Республике Бурятия. При этом в Республике Бурятия показатели сброса сточных вод имели наибольший прирост, в среднем на 16,8 млн м<sup>3</sup> в год.

Таблица 7 — Средние показатели динамики объемов сброса сточных вод в регионах Российской Федерации за период 2009–2022 гг.

Субъект Российской Федерации	Средний абсолютный прирост, млн м <sup>3</sup>	Средний темп прироста, %
Псковская область	–19,79	–13,32
Республика Северная Осетия — Алания	–60,92	–12,37
Республика Калмыкия	–7,31	–10,60
Оренбургская область	–80,33	–8,65
Вологодская область	–28,99	–8,15
Кабардино-Балкарская Республика	–11,83	–7,70
Астраханская область	–28,59	–7,50
Саратовская область	–43,03	–6,99
Курганская область	–3,03	–6,20
Сахалинская область	–10,13	–5,94
г. Москва, столица Российской Федерации, город федерального значения	–90,23	–5,87
Республика Хакасия	–6,60	–5,84
Смоленская область	–5,27	–5,73
Пермский край	–98,27	–5,38
Ивановская область	–6,88	–5,31
Кировская область	–8,34	–4,76
Ставропольский край	–311,26	–4,68
Чеченская Республика	–1,39	–4,47
Удмуртская Республика	–6,08	–4,30
Свердловская область	–46,76	–4,29

Субъект Российской Федерации	Средний абсолютный прирост, млн м <sup>3</sup>	Средний темп прироста, %
Ленинградская область	-200,25	-4,20
Республика Мордовия	-1,90	-4,09
Самарская область	-24,41	-3,97
Нижегородская область	-35,45	-3,81
Омская область	-6,64	-3,77
Томская область	-14,1631	-3,65
Ярославская область	-7,0846	-3,55
Волгоградская область	-13,70	-3,46
Липецкая область	-3,67	-3,26
Республика Дагестан	-23,14	-3,12
Воронежская область	-8,37	-3,04
Магаданская область	-1,49	-3,03
Владимирская область	-3,68	-3,02
Орловская область	-1,98	-3,01
Пензенская область	-6,81	-2,98
Камчатский край	-4,42	-2,86
Кемеровская область — Кузбасс	-50,04	-2,73
Новгородская область	-2,63	-2,55
Рязанская область	-3,48	-2,45
Брянская область	-1,84	-2,45
Красноярский край	-45,40	-2,19
г. Санкт-Петербург, город федерального значения	-25,70	-2,13
Тульская область	-4,05	-2,09
Тверская область	-50,01	-2,05
Еврейская АО	-0,34	-2,02
Курская область	-2,06	-1,95
Тамбовская область	-1,42	-1,85
Карачаево-Черкесская Республика	-17,53	-1,71
Республика Татарстан (Татарстан)	-10,00	-1,66
Республика Алтай	-0,07	-1,53
Республика Коми	-6,66	-1,47
Калужская область	-1,33	-1,38
Новосибирская область	-7,52	-1,32
Республика Марий Эл	-0,84	-1,24
Республика Башкортостан	-6,15	-1,19
Приморский край	-4,63	-1,16
Белгородская область	-2,48	-1,13
Республика Тыва	-0,16	-1,11
Ростовская область	-17,49	-1,06
Чукотский АО	-0,24	-1,04
Мурманская область	-15,81	-0,97
Алтайский край	-3,04	-0,97
Московская область	-15,98	-0,91
Тюменская область	-10,34	-0,90

Субъект Российской Федерации	Средний абсолютный прирост, млн м <sup>3</sup>	Средний темп прироста, %
Чувашская Республика — Чувашия	–0,82	–0,81
Челябинская область	–5,46	–0,75
Республика Саха (Якутия)	–1,15	–0,56
Забайкальский край	–1,40	–0,54
Республика Ингушетия	–0,05	–0,52
Ульяновская область	–0,35	–0,28
Калининградская область	–0,14	–0,12
Архангельская область	–0,59	–0,10
Хабаровский край	0,37	0,11
Иркутская область	1,863	0,20
Республика Адыгея (Адыгея)	1,11	0,68
Краснодарский край	43,00	0,72
Республика Карелия	2,02	0,84
Костромская область	14,74	0,91
Амурская область	1,20	1,75
Республика Бурятия	16,79	3,03

*Источник:* рассчитано автором по данным Федеральное агентство водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 17.02.2024)

В 2 из 3 регионов с наибольшими значениями сбора сточных вод наблюдается сокращение значений: в Ставропольском крае в среднем за год объемы сброса сточных вод сократились на 4,7%, Ленинградской области — на 4,2%. В Краснодарском крае, напротив, отмечается незначительный рост на 0,72% в среднем в год.

В большей степени негативное воздействие на водные ресурсы оказывает сток загрязненных сточных вод, поскольку ухудшает качество водных ресурсов. В целом по Российской Федерации сброс загрязненных сточных вод сократился с 16 515 млн м<sup>3</sup> в 2010 г. до 11 440 млн м<sup>3</sup> в 2021 г. Региональная дифференциация данного показателя носит достаточно равномерный характер — лишь в пяти регионах в 2010 г. удельный вес варьировался в пределах от 5 до 7% и их суммарная доля не превышал 30%. К 2021 г. существенных изменений в региональной дифференциации не наблюдалось.

Только в семи субъектах наблюдался рост сброса загрязненных сточных вод, особенно негативная тенденция отмечается в Томской области, где значения данного показателя выросли более чем в 8,9 раз в 2019 г. по сравнению с уровнем предыдущего года. Несмотря на то, что в 2020 г. величина показателя сократилась, она так и осталась достаточно высокой. Вместе с тем существует устойчивая положительная динамика в основной совокупности субъектов. В Республике Мордовия в среднем за год объем сброса загрязненных сточных вод сократился на 18,27%, в Магаданской области — на 15,36%, в Курской — на 13,2%, в Республике Калмыкия и Новгородской области — на 12,97% и 12,44% соответственно (рисунок 16).

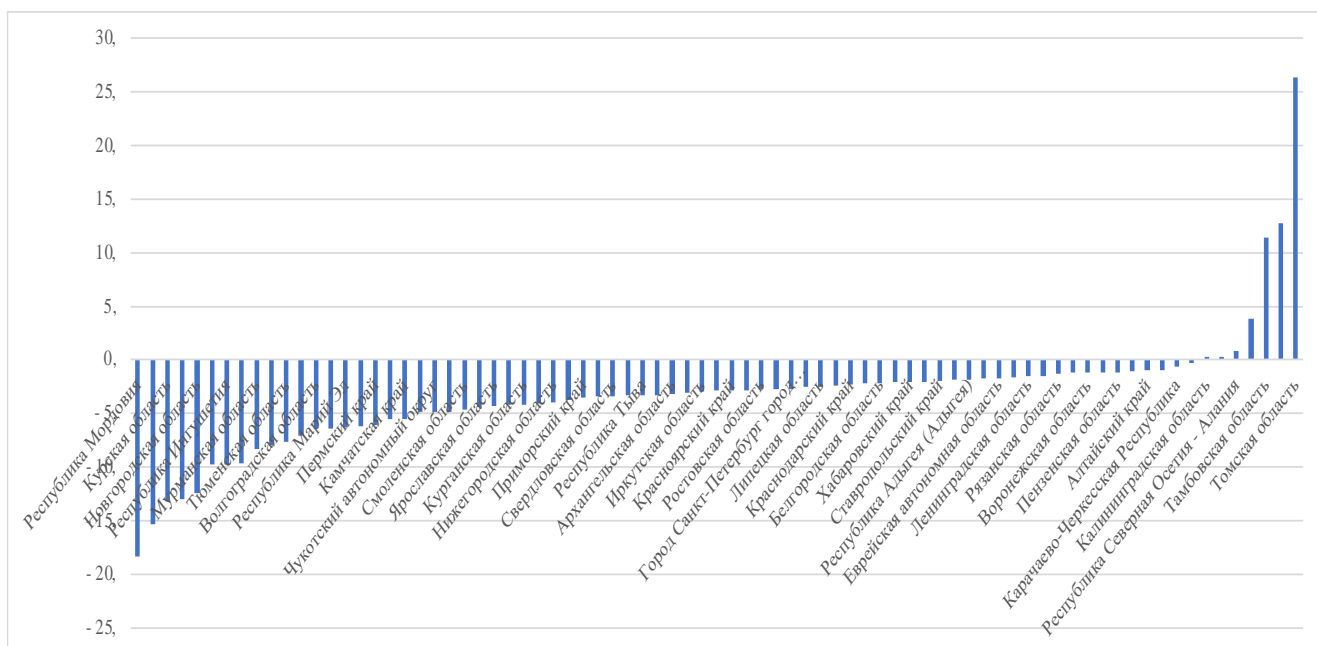


Рисунок 16 — Средние темпы прироста сброса загрязненных сточных вод в субъектах Российской Федерации за период 2010–2021 гг.

*Источник:* построено автором по данным Федеральное агентство водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 17.22.2024)

Значение данных показателей в эколого-экономическом учете достаточно велико, однако целесообразно дополнить анализ динамики показателем доли загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод. С позиции сохранности и охраны водных ресурсов данный показатель должен стремиться к 0. Именно поэтому анализ его динамики позволит оценить тенденции достижения сохранности водных ресурсов.

Рассмотрим распределение значений показателя доли загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод в 2010 г. Наименьшие значения показателей наблюдаются в Костромской области и Ставропольском крае — 2,6% и 2,7% соответственно. Минимальные значения доли приходятся на Челябинскую и Ярославскую области — 97,3% и 97,7%. 34 субъекта страны имеют величину доли менее 33%. В данных регионах менее трети сточных вод сбрасываются загрязненными, то есть минимизировано негативное воздействие на водные ресурсы (рисунок 17).

В 21 регионе Российской Федерации доля загрязненных сточных вод колеблется в пределах от 33 до 66%, то есть в них отмечается средний уровень воздействия на водные ресурсы. В 24 регионах доля загрязненных сточных вод превышает 66%, что свидетельствует о крайне негативном уровне воздействия на водные ресурсы (рисунок 17).

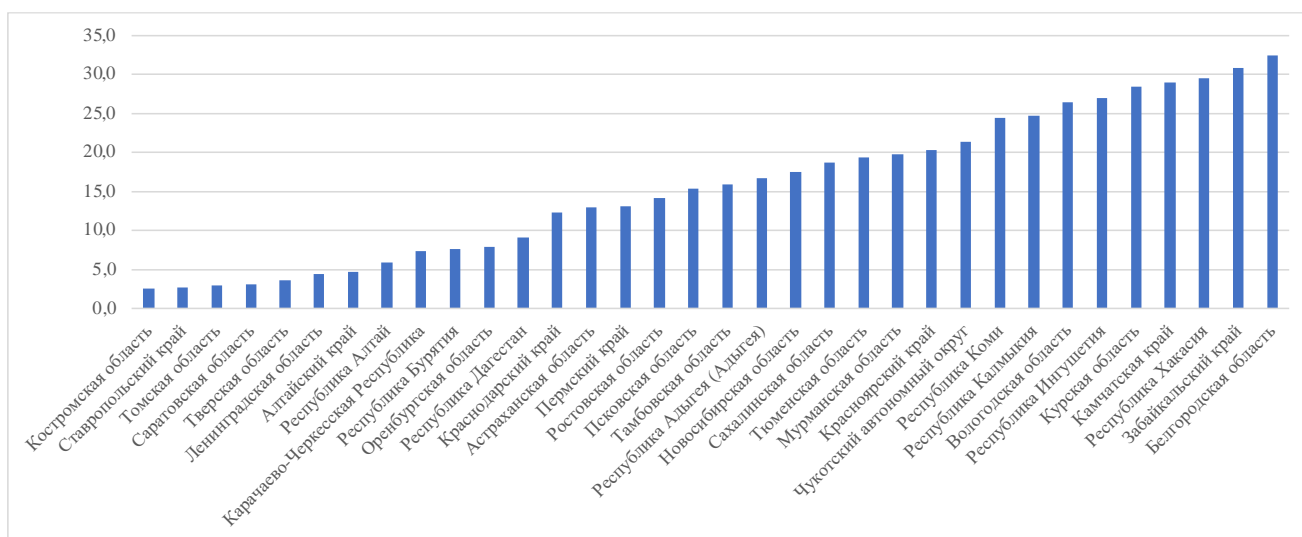


Рисунок 17 — Распределение субъектов Российской Федерации по величине доли загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод в 2010 г.

*Источник:* рассчитано и построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов [Электронный ресурс].

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 27.02.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 27.02.2024)

В 2021 г. минимальные значения показателей наблюдаются также в Костромской области и Ставропольском крае 2,5% и 2,7%. Максимальные значения доли приходятся на Курганскую и Ярославскую области — 95,3% и 96,5% (таблица 8).

Таблица 8 — Динамика состава групп по уровню загрязнения сточных вод в 2010 г., 2021 г.

Доля загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод, %	2010 г.	2021 г.
До 33	Алтайский край Астраханская область Белгородская область Вологодская область Забайкальский край Камчатский край Карачаево-Черкесская Республика Костромская область Краснодарский край Красноярский край Курская область Ленинградская область Мурманская область Новосибирская область Оренбургская область Пермский край <b>Псковская область</b>	Алтайский край Астраханская область Белгородская область Волгоградская область Забайкальский край <b>Кабардино-Балкарская Республика</b> Камчатская край Карачаево-Черкесская Республика <b>Кемеровская область — Кузбасс</b> Костромская область Краснодарский край Красноярский край Курская область Ленинградская область <b>Магаданская область</b>

Доля загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод, %	2010 г.	2021 г.
	Республика Адыгея (Адыгея) Республика Алтай Республика Бурятия Республика Дагестан <b>Республика Ингушетия</b> <b>Республика Калмыкия</b> <b>Республика Коми</b> Республика Хакасия Ростовская область Саратовская область Сахалинская область Ставропольский край <b>Тамбовская область</b> Тверская область <b>Томская область</b> Тюменская область Чукотский АО	Мурманская область <b>Новгородская область</b> Новосибирская область Оренбургская область Пермский край Республика Адыгея (Адыгея) Республика Алтай Республика Бурятия Республика Дагестан Республика Ингушетия Республика Калмыкия <b>Республика Мордовия</b> Республика Хакасия Ростовская область Саратовская область Сахалинская область Ставропольский край Тверская область Тюменская область Чукотский автономный округ
33–66	Архангельская область Волгоградская область Воронежская область <b>Ивановская область</b> Иркутская область <b>Кабардино-Балкарская Республика</b> <b>Кемеровская область — Кузбасс</b> <b>Магаданская область</b> Московская область <b>Нижегородская область</b> Пензенская область Республика Башкортостан Республика Саха (Якутия) Республика Северная Осетия — Алания Республика Тыва Рязанская область <b>Самарская область</b> <b>Свердловская область</b> <b>Смоленская область</b> <b>Удмуртская Республика</b> <b>Хабаровский край</b>	Архангельская область Вологодская область Воронежская область Иркутская область Московская область Нижегородская область Пензенская область <b>Псковская область</b> Республика Башкортостан <b>Республика Карелия</b> <b>Республика Коми</b> <b>Республика Крым</b> <b>Республика Марий Эл</b> Республика Саха (Якутия) Республика Северная Осетия — Алания <b>Республика Татарстан (Татарстан)</b> Республика Тыва Рязанская область <b>Тамбовская область</b> <b>Хабаровский край</b> <b>Челябинская область</b> <b>Чувашская Республика — Чувашия</b>
Более 66	Амурская область Брянская область Владимирская область	Амурская область Брянская область Владимирская область

Доля загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод, %	2010 г.	2021 г.
	г. Москва, столица РФ, город федерального значения г. Санкт-Петербург, город федерального значения Еврейская автономная область Калининградская область Калужская область Кировская область Курганская область Липецкая область <b>Новгородская область</b> Омская область Орловская область Приморский край <b>Республика Карелия</b> <b>Республика Марий Эл</b> <b>Республика Мордовия</b> <b>Республика Татарстан (Татарстан)</b> Тульская область Ульяновская область <b>Челябинская область</b> <b>Чувашская Республика — Чувашия</b> Ярославская область	г. Москва столица РФ, город федерального значения г. Санкт-Петербург город федерального значения Еврейская автономная область <b>Ивановская область</b> Калининградская область Калужская область Кировская область Курганская область Липецкая область Омская область Орловская область Приморский край <b>Самарская область</b> <b>Свердловская область</b> <b>Смоленская область</b> <b>Томская область</b> Тульская область <b>Удмуртская Республика</b> Ульяновская область Ярославская область

*Примечание:* жирным шрифтом выделены регионы, перешедшие из одной группы в другую в 2010–2021 гг.

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 05.03.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 05.03.2024)

В группе с низким уровнем негативного воздействия на водные ресурсы 27 субъектов устойчиво остаются со значениями доли менее 33%. К 2021 г. произошло расширение данной группы за счет сокращения показателя у следующих субъектов: Кабардино-Балкарская Республика, Кемеровская область — Кузбасс, Магаданская и Новгородская области и Республика Мордовия. В Новгородской области и Республике Мордовия доля сократилась значительно, позволив перейти регионам из группы с высоким уровнем воздействия в группу с низким уровнем.

В группе со средним уровнем доли загрязнения сточных вод можно выделить следующие тенденции — лишь 11 регионов устойчиво сохраняют показатель доли загрязненных сточных вод 33–66%.

В группе с высокими значениями доли загрязненных сточных вод 17 регионов занимают устойчивые позиции. Негативным трендом является переход в данную группу следующих регионов: Ивановской, Самарской, Свердловской, Смоленской, Томской областей и Удмуртской Республики.

В значительной степени изменились показатели и по отдельным субъектам. Положительная динамика по сокращению доли загрязненных сточных вод наблюдалась в следующих регионах (таблица 9).

Таблица 9 — Регионы с положительной динамикой доли загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод в 2010–2021 гг.

Субъект Российской Федерации	Удельный вес загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод, %		Абсолютный прирост доли, в процентных пунктах (п.п.)
	2010 г.	2021 г.	
Республика Мордовия	81,7	14,4	–67,3
Челябинская область	97,3	35,3	–62,0
Новгородская область	85,1	25,3	–59,7
Республика Карелия	88,5	45,4	–43,1
Чувашская Республика — Чувашия	94,8	59,4	–35,4
Магаданская область	46,1	11,0	–35,1
Кабардино-Балкарская Республика	61,8	30,3	–31,5
Республика Татарстан (Татарстан)	80,3	48,8	–31,5
Республика Марий Эл	85,1	53,4	–31,7
Кировская область	94,5	66,9	–27,6
Курская область	28,5	7,9	–20,6
Республика Башкортостан	63,0	44,6	–18,4
Архангельская область	63,4	45,5	–17,9
Республика Ингушетия	27,1	9,2	–17,9
Ульяновская область	91,1	75,1	–16,0
Республика Калмыкия	24,7	11,1	–13,6
Республика Тыва	57,7	44,6	–13,1
Волгоградская область	39,8	27,5	–12,3
Тюменская область	19,4	7,4	–12,0
Мурманская область	19,8	9,3	–10,5

*Источник:* рассчитано и построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов [Электронный ресурс].

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 09.03.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 09.03.2024)

Наиболее существенное сокращение доли наблюдается в Республике Мордовия, Челябинской и Новгородской областях, где показатель удельного веса загрязненных сточных вод в общем

объеме сточных вод сократился более чем на 50%. В Республике Карелия, Магаданской области, Чувашской Республике, Кабардино-Балкарской Республике, Республике Татарстан и Республике Марий Эл сокращение доли составило более 30%.

В ряде регионов наблюдался отрицательный тренд роста доли загрязненных сточных вод (таблица 10), что может выступать индикатором роста воздействия экономики на водные ресурсы региона. Наиболее существенное изменение доли отмечается в Томской области, что является результатом резкого роста объема загрязненных сточных вод, выявленное на предыдущем этапе анализа.

Таблица 10 — Регионы с отрицательной динамикой доли загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод в 2010 и 2021 гг.

Субъект Российской Федерации	Удельный вес загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод		Абсолютный прирост доли, %
	2010 г.	2021 г.	
Томская область	3,0	69,8	66,8
Тамбовская область	16,0	63,9	47,9
Псковская область	15,4	50,8	35,5
Саратовская область	3,1	28,2	25,2
Курганская область	71,9	95,6	23,8
Самарская область	56,9	75,2	18,3
Смоленская область	58,7	74,7	15,9
Воронежская область	41,2	55,9	14,7
Ивановская область	57,1	71,8	14,7

*Источник:* рассчитано и построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 12.03.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 12.03.2024)

Еще одним ключевым показателем эколого-экономического учета является показатель объема оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Именно рост данного показателя будет свидетельствовать о снижении нагрузки на водные ресурсы.

Общая динамика показателя по стране представлена на рисунке 18. В динамике данного показателя сформировался неустойчивый тренд роста объемов использования оборотного и повторно-последовательного водоснабжения — за анализируемый период с 2009 по 2022 год на фоне разнонаправленной динамики в целом величина данного показателя увеличилась на 9,78%.

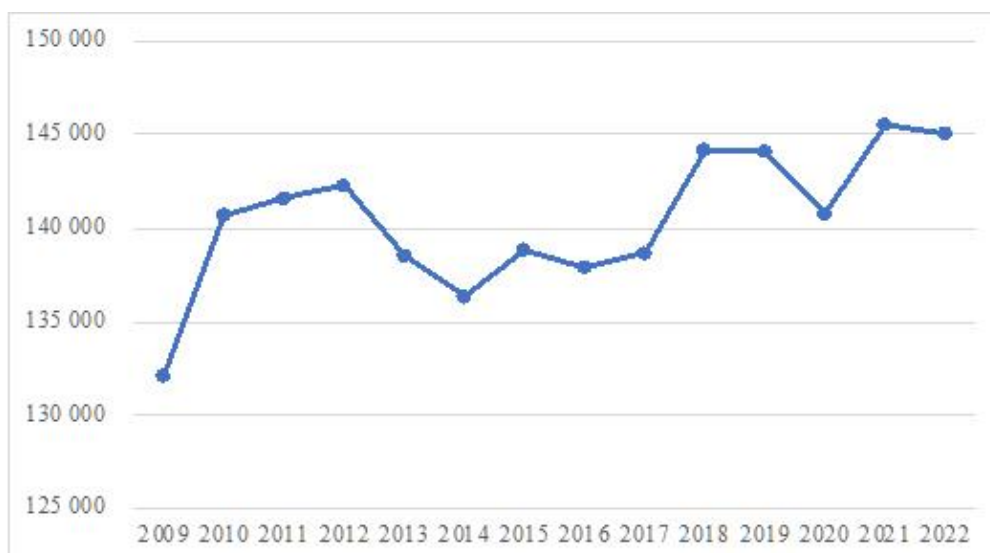


Рисунок 18 — Динамика объема оборотного и повторно-последовательного водоснабжения Российской Федерации в 2009–2022 гг. (млн м³)

*Источник:* построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 14.03.2024)

Вместе с тем динамика данного показателя по отдельным регионам неоднородная (таблица 11).

Таблица 11 — Показатели динамики объема оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в отдельных регионах Российской Федерации в 2009–2022 гг.

Субъект	Базисный темп роста в 2022 г., п.п.	Базисный абсолютный прирост в 2022 г., млн м³	Средний темп прироста, %	Средний абсолютный прирост, млн м³
Тверская область	49,8	6670,19	35,07	513,09
Амурская область	3,7	1909,13	10,56	146,86
Костромская область	3,2	518,24	9,45	39,86
Еврейская АО	3,0	13,61	8,94	1,05
Ростовская область	2,8	4189,86	8,36	322,30
Орловская область	2,7	607,35	7,82	46,72
Ленинградская область	2,3	1841,51	6,63	141,65
Новгородская область	2,0	557,00	5,55	42,85
Республика Мордовия	58,66	–111,52	85,98	–8,58
Ярославская область	58,04	–217,58	85,90	–16,74

Субъект	Базисный темп роста в 2022 г., п.п.	Базисный абсолютный прирост в 2022 г., млн м <sup>3</sup>	Средний темп прироста, %	Средний абсолютный прирост, млн м <sup>3</sup>
Камчатский край	56,09	-7,25	85,65	-0,56
Ивановская область	55,05	-109,66	85,51	-8,44
Псковская область	45,15	-3,45	84,07	-0,27
Карачаево-Черкесская Республика	44,78	-33,27	84,01	-2,56
Республика Дагестан	38,24	-12,45	82,87	-0,96
Брянская область	33,28	-40,49	81,89	-3,11
Кабардино-Балкарская Республика	31,45	-7,78	81,49	-0,60
Республика Северная Осетия — Алания	0,78	-30,63	58,82	-2,36

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 14.03.2024)

Негативный тренд сложился в следующих регионах: Республика Мордовия, Ярославская область, Камчатский край, Ивановская область, Псковская область, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Дагестан, Брянская область, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Северная Осетия — Алания. Наиболее значительное сокращение объемов оборотного и повторно-последовательного водоснабжения наблюдалось в Республике Мордовия, Ярославской области, Камчатском крае — на 43,9%, 42,0% и 41,3% соответственно.

В ряде регионов отмечена положительная тенденция: в Тверской, Амурской, Костромской, Ростовской, Орловской, Ленинградской, Новгородской областях, Еврейской автономной области рост объемов оборотного и повторно-последовательного водоснабжения за рассматриваемый период составил более чем в 2 раза. В Тверской области величина показателя увеличилась почти в 50 раз.

Значимым фактором сохранности водных ресурсов является сокращение потерь воды. В целом по стране наблюдается сокращение потерь воды при транспортировке. За рассматриваемый период с 2009 по 2022 год сокращения составили 9,34% или 699,43 млн м<sup>3</sup>. При наличии общей тенденции к сокращению данного показателя динамика носила разнонаправленный характер. Наиболее существенная величина сокращения потерь наблюдалась в 2020 г., что в значительной степени объясняется снижением потребления воды в период пандемии COVID-19 (рисунок 19).

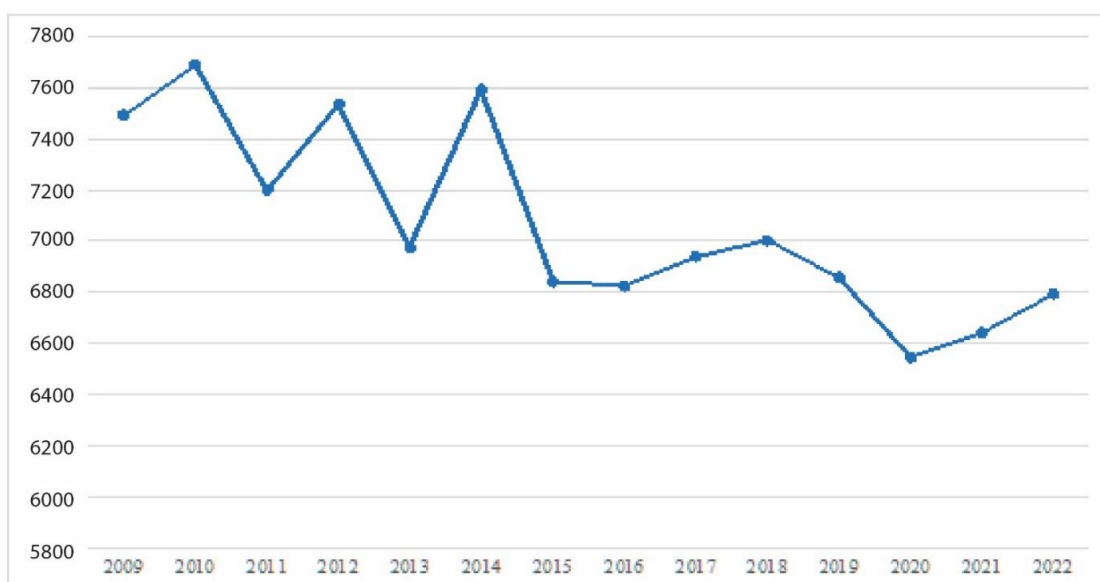


Рисунок 19 — Динамика объема потерь воды при транспортировке в Российской Федерации в 2009–2022 гг. (млн м³)

*Источник:* построено автором по данным Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 14.03.2024)

В регионах, где доля потерь наиболее значима (более 10% от общероссийского объема), наблюдалось сокращение потерь воды. К таким регионам относятся Республика Дагестан, Краснодарский и Ставропольские края, Ростовская область. Динамика потерь представлена на рисунке 20.

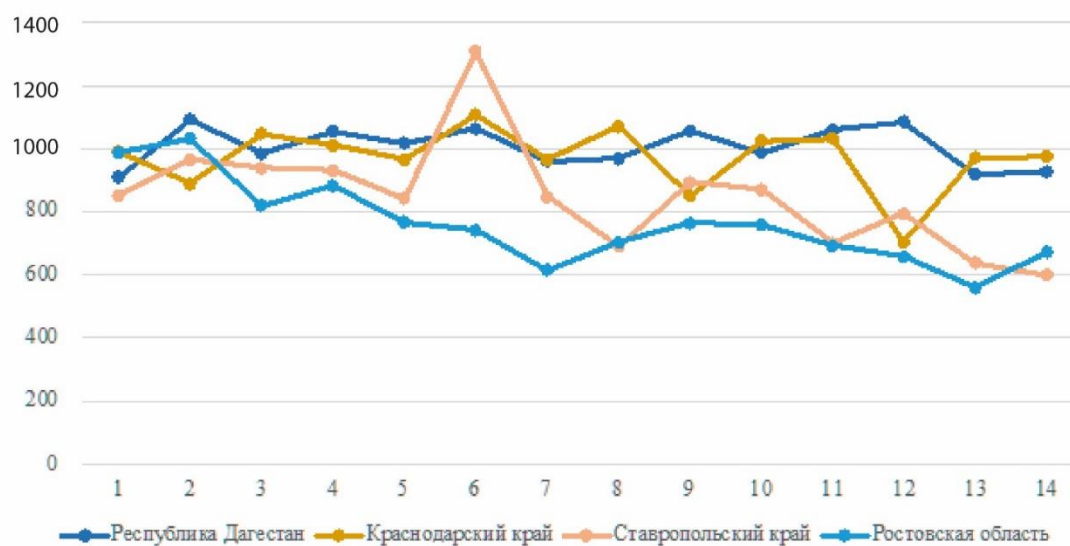


Рисунок 20 — Динамика объема потерь воды при транспортировке в отдельных регионах Российской Федерации в 2009–2022 гг. (млн м³)

*Источник:* построено автором по данным Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 17.03.2024)

За рассматриваемый период в Ростовской области объем потерь сократился на 33% или 316 млн м<sup>3</sup>, в Ставропольском крае — на 30% или 251,93 млн м<sup>3</sup>. В Краснодарском крае изменение объемов потерь за рассматриваемый период составило 1,5% или 15,2 млн куб. м<sup>3</sup>. В Республике Дагестан и Краснодарском крае наблюдается отсутствие ярко выраженной динамики, значения потерь низковолатильны, что является неблагоприятным трендом.

Еще одним ключевым показателем эколого-экономического учета водных ресурсов является показатель потребления воды. За период с 2009 по 2022 год показатель использования воды сократился на 23,2% (рисунок 21). В 2020 г. сокращение потребления составило 26,1%, что обусловлено распространением COVID-19.

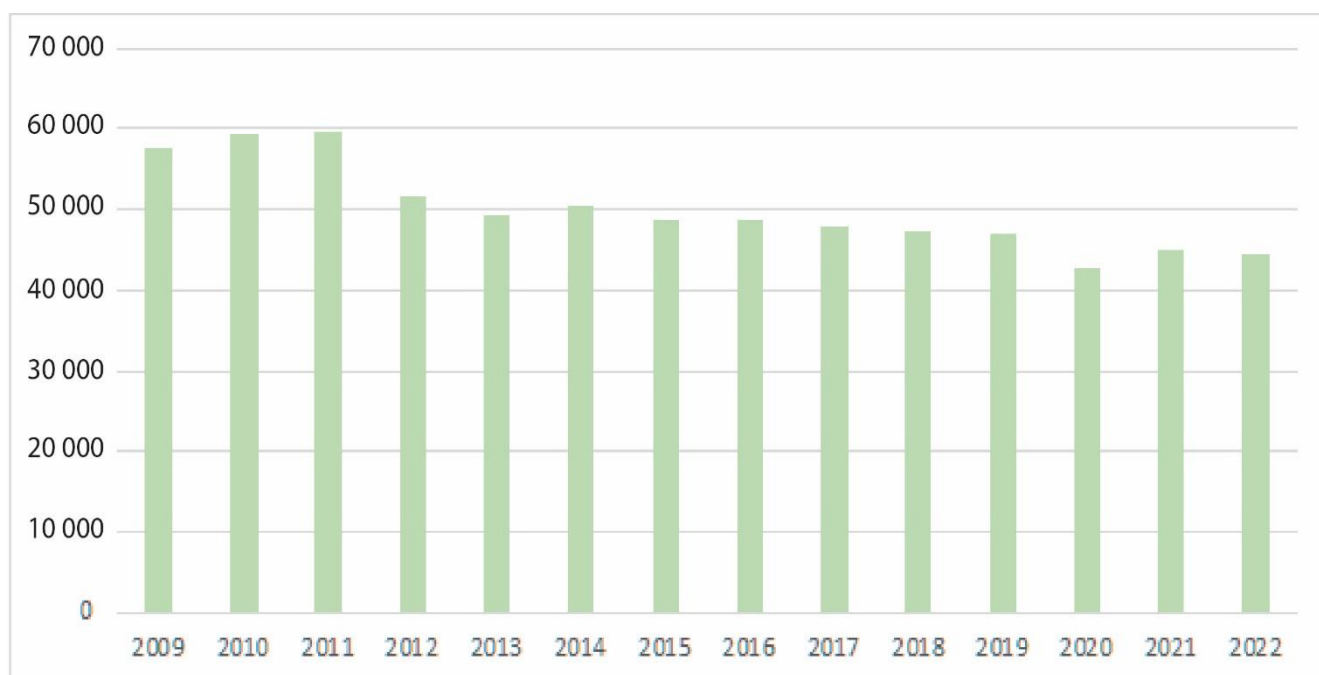


Рисунок 21 — Динамика использования воды в Российской Федерации в 2009–2022 гг.  
(млн м<sup>3</sup>)

*Источник:* построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 17.03.2024)

Анализ динамики регионального водопотребления позволил выявить субъекты, в которых происходил рост потребления за рассматриваемый период (таблица 12).

Наиболее сложная ситуация наблюдается в регионах с ростом потребления более 20%. В Республике Адыгея, Тюменской области и Карачаево-Черкесской Республике в среднем за год использование воды росло на 4,24%, 5,28%, 7,13% соответственно.

В трех регионах показатель использования воды стагнировал, имея колебания за рассматриваемый период менее 1% — в Белгородской области, Республиках Башкортостан и Татарстан.

Таблица 12 — Регионы с ростом показателя использования воды за период 2009–2022 гг.

Субъект Российской Федерации	Темп роста в 2022 г. по сравнению с 2009 г., %	Среднегодовой прирост
Ростовская область	102,47	0,19
Республика Ингушетия	103,98	0,30
Московская область	107,07	0,53
Иркутская область	109,11	0,67
Республика Саха (Якутия)	110,38	0,76
Костромская область	114,29	1,03
Амурская область	123,58	1,64
Чеченская Республика	124,52	1,70
Челябинская область	127,62	1,89
Республика Бурятия	142,69	2,77
Республика Адыгея (Адыгея)	171,57	4,24
Тюменская область	в 1,95 раза	5,28
Карачаево-Черкесская Республика	в 2,45 раза	7,13

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 17.03.2024)

В остальных регионах наметилась положительная тенденция к сокращению объема использованной воды (рисунок 22).

Наиболее существенное сокращение показателя использования воды наблюдается в Ленинградской области. За рассматриваемый период величина данного показателя сократилась с 6148,49 млн м<sup>3</sup> до 611,93 млн м<sup>3</sup>, то есть на 90%. Данная тенденция начала формироваться в 2012 г., когда объем использованной воды сократился на 5641,87 млн м<sup>3</sup>. Также значительное сокращение объемов использованной воды наблюдается в Псковской области, где за рассматриваемый период показатель сократился на 83,3%, то есть в среднем за год его падение составляло 12,86%. Практически на 2/3 сократилось потребление воды в Кабардино-Балкарской Республике, Оренбургской, Сахалинской и Вологодской областях, Приморском крае. Вполовину сократились объемы использованной воды в Пермском крае.

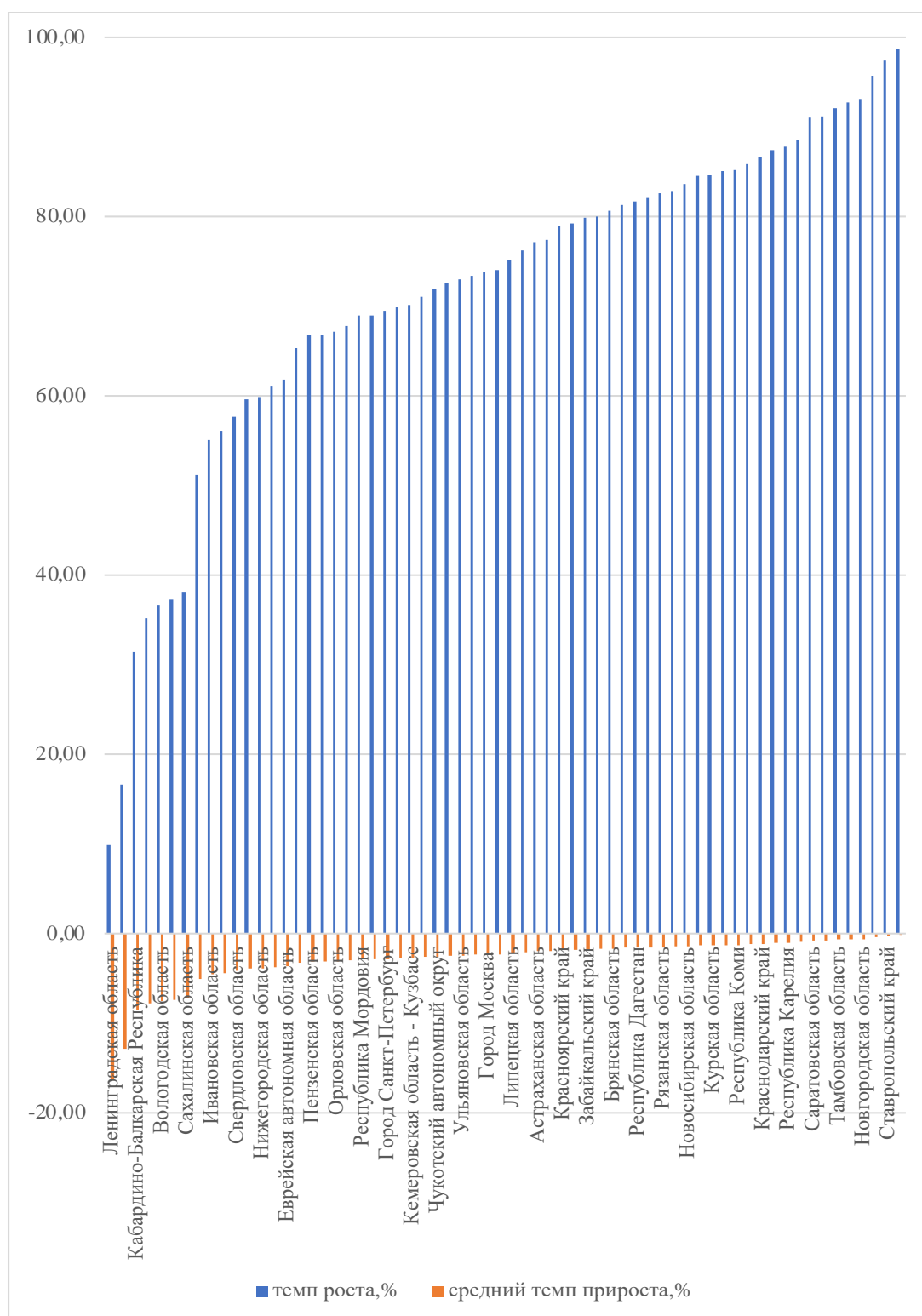


Рисунок 22 — Показатели динамики забора воды по отдельным субъектам Российской Федерации за период 2009–2022 гг. (%)

Источник: построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 27.03.2024)

## 2.2. Использование водных ресурсов в экономике с выделением наиболее водоемких регионов и отраслей

Изучение региональной структуры с выделением наиболее водоемких отраслей является крайне важным с точки зрения анализа водопотребления. Распределение регионов по уровню потребления воды имеет ярко выраженную дифференциацию. В 2009 г. наиболее водоемкими регионами (доля потребления более 1% от совокупного потребления страны) были 29 регионов с совокупной долей потребления более 81,1%. (рисунок 23).

Наиболее водоемким регионом в 2009 г. являлась Ленинградская область с долей потребления воды более 10% от общего по стране. В Краснодарском крае и Республике Дагестан доля потребления составляла 5,4% и 5,0% соответственно. В Ставропольском, Пермском и Красноярском краях — 4,6%, 4,4%, 4,3% соответственно.



Рисунок 23 — Структура использования воды по отдельным водоемким регионам Российской Федерации в 2009 г. (в%, от общего объема использованной воды по стране)

*Источник:* построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 27.03.2024)

В 2022 г. структура регионов по величине использования воды в значительной степени изменилась. Наиболее водоемкими регионами (доля потребления более 1% от совокупного потребления страны) стали 30 регионов с совокупной долей потребления более 81,9%. (рисунок 24).

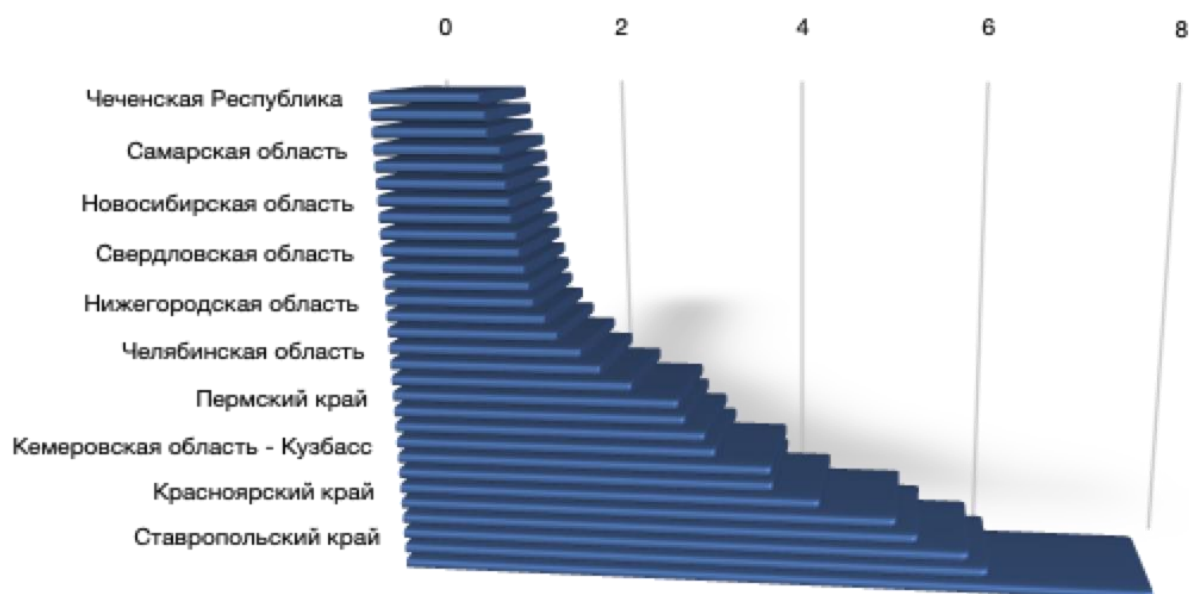


Рисунок 24 — Структура использования воды по отдельным водоемким регионам Российской Федерации в 2022 г. (в %, от общего объема использованной воды по стране)

*Источник:* построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 27.03.2024)

Наиболее водоемкими регионами в 2022 г. являлись Краснодарский край и Тюменская область, где доля потребления была 6,1% и 7,7% соответственно. В Ставропольском крае, Республике Дагестан и Ростовской области — 5,9%, 5,4%, 5,1% соответственно, в Красноярском крае — 4,4%.

Группа субъектов с долей использования воды более 1% от совокупного показателя достаточно устойчива за рассматриваемый период.

В экономике страны существуют водоемкие виды экономической деятельности. В 2017 г. произошел переход с ОКВЭД 1.1 на ОКВЭД 2, что не позволит провести анализ динамики за анализируемый период, поэтому рассматривались два временных отрезка: 2009–2016 гг. — период действия ОКВЭД 1.1 и 2017–2022 гг. — период действия ОКВЭД 2.

Структура использования воды по отдельным видам экономической деятельности в 2029 г. представлена на рисунке 25.

Наибольший удельный вес использованной воды (водоемкие отрасли) приходится на вид деятельности «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды» — 45,7%; на долю вида экономической деятельности «41 — Сбор, очистка и распределение воды» — 18,9%; на долю вида экономической деятельности «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» — 16,9%. На долю остальных видов экономической деятельности приходится менее 3% удельного веса использованной воды.

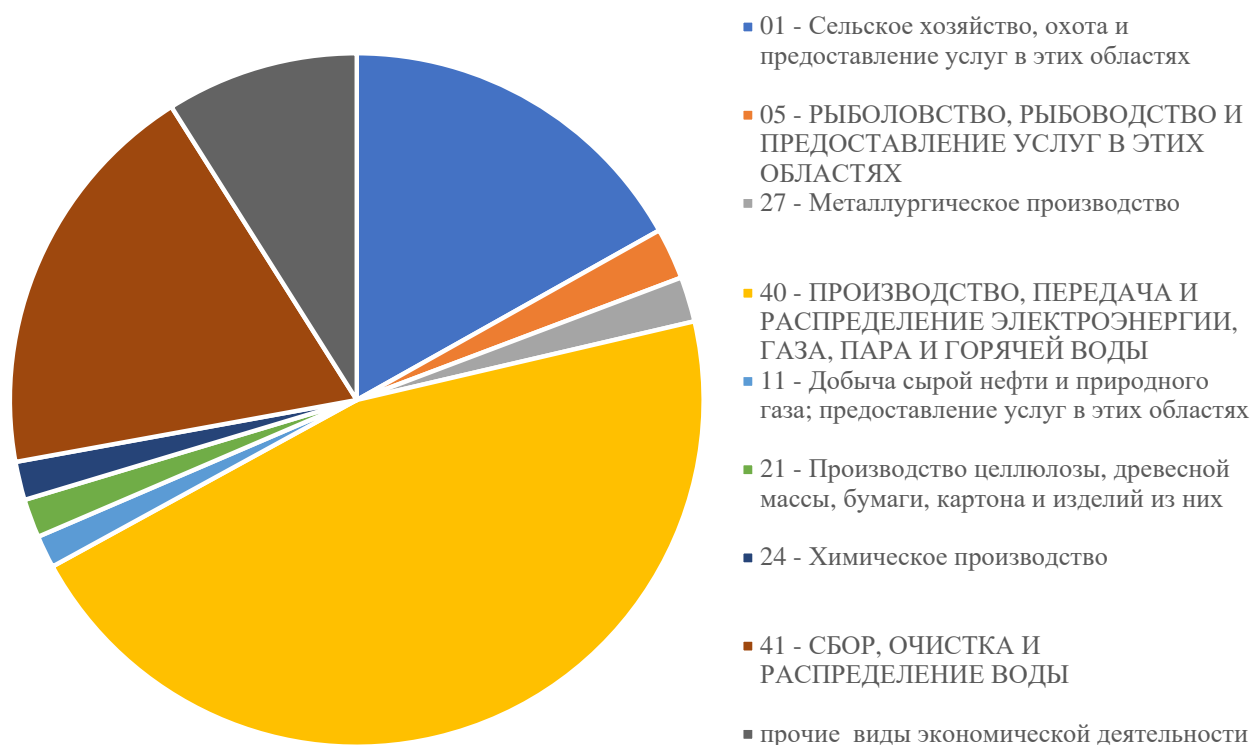


Рисунок 25 — Структура потребления воды в Российской Федерации по отдельным видам экономической деятельности ОКВЭД 1.1 в 2009 г.

*Источник:* построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL:

<https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 27.03.2024)

В 2016 г. (выбор данного года определен переходом в 2017 г. на новый ОКВЭД 2) 41,5% использованной воды приходился на вид экономической деятельности «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды» (рисунок 26). За рассматриваемый период доля данного сектора сократилась на 4,15 (в процентных пунктах, п.п.). На долю вида экономической деятельности «41 — Сбор, очистка и распределение воды» — 17,5%, то есть также наблюдается сокращение доли на 1,37 п.п. На долю вида экономической деятельности «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» приходилось 17,6% всей использованной воды — рост удельного веса данного вида экономической деятельности составил 0,3 п.п.

Значительный рост доли на 4,98 п.п. наблюдался по виду экономической деятельности «11 — Добыча сырой нефти и природного газа; предоставление услуг в этих областях». В 2016 г. удельный вес отрасли составлял 6,5%.

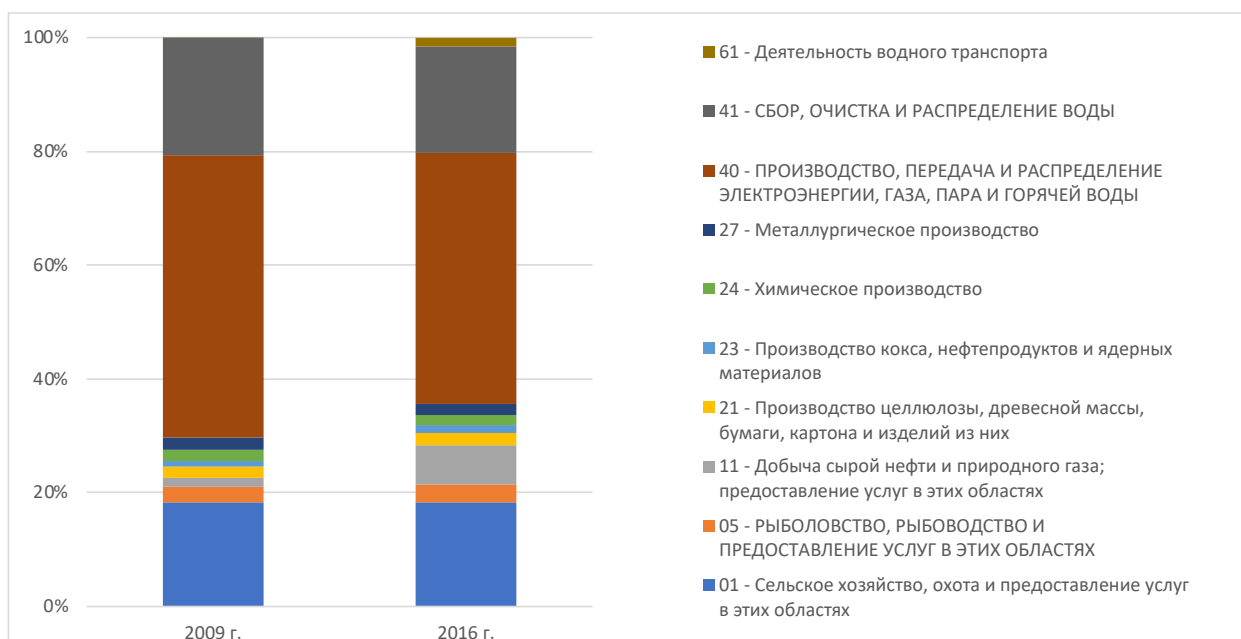


Рисунок 26 — Динамика распределения использования воды по отдельным видам экономической деятельности ОКВЭД 1.1 в Российской Федерации в 2009 г., 2016 г.

*Источник:* построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL:

<https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 06.04.2024)

С 2017 г. введена новая редакция ОКВЭД. Наиболее значимые виды экономической деятельности по использованию воды в период с 2017 по 2022 гг. отмечены в таблице 13.

Таблица 13 — Динамика распределения использования воды по отдельным видам экономической деятельности ОКВЭД 2 в Российской Федерации в 2017 г., 2022 г.

Вид экономической деятельности	2017 г.		2022 г.		Абсолютный прирост доли, п.п.
	млн м <sup>3</sup>	%	млн м <sup>3</sup>	%	
35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	19 764,91	41,33	17 583,31	39,58	–1,75
01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях	8400,68	17,57	7939,37	17,87	0,30
36 — Забор, очистка и распределение воды	7959,96	16,65	7732,25	17,41	0,76
06 — Добыча сырой нефти и природного газа	3048,92	6,38	2962,17	6,67	0,29
03 — Рыболовство и рыбоводство	1359,85	2,84	1131,81	2,55	–0,30
20 — Производство химических веществ и химических продуктов	850,7	1,78	1014,41	2,28	0,50
17 — Производство бумаги и бумажных изделий	950,55	1,99	927,05	2,09	0,10

Вид экономической деятельности	2017 г.		2022 г.		Абсолютный прирост доли, п.п.
	млн м <sup>3</sup>	%	млн м <sup>3</sup>	%	
24 — Производство металлургическое	1157,75	2,42	891,81	2,01	-0,41
52 — Складское хозяйство и вспомогательная транспортная деятельность	814,14	1,70	774,39	1,74	0,04
84 — Деятельность органов государственного управления по обеспечению военной безопасности, обязательному социальному обеспечению	562,8	1,18	654,45	1,47	1,44

*Источник:* рассчитано автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 06.04.2024)

В 2017 г. наибольшая доля использования воды приходилась на вид экономической деятельности «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» — 41,33% от общего объема использования воды в экономике. На долю вида экономической деятельности «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» приходится 17,57%; «36 — Забор, очистка и распределение воды» — 16,65%; «06 — Добыча сырой нефти и природного газа» — 6,38%; «03 — Рыболовство и рыбоводство» — 2,84%. По остальным видам экономической деятельности доля использования воды не превышает 2% от общего объема использования в экономике.

К 2022 г. распределение использования воды по видам экономической деятельности существенно не изменилось. Лидирующие позиции остались за «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» — 39,58% от общего объема использования воды в экономике, за рассматриваемый период доля снизилась на 1,75 п.п. На долю вида экономической деятельности «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» приходится 17,57%; «36 — Забор, очистка и распределение воды» — 16,65% — их доли выросли на 0,30 п.п. и 0,76 п.п. соответственно.

За период с 2009 по 2022 год наиболее водоемкими видами экономической деятельности были (в скобках указано название вида деятельности в старой редакции ОКВЭД): «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» («40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды»); «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» («01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях»), «36 — Забор, очистка и распределение воды» («41 — Сбор, очистка и распределение воды»).

С 2009 по 2016 год наблюдался устойчивый рост использования воды по анализируемым видам деятельности (таблица 14). Наиболее существенный прирост объемов использованной воды произошел в виде экономической деятельности «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» — 915,71 млн м<sup>3</sup> или 12,30%. Также существенно выросли объемы использованной воды по виду экономической деятельности «41 — Сбор, очистка и распределение воды» — на 196,16 млн м<sup>3</sup> или 2,35%.

С 2017 по 2022 год наблюдалось устойчивое сокращение объемов использованной воды по анализируемым видам деятельности (таблица 14). Наиболее существенное сокращение произошло по виду экономической деятельности «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» — 462,31 млн м<sup>3</sup> или 5,49%. Также существенно сократились объемы использованной воды по виду экономической деятельности «36 — Забор, очистка и распределение воды» — на 227,71 млн м<sup>3</sup> или 2,86%. Данные тренды являются положительным фактором сохранности водных ресурсов страны.

Наиболее водоемкими регионами в Российской Федерации в 2022 г. являлись: Республика Дагестан, Краснодарский, Красноярский, Ставропольский края, Тюменская и Ростовская области.

Таблица 14 — Показатели динамики использования воды по водоемким видам экономической деятельности за период 2009–2022 гг.

Вид экономической деятельности	2016 г. по сравнению с 2009 г.		2022 г. по сравнению с 2017 г.	
	Абсолютный прирост, млн м <sup>3</sup>	%	Абсолютный прирост, млн м <sup>3</sup>	%
35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха (40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды)	67,55	100,34	–2181,60	88,96
01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях (01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях)	915,71	112,30	–461,31	94,51
36 — Забор, очистка и распределение воды (41 — Сбор, очистка и распределение воды)	196,16	102,35	–227,71	97,14

Источник: рассчитано автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 12.04.2024)

В Республике Дагестан в 2022 г. на долю трех видов экономической деятельности «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», «03 — Рыболовство и рыбоводство», «36 — Забор, очистка и распределение воды» приходилось 99,79% общего объема использованной воды. Наиболее водоемким является «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», где потребляется 88,2% используемой воды.

Высокая водоемкость вида экономической деятельности «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг» в этих областях также наблюдалась в 2009 г., что свидетельствует об устойчивости структуры (рисунок 27).

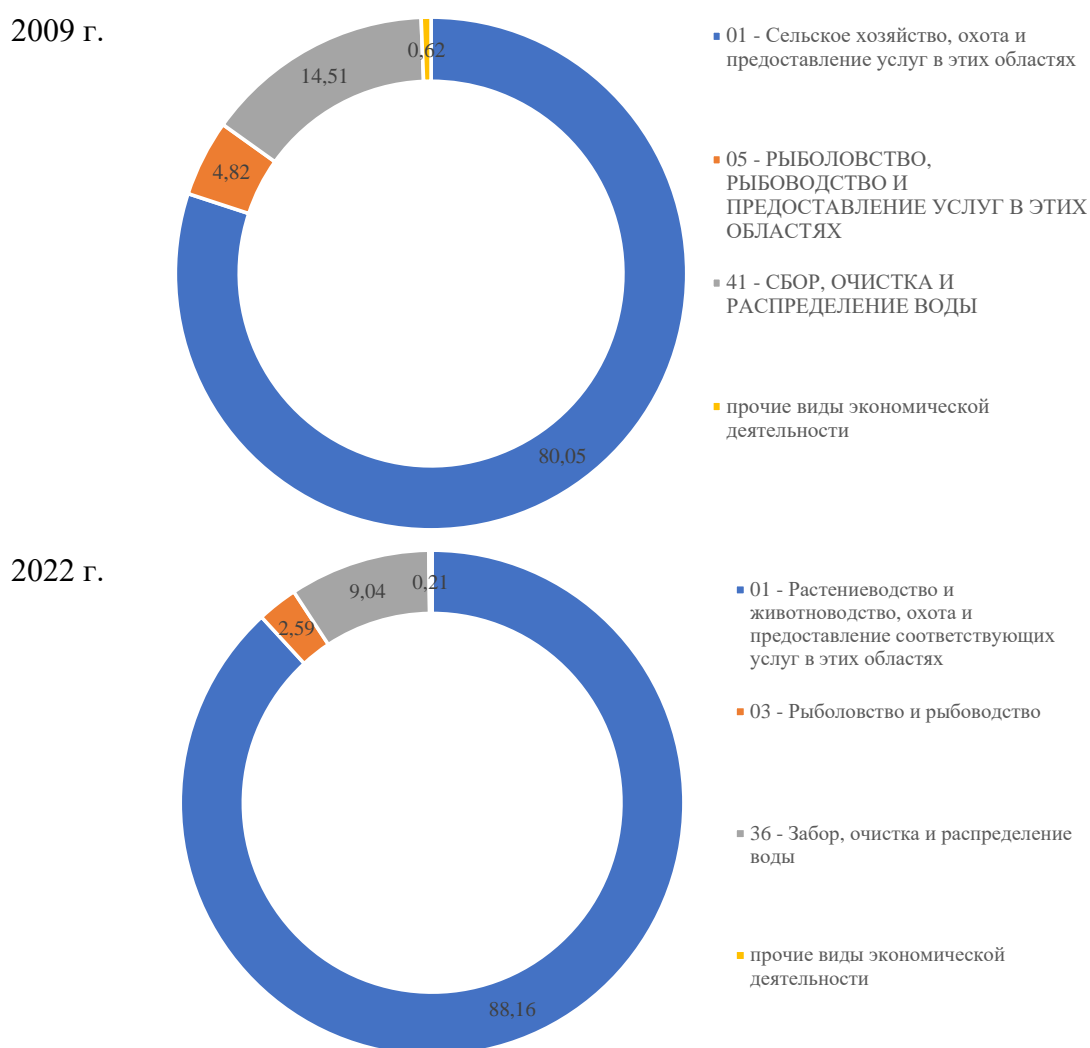


Рисунок 27 — Структура потребления воды по отдельным видами экономической деятельности в Республике Дагестан (%)

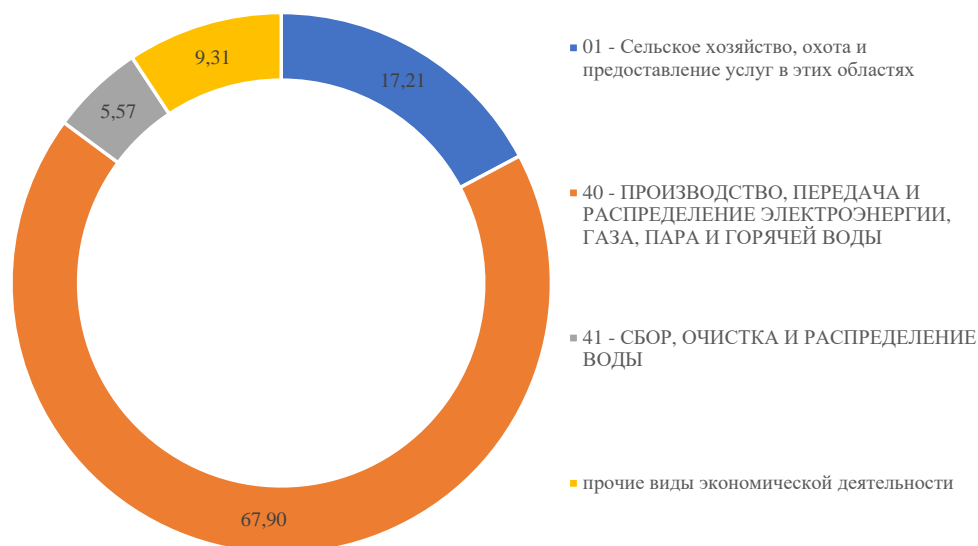
*Источник:* построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 12.04.2024)

В Ставропольском крае по отдельным видам экономической деятельности в 2009 г. на долю трех видов экономической деятельности — «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях», «41 — Сбор, очистка и распределение воды» — приходилось чуть более 90% всей использованной воды в регионе (рисунок 28). Наиболее водоемкими видами экономической деятельности были «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», на долю которого приходилось 67,9% и «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях», на долю которого приходилось 17,2%.

К 2022 г. структура использования воды практически не изменилась, 96,8% всей использованной воды приходилось на следующие виды экономической деятельности: «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», «03 — Рыболовство и рыбоводство», «36 — Забор, очистка и распределение воды».

Наиболее водоемкими видами экономической деятельности были «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», на долю которого приходилось 48,3%, и «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», на долю которого приходилось 37,7%. Эти виды экономической деятельности устойчиво являются водоемкими в Ставропольском крае (рисунок 28).

2009 г.



2022 г.

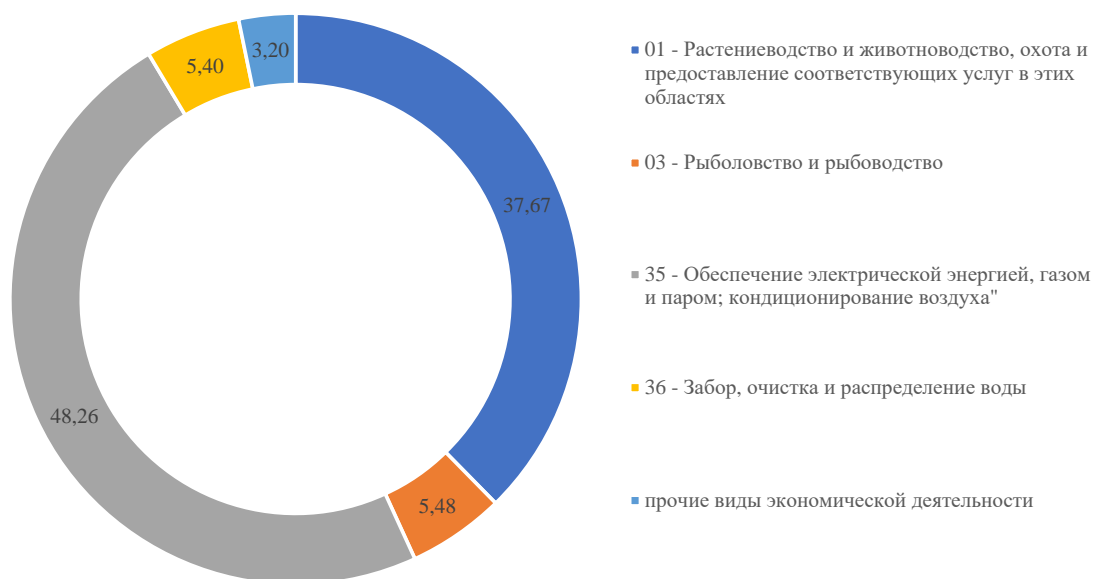


Рисунок 28 — Структура потребления воды по отдельным видам экономической деятельности в Ставропольском крае (%)

*Источник:* построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 12.04.2024)

В Краснодарском крае в 2009 г. на долю трех видов экономической деятельности — «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях», «41 — Сбор, очистка и распределение воды» — приходилось чуть более 93,3% всей использованной воды в регионе (рисунок 29). Наиболее водоемким видом экономической деятельности было «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях», на долю которого приходилось 74,5% использованной воды в регионе.

К 2022 г. структура потребления воды изменилась, 95,2% всей использованной воды приходилось на следующие виды экономической деятельности: «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», «03 — Рыболовство и рыбоводство», «36 — Забор, очистка и распределение воды».

Наиболее водоемким видом экономической деятельности было «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», на долю которого приходилось 69,7%. Только данный вид экономической деятельности устойчиво является водоемким в Краснодарском крае (рисунок 29).

2009 г.



2022 г.



Рисунок 29 — Структура потребления воды по отдельным видам экономической деятельности в Краснодарском крае (%)

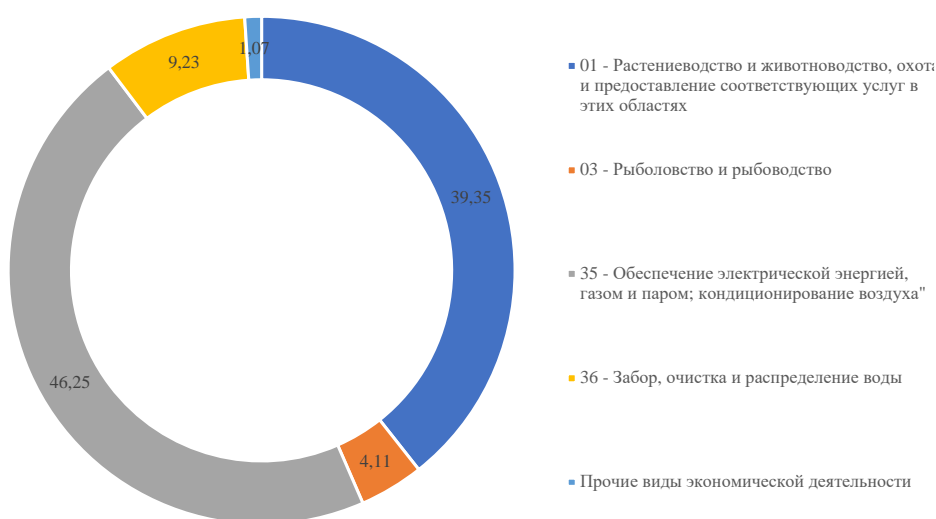
*Источник:* построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 12.04.2024)

В Ростовской области в 2009 г. на долю четырех видов экономической деятельности — «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях», «41 — Сбор, очистка и распределение воды» и «05 — Рыболовство, рыбоводство и предоставление услуг в этих областях» — приходилось чуть более 99,0% всей использованной воды в регионе (рисунок 30). Наиболее водоемкими видами экономической деятельности были «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» и «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», на долю которых приходилось 36,8% и 43,9% использованной воды в регионе соответственно.

К 2022 г. структура потребления воды не изменилась, 98,9% всей использованной воды приходилось на следующие виды экономической деятельности: «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», «03 — Рыболовство и рыбоводство», «36 — Забор, очистка и распределение воды».

Наиболее водоемкими видами экономической деятельности были «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» и «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», на долю которых приходилось 39,4% и 46,3% соответственно. Только данные виды экономической деятельности устойчиво являются водоемкими в Ростовской области.

2009 г.



2022 г.

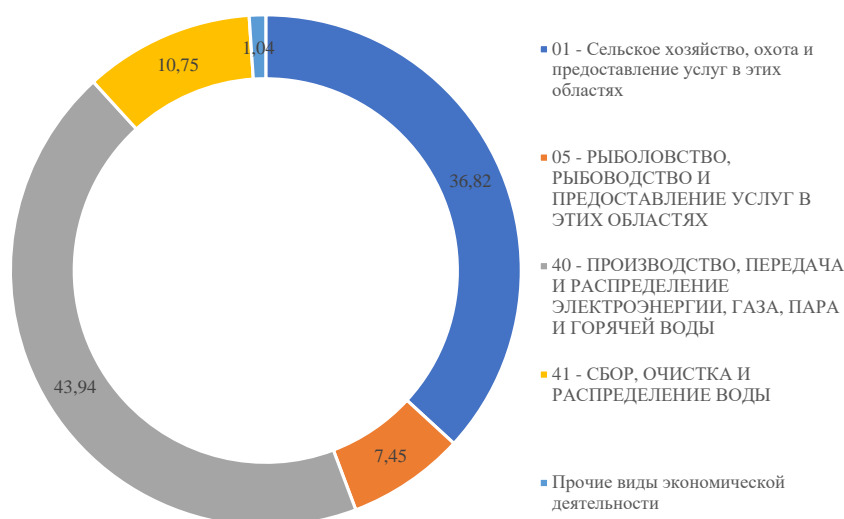


Рисунок 30 — Структура потребления воды по отдельным видам экономической деятельности в Ростовской области (%)

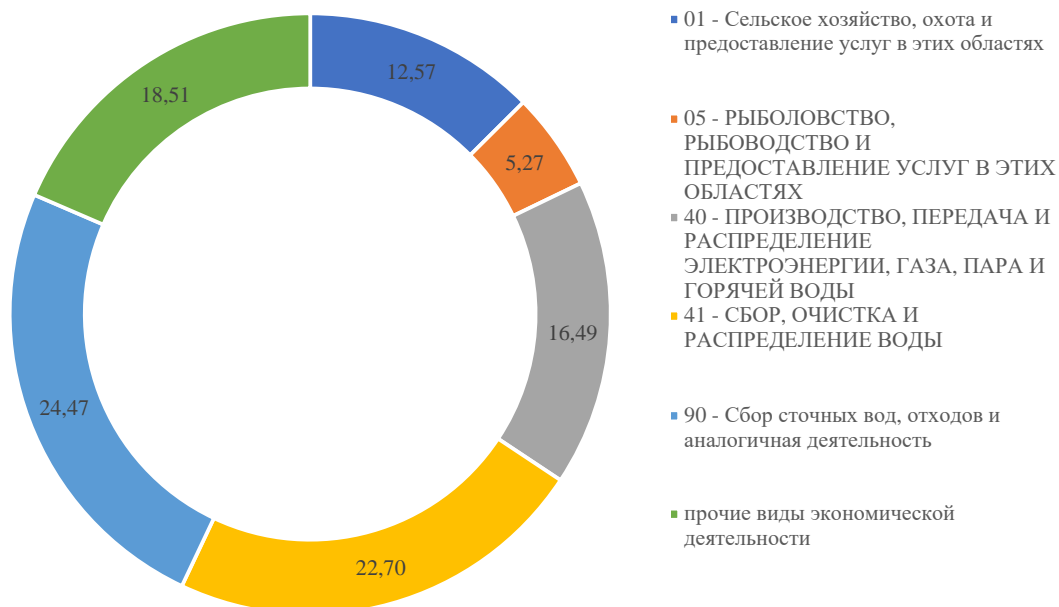
Источник: построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 12.04.2024)

В Тюменской области в 2009 г. на долю пяти видов экономической деятельности — «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», «01 — Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях», «41 — Сбор, очистка и распределение воды» и «05 — Рыболовство, рыбоводство и предоставление услуг в этих областях», «90 — Сбор сточных вод, отходов и аналогичная деятельность» — приходилось чуть более 81,5% всей использованной воды в регионе (рисунок 31). Наиболее водоемкими видами экономической деятельности были «90 — Сбор сточных вод, отходов и аналогичная деятельность» и «41 — Сбор, очистка и распределение воды», на долю которых приходилось 24,5% и 22,7% использованной воды в регионе соответственно.

К 2022 г. структура потребления воды существенно изменилась, 94,4% всей использованной воды приходилось на следующие виды экономической деятельности: «06 — Добыча сырой нефти и природного газа», «20 — Производство химических веществ и химических продуктов», «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», «36 — Забор, очистка и распределение воды».

Наиболее водоемким видом экономической деятельности было «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», на долю которого приходилось 63,3% от общего объема использованной воды. Только данный вид экономической деятельности устойчиво является водоемким в Тюменской области.

2009 г.



2022 г.

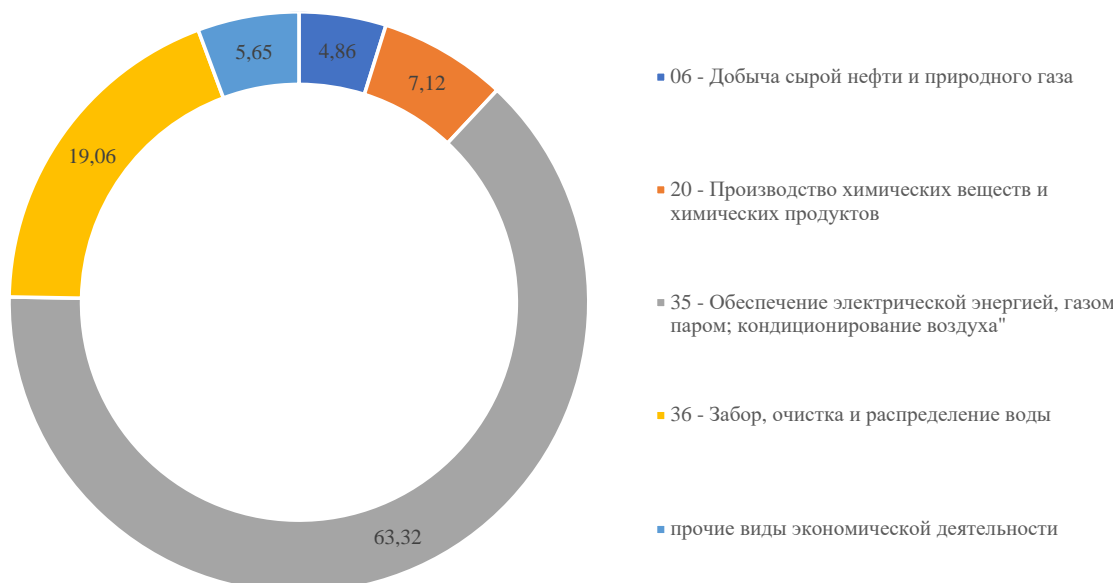


Рисунок 31 — Структура потребления воды по отдельным видам экономической деятельности в Тюменской области (%)

*Источник:* построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL:

<https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 12.04.2024)

В Красноярском крае в 2009 г. на долю трех видов экономической деятельности — «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», «41 — Сбор, очистка и распределение воды» и «23 — Производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов» — приходилось чуть более 81,5% всей использованной воды в регионе (рисунок 32). Наиболее водоемким видом экономической деятельности было «40 — Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», на долю которого приходилось 78,3% использованной воды в регионе.

К 2022 г. структура потребления воды изменилась незначительно, 95,2% всей использованной воды приходилось на следующие виды экономической деятельности: «06 — Добыча сырой нефти и природного газа», «20 — Производство химических веществ и химических продуктов», «24 — Производство металлургическое», «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», «36 — Забор, очистка и распределение воды».

Наиболее водоемким видом экономической деятельности осталось «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», на долю которого приходилось 73,3% от общего объема использованной воды. Только данный вид экономической деятельности устойчиво является водоемким в Красноярском крае.

2009 г.



2022 г.



Рисунок 32 — Структура потребления воды по отдельным видам экономической деятельности в Красноярском крае (%)

*Источник:* построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 16.04.2024)

### 2.3. Декаплинг водных ресурсов

Термин «декаплинг» (разделение) первоначально использовался в физике для описания различных тенденций изменения двух физических величин. Позднее термин стал использоваться в экономической сфере, чтобы показать зависимость одного показателя от другого.

В эколого-экономическом аспекте декаплинг водных ресурсов означает разрыв связи между ростом давления на водные ресурсы и экономическими показателями. На сегодняшний

день разработано несколько методологических подходов оценки эффекта декаплинга, но наиболее проработанным с позиции интерпретации результатов является коэффициент декаплинга Тапио.

Для оценки воздействия на водные ресурсы формула расчета коэффициента декаплинга будет иметь следующий вид:

$$D_{\text{Тапио}} = \frac{\% \Delta \text{ВР}}{\% \Delta \text{ВРП}}, \quad (8)$$

где %ΔВР — это изменение объемов использованной воды,

%ΔВРП — это изменение ВРП региона.

Тапио выделил 8 основных видов, которые включают 3 различных типа: декаплинг, каплинг и негативный декаплинг (таблица 15, рисунок 33).

Таблица 15 — Виды декаплинга, каплинга и рекаплинга по Тапио

Классификация	Статус	Значение
Декаплинг	Сильный	Экономический рост сочетается со снижением потребления ресурсов
	Слабый	Экономический рост сочетается с возрастанием потребления ресурсов, но он меньше, чем экономический рост
	Рецессивный	Падение потребления ресурсов больше, чем падение экономики
Каплинг	Экспансивный	Увеличение потребления ресурсов равно величине экономического роста
	Рецессивный	Уменьшение потребления ресурсов равно падению экономике
Негативный декаплинг	Экспансивно-негативный	Увеличение потребления ресурсов больше, чем величина экономического роста
	Слабый	Уменьшение потребления ресурсов меньше, чем величина падения экономики
	Сильный	Экономическое падение сочетается с ростом потребления ресурсов

*Источник:* Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 //Transport policy. – 2005. – Т. 12. – №. 2. – С. 137-151.

Расчет показателей декаплинга и дальнейший анализ были осуществлены в разрезе регионов страны, за исключением Ненецкого АО, поскольку он входит в состав Архангельской области; Ханты-Мансийского АО — Югра и Ямало-Ненецкого АО, поскольку эти субъекты входят в состав Тюменской области; города федерального значения Севастополя, так как информационная база по данному субъекту сильно ограничена, что затрудняет проведение исследования.

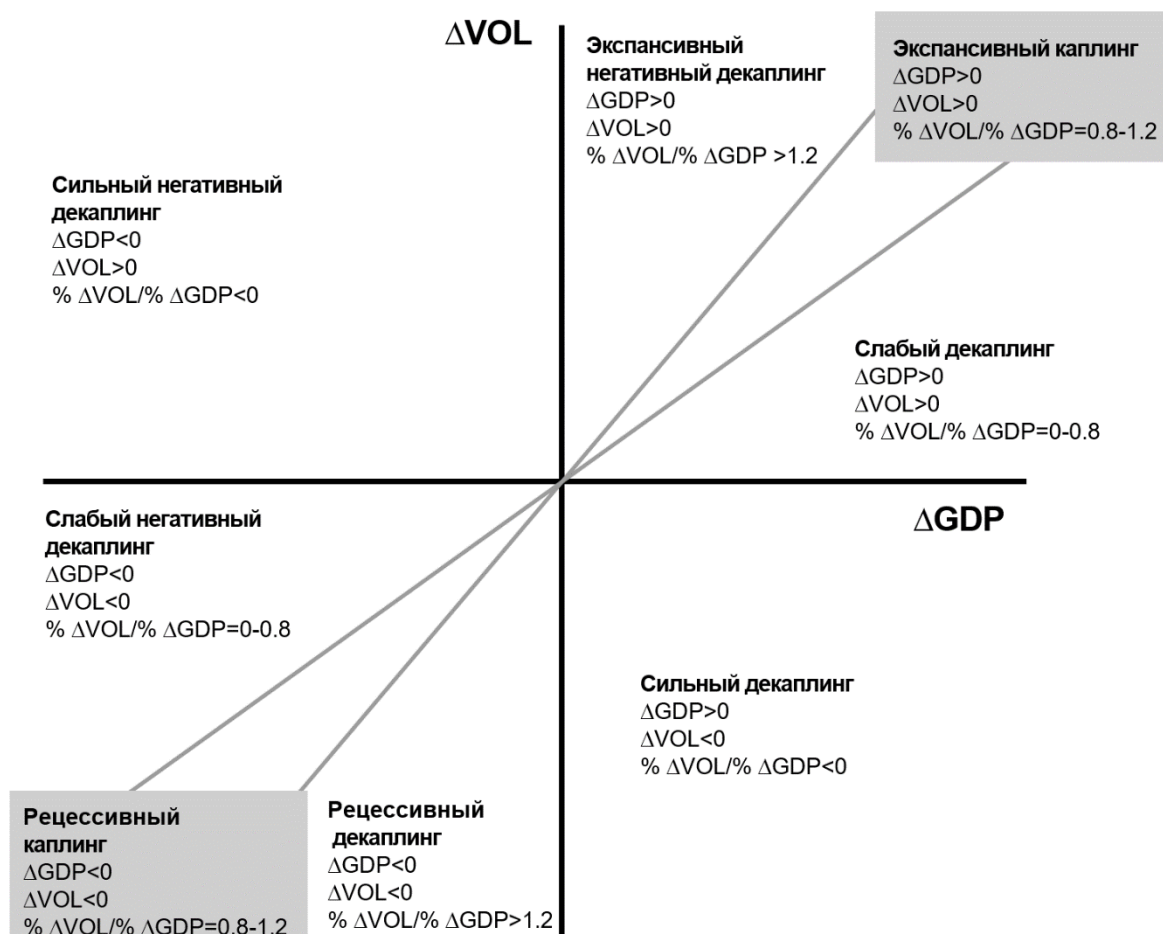


Рисунок 33 — Расчет показателей декаплинга

Для анализа полученных коэффициентов декаплинга было проведено распределение за каждый год (таблица 16).

Каждый год около половины регионов имели эффект сильного негативного декаплинга, то есть экономическое падение сочетается с ростом потребления ресурсов, и ни один из регионов не демонстрировал экономический рост, сочетающийся со снижением потребления ресурсов.

В 2011 г. на долю регионов, в которых наблюдались различные виды негативного декаплинга, приходилось 73,8%. Отмечался экономический рост на фоне более медленного роста потребления водных ресурсов в 21,3% регионов.

К 2015 г. прослеживалось существенное перераспределение регионов по видам декаплинга. Так, доля регионов, в которых наблюдались различные виды негативного декаплинга, сократилась до 65,0%, а доля регионов, в которых отмечался рецессивный декаплинг, то есть падение потребления ресурсов, стало больше и выросло до 25,0%. Аналогичная ситуация прослеживалась в 2020 г., когда рецессивный декаплинг наблюдался у 31,3% регионов (таблица 16). Данный эффект можно объяснить сокращением объемов производства, вызванных политическими факторами в первом случае и пандемией COVID-19 во втором случае.

Таблица 16 – Группировка регионов Российской Федерации по значениям коэффициента декаплинга Тапио

Вид декаплинга/decoupling		Значение	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Strong negative	Сильный негативный	Экономическое падение сочетается с ростом потребления ресурсов	47	56	57	48	44	32	46	38	46	36	38
Weak negative	Слабый негативный	Уменьшение потребления ресурсов меньше, чем величина падения экономики	1	1	2	2	2	5	3	2	0	5	1
Expansive negative	Несдержанный негативный	Увеличение потребления ресурсов больше, чем величина экономического роста	11	9	10	13	6	19	18	19	18	9	20
Expansive coupling	Несдержанный каплинг	Увеличение потребления ресурсов равно величине экономического роста	4	4	2	1	0	5	2	7	2	1	2
Recessive coupling	Рецессивный каплинг	Уменьшение потребления ресурсов равно падению экономики	0	0	1	1	2	1	0	0	0	1	1
Weak	Слабый	Экономический рост сочетается с возрастанием потребления ресурсов, но он меньше, чем экономический рост	17	5	1	10	6	6	5	10	10	3	15
Strong	Сильный	Экономический рост сочетается со снижением потребления ресурсов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recessive	Рецессивный	Падение потребления ресурсов больше, чем падение экономики	0	5	7	5	20	12	6	4	4	25	3
Всего			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

Источник: рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 20.04.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 20.04.2024)

В ЦФО во всех регионах отсутствует тенденция изменения декаплинга и характер распределения является случайным. Наиболее сложная ситуация наблюдалась в Брянской области, начиная с 2011 г. в регионе показатели устойчиво находятся в зоне сильного негативного декаплинга.

В Белгородской области на фоне устойчивого негативного декаплинга можно отметить, что в 2010, 2011, 2018 гг. наблюдался слабый декаплинг, то есть экономический рост сочетался с возрастанием потребления ресурсов, но рост меньше, чем экономический рост. И лишь в 2016 и 2020 гг. наблюдался рост потребления ресурсов, равный величине экономического роста. Тенденций в изменении нет, колебания коэффициента декаплинга носят случайный характер.

Во Владимирской области на фоне устойчивого негативного декаплинга можно отметить, что в 2011, 2020 гг. наблюдался слабый декаплинг, то есть экономический рост сочетался с возрастанием потребления ресурсов, но рост был меньше, чем экономический рост. И лишь в 2016 г. наблюдался рецессивный декаплинг, когда падение потребления ресурсов было больше, чем падение экономики. Тенденций в изменении показателей декаплинга нет, колебания носят случайный характер.

В Воронежской области на всем протяжении исследуемого периода наблюдался эффект негативного декаплинга. Лишь в 2015 г. можно отметить слабый декаплинг, а в 2021 г. рецессивный декаплинг. Тенденций в изменении показателей декаплинга нет, колебания носят случайный характер.

Анализ динамики коэффициентов декаплинга Ивановской области позволил сделать вывод, что в регионе в 2013, 2015, 2017 и 2018 гг. наблюдался рецессивный декаплинг, когда падение потребления ресурсов было больше, чем падение экономики. Тенденций в изменении показателей декаплинга нет, колебания носят случайный характер.

В Калужской области изменения показателей декаплинга носят случайный характер, нарастания эффекта декаплинга не наблюдается.

В Костромской области коэффициент декаплинга также преимущественно находился в зоне негативного декаплинга (только в 2017 г. наблюдался рецессивный декаплинг).

В Курской области периоды сильного негативного декаплинга сменялись периодами слабого декаплинга. Общей тенденции к формированию эффекта декаплинга в использовании водных ресурсов в регионе не установлено.

В Липецкой области также отмечается устойчивый негативный декаплинг, лишь в 2015 и 2020 гг. наблюдался слабый и рецессивный декаплинги.

В остальных регионах ЦФО ситуация не отличается. Отсутствие каких-либо тенденций к формированию устойчивого эффекта декаплинга отмечается во всех регионах.

В регионах Северо-Западного ФО также преобладает устойчивое наличие негативного декаплинга без формирования тенденций к изменению ситуации. Выделяется ситуация в Калининградской области, где с 2019 г. появилась тенденция к формированию устойчивого декаплинга водных ресурсов.

В регионах Южного ФО также преобладает устойчивое наличие негативного декаплинга, без формирования тенденций к изменению ситуации. Тенденция к формированию декаплинга водных ресурсов отмечается в Ростовской области, начиная с 2020 г.

В регионах Северо-Кавказского ФО также преобладает устойчивое наличие негативного декаплинга без формирования тенденций к изменению ситуации.

В регионах Приволжского ФО преобладает устойчивое наличие негативного декаплинга без формирования тенденций к изменению ситуации. Тенденция к формированию декаплинга водных ресурсов отмечается в Нижегородской области и Республике Башкортостан, начиная с 2020 г.

В Уральском ФО преобладает устойчивое наличие негативного декаплинга без формирования тенденций к изменению ситуации. Тенденция к формированию декаплинга водных ресурсов отмечается в Тюменской области, начиная с 2020 г.

В Сибирском и Дальневосточном ФО преобладает устойчивое наличие негативного декаплинга без формирования тенденций к изменению ситуации.

Проведенный анализ показателя декаплинга позволяет соотнести между собой рост воздействия на водные ресурсы и экономический рост в регионах. При этом для решения ряда задач эколого-экономического учета также необходимо получить количественную оценку обратного влияния — роста экономики от изменения воздействия давления на водные ресурсы.

Основываясь на теории построения показателей эффективности и показателей декаплинга, предложим следующие показатели декаплинга для эколого-экономического учета:

- показатель декаплинга экономического эффекта;
- показатель декаплинга затрат на водоохранные мероприятия.

**Показатель декаплинга экономического эффекта** можно предложить рассчитывать по следующей формуле.

$$D_{\text{эк}} = \frac{\% \Delta \text{ВРП}}{\% \Delta \text{ВР}}, \quad (9)$$

где %ΔВРП — это изменение ВРП региона;

%ΔВР — это изменение объемов использованной воды.

Величина данного показателя позволит получить оценку экономического эффекта от изменений потребления водных ресурсов. Эффект экономического декаплинга будет наблюдаться, только если рост экономики будет сопровождаться сокращением потребления водных ресурсов.

Полученные результаты коэффициентов можно интерпретировать следующим образом (результаты расчетов представлены в таблице 17):

Если коэффициент декаплинга отрицательный, при этом положительный прирост экономики и отрицательный прирост водных ресурсов, то декаплинг экономического эффекта присутствует. При этом если абсолютное выражение данного коэффициента больше 1, то эффект декаплинга признается сильным.

Если коэффициент декаплинга отрицательный, при этом отрицательный прирост экономики и положительный прирост водных ресурсов, то декаплинг экономического эффекта отсутствует.

Если коэффициент декаплинга положительный, то декаплинг экономического эффекта отсутствует.

Если коэффициент декаплинга равен 0, то следует говорить о наличии экономического каплинга, то есть отсутствия экономического роста при сокращении нагрузки на водные ресурсы. Таблица 17 – Группы регионов по значениям коэффициентов декаплинга экономического эффекта

Вид декаплинга	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
сильный экономический декаплинг	22	24	20	18	13	6	3	7	11	8	9	14
экономический декаплинг	19	20	32	30	28	23	18	25	23	32	14	12
экономический каплинг	1	0	0	2	1	0	0	1	1	1	4	1
отсутствие эффекта декаплинга и каплинга	38	36	28	30	38	51	59	47	45	39	53	53

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 22.04.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 22.04.2024)

За период с 2010 по 2021 год наблюдалось значительное сокращение регионов с сильным экономическим декаплингом. Так, если в 2010 г. на их долю приходилось 27,5% регионов, то к 2016 г. лишь 3,8%, регионов сформировали устойчивый тренд к дальнейшему росту.

Наиболее подверженным колебаниям оказалась группа регионов с экономическим декаплингом. Если в 2010 г. в нее входило 23,8% регионов, то к 2012 г. их количество достигло 40%, и затем начало падать, составив в 2021 г. лишь 15% от совокупного объема.

В 2015–2016 гг. наблюдался резкий рост числа регионов с отсутствием экономического декаплинга (в 2016 г. их доля достигала 73,8%).

Группа регионов, в которых наблюдался экономический каплинг, была самой малочисленной: в 2010 году на ее долю приходилось 1,3% рассматриваемых регионов, к 2020 году доля выросла до 5,0%.

Анализ динамики показателя экономического декаплинга по отдельным регионам позволил сделать вывод, что в регионах Центрального ФО в большей степени присутствует эффект экономического декаплинга, однако нет ни одного региона, где данный показатель был устойчив. Так, в Рязанской области наличие экономического декаплинга в начале рассматриваемого периода сменилось отсутствием эффекта декаплинга после 2015 г., исключение составляет 2020 г. Данная тенденция является неблагоприятной.

В Северо-Западном ФО так же в большей степени присутствует эффект экономического декаплинга. В качестве зарождающегося негативного тренда можно отметить отсутствие эффекта декаплинга последние три года у следующих регионов: Калининградской, Ленинградской, Псковской областей и г. Санкт-Петербурга.

В Южном ФО наблюдается отсутствие эффекта экономического декаплинга в 2015–2017 гг., что позволяет сделать вывод об отсутствии тенденции в изменении коэффициента декаплинга.

В субъектах Северо-Кавказского ФО наличие эффекта экономического декаплинга носит случайный характер. Однако в Республике Ингушетия и Карачаево-Черкесской Республике отсутствие эффекта декаплинга за последние 3–5 лет позволяет сделать вывод о зарождающейся негативной тенденции.

В субъектах Приволжского ФО в большей степени присутствует эффект экономического декаплинга, однако нет ни одного региона, где данный показатель был бы устойчив. В Республике Башкортостан и Удмуртской Республике эффект декаплинга последние годы отсутствует, что позволяет сделать вывод о зарождении отрицательного тренда.

В Уральском ФО в Тюменской области можно отметить наличие положительной динамики, поскольку в 2017 и 2018 гг. стал наблюдаться эффект экономического декаплинга.

В субъектах Сибирского ФО в большей степени присутствует эффект экономического декаплинга, однако нет ни одного региона, где данный показатель был устойчив. В Томской области эффект декаплинга последние 6 лет отсутствует, что позволяет сделать вывод о существовании негативного тренда.

В субъектах Дальневосточного ФО в большей степени присутствует эффект экономического декаплинга, однако нет ни одного региона, где данный показатель был устойчив. В Амурской и Сахалинской областях эффект декаплинга последние 3 года отсутствует, что позволяет сделать вывод о появлении негативной тенденции.

Таким образом, в регионах Российской Федерации отсутствуют устойчивые тенденции в изменении воздействия на рост экономики регионов от изменения давления на водные ресурсы. Моментные показатели экономического декаплинга носят случайный характер и не являются

системным результатом проводимых на государственном уровне мероприятий по сохранению водных ресурсов.

**Показатель эколого-экономического декаплинга** (затрат на водоохранные мероприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$D_{\text{ВО}} = \frac{\% \Delta \text{ЗВМ}}{\% \Delta \text{ВР}}, \quad (10)$$

Где % $\Delta$ ЗВМ — это изменение затрат на водоохранные мероприятия;

% $\Delta$ ВР — это изменение объемов использованной воды.

Данный коэффициент позволяет количественно оценить, как изменяются затраты на восстановление и охрану водных ресурсов от уровня давления на водные ресурсы, то есть фактически производится оценка эколого-экономического декаплинга.

Эколого-экономический эффект декаплинга будет наблюдаться, только если рост затрат на водоохранные мероприятия сопровождается снижением потребления водных ресурсов.

Полученные результаты коэффициентов можно интерпретировать следующим образом (результаты расчетов представлены в таблице 18):

Если коэффициент декаплинга отрицательный, при этом положительный прирост экономики и отрицательный прирост водных ресурсов, то декаплинг экономического эффекта присутствует. При этом если абсолютное выражение данного коэффициента больше 1, то эффект декаплинга признается сильным.

Если коэффициент декаплинга отрицательный, при этом отрицательный прирост экономики и положительный прирост водных ресурсов, то декаплинг экономического эффекта отсутствует.

Если коэффициент декаплинга положительный, то декаплинг экономического эффекта отсутствует.

Если коэффициент декаплинга равен 0, то следует говорить о наличии экономического каплинга, то есть отсутствия экономического роста при сокращении нагрузки на водные ресурсы.

Проведен анализ распределения регионов страны по уровню эколого-экономического декаплинга за период 2014–2022 гг. Период анализа при расчете данного показателя имеет сокращенные временные границы, что обусловлено особенностями формирования информационной базы показателя. Показатель «Затраты на охрану и сохранность водных ресурсов» начал формироваться с 2014 г. в результате агрегации первичных данных формы статистической отчетности 2-ОС «Выполнение водохозяйственных и водоохранных работ на водных объектах», утвержденной Приказом Федеральной службы государственной статистики от 28 августа 2012 года № 469 «Об утверждении статистического инструментария для организации федеральным агентством

водных ресурсов федерального статистического наблюдения за выполнением водохозяйственных и водоохраных работ на водных объектах».

Таблица 18 — Группировка регионов Российской Федерации по видам эколого-экономического декаплинга

Вид декаплинга	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Сильный	28	22	19	27	20	27	28	14	24
Умеренный	3	2	2	3	1	1	2	1	0
Рецессивный декаплинг	12	10	12	15	13	11	9	17	24
Затратный каплинг	0	0	0	2	2	1	2	1	0
Отсутствие эффекта декаплинга и каплинга	37	46	47	33	44	40	39	47	32

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 22.04.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43348> (дата обращения: 22.04.2024)

В 2014 г. 46,3% регионов не имело эффекта эколого-экономического декаплинга, то есть в них не наблюдался рост затрат на проведение водохозяйственных и водоохраных работ при сокращении нагрузки на водные ресурсы. Отсутствие эффекта декаплинга означает увеличение нагрузки на водные ресурсы и сокращение затрат на водохозяйственные и водоохраные работы, является триггером ухудшения экологической обстановки. У 35,0% рассматриваемой совокупности регионов в 2014 г. отмечен сильный декаплинг, то есть при сокращении забора воды на 1% величина затрат росла более чем на 1%. В 2020 г. эта доля оставалась прежней, однако в 2021 г. произошло резкое снижение, которое обусловлено падением экономики, вызванным пандемией COVID-19.

Динамика доли регионов с умеренным декаплингом привела к перераспределению регионов и увеличению доли регионов с рецессивным декаплингом. Рецессивный декаплинг также является негативным моментом, и его доля устойчиво растет (в 2014 г. на долю таких регионов приходилось 15,0%, а в 2022 г. уже 30,0%).

Также неблагоприятным трендом является изменение доли регионов с затратным каплингом, поскольку в этой группе регионов наблюдается сокращение нагрузки на водные ресурсы без изменения величины затрат на проведение водохозяйственных и водоохраных работ.

Сложившаяся динамика показателей распределения регионов по различным видам декаплинга привела к тому, что в 2022 г. существенно изменилось распределение. Только в 30% регионов наблюдается сильный декаплинг, то есть сокращение доли составило 5 п.п., также сократилась доля регионов с умеренным каплингом, с 3,75 до 0,00%. Все это является негативным

трендом, поскольку привело к росту доли регионов с рецессивным декаплингом. На фоне негативного перераспределения наблюдается сокращение доли регионов с отсутствием эффекта декаплинга на 6,25 п.п., что является крайне положительной тенденцией.

В Центральном ФО в целом ситуация достаточно благоприятна, в ряде регионов наблюдается преимущественное формирование эффекта декаплинга, но существуют регионы, в которых сформировалась негативная ситуация. Так, в Ярославской области с 2018 г. отсутствует эффект декаплинга. В Белгородской области, начиная с 2019 г. происходит формирование тренда смены умеренного декаплинга на рецессивный и далее на эффект отсутствия декаплинга. В Калужской области с 2020 г. наблюдается отсутствие эффекта декаплинга. В Смоленской области при отсутствии эффекта декаплинга в 2014–2021 гг. наблюдается возникновение эффекта сильного декаплинга в 2022 г., что может являться зарождением благоприятного тренда.

В Северо-Западном ФО эффект сильного декаплинга проявлялся не столь устойчиво. Крайне неблагоприятная ситуация сложилась в Республике Коми, где зародившийся в 2017–2018 гг. благоприятный тренд не смог удержаться и, начиная с 2019 г. наблюдается отсутствие эффекта декаплинга. Аналогичная ситуация сложилась в Калининградской области.

В субъектах Южного ФО динамика коэффициентов декаплинга носит случайный характер, четких трендов в изменении не наблюдается.

В регионах Север-Кавказского ФО характер динамики аналогичен Южному ФО, однако следует обратить внимание на Ставропольский край, где за рассматриваемый период отсутствовал эффект декаплинга. Исключение составляют 2014, 2018, 2021 гг., когда наблюдался рецессивный декаплинг.

В субъектах Приволжского ФО также следует отметить преобладание негативного декаплинга. В Республиках Марий Эл, Мордовия, Удмуртия с 2018 г. устойчиво преобладает рецессивный декаплинг и отсутствие эффекта декаплинга. В остальных регионах возникновение эффекта декаплинга носит случайный характер.

В регионах Уральского ФО следует отметить, что наиболее неблагоприятная ситуация сложилась в Тюменской области – за период с 2014 г. по 2022 г. лишь единожды наблюдался сильный декаплинг в 2017 г., в остальные годы отмечен эффект отсутствия декаплинга или рецессивный декаплинг (2021 г.).

Анализ динамики коэффициентов декаплинга в регионах Сибирского ФО показал, что в Республике Алтай с 2017 г., в Томской области с 2018 г., Республике Тыва с 2019 г., Алтайском крае с 2020 г. сформировались негативные тренды наличия рецессивного декаплинга или отсутствия эффекта декаплинга.

В Дальневосточном ФО наиболее неблагоприятная ситуация наблюдается в Чукотском автономном округе, где с 2017 г. наблюдается устойчивое отсутствие эффекта декаплинга. Также эффект декаплинга с 2019 г. отсутствует в Республике Саха (Якутия).

В Амурской области за весь рассматриваемый период наблюдалось отсутствие эффекта или рецессивного декаплинга и лишь в 2022 г. можно отметить возникновение сильного декаплинга.

Таким образом, негативные тенденции распределения регионов по видам декаплинга привели к сокращению доли регионов с сильным и умеренным декаплингом и росту доли с рецессивным декаплингом и отсутствием декаплинга. Сложившиеся тренды свидетельствуют о неблагоприятном эколого-экономическом декаплинге в субъектах страны. Это требует более пристального внимания к региональным экологическим программам, направленным на охрану и обновление водных ресурсов.

## **Выводы к главе 2**

Проведенный анализ динамики ключевых показателей использования водных ресурсов и воздействия на них позволил установить наличие положительных тенденций в рассматриваемых показателях по Российской Федерации в целом. Негативным моментом в формировании динамики данных показателей стали тренды по отдельным регионам. Так, в Хабаровском крае, Иркутской области, Республике Адыгея (Адыгея), Краснодарском крае, Республике Карелия, Костромской области, Амурской области, Республике Бурятия наблюдался рост значений показателя сброса сточных вод. В Республиках Алтай, Коми, Северной Осетии, Саратовской, Тамбовской, Томской областях выявлен рост показателя сброса загрязненных сточных вод. В Томской, Тамбовской, Псковской, Саратовской, Курганской, Самарской, Смоленской, Воронежской и Ивановской областях можно отметить существенный рост доли загрязненных сточных вод в общем объеме стока. Сложившиеся тенденции нуждаются в срочной корректировке в рамках региональных программ защиты и сохранности водных ресурсов.

Положительным фактором сохранности водных ресурсов стал рост объемов оборотного и повторно-последовательного водоснабжения и сокращение потерь воды при транспортировке на фоне общих изменений показателя потребления воды. За рассматриваемый период с 2009 по 2022 гг. показатель потребления воды сократился на 23,2%, а величина объема оборотного и повторно-последовательного водоснабжения увеличилась на 9,8%. Сокращение потерь воды при транспортировке в целом по стране составило за рассматриваемый период 9,3%. Выявление негативных тенденций по данным показателям в отдельных регионах также является существенным стимулом для разработки региональных мер, направленных на сохранность водных ресурсов.

В результате анализа выявлена устойчивая дифференциация объемов потребления воды в разрезе отдельных секторов экономики. Лидирующие позиции по потреблению воды занимают следующие виды экономической деятельности: «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», «36 — Забор, очистка и распределение воды».

В систему «Показатели водоемкости и эффективности водопользования» целесообразно включить показатели декарбонизации воздействия на водные ресурсы (декарбонизация Тапио), декарбонизации экономического эффекта и декарбонизации эколого-экономического эффекта (затрат на водоохранные мероприятия). Это позволит проводить более глубокий анализ изменения эффективности использования водных ресурсов по отдельным субъектам страны и оценивать динамику каждого вида воздействия.

Рассмотренные показатели декарбонизации позволили провести оценку экономического и экологического воздействия на водные ресурсы. Полученные оценки экономического декарбонизации в регионах Российской Федерации указывают на отсутствие устойчивых тенденций в изменении показателей воздействия на рост экономики регионов от изменения давления на водные ресурсы.

Выявление негативных тенденций в распределении регионов по видам эколого-экономического декарбонизации обусловлены сокращением доли регионов с сильным и умеренным декарбонизацией и ростом числа регионов с рецессивным декарбонизацией и отсутствием декарбонизации. Сложившиеся тренды свидетельствуют о неблагоприятном эколого-экономическом декарбонизации в субъектах страны.

Таким образом, динамика отдельных показателей использования водных ресурсов и показателей декарбонизации позволяют сделать вывод о необходимости существенных корректировок федеральных и региональных программ сохранности водных ресурсов.

### ГЛАВА 3. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

#### 3.1. Интегральный показатель комплексного воздействия на водные ресурсы

Рассмотренные показатели декаплинга позволяют провести оценку экономического и экологического воздействия на водные ресурсы. Однако зачастую возникает необходимость оценить комплексное воздействие. С этой целью были рассчитаны интегральные показатели.

Интегральный показатель — это показатель, который отражает общую оценку данного явления, основанную на совокупности различных показателей, что позволяет получить комплексное представление о том, насколько хорошо или плохо функционирует определенная система, объект или процесс.

Формирование интегрального показателя строится по следующему алгоритму (Васильева, 2017):

- 1) выбор исходных частных показателей;
- 2) трансформация частных показателей;
- 3) агрегирование трансформированных частных показателей;
- 4) взвешивание субиндикаторов (присвоение значениям индикаторов веса);
- 5) интерпретация полученных результатов интегрального показателя.

На каждом этапе алгоритма необходимо решить конкретную методологическую задачу. Формирование системы показателей базируется на решении проблем точности, объективности, достоверности и доступности данных.

Информационная база построения интегрального показателя включает следующие показатели, характеризующие основные факторы воздействия на водные ресурсы:

- показатель водопотребления, представляющий собой соотношение величины потребления водных ресурсов и величины ВРП;
- показатель эффективности использования затрат на водоохранные мероприятия;
- показатель загрязнения — доля неочищенных сточных вод от общего объема сточных вод;
- показатель доступности водных ресурсов — отношение объема забранной воды к численности населения;
- показатель эффективности потребления воды — отношение объема оборотной и повторно используемой воды к забору воды;
- коэффициент технических потерь воды;
- показатель качества воды.

Используемая система показателей включает в себя индикаторы, воздействие которых на водные ресурсы имеет разнонаправленный характер.

На следующем этапе проводится трансформация данных. Трансформация исходных показателей обеспечивает сравнимость показателей сформированной системы. Реализация данного этапа обусловлена тем, что исходная система показателей наряду с абсолютными может включать и относительные, и средние показатели с различными единицами измерения и различной размерностью. Решению данной проблемы посвящено большое количество научных работ. Если обобщить накопленный опыт, можно предложить несколько подходов трансформации:

1. Рейтинговый метод.
2. Нормирование показателей.
3. Метод «максимум-минимум».
4. Стандартизация показателей (Зенченко, 2008).

Система показателей интегрального показателя имеет разнонаправленное воздействие на водные ресурсы. Только метод трансформации данных на основе рейтингов позволяет учесть данную разнонаправленность влияния. С целью формирования валидных значений интегрального показателя применимы разные принципы рейтингования показателей. Показатели, которые имеют положительное воздействие на водные ресурсы, ранжируются по возрастанию, а показатели, оказывающие негативное влияние на экономику, — по убыванию.

Введение порядковых переменных является положительным моментом, поскольку позволяет исключить этап стандартизации данных и получить оценку регионов по каждому включенному показателю.

Методология агрегирования трансформированных частных показателей в интегральные также является научно проработанной. На практике используют следующие методы агрегации:

- 1) метод сумм;
- 2) метод по сумме средневзвешенных арифметических групповых показателей;
- 3) метод произведения средневзвешенных геометрических групповых показателей;
- 4) метод расстояний;
- 5) метод суммы мест.

Выбранный на предыдущем этапе метод трансформации данных обуславливает для использования метод суммы мест:

$$\text{ИП}_{\text{вод}} = \sum a_i \cdot R_{ij}, \quad (11)$$

где  $\text{ИП}_{\text{вод}}$  — это интегральный показатель воздействия на водные ресурсы;

$a_i$  — весовой коэффициент  $i$ -го показателя;

$R_{ij}$  — ранговое значение  $i$ -го показателя у  $j$ -региона.

Четвертой методологической проблемой построения интегрального показателя является выбор системы взвешивания. Среди наиболее часто используемых методов взвешивания можно выделить:

– метод равных весов. Равное взвешивание может применяться на обоих этапах агрегирования, если отдельные показатели и/или параметр могут считаться одинаково важными, исходя из теоретических основ построения индекса и целей его построения;

– метод взвешивания на основе статистических методов (Foster, 2012). Среди статистических методов взвешивания можно выделить два наиболее часто используемых: анализ главных компонент (РСА) и факторный анализ (ФА). При использовании данных методов стоит учитывать, что они не рекомендуются для переменных, распределение которых далеко от нормального, или с нелинейными взаимосвязями;

– **мнение экспертов** (Клюшникова, 2016). При определении весов могут учитываться мнения экспертов — суждения специалистов об ожидаемой относительной важности отдельных показателей или измерений, которые в дальнейшем ложатся в основу определения веса как для отдельных, так и составных показателей. Соответствующий опыт может включать информацию как от экспертов в рассматриваемой области, так и от исследователей;

– **общественное мнение**. В этом подходе веса основаны на результатах опросов, в которых эксперты расставляют приоритеты по степени важности. Общественное мнение можно использовать для оценки веса как по отдельным показателям, так и по агрегированным данным, однако существуют риски формирования нерепрезентативных весов.

При построении интегрального показателя сохранности водных ресурсов для определения весов в дальнейшем был использован метод экспертного опроса, для реализации которого была сформирована группа экспертов, включающая в себя специалистов в области сохранности природных ресурсов и представителей научного сообщества. Общая численность экспертной группы составила 23 человека.

Экспертам предложено было заполнить анкету (Приложение).

Далее рассчитывался вес каждого показателя по следующей формуле:

$$a_i = \frac{\sum a_j}{\sum a_{ij}}, \quad (12)$$

где  $a_j$  — экспертные оценки веса  $i$ -го показателя;

$a_{ij}$  — экспертные оценки весов всех показателей.

Полученные веса представлены в таблице 19.

Таблица 19 — Веса интегрального показателя воздействия на водные ресурсы, полученные методом экспертных оценок

Показатель	Значение веса
Водопотребление	0,123
Объем оборотной и повторно используемой воды в общем объеме забора воды	0,139
Доступность воды для населения	0,120
Доля неочищенных сточных вод от общего объема сточных вод	0,172
Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух	0,133
Технические потери воды	0,148
Эффективность затрат на водоохранные мероприятия	0,164

Источник: составлено автором

В общем виде интегральный показатель воздействия на водные ресурсы может быть представлен следующим образом:

$$ИП_{\text{вод}} = 0,172R_{\text{нс}} + 0,164R_{\text{эз}} + 0,148R_{\text{пв}} + 0,139R_{\text{ов}} + 0,133R_{\text{зв}} + 0,123R_{\text{вп}} + 0,120R_{\text{дв}}, \quad (13)$$

где  $R_{\text{нс}}$  — ранг показателя доли неочищенных сточных вод от общего объема сточных вод;

$R_{\text{эз}}$  — ранг показателя эффективности затрат на водоохранные мероприятия;

$R_{\text{пв}}$  — ранг показателя технических потерь воды;

$R_{\text{ов}}$  — ранг показателя объема оборотной и повторно используемой воды в общем объеме забора воды;

$R_{\text{зв}}$  — ранг показателя объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух;

$R_{\text{вп}}$  — ранг показателя водопотребления;

$R_{\text{дв}}$  — ранг показателя доступности воды для населения.

Полученные значения интегрального показателя воздействия на водные ресурсы позволили выявить регионы, в которых наблюдается падение значений за рассматриваемый период, что указывает на рост воздействия экономики на водные ресурсы. За период с 2010 по 2021 год в 34 регионах наблюдалась негативная динамика, а за период с 2015 по 2021 год — уже в 67 регионах (таблица 20).

Таблица 20 — Значения интегрального показателя воздействия на водные ресурсы регионов Российской Федерации в 2010, 2015, 2020, 2021 годах

Субъект Российской Федерации	Интегральный показатель воздействия на водные ресурсы				Показатель динамики изменения интегрального показателя в 2021 г.	
	2010	2015	2020	2021	по сравнению с 2010 г.	по сравнению с 2015 г.
Республика Адыгея (Адыгея)	16,434	42,250	40,223	49,918	203,74	18,15
Республика Алтай	21,936	28,750	26,304	32,418	47,78	12,76
Республика Башкортостан	35,006	38,750	31,393	36,899	5,41	-4,78
Республика Бурятия	40,735	50,500	48,308	45,033	10,55	-10,83
Республика Дагестан	37,713	47,875	47,860	36,269	-3,83	-24,24
Республика Ингушетия	25,024	46,750	46,219	36,333	45,19	-22,28
Кабардино-Балкарская Республика	28,541	46,125	45,114	32,605	14,24	-29,31
Республика Калмыкия	32,79	26,875	46,247	36,898	12,53	37,29
Карачаево-Черкесская Республика	44,178	49,25	49,032	40,077	-9,29	-18,63
Республика Карелия	44,095	49,75	42,454	45,696	3,63	-8,15
Республика Коми	36,791	49,625	44,649	39,953	8,59	-19,49
Республика Крым	–	54,670	31,946	20,455	–	-62,58
Республика Марий Эл	31,374	36,750	28,436	38,546	22,86	4,89
Республика Мордовия	39,320	34,875	29,779	33,239	-15,47	-4,69
Республика Саха (Якутия)	37,873	36,750	31,788	39,655	4,71	7,90
Республика Северная Осетия — Алания	31,154	44,00	41,342	30,525	-2,02	-30,63
Республика Татарстан (Татарстан)	31,443	40,750	28,904	37,863	20,42	-7,08
Республика Тыва	26,710	31,875	36,872	30,681	14,87	-3,75
Удмуртская Республика	22,962	31,875	32,075	29,326	27,71	-8,00
Республика Хакасия	42,022	39,875	32,312	34,872	-17,01	-12,55
Чеченская Республика	38,172	40,375	40,425	36,256	-5,02	-10,20
Чувашская Республика — Чувашия	37,664	41,500	33,209	36,809	-2,27	-11,30
Алтайский край	38,564	46,125	42,796	39,115	1,43	-15,20

Субъект Российской Федерации	Интегральный показатель воздействия на водные ресурсы				Показатель динамики изменения интегрального показателя в 2021 г.	
	2010	2015	2020	2021	по сравнению с 2010 г.	по сравнению с 2015 г.
Забайкальский край	53,006	51,750	40,464	43,399	-18,12	-16,14
Камчатский край	34,067	36,875	41,715	36,330	6,64	-1,48
Краснодарский край	37,626	42,125	31,336	36,805	-2,18	-12,63
Красноярский край	30,031	42,750	36,238	38,943	29,68	-8,91
Пермский край	47,429	47,625	43,731	40,771	-14,03	-14,39
Приморский край	44,097	38,750	26,020	30,438	-30,97	-21,45
Ставропольский край	29,930	46,500	46,723	38,264	27,85	-17,71
Хабаровский край	50,105	39,125	38,600	41,896	-16,38	7,08
Амурская область	32,522	34,250	26,200	36,730	12,94	7,24
Архангельская область	42,036	38,875	39,468	38,825	-7,64	-0,13
Астраханская область	36,792	46,875	45,692	37,576	2,13	-19,84
Белгородская область	31,566	43,000	35,459	34,911	10,60	-18,81
Брянская область	35,933	25,125	18,016	23,949	-33,35	-4,68
Владимирская область	21,356	29,375	20,614	28,811	34,91	-1,92
Волгоградская область	40,885	38,375	33,208	27,862	-31,85	-27,40
Вологодская область	36,621	50,000	36,277	41,062	12,13	-17,88
Воронежская область	33,929	49,500	42,975	38,255	12,75	-22,72
Ивановская область	40,768	43,000	32,289	36,607	-10,21	-14,87
Иркутская область	26,112	38,375	33,487	36,871	41,20	-3,92
Калининградская область	42,33	32,625	27,137	38,023	-10,17	16,55
Калужская область	43,914	26,000	18,089	25,087	-42,87	-3,51
Кемеровская область — Кузбасс	40,884	50,750	43,109	43,451	6,28	-14,38
Кировская область	26,568	42,750	38,223	39,034	46,92	-8,69
Костромская область	40,673	58,875	58,817	49,341	21,31	-16,19
Курганская область	37,073	32,250	22,172	21,352	-42,41	-33,79
Курская область	39,582	52,750	51,022	47,726	20,58	-9,52
Ленинградская область	37,992	48,875	41,912	42,377	11,54	-13,30
Липецкая область	37,537	35,125	24,656	27,827	-25,87	-20,78

Субъект Российской Федерации	Интегральный показатель воздействия на водные ресурсы				Показатель динамики изменения интегрального показателя в 2021 г.	
	2010	2015	2020	2021	по сравнению с 2010 г.	по сравнению с 2015 г.
Магаданская область	39,498	52,000	54,715	56,771	43,73	9,18
Московская область	21,266	41,250	33,287	25,864	21,62	-37,30
Мурманская область	29,474	50,000	49,721	46,268	56,98	-7,46
Нижегородская область	41,385	39,750	37,106	34,937	-15,58	-12,11
Новгородская область	28,26	38,625	39,605	36,041	27,53	-6,69
Новосибирская область	27,191	43,250	39,569	32,267	18,67	-25,39
Омская область	32,885	35,000	18,599	23,585	-28,28	-32,61
Оренбургская область	34,627	51,625	47,110	37,901	9,46	-26,58
Орловская область	43,107	38,625	33,402	32,108	-25,51	-16,87
Пензенская область	32,797	31,625	28,974	27,253	-16,90	-13,82
Псковская область	35,051	43,75	28,117	32,605	-6,98	-25,47
Ростовская область	40,757	45,875	42,18	43,407	6,50	-5,38
Рязанская область	40,901	43,875	31,806	37,478	-8,37	-14,58
Самарская область	30,223	34,250	30,254	30,923	2,316	-9,71
Саратовская область	29,879	60,000	47,204	40,213	34,586	-32,98
Сахалинская область	45,728	28,875	25,407	34,346	-24,89	18,95
Свердловская область	30,562	40,125	26,287	32,026	4,79	-20,18
Смоленская область	51,503	47,000	30,575	34,919	-32,20	-25,70
Тамбовская область	50,2	30,875	21,970	32,312	-35,63	4,65
Тверская область	27,177	66,375	59,365	50,718	86,62	-23,59
Томская область	46,258	43,875	33,365	33,578	-27,41	-23,47
Тульская область	29,735	34,000	28,881	28,89	-2,84	-15,03
Тюменская область	27,667	46,625	47,783	42,932	55,17	-7,92
Ульяновская область	29,531	35,250	33,872	34,230	15,91	-2,89
Челябинская область	27,387	42,000	45,531	39,838	45,46	-5,15
Ярославская область	31,519	25,375	25,063	26,899	-14,66	6,01
г. Москва, столица РФ, город федерального значения	34,35	35,625	27,490	38,222	11,27	7,29

Субъект Российской Федерации	Интегральный показатель воздействия на водные ресурсы				Показатель динамики изменения интегрального показателя в 2021 г.	
	2010	2015	2020	2021	по сравнению с 2010 г.	по сравнению с 2015 г.
г. Санкт-Петербург, город федерального значения	36,999	24,750	21,292	28,209	-23,76	13,98
Еврейская автономная область	27,169	23,500	17,609	24,057	-11,45	2,37
Чукотский автономный округ	34,795	52,000	46,303	41,084	18,07	-20,99

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 01.05.2024)

URL: <https://showdata.gks.ru/report/278930> (дата обращения: 01.05.2024)

Динамика значений интегрального показателя, рассчитанного по стране в целом, указывает на отсутствие тенденции, колебания значений носят случайный характер (рисунок 34).

Максимальное значение показателя наблюдается в 2017 г, что обусловлено тем, что в этом году отмечены максимальные значения декарпинга воздействия на экономику и сильного эколого-экономического декарпинга. Причем если первый показатель свидетельствует о том, что рост экономики сопровождается сокращением нагрузки на водные ресурсы, то второй показывает, что на фоне сокращения нагрузки на водные ресурсы наблюдался рост затрат на водоохранные мероприятия. С позиции обеспечения сохранности водных ресурсов, данный год был наиболее благоприятным. Аналогичная ситуация наблюдалась в 2020 г.

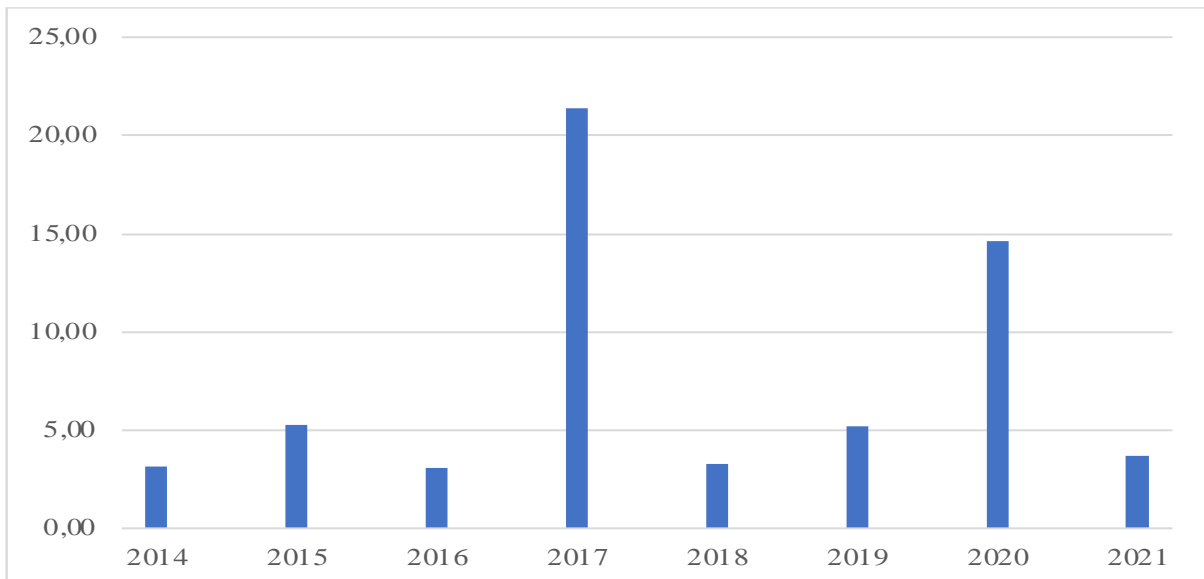


Рисунок 34 – Динамика значений интегрального показателя за период 2014–2021 гг. в Российской Федерации

*Источник:* построено автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 05.05.2024)

URL: <https://showdata.gks.ru/report/278930> (дата обращения: 05.05.2024)

Данный характер динамики интегрального показателя может указывать на отсутствие системных мероприятий, направленных на сохранение водных ресурсов страны. Целесообразно рассмотреть возможность формирования государственной системы стратегических инициатив, направленных на формирование государственного регулирования и мониторинга использования водных ресурсов.

Значения интегрального показателя можно использовать для построения рейтинга регионов страны по уровню воздействия на водные ресурсы.

Рейтинги на современном этапе представляют собой инструментальную компоненту, обеспечивающую анализ и поддержку принятия управленческих решений на разных уровнях государственного управления.

Возрастающая интенсивность потоков и объемов информации, ее многомерный характер, разнообразие форматов представления и коммуникаций для передачи в условиях возрастания сложности экономических и социальных явлений и процессов, создали мощный спрос на рейтинги в бизнесе, финансово-инвестиционной сфере и стратегическом управлении.

Рейтинг представляет собой инструмент оценки положения регионов страны по заданным параметрам, влияющий на репутацию регионов и сказывающийся на их самоидентификации.

Термин «рейтинг» (англ. rating) переводится, как «оценка, определение стоимости» или как «отнесение к классу, разряду, категории» (Прохоров, 1989). В зарубежной практике под рейтингом понимают отнесение объектов к определенной категории или типу на основании совокупности характеристик (факторов), а список объектов, проранжированных по одному параметру, называют рэнкингом (англ. to rank). Прямая задача — упорядочить информацию об объектах анализа. Рэнкинги не несут в себе оценки, но с их помощью можно без труда увидеть позицию объекта с точки зрения разных критериев.

Рейтинг — это список объектов, расположенных в определенной последовательности в зависимости от оценок, полученных по различным показателям их деятельности, как правило, по принципу «от лучших к худшим» (Наводнов, 2019).

Построение рейтингов возможно на основе агрегации рэнкингов отдельных показателей, составляющих систему показателей и рэнкинга интегрального показателя.

Построение рейтинга в данной работе будет осуществляться на основе ранжирования интегральных показателей, что позволит решить такие методологические вопросы, как оценка общего уровня воздействия на водные ресурсы и оценка воздействия на экономику изменений в водных ресурсах.

Построение рейтинга необходимо для формирования и корректировки государственной политики в сфере сохранности водных ресурсов. Результаты рейтингования регионов позволят выделить совокупность регионов с низким и высоким уровнем воздействия на водные ресурсы и разработать мероприятия по снижению воздействия на водные ресурсы.

Для этого значениям интегрального показателя были присвоены ранги таким образом, чтобы на первом месте стоял регион с максимальным значением интегрального показателя, а на последнем — с минимальным значением.

Полученные результаты рейтингования регионов были проанализированы по величине интегрального показателя (таблица 21). По уровню воздействия на водные ресурсы были выделены 4 группы регионов: «сильное воздействие» (значение интегрального показателя воздействия на водные ресурсы попадает в  $\frac{1}{4}$  регионов, занимающих последние места в рейтинге); «средне-сильное воздействие» (значение индекса принадлежит третьему квартилю); «средне-

слабое воздействие» (значение индекса принадлежит второму квартилю); «слабое воздействие» (значение индекса принадлежит первому квартилю, включающему регионы, занимающие первые места в рейтинге).

Таблица 21 — Группировка результатов рейтингования регионов по уровню воздействия на водные ресурсы

Группы регионов по степени влияния на водные ресурсы	2010 г.	2015 г.	2021 г.
Низкий уровень воздействия на водные ресурсы	Архангельская область Волгоградская область Ивановская область <b>Забайкальский край</b> Калининградская область Калужская область Карачаево-Черкесская Республика Кемеровская область — Кузбасс Нижегородская область Орловская область <b>Пермский край</b> Приморский край Республика Карелия Республика Хакасия Рязанская область Сахалинская область Смоленская область Тамбовская область Томская область Хабаровский край	Вологодская область Воронежская область <b>Забайкальский край</b> Карачаево-Черкесская Республика Кемеровская область — Кузбасс Костромская область Курская область Ленинградская область Магаданская область Мурманская область Оренбургская область <b>Пермский край</b> Республика Бурятия Республика Дагестан Республика Карелия Республика Коми Республика Крым Саратовская область Тверская область Чукотский АО	Вологодская область <b>Забайкальский край</b> Карачаево-Черкесская Республика Кемеровская область — Кузбасс Костромская область Курская область Ленинградская область Магаданская область Мурманская область <b>Пермский край</b> Республика Адыгея (Адыгея) Республика Бурятия Республика Карелия Республика Коми Ростовская область Саратовская область Тверская область Тюменская область Хабаровский край Чукотский АО
Средне-низкий уровень воздействия на водные ресурсы	Алтайский край Астраханская область Брянская область Вологодская область г. Санкт-Петербург, город федерального значения Костромская область Краснодарский край Курганская область Курская область Ленинградская область Липецкая область	Амурская область Брянская область Владимирская область г. Санкт-Петербург, город федерального значения Еврейская автономная область Калининградская область Калужская область Курганская область Омская область	Алтайский край Амурская область Архангельская область Астраханская область Воронежская область г. Москва, столица РФ, город федерального значения Иркутская область Калининградская область Кировская область Краснодарский край

Группы регионов по степени влияния на водные ресурсы	2010 г.	2015 г.	2021 г.
	Магаданская область Республика Бурятия Республика Дагестан Республика Коми Республика Мордовия Республика Саха (Якутия) Ростовская область Чеченская Республика Чувашская Республика — Чувашия	Пензенская область Республика Алтай Республика Калмыкия Республика Мордовия Республика Тыва Самарская область Сахалинская область Тамбовская область Тульская область Удмуртская Республика Ярославская область	Красноярский край Оренбургская область Республика Башкортостан Республика Калмыкия Республика Марий Эл Республика Саха (Якутия) Республика Татарстан (Татарстан) Рязанская область Ставропольский край Челябинская область Чувашская Республика — Чувашия
Средне-сильный уровень воздействия на водные ресурсы	Амурская область Белгородская область Воронежская область г. Москва, столица РФ, город федерального значения Камчатский край Красноярский край Омская область Оренбургская область Пензенская область Псковская область Республика Башкортостан Республика Калмыкия Республика Марий Эл Республика Северная Осетия — Алания Республика Татарстан (Татарстан) Самарская область Свердловская область Ставропольский край Чукотский АО Ярославская область	Алтайский край Астраханская область Белгородская область Ивановская область Кабардино-Балкарская Республика Кировская область Краснодарский край Красноярский край Новосибирская область Псковская область Республика Адыгея (Адыгея) Республика Ингушетия Республика Северная Осетия — Алания Ростовская область Рязанская область Смоленская область Ставропольский край Томская область Тюменская область Челябинская область Чувашская Республика — Чувашия	Белгородская область Ивановская область Кабардино-Балкарская Республика Камчатский край Нижегородская область Новгородская область Новосибирская область Орловская область Псковская область Республика Алтай Республика Дагестан Республика Ингушетия Республика Мордовия Республика Хакасия Сахалинская область Смоленская область Тамбовская область Томская область Ульяновская область Чеченская Республика
Сильный уровень воздействия на водные ресурсы	Владимирская область Еврейская автономная область Иркутская область	Архангельская область Волгоградская область	Брянская область Владимирская область Волгоградская область

Группы регионов по степени влияния на водные ресурсы	2010 г.	2015 г.	2021 г.
	Кабардино-Балкарская Республика Кировская область Московская область Мурманская область Новгородская область Новосибирская область Республика Адыгея (Адыгея) Республика Алтай Республика Ингушетия Республика Тыва Саратовская область Тверская область Тульская область Тюменская область Удмуртская Республика Ульяновская область Челябинская область	г. Москва, столица РФ, город федерального значения Иркутская область Камчатский край Липецкая область Московская область Нижегородская область Новгородская область Орловская область Приморский край Республика Башкортостан Республика Марий Эл Республика Саха (Якутия) Республика Татарстан (Татарстан) Республика Хакасия Свердловская область Ульяновская область Хабаровский край Чеченская Республика	г. Санкт-Петербург, город федерального значения Еврейская автономная область Калужская область Курганская область Липецкая область Московская область Омская область Пензенская область Приморский край Республика Крым Республика Северная Осетия — Алания Республика Тыва Самарская область Свердловская область Тульская область Удмуртская Республика Ярославская область

*Примечание:* жирным зеленым шрифтом выделены единственные два субъекта РФ (Пермский край и Забайкальский край), которые оставались в группе с низким уровнем воздействия на водные ресурсы на протяжении всего периода

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 11.05.2024)

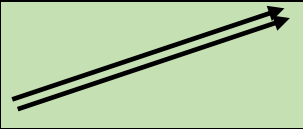
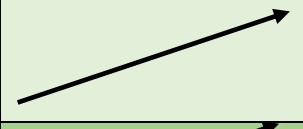
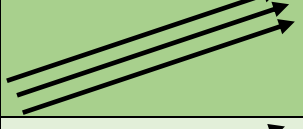
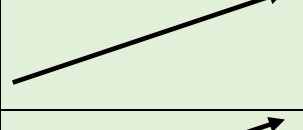


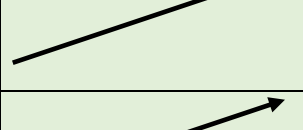

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 11.05.2024)

URL: <https://showdata.gks.ru/report/278930> (дата обращения: 11.05.2024)

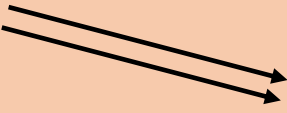
Рейтинг регионов Российской Федерации достаточно неустойчив во времени. В группе регионов с низким уровнем воздействия на водные ресурсы лишь два региона: Забайкальский край и Пермский край – оба региона устойчиво занимают лидирующие позиции.

Анализ динамики перераспределения регионов по группам с 2010 по 2021 год и с 2015 по 2021 год показал существенные изменения (таблицы 22, 23). Зеленым цветом в таблицах отмечены регионы, в которых наблюдалось улучшение результатов рейтингования по показателю уровня воздействия на водные ресурсы за рассматриваемый период, красным — ухудшение результатов рейтингования по показателю уровня воздействия на водные ресурсы за рассматриваемый период. Наличие одной стрелки указывает на переход региона на одну позицию (выше или ниже), две стрелки — на две позиции, три стрелки — наиболее существенное изменение положения в рейтинге — на три позиции.

Таблица 22 — Анализ результатов рейтингования регионов Российской Федерации по интегральному показателю уровня воздействия на водные ресурсы в 2021 г. по сравнению с 2010 г.

Регион	2010 г.	2021 г.	Характер динамики
Иркутская область	Сильный уровень воздействия на водные ресурсы	Средне-низкий уровень воздействия на водные ресурсы	
Кабардино-Балкарская Республика	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Мурманская область	То же	Низкий уровень воздействия	
Новгородская область	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Новосибирская область	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Республика Адыгея (Адыгея)	То же	Низкий уровень воздействия	
Республика Алтай	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Республика Ингушетия	То же	Средне-сильный уровень воздействия	

Регион	2010 г.	2021 г.	Характер динамики
Саратовская область	То же	Низкий уровень воздействия	
Тверская область	То же	То же	
Тюменская область	То же	То же	
Ульяновская область	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Челябинская область	То же	Средне-низкий уровень воздействия	
Архангельская область	Низкий уровень воздействия на водные ресурсы	То же	
Волгоградская область	То же	Сильный уровень воздействия	
Ивановская область	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Калининградская область	То же	Средне-низкий уровень воздействия	
Калужская область	То же	Сильный уровень воздействия	
Нижегородская область	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Орловская область	То же	То же	
Приморский край	То же	Сильный уровень воздействия	
Республика Хакасия	То же	Средне-сильный уровень воздействия	

Регион	2010 г.	2021 г.	Характер динамики
Рязанская область	То же	Средне-низкий уровень воздействия	
Сахалинская область	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Смоленская область	То же	То же	
Тамбовская область	То же	То же	
Томская область	То же	То же	

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 15.05.2024)

URL: <https://showdata.gks.ru/report/278930> (дата обращения: 15.05.2024)

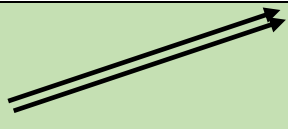
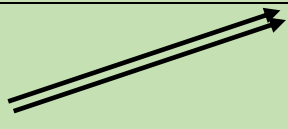
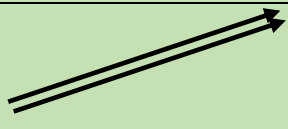
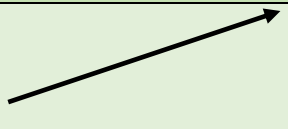
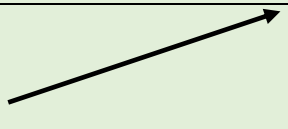
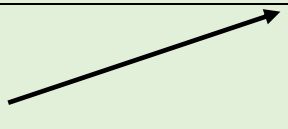
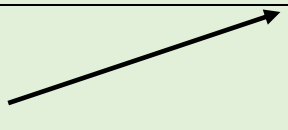
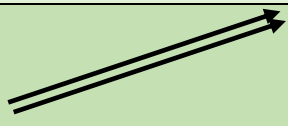
Анализ динамики перераспределения регионов по силе воздействия на водные ресурсы за период 2010–2021 гг. показал, что 13 регионов страны улучшили свое положение в рейтинге: Мурманская, Саратовская, Тверская, Тюменская области и Республика Адыгея (Адыгея) значительно улучшили положение в рейтинге, переместившись из группы регионов с сильным уровнем воздействия на водные ресурсы в группу с низким уровнем воздействия. Иркутская и Челябинская области улучшили свои позиции в рейтинге, перейдя из группы регионов с сильным уровнем воздействия на водные ресурсы в группу со средне-низким уровнем воздействия.




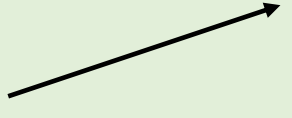
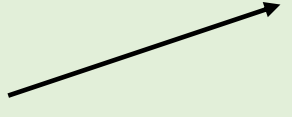

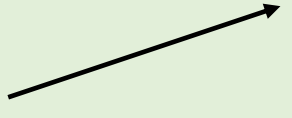




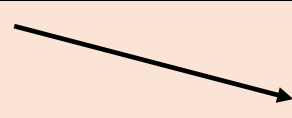
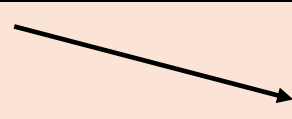
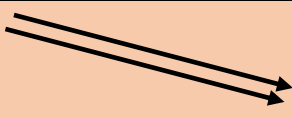
Наряду с положительными тенденциями, можно отметить и негативные показатели в 14 регионах. В Волгоградской, Калужской областях и Приморском крае наблюдалось существенное

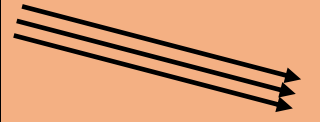
падение — переход из группы регионов с низким уровнем воздействия на водные ресурсы в группу с сильным уровнем воздействия. В Ивановской, Нижегородской, Орловской, Сахалинской, Смоленской, Тамбовской, Томской областях и Республике Хакасия произошел переход из группы регионов с низким уровнем воздействия на водные ресурсы в группу со средне-сильным уровнем воздействия.

Анализ динамики перераспределения регионов по силе воздействия на водные ресурсы в 2021 г. по отношению к 2015 г. показал, что 15 регионов страны улучшили свое положение в рейтинге. Хабаровский край — единственный регион, который из группы регионов с сильным уровнем воздействия на водные ресурсы смог подняться в группу регионов с низким воздействием (таблица 23).

Таблица 23 — Анализ результатов рейтингования регионов Российской Федерации по интегральному показателю уровня воздействия на водные ресурсы в 2021 г. по сравнению с 2015 г.

Регион	2015 г.	2021 г.	Характер динамики
Архангельская область	Сильный уровень воздействия на водные ресурсы	Средне-низкий уровень воздействия на водные ресурсы	
г. Москва, столица РФ, город федерального значения	То же	То же	
Иркутская область	То же	То же	
Камчатский край	То же	Средне-сильный уровень воздействия на водные ресурсы	
Нижегородская область	То же	То же	
Новгородская область	То же	То же	
Орловская область	То же	То же	
Республика Башкортостан	То же	Средне-низкий уровень воздействия на водные ресурсы	

Регион	2015 г.	2021 г.	Характер динамики
Республика Марий Эл	То же	То же	
Республика Саха (Якутия)	То же	То же	
Республика Татарстан (Татарстан)	То же	То же	
Республика Хакасия	То же	Средне-сильный уровень воздействия на водные ресурсы	
Ульяновская область	То же	То же	
Хабаровский край	То же	Низкий уровень воздействия	
Чеченская Республика	То же	Средне-сильный уровень воздействия	
Республика Адыгея (Адыгея)	Средне-сильный уровень воздействия на водные ресурсы	Низкий уровень воздействия на водные ресурсы	
Ростовская область	То же	То же	
Тюменская область	То же	То же	
Чукотский АО	То же	То же	
Воронежская область	Низкий уровень воздействия на водные ресурсы	Средне-низкий уровень воздействия на водные ресурсы	
Оренбургская область	То же	То же	
Республика Дагестан	То же	Средне-сильный уровень воздействия	

Регион	2015 г.	2021 г.	Характер динамики
Республика Крым	То же	Сильный уровень воздействия	

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 19.05.2024)

URL: <https://showdata.gks.ru/report/278930> (дата обращения: 19.05.2024)

Архангельская и Иркутская области, г. Москва, Республики Башкортостан, Марий Эл, Саха (Якутия), Татарстан улучшили свои позиции в рейтинге, поднявшись из группы регионов с сильным уровнем воздействия на водные ресурсы в группу со средне-низким воздействием.

Камчатский край, Нижегородская, Орловская, Ульяновская области, Республики Хакасия и Чечня также улучшили свое положение в рейтинге, перейдя из группы с сильным уровнем воздействия в группу регионов со средне-высоким уровнем. Регионы, переместившиеся в группу с низким влиянием на водные ресурсы: Республика Адыгея, Ростовская и Тюменская области. Отмеченные тенденции однозначно являются позитивными с позиции формирования региональных программ рационального использования водных ресурсов.

В то же время были регионы, которые изменили свои позиции в рейтинге в сторону ухудшения. Наиболее существенное падение в рейтинге у Республики Крым, которая переместилась из первого квартиля в четвертый. Также позиции в рейтинге потеряла Республика Дагестан, спустившись из группы регионов с низким влиянием на водные ресурсы в группу со средне-низким уровнем влияния.

### **3.2. Эколого-экономический интегральный показатель (экономический эффект)**

Оценка региональной дифференциации по уровню воздействия на водные ресурсы решается с помощью эколого-экономического интегрального показателя.

С целью формирования теоретических основ построения данного интегрального показателя были рассмотрены некоторые теоретические аспекты существующих подходов в оценке экономической эффективности природных ресурсов.

В международной практике особое внимание уделяется оценке продуктивности природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, на основе показателя продуктивности водных ресурсов:

$$РП_v = \frac{ВВП}{V_z}, \quad (14)$$

где ВВП — валовый внутренний продукт в постоянных ценах;

$V_z$  — объем забора воды из природных водных объектов.

Динамика данного показателя позволяет оценить тенденции в эффективности использования водных ресурсов при создании ВВП.

Также целесообразно рассмотреть показатель, включенный в систему показателей ЦУР 6 «Цель 6: Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех».

Целевая задача 6.4 направлена на решение проблемы нехватки воды и призвана обеспечить наличие достаточных объемов воды для населения, экономики и окружающей среды посредством повышения эффективности водопользования во всех секторах общества. Повышение эффективности водопользования с течением времени означает разрыв связи между экономическим ростом страны и объемом потребления воды на ее территории.

Для мониторинга достижения целевой задачи в системе показателей мониторинга ЦУР в отечественной практике выделен показатель 6.4.1. «Динамика изменения эффективности водопользования», который представляет собой отношение добавленной стоимости, выражаемой в долларах США, к объему забранной воды в кубических метрах, в разбивке по видам экономической деятельности в динамике по времени.

Основываясь на рассмотренной теории построения показателей эффективности и показателей декаплинга, предлагается следующая система показателей для построения эколого-экономического интегрального показателя:

- 1) показатели эффективности водопользования;
- 2) декаплинг экономического эффекта;
- 3) эколого-экономический декаплинг затрат на водоохранные мероприятия.

Трансформация значений исходных показателей осуществляется на основе методологического подхода шкалирования качественных показателей декаплинга.

Переход на шкалированные значения представлен в таблицах 24, 25.

Таблица 24 — Классификация значений коэффициентов декаплинга экономического эффекта

Вид декаплинга	Значение шкалы
Сильный экономический	4
Экономический	3
Экономический каплинг	2
Отсутствие эффекта декаплинга и каплинга	1

*Источник:* составлено автором

Таблица 25 — Классификация значений коэффициентов эколого-экономического декаплинга затрат на водоохранные мероприятия

Вид декаплинга	Значение шкалы
Сильный	5
Умеренный	4
Рецессивный	3
Затратный каплинг	2
Отсутствие эффекта декаплинга и каплинга	1

*Источник:* составлено автором

Для построения данного интегрального показателя экономического эффекта от водных ресурсов будет использован метод трансформированных значений системы показателей на основе средней гармонической:

$$ИП_{ээ} = \prod x_{ij}, \quad (15)$$

где  $ИП_{ээ}$  — эколого-экономический интегральный показатель;

$x_{ij}$  — значение  $i$ -го показателя у  $j$ -региона.

Фактически при расчете интегрального показателя будет осуществляться его корректировка по показателям декаплинга, включенным в модель.

При построении интегрального показателя частные индикаторы не будут взвешиваться, что обусловлено теоретическими основами построения базовых показателей.

Интегральный показатель экономического эффекта воздействия на водные ресурсы имеет следующий вид:

$$ИП_{ээ} = Э_{вп} \cdot D_{экон} \cdot D_{эколог}, \quad (16)$$

где  $ИП_{ээ}$  — интегральный показатель эколого-экономического эффекта;

$Э_{вп}$  — показатель эффективности водопользования;

$D_{экон}$  — шкалированное значение коэффициентов декаплинга экономического эффекта;

$D_{\text{эколог}}$  — шкалированное значение коэффициентов эколого-экономического декаплинга затрат на водоохранные мероприятия.

По значениям интегрального показателя может быть построен эколого-экономический рейтинг регионов страны, который позволил дифференцировать регионы по уровню эколого-экономического эффекта, выделив  $\frac{1}{4}$  регионов с высокими показателями эколого-экономического эффекта,  $\frac{1}{4}$  регионов — со средне-высокими значениями,  $\frac{1}{4}$  количества регионов — со средне-низкими значениями и  $\frac{1}{4}$  — с низкими значениями эколого-экономического эффекта (таблица 26).

Таблица 26 — Группировка результатов рейтингования регионов по уровню эколого-экономического эффекта

Группы регионов по степени влияния на водные ресурсы	2014 г.	2021 г.
Высокий уровень эколого-экономического эффекта	<b>Белгородская область</b> Брянская область Владимирская область <b>г. Москва, столица РФ, город федерального значения</b> <b>Иркутская область</b> Камчатский край Кировская область Липецкая область Нижегородская область Новгородская область Приморский край Республика Алтай <b>Республика Башкортостан</b> Республика Саха (Якутия) <b>Самарская область</b> Сахалинская область <b>Тульская область</b> <b>Хабаровский край</b> Чувашская Республика — Чувашия <b>Ярославская область</b>	<b>Белгородская область</b> Вологодская область <b>г. Москва, столица РФ, город федерального значения</b> Забайкальский край <b>Иркутская область</b> Курская область Московская область Новосибирская область Омская область Оренбургская область Республика Адыгея (Адыгея) <b>Республика Башкортостан</b> Ростовская область <b>Самарская область</b> Свердловская область <b>Тульская область</b> Тюменская область <b>Хабаровский край</b> Челябинская область <b>Ярославская область</b>
Средне-высокий уровень эколого-экономического эффекта	<b>Амурская область</b> Астраханская область Воронежская область Еврейская автономная область Забайкальский край Калининградская область <b>Калужская область</b> Кемеровская область — Кузбасс Красноярский край Новосибирская область Пензенская область Псковская область	<b>Амурская область</b> Архангельская область Брянская область Владимирская область г. Санкт-Петербург город федерального значения <b>Калужская область</b> Камчатский край Краснодарский край Ленинградская область Пензенская область Пермский край Республика Карелия

Группы регионов по степени влияния на водные ресурсы	2014 г.	2021 г.
	Республика Адыгея (Адыгея) Республика Марий Эл <b>Республика Мордовия</b> Республика Татарстан (Татарстан) Республика Тыва Рязанская область Саратовская область Свердловская область Чукотский АО	Республика Коми <b>Республика Мордовия</b> Республика Саха (Якутия) Республика Северная Осетия — Алания Республика Хакасия Сахалинская область Ставропольский край Тверская область Ульяновская область
Средне-низкий уровень эколого-экономического эффекта	Архангельская область Волгоградская область Вологодская область г. Санкт-Петербург, город федерального значения <b>Ивановская область</b> Курганская область Курская область <b>Магаданская область</b> Московская область <b>Мурманская область</b> Омская область Орловская область Пермский край Республика Хакасия Смоленская область Тамбовская область Тюменская область Удмуртская Республика Ульяновская область Челябинская область	Алтайский край Астраханская область Еврейская автономная область <b>Ивановская область</b> Калининградская область Кемеровская область — Кузбасс Кировская область Костромская область Красноярский край <b>Магаданская область</b> <b>Мурманская область</b> Нижегородская область Новгородская область Приморский край Республика Дагестан Республика Марий Эл Республика Татарстан (Татарстан) Саратовская область Чувашская Республика — Чувашия Чукотский АО
Низкий уровень эколого-экономического эффекта	Алтайский край <b>Кабардино-Балкарская Республика</b> <b>Карачаево-Черкесская Республика</b> Костромская область Краснодарский край Ленинградская область Оренбургская область <b>Республика Бурятия</b> Республика Дагестан <b>Республика Ингушетия</b> <b>Республика Калмыкия</b> Республика Карелия Республика Коми	Волгоградская область Воронежская область <b>Кабардино-Балкарская Республика</b> <b>Карачаево-Черкесская Республика</b> <b>Курганская область</b> Липецкая область Орловская область Псковская область Республика Алтай <b>Республика Бурятия</b> <b>Республика Ингушетия</b> <b>Республика Калмыкия</b> Республика Крым

Группы регионов по степени влияния на водные ресурсы	2014 г.	2021 г.
	Республика Крым Республика Северная Осетия — Алания Ростовская область Ставропольский край Тверская область <b>Томская область</b> <b>Чеченская Республика</b>	Республика Тыва Рязанская область Смоленская область Тамбовская область <b>Томская область</b> Удмуртская Республика <b>Чеченская Республика</b>

*Примечание:* жирным шрифтом выделены регионы, которые в 2021 г. оставались в той же группе, что и в 2014 г.

*Источник:* рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов и Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 22.05.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43348> (дата обращения: 22.05.2024)

URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 22.05.2024)

За рассматриваемый период (таблица 26) наиболее устойчивый высокий уровень в рейтингах занимали Белгородская, Иркутская, Самарская, Тульская, Ярославская области, г. Москва, Республика Башкортостан. Наряду с указанными регионами существуют субъекты, в которых наблюдаются негативные тенденции снижения эколого-экономического эффекта. Так, в группу со средне-высоким эффектом перешли Брянская, Владимирская и Сахалинская области, Камчатский край, Республика Саха (Якутия). В группу со средне-низким эколого-экономическим эффектом переместились такие регионы, как Липецкая, Нижегородская, Новгородская области, Чувашская Республика (Чувашия). Остальные регионы значительно ухудшили свои позиции, переместившись из группы с высоким эколого-экономическим эффектом в группу с низким эффектом. Данная негативная динамика интегрального показателя эколого-экономического воздействия позволяет сделать вывод, что необходимо осуществить корректировку региональных программ охраны водных ресурсов.

К регионам с устойчиво низким уровнем эколого-экономического эффекта также относятся Республики Бурятия, Ингушетия, Калмыкия, Чеченская Республика и Томская область. Данная устойчивость является негативным моментом и позволяет сделать предположение о необходимости корректировки мер государственной политики в области защиты водных ресурсов.

В Алтайском крае и Республике Дагестан фиксируются положительные тенденции – из группы регионов с низким уровнем эколого-экономического эффекта они перешли в группу регионов со средне-низким уровнем. Краснодарский край и Ленинградская область, Республики

Карелия, Коми, Северная Осетия (Алания), Ставропольский край, Тверская область улучшили позиции до средне-высокого уровня эколого-экономического эффекта. Оренбургская и Ростовская области значительно улучшили позиции в рейтинге, перейдя в группу с высоким эффектом. Данная динамика позволяет сделать предположение, что в данных субъектах сформирована эффективная региональная политика охраны водных ресурсов.

### **3.3. Прогнозирование динамики основных показателей эколого-экономического учета и приоритетные направления совершенствования государственной политики в области использования водных ресурсов**

Полученные на предыдущем этапе анализа результаты рейтингования субъектов Российской Федерации по уровню интегрального показателя эколого-экономического эффекта позволили выделить группу регионов с низким уровнем данного показателя: Республики Бурятия, Ингушетия, Калмыкия, Чечня и Томская область.

Для получения прогнозных оценок были использованы статистические методы прогнозирования. Прогнозирование динамики основных показателей эколого-экономического учета водных ресурсов возможно с помощью различных моделей: основной тенденции, тренд-сезонных рядов, связанных рядов динамики и простейших методов прогнозирования.

Реализация каждого из указанных методов возможна только при наличии конкретной информационной базы и характера динамики изучаемых показателей. Простейшие методы прогнозирования используются в том случае, когда характер динамики не является ярко выраженным.

В основе построения моделей основной тенденции лежит анализ одномерных рядов динамики, то есть конкретных показателей эколого-экономического учета. Динамика любого показателя может быть сформирована под воздействием четырех основных факторов, которые принято называть компонентами. Выделение данных компонент весьма условно, поскольку это чисто математическая операция, реализуемая с помощью математико-статистического аппарата. В то же время, несмотря на условность выделения компонент в уровнях рядов динамики, такой прием может оказаться полезным для решения различных проблем анализа и прогнозирования. Математическую реализацию взаимосвязи компонент можно представить следующим образом.

Аддитивная модель:  $Y = T + K + S + E.$

Мультипликативная модель:  $Y = T \cdot K \cdot S \cdot E.$

Комбинированная модель:  $Y = T \cdot K \cdot S + E.$

Не во всех рядах динамики могут быть выделены указанные компоненты, поскольку их существование определяется рядом факторов. Например, сезонная составляющая может быть смоделирована только в рядах динамики, уровни которых представляют собой месячные или

квартальные данные. Ряды динамики, построенные на основе годовых данных, могут включать только тренд, циклическую и случайную компоненты (Бызалова, 1999).

Построение трендовой модели одномерных рядов динамики для получения прогнозных оценок методом экстраполяции тренда осуществляется методом аналитического выравнивания. В основе метода аналитического выравнивания лежит построение регрессионной модели, где уровни ряда динамики зависят от времени. Уравнение тренда выбирается по такому принципу, чтобы оно наилучшим образом описывало реально существующие закономерности развития изучаемого показателя во времени в виде математической функции. Для построения уравнения тренда на практике используют полиномы различных степеней:

$$\bar{y}_t = a_0 + a_1t \text{ — первая степень;} \quad (17)$$

$$\bar{y}_t = a_0 + a_1t + a_2t^2 \text{ — вторая степень;} \quad (18)$$

$$\bar{y}_t = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 \text{ — третья степень;} \quad (19)$$

$$\bar{y}_t = a_0 + a_1t + \dots + a_kt^k \text{ — } k\text{-я степень,} \quad (20)$$

где  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  — параметры полиномов;

$t$  — условное обозначение времени.

Выбор формы кривой может осуществляться на основе значения коэффициента детерминации  $R^2$ . Из совокупности кривых выбирается та, которой соответствует максимальное значение критерия.

Ф. Миллс<sup>87</sup> подчеркивал, что близость уровня к эмпирическому ряду сама по себе еще не может служить окончательным критерием пригодности уровня. Можно получить кривую, сколь угодно тесно прилегающую к исходному ряду, но это еще не значит, что эта кривая будет уровнем ряда. Понятие уровня есть понятие правильной, плавной кривой, от которой существуют отклонения, но которая определяет тенденцию длительного движения ряда. Следовательно, кривая, удовлетворяющая концепции уровня, должна быть по возможности простой. Однако это не значит, что допустимо представлять сложный уровень настолько простой кривой, что она не будет соответствовать исходным данным.

Выбранная функция тренда должна удовлетворять следующим условиям:

- иметь теоретические обоснования построения;
- иметь минимальное число параметров;
- параметры должны быть экономически интерпретируемыми;

---

<sup>87</sup> Миллс Ф. Статистические методы. М.: Госстатиздат, 1958. – 799 с.

– различия между расчетными и эмпирическими значениями исследуемого ряда должны минимизироваться.

Вторым подходом для получения прогнозных оценок изучаемых эколого-экономических показателей является построение прогнозных моделей на основе связанных рядов динамики, то есть регрессионной модели, включающей ряды динамики результативного и факторного признаков.

Построение моделей и прогноза на основе связанных рядов динамики связано с проблемой автокорреляции уровней, проявляющейся в наличии существенной взаимосвязи между соседними уровнями ряда динамики или уровнями с определенным временным лагом.

В практике статистического моделирования и прогнозирования существует ряд способов исключения или уменьшения автокорреляции в рядах динамики, наибольшее распространение среди которых получил метод Фриша-Воу. Сущность данного метода состоит в том, что в модель связанных рядов динамики вводится время как независимый факторный признак, который нивелирует тенденцию развития явлений, включенных в модель.

Модель при анализе связи пары признаков, построенная методом Фриша-Воу, имеет следующий вид:

$$y_{x,t} = a_0 + a_1x + a_2t, \quad (21)$$

Преимущество практической реализации метода Фриша-Воу в моделировании показателей заключается в том, что параметры модели множественной регрессии, содержащей в качестве аргумента фактор времени, поддаются лучшей экономической интерпретации.

Для прогнозирования следующих ключевых показателей эколого-экономического учета водных ресурсов (объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, объем сброса загрязненных сточных вод, объем сброса сточных вод, объем технических потерь воды при транспортировке) использовался метод экстраполяции тренда.

Для построения прогнозных оценок объема использованной воды использовалась модель связанных рядов динамики на основе регрессионной модели взаимосвязи показателя объема использованной воды и величины ВРП.

Полученные прогнозные оценки методом экстраполяции тренда представлены в таблицах 27–31.

Таблица 27 — Прогнозные значения основных показателей эколого-экономического учета водных ресурсов в Республике Бурятия

Показатель	Модель	Метод прогнозирования	Период прогнозирования,	Прогнозные значения	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза
Объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	$\bar{y}_t = 1,3771t + 280,18$	Метод экстраполяции тренда	2023	300,83	244,56	357,11
			2024	302,21	244,46	359,96
			2025	303,59	244,21	362,96
Объем сброса загрязненных сточных вод	$\bar{y}_t = -0,0505t^2 - 0,1613t + 39,68$	То же	2023	27,79	16,30	39,28
			2024	26,23	12,33	40,13
			2025	24,59	7,78	41,39
Объем сброса сточных вод	$\bar{y}_t = \frac{1}{1 + e^{-(0,002 + 0,988t)}}$	То же	2023	602,19	486,35	745,62
			2024	609,27	489,31	758,64
			2025	616,44	492,03	772,31
Объем технических потерь воды при транспортировке	$\bar{y}_t = 12,89 + 1,22t - 0,11t^2$	То же	2023	6,43	0,55	12,29
			2024	4,22	0	10,97
			2025	1,81	0	9,67
Использование воды	$\bar{y}_t = 320,08 + 98,03t - 13,79t^2 + 0,562t^3$	То же	2023	586,19	384,63	787,74
			2024	662,27	372,51	952,02
			2025	764,77	349,04	1180,49

Источник: рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 01.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 01.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 01.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 01.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 01.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 01.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 01.06.2024)

Таблица 28 — Прогнозные значения основных показателей эколого-экономического учета водных ресурсов в Республике Ингушетия

Показатель	Модель	Метод прогнозирования	Период прогнозирования,	Прогнозные значения	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза
Объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	На основе последнего уровня ряда динамики	Простейший метод прогнозирования на основе последнего уровня ряда динамики	2023	0	–	–
			2024	0	–	–
			2025	0	–	–
Объем сброса загрязненных сточных вод	$\bar{y}_t = -0,057t^2 + 0,5295t + 2,4675$	Метод экстраполяции тренда	2023	0	0	1,28
			2024	0	0	0,70
			2025	0	0	0,11
Объем сброса сточных вод	$\bar{y}_t = -0,0107t^2 + 0,0641t + 9,8463$	То же	2023	8,41	6,80	10,01
			2024	8,14	6,29	9,99
			2025	7,85	5,70	10,00
Объем технических потерь воды при транспортировке	$\bar{y}_t = 18,61 + 1,87t - 0,70t^2 + 0,01t^3$	То же	2023	34,98	23,48	46,48
			2024	35,40	22,18	48,61
			2025	35,73	20,34	51,13
Использование воды	$\bar{y}_t = 0,074t^2 - 2,061t + 119,48$	То же	2023	106,10	86,56	125,64
			2024	106,39	83,94	128,85
			2025	106,84	80,68	133,00

Источник: рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 03.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 03.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 03.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 03.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 03.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 03.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 03.06.2024)

Таблица 29 — Прогнозные значения основных показателей эколого-экономического учета водных ресурсов в Республике Калмыкия

Показатель	Модель	Метод прогнозирования	Период прогнозирования,	Прогнозные значения	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза
Объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	На основе последнего уровня ряда динамики	Простейший метод прогнозирования на основе последнего уровня ряда динамики	2023	0,17	–	–
			2024	0,17	–	–
			2025	0,17	–	–
Объем сброса загрязненных сточных вод	$\bar{y}_t = 34,86 - 3,23t + 0,09t^2$	Метод экстраполяции тренда	2023	8,19	0	25,47
			2024	2,63	0	28,60
			2025	0	0	32,68
Объем сброса сточных вод	$\bar{y}_t = -0,6999t^2 + 4,047t + 117,06$	То же	2023	20,28	0	52,49
			2024	2,63	0	39,63
			2025	0	0	26,70
Объем технических потерь воды при транспортировке	На основе среднего абсолютного прироста	Простейшие методы прогнозирования на основе среднего абсолютного прироста	2023	142,55	–	–
			2024	147,35	–	–
			2025	152,15	–	–
Использование воды	$\bar{y}_t = 405,66 - 15,99t + 0,69t^2$	Метод экстраполяции тренда	2023	320,16	205,91	434,41
			2024	325,45	194,18	456,71
			2025	332,11	179,14	485,07

Источник: рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 06.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 06.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 06.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 06.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 06.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 06.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 06.06.2024)

Таблица 30 — Прогнозные значения основных показателей эколого-экономического учета водных ресурсов в Чеченской Республике

Показатель	Модель	Метод прогнозирования	Период прогнозирования, год	Прогнозные значения	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза
Объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	На основе последнего уровня ряда динамики	Простейшие методы прогнозирования на основе последнего уровня ряда динамики	2023	0	–	–
			2024	0	–	–
			2025	0	–	–
Объем сброса сточных вод	$\bar{y}_t = 0,2193t^2 - 5,1695t + 48,854$	Метод экстраполяции тренда	2023	20,65	1,42	39,89
			2024	22,28	0,183	44,38
			2025	24,35	0	50,10
Объем сброса загрязненных сточных вод	На основе последнего уровня ряда динамики	Простейшие методы прогнозирования на основе последнего уровня ряда динамики	2023	0	–	–
			2024	0	–	–
			2025	0	–	–
Объем технических потерь воды при транспортировке	$\bar{y}_t = \frac{1}{1 + e^{-(0,006+1,107t)}}$	Метод экстраполяции тренда	2023	37,75	13,66	104,27
			2024	34,11	12,02	96,78
			2025	30,83	10,56	90,06
Использование воды	$\bar{y}_t = 10,95t + 339,28$	То же	2023	503,49	437,49	569,50
			2024	514,44	446,70	582,18
			2025	525,39	455,74	595,03

Источник: рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 08.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 08.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 08.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 08.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 08.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 08.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 08.06.2024)

Таблица 31 — Прогнозные значения основных показателей эколого-экономического учета водных ресурсов в Томской области

Показатель	Модель	Метод прогнозирования	Период прогнозирования, год	Прогнозные значения	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза
Объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	$\bar{y}_t = -0,4025t^3 + 9,0767t^2 - 65,71t + 937,2$	Метод экстраполяции тренда	2023	635,28	432,58	837,98
			2024	560,72	269,33	852,13
			2025	465,68	47,60	883,77
Объем сброса загрязненных сточных вод	На основе среднего уровня ряда динамики	Простейшие методы прогнозирования на основе среднего уровня ряда динамики	2023	192,44	–	–
			2024	192,44	–	–
			2025	192,44	–	–
Объем сброса сточных вод	$\bar{y}_t = 0,188t^3 - 2,3511t^2 - 19,479t + 514,2$	Метод экстраполяции тренда	2023	327,63	217,96	437,31
			2024	370,84	213,18	528,51
			2025	427,4	201,19	653,61
Объем технических потерь воды при транспортировке	$\bar{y}_t = 43,74 - 6,59t + 0,39t^2 - 0,005t^3$	То же	2023	15,77	6,32	25,21
			2024	17,53	3,96	31,1
			2025	19,57	0,10	39,05
Использование воды	$\bar{y}_t = 608,94 - 47,23t + 2,03t^2$	То же	2023	247,51	467,40	467,40
			2024	246,88	499,51	499,51
			2025	245,80	540,19	540,19

Источник: рассчитано автором по данным Федерального агентства водных ресурсов. [Электронный ресурс]

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения: 10.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62162> (дата обращения: 10.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 10.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60770> (дата обращения: 10.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34561> (дата обращения: 10.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34563> (дата обращения: 10.06.2024)

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/34560> (дата обращения: 10.06.2024)

Полученные прогнозные оценки ключевых показателей эколого-экономического учета на среднесрочную перспективу по анализируемым регионам показали, что в Республике Бурятия прогнозируемая динамика показателей свидетельствует о возможности улучшения эколого-экономического эффекта. Для этого целесообразно обратить внимание на рост объема использованной воды и разработать мероприятия по сокращению воздействия на водные ресурсы.

В Республике Ингушетия положительным моментом в среднесрочной перспективе является отсутствие сброса загрязненных сточных вод, но вместе с тем наблюдается устойчивая динамика роста потерь и объема использованной воды. Исходя из этого, можно предположить, что в среднесрочной перспективе эколого-экономический эффект в республике не изменится.

В Республике Калмыкия положительным моментом в среднесрочной перспективе является минимизация сброса сточных вод, в том числе загрязненных, но при этом наблюдается устойчивая положительная динамика роста потерь воды и объема ее потребления. Исходя из этого, можно предположить, что в среднесрочной перспективе эколого-экономический эффект в республике не изменится.

Динамика показателей в Чеченской Республике позволяет сделать вывод, что в среднесрочной перспективе эколого-экономический эффект в регионе не изменится.

В Томской области прогнозные значения ключевых показателей позволяют сделать вывод, что положение в области не изменится, однако положительным моментом является сокращение объема использованной воды.

Еще одним показателем, составляющим систему показателей эколого-экономического учета водных ресурсов, является показатель объема использованной воды. Данный показатель позволяет оценить общую нагрузку на водные ресурсы. Он же позволяет проводить оценку водоемкости отдельных регионов и видов экономической деятельности.

С целью оценки изменения нагрузки на водные ресурсы в водоемких секторах экономики Российской Федерации были рассчитаны прогнозные значения. Водоемкими секторами являются такие виды экономической деятельности, как «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» (39,58% от общего объема потребления воды в экономике), «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» (17,57%) и «36 — Забор, очистка и распределение воды» (16,65%).

Для построения прогнозных оценок по видам экономической деятельности («35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» и «36 — Забор, очистка и распределение воды») использовались регрессионные модели взаимосвязи, в которых математически описывается влияние размера создаваемого ВВП страны на изменение объема использованной воды, а также метод среднего абсолютного прироста для вида экономической

деятельности «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях». Выбор моделей взаимосвязи обусловлен наличием корреляционной зависимости между величиной используемой воды и ВРП в данном виде экономической деятельности. Во втором случае корреляционная зависимость указывает на наличие слабой взаимосвязи и поэтому, исходя из характера динамики, было решено получать прогнозные оценки на основе простейших методов экстраполяции.

Поскольку для получения прогнозных оценок необходимы значения ВВП на прогнозируемый период, были использованы мультипликаторы ВВП, рассчитанные Министерством экономического развития Российской Федерации. Полученные модели и прогнозные значения по водоемким секторам и по стране в целом представлены в таблицах 32, 33 и рисунке 35.

Таблица 32 — Прогнозные значения объема использованной воды по водоемким видам экономической деятельности Российской Федерации. Модель прогнозирования методом Фриша-Воу на основе связанных рядов динамики

Вид экономической деятельности	Модель	Период прогнозирования, год	Прогнозные значения ВВП, на основе мультипликатора	Прогнозные значения объема использованной воды, млн м <sup>3</sup>
«35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха»	$\bar{y}_x = -21193,23 + 14,47x - 815,40t$	2023	2953,9	15 841,23
		2024	3012,9	15 880,68
		2025	3092,5	16 216,25
		2026	3236,2	17 479,61
		2027	3403,9	19 090,98
		2028	3579,9	20 822,37
		2029	3749,9	22 467,43
		2030	3932,3	24 291,17
«36 — Забор, очистка и распределение воды»	$\bar{y}_x = 3314,95 + 18,05x - 19,66t$	2023	247,1	7636,8
		2024	252,1	7706,3
		2025	258,7	7806,7
		2026	255,3	7724,8
		2027	252,8	7660,5
		2028	249,9	7589,0
		2029	245,6	7492,4
		2030	241,2	7393,2

Источник: рассчитано автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]

URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 17.06.2024)

Таблица 33 — Прогнозные значения объема использованной воды по водоемким видам экономической деятельности Российской Федерации

Вид экономической деятельности	Модель	Период прогнозирования, год	Прогнозные значения объема использованной воды, млн м <sup>3</sup>
«01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях»	$\overline{y_{t+L}}$ $= 7939,37$ $- 79,40L$	2023	7860,0
		2024	7780,5
		2025	7701,1
		2026	7621,7
		2027	7542,3
		2028	7462,9
		2029	7383,5
		2030	7304,1

Источник: рассчитано автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]

URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 19.06.2024)



Рисунок 35 — Прогнозные оценки объемов потребления воды отдельными водоемкими видами экономической деятельности в Российской Федерации на период до 2030 г.

Источник: построено автором по данным Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]

URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1138> (дата обращения: 18.06.2024)

Полученные прогнозные оценки (рисунок 35) позволяют сделать вывод, что по виду экономической деятельности «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» будет наблюдаться рост объема использованной воды в среднесрочной и долгосрочной перспективе. По виду экономической деятельности «36 — Забор, очистка и распределение воды» будет наблюдаться рост объема в среднесрочной перспективе и сокращение использованной воды в долгосрочной перспективе. По виду экономической деятельности «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» будет наблюдаться сокращение объема в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Сформировавшиеся тенденции указывают на рост доли потребления воды видом экономической деятельности «35 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», при сокращении доли по виду экономической деятельности «36 — Забор, очистка и распределение воды» и «01 — Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях».

Поскольку антропогенное воздействие и изменение климата становятся угрозой устойчивого развития регионов России, предлагается разработать новые подходы к эколого-экономической оценке воздействия экономики на водные ресурсы, учитывающие перспективные технологии в области природопользования. Целью может выступить разработка приоритетных направлений совершенствования системы управления водными ресурсами и качеством вод на основе бассейнового принципа управления, обеспечивающего увязку интересов отдельных территорий, отраслей экономики, водопользователей с общегосударственными требованиями по охране водных объектов и рациональному использованию водных ресурсов по всему водному бассейну с учетом климатических изменений путем внедрения цифровых технологий и наилучших доступных технологий в области водных ресурсов для устойчивого развития Российской Федерации.

Приоритетные направления развития государственной политики связаны с совершенствованием системы мониторинга и прогнозирования водных ресурсов, которые позволяют предсказать и определить временные точки, когда потребности водопользователей на конкретной территории могут привести к нарушению водоснабжения из-за превышения спроса над предложением, что будет вести к исчерпанию ресурсов и деградации экосистем.

Спрос должен становиться основой для управления водными ресурсами, а повторное использование сточных вод является возможностью управления этим спросом без ущерба для природы и будущих поколений. Важно стимулировать повторное использование сточных вод путем субсидирования приобретения оборудования для модернизации действующих предприятий. Российская Федерация должна сделать одним из приоритетов рост массового освоения наилучших доступных технологий и разработок для модернизации систем водоснабжения и водоотведения.

Для формирования государственной политики в сфере охраны и сохранности водных ресурсов целесообразно более подробно рассмотреть динамику ключевых показателей и оценить перспективы их изменения в ближайшие годы и с учетом проведенного анализа адаптировать региональные приоритеты, проекты и программы с учетом влияния наиболее водоемких отраслей.

Цифровизация водного сектора и моделирование долгосрочного прогнозирования водопотребления с сопоставлением резервных объемов воды водных бассейнов с учетом влияния экологических, экономических, социальных, гидрологических и других факторов для устойчивого развития региональной экономики в части обеспечения в будущем необходимым объемом водных ресурсов отраслей экономики является основным приоритетом развития.

### Выводы к главе 3

Предложенная методика построения интегральных показателей **«Комплексная оценка воздействия на водные ресурсы»** и **«Экономический эффект от воздействия на водные ресурсы»** базируются на ключевых показателях эколого-экономического учета водных ресурсов и позволяет проводить оценку совокупного влияния факторов на водные ресурсы и оценку экономического эффекта от воздействия на водные ресурсы как в целом по стране, так и по отдельным регионам. Это дает возможность оценить региональную дифференциацию по значениям данных показателей на основе построения рейтингов и отследить динамику за изучаемый период, а также позволяет создать инструментарий, обеспечивающий анализ и поддержку принятия управленческих решений на разных уровнях государственного управления водными ресурсами.

Анализ динамики интегрального показателя воздействия на водные ресурсы позволил выявить регионы, в которых наблюдается падение значений за рассматриваемый период, что указывает на рост воздействия экономики на водные ресурсы. За период с 2010 по 2021 гг. негативная динамика наблюдалась в 34 регионах, а за период с 2015 по 2021 гг. — уже в 67 регионах страны.

Построенные рейтинговые оценки по величине интегрального показателя воздействия на водные ресурсы за период 2010–2021 гг. позволили сделать следующие выводы — 13 регионов страны улучшили свое положение в рейтинге, а негативные тенденции наблюдались в 14 регионах. Так, Мурманская, Саратовская, Тверская, Тюменская области и Республика Адыгея (Адыгея) значительно улучшили положение в рейтинге, переместившись из группы регионов с сильным уровнем воздействия на водные ресурсы, в группу с низким уровнем воздействия на водные ресурсы. Иркутская и Челябинская области улучшили свои позиции в рейтинге, перейдя из группы регионов с сильным уровнем воздействия на водные ресурсы в группу со средне-низким уровнем воздействия на водные ресурсы. В Волгоградской, Калужской областях и Приморском

крае наблюдалось существенное падение — отмечается их переход из группы регионов с низким уровнем воздействия на водные ресурсы в группу с сильным уровнем воздействия. В Ивановской, Нижегородской, Орловской, Сахалинской, Смоленской, Тамбовской, Томской областях и Республике Хакасия можно отметить переход из группы регионов с низким уровнем воздействия на водные ресурсы в группу со средне-сильным уровнем воздействия.

Полученные рейтинговые оценки по уровню эколого-экономического эффекта показали, что наиболее устойчиво высокий уровень в рейтингах занимали: Белгородская, Иркутская, Самарская, Тульская, Ярославская области, г. Москва, Республика Башкортостан. К субъектам, в которых наблюдаются негативные тенденции снижения эколого-экономического эффекта, можно отнести Брянскую, Владимирскую области, Камчатский край, Республику Саха (Якутия), Сахалинскую, Липецкую, Нижегородскую, Новгородскую области, Чувашскую Республику (Чувашия).

Полученные прогнозные оценки ключевых показателей состояния и использования водных ресурсов в отдельных регионах страны позволяют делать вывод о сохранении существующих тенденций. Экологические последствия использования водных ресурсов зависят не только от объема извлечения воды из источников, но и от характера ее применения.

Формирование грамотной и обоснованной политики использования и сохранности водных ресурсов на федеральном и региональном уровнях позволит скорректировать сформировавшиеся негативные тенденции, а предложенные методики построения интегральных показателей и рейтингов будут являться эффективным инструментарием оценки достижения поставленных целей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной научной работе в рамках комплексного подхода были собраны статистические данные, позволяющие провести комплексную оценку эколого-экономического воздействия на водные ресурсы и выявить наиболее депрессивные регионы по ряду экологических показателей.

Особенности современного водного хозяйства зависят от природных факторов и от уровня социально-экономического развития страны. Динамика использования водных ресурсов зависит от множества факторов экономического, географического, экологического, климатического, политического и институционального характера. Существует сильная взаимосвязь между локальным и глобальным взаимодействием. Ключевую роль играет рациональное использование имеющихся водных ресурсов, охрана вод от истощения и загрязнения.

По итогам анализа существующей системы эколого-статистического учета были сформированы предложения по ее совершенствованию. Базовую систему эколого-статистического учета целесообразно дополнить показателями декаплинга воздействия на водные ресурсы (декаплинг Тапио), декаплинга экономического эффекта и декаплинга эколого-экономического эффекта (затрат на водоохранные мероприятия), что позволит проводить более глубокий анализ изменения эффективности потребления водных ресурсов по отдельным субъектам страны и оценивать динамику каждого вида воздействия.

На основе базовой системы эколого-экономического учета были построены интегральные показатели, которые позволяют проводить комплексную оценку совокупного влияния факторов на водные ресурсы страны и оценку экономического эффекта от воздействия на водные ресурсы.

Исходя из значений интегральных показателей, был рассчитан рейтинг регионов Российской Федерации по уровню воздействия на водные ресурсы и экономического эффекта от воздействия на водные ресурсы. Имплементация полученных результатов позволит обеспечить качественно новый уровень информационного сопровождения реализации государственной политики России в сфере водопотребления и водоэффективности.

Итоговой целью модели является формирование экономически оптимальных решений для лиц, разрабатывающих государственную социальную, экологическую, экономическую и технологическую политики в Российской Федерации и зарубежных странах. При совершенствовании системы рационального регионального управления в рамках реализации концепции устойчивого развития должны быть учтены программы развития разных уровней (федерального, макрорегионального и регионального), оценки влияния антропогенного воздействия и последствия изменения климата.

Приоритетные направления развития государственной политики связаны с совершенствованием системы мониторинга и прогнозирования водных ресурсов, которые позволяют

предсказать и определить временные точки, когда потребности водопользователей на конкретной территории могут привести к нарушению водоснабжения из-за превышения спроса над предложением, что будет вести к истощению ресурсов и деградации экосистем.

Спрос должен становиться основой для управления водными ресурсами, а повторное использование сточных вод является возможностью управления этим спросом без ущерба для природы и будущих поколений. Важно стимулировать повторное использование сточных вод путем субсидирования приобретения оборудования для модернизации действующих предприятий. Российская Федерация должна сделать одним из приоритетов рост массового освоения наилучших доступных технологий и разработок для модернизации систем водоснабжения и водоотведения.

Для устранения угроз ухудшения состояния окружающей среды, связанных с очисткой сточных вод и получением чистой питьевой воды с помощью передовых технологий очистки, контролем качества воды и сточных вод, с учетом появления в водных объектах возможных новых опасных веществ и патогенов, необходимо в значительной степени увеличить темпы строительства и реконструкции очистных сооружений. Также необходима модернизация системы контроля над сбросами, которая будет стимулировать и жестко контролировать установление предприятиями собственных систем очистки. Дополнительно должен осуществляться мониторинг сбросов в водные объекты и контроль применения в производственных процессах по очистке сточных вод водопользователей наилучших доступных технологий, обеспечивающих исключение загрязнений, которые могут нанести серьезный экологический ущерб.

Кроме того, в число ключевых приоритетов развития входит цифровизация водного сектора и моделирование долгосрочного прогнозирования водопотребления с сопоставлением резервных объемов воды водных бассейнов. При этом необходимо учитывать влияние экологических, экономических, социальных, гидрологических и других факторов для устойчивого развития региональной экономики в части обеспечения в будущем отраслей экономики необходимым объемом водных ресурсов. Приоритетом должно быть достижение состояния, при котором экономический рост происходит при одновременном снижении экологического загрязнения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Нормативно-правовые документы

1. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года // Документы — Правительство России. — URL: <http://government.ru/docs/10049/> (дата обращения: 15.02.2024).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 322 (ред. от 31.03.2020) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов». — URL: <https://base.garant.ru/70640950/> (дата обращения: 10.03.2024).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 марта 2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Научно-технологическое развитие Российской Федерации”» (с изменениями и дополнениями). — URL: <https://base.garant.ru/72216664/#friends> (дата обращения: 17.02.2024).
4. Приказ Федеральной службы государственной статистики от 19 октября 2009 г. № 230 (с изменениями и дополнениями) «Об утверждении статистического инструментария для организации Росводресурсами федерального статистического наблюдения об использовании воды». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902181275> (дата обращения: 28.03.2024).
5. Постановление Правительства российской Федерации от 15.04.2014 №328 «Об утверждении государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». — URL: <http://government.ru/docs/all/91634/> (дата обращения: 12.04.2024).
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235-р. // Документы — Правительство России. — URL: <http://government.ru/docs/all/69408/> (дата обращения: 12.12.2024).
7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 № 1225-р. «Об экологической доктрине Российской Федерации» — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=61782> (дата обращения: 15.02.2024).
8. СНиП II-Г.3 62. Строительные нормы и правила, ч. 2, раздел Г, гл. 3 «Водоснабжение. Нормы проектирования»: утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 30 декабря 1962 года. — Москва, 1963. — URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293849/4293849563.pdf> (дата обращения: 23.04.2024).
9. Указ Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 645. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033> (дата обращения: 01.04.2024).
10. Федеральный проект «Сохранение озера Байкал» // Проектная дирекция Минстроя России. — URL: <https://pdminstroy.ru/recoverybaikal> (дата обращения: 05.02.2024).

## Источники данных

11. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). — URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

12. Атлас водохозяйственных и экологических организаций стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. — URL: <http://atlas.cawater-info.net/base/index> (дата обращения: 25.03.2024).

13. Вопросы мониторинга водоснабжения и санитарии в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Инициатива по комплексному мониторингу ЦУР 6. — URL: [https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2020/WATER/09Sep30-2Oct\\_15th\\_IWRM/Monitoring-water-and-sanitation-in-the-2030-Agenda\\_January-2020\\_RUS.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2020/WATER/09Sep30-2Oct_15th_IWRM/Monitoring-water-and-sanitation-in-the-2030-Agenda_January-2020_RUS.pdf) (дата обращения: 02.04.2024).

14. Всемирная метеорологическая организация. Комиссия по гидрологии. Сокращенный окончательный отчет внеочередной сессии. — Женева, 13–14 февраля 2019 года. — Приложение № 3. — URL: <http://legacy-ipk.meteorf.ru/images/stories/literatura/wmo/1237.pdf> (дата обращения: 12.04.2024).

15. Всемирная программа оценки водных ресурсов, 2003; Puma et al., 2015. — URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232272\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232272_rus) (дата обращения: 17.03.2023).

16. Всемирный доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов. — 2018. — URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594_rus) (дата обращения: 18.02.2024).

17. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. — URL: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 01.04.2024).

18. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме [Электронный ресурс]. — URL: [http://downloads.igce.ru/publications/OD\\_2\\_2014/v2014/pdf/resume\\_teh.pdf](http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/pdf/resume_teh.pdf) (дата обращения: 01.04.2024).

19. Группа высокого уровня Генерального секретаря по глобальной устойчивости. «Жизнеспособная планета жизнеспособных людей: будущее, которое мы выбираем. Обзор». — Нью-Йорк: Организация Объединенных Наций. — 2012. — URL: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2011> (дата обращения: 12.03.2024).

20. Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Аналитический центр при Правительстве

Российской Федерации. — 2020. — С. 84. — URL: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR\\_2020\\_Russia\\_Report\\_Russian.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR_2020_Russia_Report_Russian.pdf) (дата обращения: 10.02.2024).

21. Доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 г.» // Федеральное агентство водных ресурсов. — URL: <https://voda.gov.ru/media/nauchno-prakticheskiy-zhurnal/gosdoklad/558495/> (дата обращения: 22.01.2024).

22. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год / под ред. С.Н. Бобылева и Л.М. Григорьева. — Москва: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2017. — 292 с.

23. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации, Цели устойчивого развития ООН и Россия / под ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева. — Москва: Аналитический Центр при Правительстве Российской Федерации. — 2016. — С. 169.

24. Изменение климата и вода. Аналитическая записка механизма «ООН — водные ресурсы». — URL: [https://unece.org/sites/default/files/2021-08/UN-Water\\_PolicyBrief\\_Water\\_Climate-Change\\_RU.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2021-08/UN-Water_PolicyBrief_Water_Climate-Change_RU.pdf) (дата обращения: 09.03.2024).

25. Какая водная стратегия нужна России // Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». — URL: <https://www.hse.ru/news/expertise/492971872.html> (дата обращения: 12.02.2024).

26. Карточка проекта фундаментальных и поисковых научных исследований, поддержанного российским научным фондом «Новое поколение моделей, методов и технологий для противодействия современным угрозам водной безопасности». — URL: <https://www.rscf.ru/project/17-77-30006/> (дата обращения: 19.03.2024).

27. Комиссия по гидрологии. Сокращенный окончательный отчет внеочередной сессии. — Женева, 13–14 февраля 2019 года. — С. 35. — URL: [https://library.wmo.int/viewer/42987/download?file=1230\\_ru.pdf&type=pdf&navigator=1](https://library.wmo.int/viewer/42987/download?file=1230_ru.pdf&type=pdf&navigator=1) (дата обращения: 29.03.2024).

28. Методология расчета показателей продуктивности природных ресурсов — Москва: Росстат. — 2020. — URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/7JgoHZmZ/prirodnnye-resursy.pdf> (дата обращения: 16.01.2024).

29. Научно-практический комментарий к Водному кодексу Российской Федерации от 19.01.2025 N 74-ФЗ / Н. А. Агешкина, А. Б. Бельянская, М. А. Беляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Сорокина. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 337 с. — ISBN 978-5-4486-0636-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/80353>

30. О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 г. — Москва: Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. — URL: [http://www.priroda.ru/upload/Doklad\\_VODA-2020.pdf](http://www.priroda.ru/upload/Doklad_VODA-2020.pdf) (дата обращения: 29.03.2024).

31. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. — URL: <http://www.scrf.gov.ru/media/files/file/hcTiEHnCdн6TqRm5A677n5iE3yXLi93E.pdf> (дата обращения: 24.04.2024).

32. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2021 год / отв. ред. д. г. н., проф. Г.М. Черногаева. — Москва, 2022. — URL: [https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/dc8/Obzor\\_2021.pdf](https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/dc8/Obzor_2021.pdf) (дата обращения: 01.02.2024).

33. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ результативности принятых мер по экологической реабилитации водных объектов в 2012–2019 годах и истекшем периоде 2020 года, а также оценка достижения показателей, предусмотренных документами стратегического планирования, касающихся экологического состояния водных объектов», Счетная Палата Российской Федерации, 2022 г. — URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/957/9572511e33202b74a7abc2199bc58da9.pdf> (дата обращения: 19.03.2024).

34. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Экология», в том числе своевременности их финансового обеспечения, достижения целей и задач, контрольных точек, а также качества управления» // Счетная палата Российской Федерации. — URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/697/6974665033576448bae98baa0e9626e4.pdf> (дата обращения: 22.02.2024).

35. Охрана окружающей среды в России. 2018: Статистический сборник / Росстат. [Электронный ресурс]. — С. 67. — URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ochрана\\_okruj\\_sredi\\_2022.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ochрана_okruj_sredi_2022.pdf) (дата обращения: 01.09.2022).

36. Переосмысление водного вопроса в Центральной Азии. Цена бездействия и преимущества водного сотрудничества / Б. Пол, А. Крамер, У. Халл, С. Блумстайн. — URL: <https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2021/04/Pereosmyslenie-vodnogo-voprosa-v-Centralnoi-Azii.pdf> (дата обращения: 15.02.2024).

37. Промышленное производство в России. 2022 — Москва: Росстат, 2022. — URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/11\\_01-02-2023.html](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/11_01-02-2023.html) (дата обращения: 03.03.2024).

38. Руководство по комплексному мониторингу Цели устойчивого развития 6 в области водоснабжения и санитарии: целевые задачи и глобальные показатели. — UN-Water, 14 июля 2017 года. — URL: [https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/09/RU\\_G2\\_SDG-6-targets-and-indicators\\_Version-2017-07-14.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/09/RU_G2_SDG-6-targets-and-indicators_Version-2017-07-14.pdf) (дата обращения: 13.03.2024).

39. Руководство по комплексному мониторингу Цели устойчивого развития 6: передовая практика использования страновых систем мониторинга. — UN-Water, 12 июля 2017 года. [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/09/RU\\_G1\\_Good-practices-for-country-monitoring-systems\\_Version-2017-07-12.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/09/RU_G1_Good-practices-for-country-monitoring-systems_Version-2017-07-12.pdf) (дата обращения: 11.05.2024).

40. Третий доклад МГЭИК об оценке изменения климата — 2001. — Приложение В. Глоссарий терминов. — С. 184. — URL: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR\\_syrfull\\_ru.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR_syrfull_ru.pdf) (дата обращения: 21.03.2024).

41. Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». Конференция имени Л.Н. Карлина. 19–20 декабря 2018 года. — Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2018. — 753 с. — ISBN 978-5-93808-326-4. — URL: [http://mgo-spb.ru/f/sbornik\\_dokladov\\_konferencii\\_elektronnyj.pdf](http://mgo-spb.ru/f/sbornik_dokladov_konferencii_elektronnyj.pdf) (дата обращения: 11.03.2024).

42. Управление водными ресурсами в России. Законодательное регулирование и перспективы. — Москва: Издание Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации. — 2014. — С. 2. — URL: <http://duma.gov.ru/media/files/XYYU3ZZBG25w79obF7jabDefcL0Et974.pdf> (дата обращения: 13.04.2024).

43. Энциклопедия статистических терминов в 8 томах. Том 6. Федеральная служба государственной статистики. Москва, 2011. URL: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/rosstat/stbook11/tom6.pdf](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/rosstat/stbook11/tom6.pdf) (дата обращения: 11.01.2024).

44. Энциклопедия строительства в водной среде: (термины, определения, понятия) / Г.А. Рябинин, Б.Э. Годес. — Санкт-Петербург: Издательский дом «Петрополис», 2007. — 608 с. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255809> (дата обращения: 23.04.2024). — ISBN 978-5-9676-0089-2.

45. Arctic Great Rivers. URL: <http://www.arcticgreatrivers.org/> (дата обращения: 23.04.2024).

46. Consultations: United Nations System-wide Strategy for Water and Sanitation [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/united-nations-system-wide-strategy-water-and-sanitation> (дата обращения: 11.01.2024).

47. Cooperation Opportunities for Improved Integration Across SDG6 // UNDP, SIWI, UNICEF [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.unwater.org/sites/default/files/2023-02/cooperation\\_opportunities\\_improved\\_integrationsdg6.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/2023-02/cooperation_opportunities_improved_integrationsdg6.pdf) (дата обращения: 02.05.2024).
48. Country Acceleration Case Study — Brazil [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/country-acceleration-case-study-brazil> (дата обращения: 02.05.2024).
49. Country Acceleration Case Study — Ghana [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/country-acceleration-case-study-ghana> (дата обращения: 02.05.2024).
50. Country Acceleration Case Study — Singapore [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/country-acceleration-case-study-singapore> (дата обращения: 02.05.2024).
51. Environment, U.N. Water pollution by plastics and microplastics: A review of technical solutions from source to sea. [Электронный ресурс] UNEP — UN Environment Programme. 2020. P.8. FAO and UN Water. 2021. Progress on Level of Water Stress. Global status and acceleration needs for SDG Indicator 6.4.2, 2021. Rome. — URL: <https://doi.org/10.4060/cb6241en> (дата обращения: 23.04.2024).
52. Fighting Corruption in the Water Sector: Methods, Tools and Good Practices / United Nations Development Programme. 2017. P. 30–37. Global Runoff Data Centre. — URL: <http://www.bafg.de/GRDC/> (дата обращения: 24.05.2024).
53. Government Announces Overview of Korean New Deal. Policy Coordination Bureau — General Policy Coordination Division, July 14, 2020. P. 9
54. OECD works on water. URL: <https://www.oecd.org/water/regional/> (дата обращения: 02.05.2024).
55. Outlook G. R. Global renewables outlook: Energy transformation 2050 //Abu Dhabi, United Arab Emirates. – 2020. С. 291.
56. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2020: Five years into the SDGs. Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children’s Fund (UNICEF), 2021. С. 162.
57. Progress on WASH in health care facilities 2000–2021: special focus on WASH and infection prevention and control (IPC). Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children’s Fund (UNICEF), 2022. С. 128.

58. SDG 6 Acceleration snapshots: what progress looks like SDG 6 Monitoring // SDG 6 Progress Reports [Электронный ресурс] URL: <https://www.unwater.org/publications/sdg-6-acceleration-snapshots-what-progress-looks> (дата обращения: 02.05.2024).
59. SIWI Strategy 2018–2021. — Stockholm: Stockholm International Water Institute. — 2017. С. 4.
60. Ten actions for financing water infrastructure. World water council report. 2018. С. 20.
61. The United Nations global water conventions: Fostering sustainable development and Peace, 2021. С. 7.
62. The United Nations World Water Development Report 2020. WATER AND CLIMATE CHANGE. P.2 <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985/PDF/372985eng.pdf.multi> (дата обращения: 02.05.2024).
63. The United Nations World Water Development Report 2021, Valuing water. С. 49–51.
64. Transparency International. 2021 Corruptions Perceptions Index. Transparency.org. — URL: <https://www.transparency.org/en/cpi/2021> (дата обращения: 23.04.2024).
65. UN 2023 Water Conference Summary of Proceedings SDG 6 Progress Reports [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/un-2023-water-conference-summary-proceedings> (дата обращения: 02.05.2024).
66. United Nations Environment Programme. Options for decoupling economic growth from water use and water pollution. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unep.org/resources/report/options-decoupling-economic-growth-water-use-and-water-pollution-report-water> (дата обращения: 10.10.2023).
67. United Nations System-wide Strategy for Water and Sanitation [Электронный ресурс] URL: <https://www.unwater.org/publications/united-nations-system-wide-strategy-water-and-sanitation> (дата обращения: 02.05.2024).
68. UN-Water Annual Report 2022 // UN-Water, 2023 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/un-water-annual-report-2022> (дата обращения: 02.05.2024).
69. UN-Water GLAAS 2022: strong systems and sound investments — Evidence on and key insights into accelerating progress on sanitation, drinking-water and hygiene SDG 6 Monitoring // World Health Organization 2022 [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.unwater.org/sites/default/files/2022-12/GLAAS\\_2022\\_REPORT.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/2022-12/GLAAS_2022_REPORT.pdf) (дата обращения: 02.05.2024).
70. UN Waters. Progress on Water-Use Efficiency (SDG target 6.4). — URL: <https://sdg6data.org/en/indicator/6.4.1> (дата обращения: 12.04.2024).

71. UN-Water Work Programme 2022-2023 // UN-Water, 2022 [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.unwater.org/sites/default/files/2022-10/un-water\\_work\\_programme\\_2022-23\\_web.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/2022-10/un-water_work_programme_2022-23_web.pdf) (дата обращения: 02.05.2024).

72. UN-Water Work Programme 2024-2025 // UN-Water, 2024 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/united-nations-system-wide-strategy-water-and-sanitation> (дата обращения: 02.05.2024).

73. UN World Water Development Report 2022. — URL: <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2022/en> (дата обращения: 12.04.2024).

74. UN World Water Development Report 2023 // Всемирная программа ЮНЕСКО по оценке водных ресурсов [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2023> (дата обращения: 12.04.2024).

75. USGS Current Water Data for the Nation. — URL: <https://waterdata.usgs.gov/nwis/rt> (дата обращения: 02.05.2024).

76. WHO/UNICEF Joint Monitoring Program for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP) — Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: Special focus on gender // United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO), 2023 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unwater.org/publications/who/unicef-joint-monitoring-program-update-report-2023> (дата обращения: 02.05.2024).

77. Women U. N. Spotlight on Goal 6: from commodity to common good: a feminist agenda to tackle the world's water crisis // United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women (UN Women) and UN-Water. – 2023. С. 60.

### **Электронные ресурсы**

78. В РФ к 2024 г. появится водный реестр источников питьевых вод // Интерфакс. — URL: <https://www.interfax.ru/russia/818786> (дата обращения: 18.02.2024).

79. Вода Арктики: запас на будущее. Почему водные ресурсы Арктической зоны России становятся серьезным экономическим активом // Инвестиционный портал Арктической зоны России «Arctic Russia». — URL: <https://arctic-russia.ru/article/voda-arktiki-zapas-na-budushchee/> (дата обращения: 13.03.2024).

80. Водная стратегия для водной державы. Материалы круглого стола (8 июля 2021 г.) / ЦКЕМИ НИУ ВШЭ. Фонд поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал». — URL: <https://www.hse.ru/data/2021/09/29/1474797518/Материалы%20по%20итогам%20круглого%20стола%20Водная%20стратегия.pdf> (дата обращения: 12.03.2024).

81. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. Научно-практический журнал, № 1, 2022. Екатеринбург. — URL:[https://waterjournal.ru/files/wj\\_journal/1648023610.pdf](https://waterjournal.ru/files/wj_journal/1648023610.pdf) (дата обращения: 05.04.2024).

82. Водопользование в России и мире и роль ГТС в удовлетворении спроса на пресную воду и услуги водного хозяйства. URL: [http://www.rushydro.ru/upload/iblock/145/Rol-Vodohranilish-i-gidrouzlov\\_lectsiya-V\\_I\\_Danilova-Danilyana.pdf](http://www.rushydro.ru/upload/iblock/145/Rol-Vodohranilish-i-gidrouzlov_lectsiya-V_I_Danilova-Danilyana.pdf) (дата обращения: 17.02.2024).

83. Волга намыла проверку // Коммерсантъ. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4596259> (дата обращения: 08.04.2024).

84. ГД ввела нормативы потери воды. Как изменятся коммунальные платежи. — URL: <https://realty.rbc.ru/news/61efe5b59a79478b7ea5aba9> (дата обращения: 11.04.2024).

85. Минстрой России предложил ускорить модернизацию очистных сооружений [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.minstroyrf.ru/press/minstroy-rossii-predlozhit-uskorit-modernizatsiyu-ochistnykh-sooruzheniy/> (дата обращения: 01.09.2022).

86. Минстрой РФ получил право утверждать нормативы потерь воды в централизованных системах водоснабжения // Watermagazine.ru. — URL: <https://watermagazine.ru/novosti/vodosnabzhenie/26464-minstroj-rf-poluchilo-pravo-utverzhdad-normativy-poter-vody-v-tsentralizovannykh-sistemakh-vodosnabzheniya.html> (дата обращения: 29.04.2024).

87. Оперативное совещание с вице-премьерами // Новости. Правительство России. — URL: <http://government.ru/news/47161/> (дата обращения: 15.02.2024).

88. Подведены итоги реализации федерального проекта «Чистая вода» в 2021 г. // Новости. Правительство России. — URL: <http://government.ru/news/45051/> (дата обращения: 26.04.2024).

89. Прокуратура нашла нарушения в 90% объектов туризма на Байкале. 2020. — URL: [http://www.president-sovet.ru/presscenter/press/prokuratura\\_nashla\\_narusheniya\\_v\\_90\\_obektov\\_turizma\\_na\\_baykale\\_bolshinstvo\\_turisticheskikh\\_obektov\\_n](http://www.president-sovet.ru/presscenter/press/prokuratura_nashla_narusheniya_v_90_obektov_turizma_na_baykale_bolshinstvo_turisticheskikh_obektov_n) (дата обращения: 03.03.2024).

90. Ученый: Европейской части России грозит катастрофический дефицит воды. — URL: <https://rg.ru/2021/09/13/uchenyj-evropejskoj-chasti-rossii-grozit-katastroficheskij-deficit-vody.html> (дата обращения: 02.02.2024).

91. Федеральный проект «Чистая вода» продлят до 2030 года // Интерфакс. — URL: <https://www.interfax.ru/business/858379> (дата обращения: 27.02.2024).

92. Цифровой двойник речного бассейна впервые в мире создадут в Кузбассе // Сетевое издание «NGS42.RU». — URL: <https://ngs42.ru/text/gorod/2022/08/17/71576462/> (дата обращения: 14.02.2024).

93. «Цифровой Обь-Иртышский бассейн». Создание основанной на больших данных комплексной системы управления водными ресурсами с применением технологии цифровых

двойников // АНО «Университет 20.35». — URL: <https://projects.2035.university/project/cifrovoy-ob-irtysskij-bassejn-sozdanie-osnovannoj-na-bolsih-dannyh-kompleksnoj-sistemy-upravlenia-vodnymi-resursami-s-primeneniem-tehnologii-cifrovyyh-dvojnikov> (дата обращения: 04.04.2024).

## Литература

94. Амашукели С. А. Развитие цифровизации в сфере использования и охраны водных объектов // Актуальные проблемы российского права. – 2022. – Т. 17. – №. 3 (136). – С. 177-187.

95. Аникина И. Д., Аникин А. А. Оценка эффекта декарпинга на примере регионов ЮФО // Региональная экономика. Юг России. – 2019. – Т. 7. – №. 4. – С. 138-147.

96. Аникина И. Д., Аникин А. А. Эколого-экономическое развитие регионов: совершенствование методологии и методики оценки. – 2019. – 196 с.

97. Африка: экологический кризис и проблемы выживания: монография. — Москва : Институт Африки РАН. — 2001. — 255 с. — ISBN 5-201-04735-1.

98. Бакулина Е.А. Особенности осуществления комплекса мероприятий по оздоровлению реки Волги / Е.А. Бакулина, Х.И. Байсумов, А.Е. Лещенко // Научный журнал Digital. — Том 2. — № 3 (2021). — URL: <http://digital-journal.ru/wp-content/uploads/2021/09/3.pdf> (дата обращения: 19.02.2024).

99. Бахри А. Глобальное водное партнерство, управление обратной стороной водного цикла: превращая сточные воды в ценный ресурс / А. Бахри // Тематическая публикация Технического Комитета Глобального водного партнерства Центральной Азии и Кавказа. — 2009. — № 13. — С. 54.

100. Бобылев С. Н. и др. Зелёная экономика и цели устойчивого развития для России. – 2019. 284 с.

101. Бобылев С.Н. Новые модели экономики и индикаторы устойчивого развития / С.Н. Бобылев // Экономическое возрождение России. — Т. 61. — № 3. — 2019. — С. 23–29.

102. Бударagina Л.В. Становление и развитие государственного водного реестра в России / Л.В. Бударagina, С.В. Тищенко // Труды Оренбургского Института (филиала) Московской государственной юридической Академии. — 2016. — № 29. — С. 69–72.

103. Бызалова Е. А. Методология статистического анализа и прогнозирования уровня и динамики цен на продукцию топливной промышленности. Тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 08.00.11. МЭСИ. Москва. 1999

104. Васильева Л. В. Анализ методических подходов к построению интегральных экономических показателей/ЛВ Сидорова // Экономические исследования и разработки. – 2017. – Т. 12. – С. 8-18.

105. Волков А.А. Интеллектуальные системы управления водопользования / А.А. Волков // Вестник МГСУ. — 2011. — № 1. — С. 287–293.

106. Вязилов Е.Д. Цифровая трансформация гидрометеорологического обеспечения потребителей: научное издание / Е.Д. Вязилов. — Том 1 : Подходы к реализации. — Обнинск : ВНИИГМИ МЦД, 2021. — 354 с. — ISBN 978-5-901579-97-8.

107. Данилов-Данильян В. И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России // М.: Типография ЛЕВКО, Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России. — 2009. — С. 88.

108. Данилов-Данильян В.И. Глобальная проблема дефицита пресной воды / В.И. Данилов-Данильян // Век глобализации: исследование соврем. глоб. процессов. — 2008. — № 1. — С. 161–174.

109. Джалалов А. А. Перевод управления водными ресурсами на бассейновый принцип // Интегрированное управление водными ресурсами на трансграничных бассейнах-межгосударственные и межсекторальные подходы: науч.-практ. семинар НАТО (г. Бишкек, 23-27 февраля. — 2004. — С. 12.

110. Доровская Н.В. Управление водным хозяйством государства: опыт России и стран мира. — 2008. — С. 55.

111. Егорова А.И. Рациональное региональное управление водными ресурсами для достижения устойчивого развития экономики России в условиях изменения климата / А.И. Егорова // Сборник трудов XV Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики «Стратегии и инструменты экологически устойчивого развития экономики». — Ставрополь, 2019. — С. 142–148.

112. Егорова А.И. Совершенствование эколого-экономического учета водных ресурсов в Российской Федерации // Инновации и инвестиции. — 2024. — № 4. — С. 381-383.

113. Егорова А.И. Стратегические аспекты водной безопасности / А.И. Егорова // Энергия: экономика, техника, экология. — 2022. — № 5. — С. 11–19.

114. Егорова А. И. Стратегические угрозы водообеспеченности России: взаимосвязь водной безопасности, рисков и экономического роста // Менеджмент и бизнес-администрирование. — 2022. — №. 1. — С. 45-56.

115. Зенченко С. В., Бережной В. И. Система интегральной оценки финансового потенциала региона и методика ее формирования // Региональные проблемы преобразования экономики. — 2008. — №. 2. — С. 27-37.

116. Измайлова А.В. Удельная водообеспеченность и озерный фонд регионов водного дефицита / А.В. Измайлова // Водное хозяйство России. — 2019. — № 5. — С. 6–24.

117. Ключникова Е. В., Шитова Е. М. Методические подходы к расчету интегрального показателя, методы ранжирования //ИнноЦентр. – 2016. – №. 1. – С. 4-18.
118. Козлов Д. В. Проблемы трансграничного использования водных ресурсов в бассейне Иртыша и перспективы гидротехнического строительства в регионе //Сб. научн. трудов «Вода для мелиорации, водоснабжения отраслевой экономики и природной среды в условиях изменения климата. – 2018. – №. 11. – С. 32-37.
119. Колотилова С. Вода, вовлеченная в экономику России / С. Колотилова // Энергосбережение и водоподготовка. — 2007. —№ 4 (48) — С. 9–11.
120. Коронкевич Н. И. и др. Оценка антропогенных воздействий на водные ресурсы России //Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89. – №. 6. – С. 603-614.
121. Косолапова Н.А. Экономико-математический инструментарий стратегического управления развитием водохозяйственного комплекса бассейна реки : специальность 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» : диссертация ... доктора экономических наук / Косолапова Наталья Алексеевна; Южный федеральный университет, 2016. — 305 с. — Библиогр.: с. 297–305.
122. Ледвина М. В. Методика проведения комплексной эколого-социально-экономической оценки мероприятий СКИОВО //Природообустройство. – 2012. – №. 2. – С. 93-98.
123. Мазурова В.Е. Оценка экологических факторов риска воздействия инфекций на воду с использованием дистанционного зондирования: специальность 25.00.36 «Геоэкология» : диссертация ... кандидата технических наук / Мазурова Виктория Евгеньевна ; Моск. гос. ун-т геодезии и картографии. — Москва, 2009. — 147 с. — URL: <http://www.dslib.net/geo-ekologia/ocenka-ekologicheskogo-riska-posledstvij-zagrjaznenija-poverhnostnyh-vod-s.html> (дата обращения: 07.03.2024).
124. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. Агент-ориентированные модели как инструмент апробации управленческих решений //Управленческое консультирование. – 2016. – №. 12 (96). – С. 16-25.
125. Миллс Ф. Статистические методы. М.: Госстатиздат, 1958. – 799 с.
126. Мухлынина М. М. Особенности становления и развития российских органов управления водными ресурсами в дореволюционный период: актуальные вопросы права и практики //Право и практика. – 2020. – №. 4. – С. 5-8.
127. Наводнов В. Г., Мотова Г. Н., Рыжакова О. Е. Сравнение международных рейтингов и результатов российского Мониторинга эффективности деятельности вузов по методике анализа лиг //Вопросы образования. – 2019. – №. 3. – С. 130-151.

128. Никитина О.И. Влияние регулирования стока на водные экосистемы бассейна Амура и меры по их сохранению: специальность 25.00.36 «Геоэкология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук / Никитина Оксана Игоревна; ИВП РАН. — Москва, 2021. — 26 с. — URL: <https://www.iwp.ru/upload/iblock/3f5/3f5ed3b8a97faf0f4078d0a3436d3ef2.pdf> (дата обращения: 21.03.2024).

129. Никоноров С.М., Егорова А.И., Григорьева Е.Э. Воздействие промышленного освоения северных районов на водные ресурсы: модель прогноза на примере Республики Саха (Якутия) // Экономика промышленности. — 2025 — Т. 18 — №4. — С. 529–543.

130. Никоноров С.М., Папенков К.В., Палинкаш Л.В., Егорова А.И. Управленческие аспекты формирования рынка водных ресурсов // Менеджмент в России и за рубежом. — 2025. — № 1. — С. 21-28.

131. Никоноров С.М. Социо-эколого-экономические аспекты управления устойчивым развитием на примере Республики Татарстан / С.М. Никоноров // Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования. — 2017. — № 1. — С. 131–141.

132. Прохоров А.М. Советский энциклопедический словарь / под редакцией Прохорова А.М. 4-е издание. М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1989. 1632 с.

133. Румянцев В. А. и др. Водные ресурсы рек и водоемов России и антропогенные воздействия на них // Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2021. — Т. 85. — №. 1. — С. 120-135.

134. Соловьев Д.А. Мировой рынок водных ресурсов: экономические предпосылки и роль России / Д.А. Соловьев // Журнал «Энергетическая политика». — 2016. — № 1. — С. 83–92.

135. Умаров С., Саидмуродов Ш. Использование возможностей цифровки в водном секторе // Academic research in educational sciences. — 2021. — Т. 2. — №. 5. — С. 1153-1157.

136. Федотов Н.И. Исследование социально-экономических и политических процессов: учеб. пособие / Н.И. Федотов, Н.А. Подгорнова ; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. — Рязань. — 2010. — 48 с.

137. Фомина В. Ф. Выявление эффекта декаплинга в основных отраслях экономики Республики Коми // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2022. — Т. 15. — №. 1. — С. 176-193.

138. Цинцадзе Н. С. Приоритетные правовые ценности государства и общества (на примере формирования водного законодательства России конца XIX–начала XX в.) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. — 2013. — №. 7 (123). — С. 333-343.

139. Цыганов В.В. Когнитивное прогнозирование комплексной масштабной крупномасштабной области / В.В. Цыганов // ИТНОУ, 2020. — № 1 (15). — С. 18–22. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnoe-prognozirovanie-kompleksnoy-infrastruktury-krupnomasshtabnogo-regiona> (дата обращения: 14.04.2024).
140. Чернова О.А. Концепты устойчивого развития региона в реализации проектов управления водохозяйственным комплексом Нижнего Дона / О.А. Чернова, Н.А. Косолапова // Вестник Самарского Государственного экономического университета. — 2018. — № 4 (162). — С. 27–37.
141. Шикломанов И. А., Бабкин В. И., Никифорова И. А. Водные ресурсы России и их использование //СбП: ГГИ. – 2008.
142. Шкиперова Г. Т. Анализ и моделирование взаимосвязи между экономическим ростом и качеством окружающей среды (на примере Республики Карелия) //Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – №. 43 (394). – С. 41-49.
143. Щедрин В.Н. К вопросу совершенствования организации управления водохозяйственным комплексом в Российской Федерации / В.Н. Щедрин, В.Я. Бочкарев, Ю.М. Косиченко // Сборник статей «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия»: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ». — Новочеркасск: ООО «Геликон», 2006. — Вып. 35. — С. 6–13. — URL: <https://fermer.ru/files/v2/forum/316454/putipovysheniyaorosheniya.pdf#page=6> (дата обращения: 23.04.2024).
144. Эдельштейн К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения: монография / К.К. Эдельштейн. — Москва : ГЕОС. — 1998. — 400 с. — ISBN 5-89118-054-5.
145. Экосистема устойчивого развития: глобальный вызов и стратегический тренд XXI столетия / А.Ю. Манюшис, С.Н. Бобылев, Д.Н. Кавтарадзе, А.Н. Цедилин // Научные труды Вольного экономического общества России. — Т. 235. — 2022. — С. 315–336.
146. Ясинский С. В., Вишневская И. А. Зональные особенности динамики водопользования в бассейне Волги в постсоветский период //Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2018. – №. 1. – С. 75-89.
147. Яшалова Н. Н. Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона //Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – №. 39. – С. 54-61.
148. Adopted I. Climate change 2014 synthesis report //IPCC: Geneva, Szwitzerland. – 2014. – Т. 1059. – С. 1072.
149. Anderson et al. 2015, pp. 458–460; Kwakkel, 2017; Guivarch et al. 2017; Mills et al. 2018; Anderson et al. 2018.

150. Boretti, A. Rosa, L. Reassessing the projections of the World Water Development Report. *npj Clean Water*, 2 (1). 2019. P. 1–6. Doi:10.1038/s41545-019-0039-9.
151. Camacho G. Water and corruption in Latin America //Transparency International Anti-Corruption Helpdesk Answer. – 2021. P. 25.
152. Carter A. P. The economics of technological change //Scientific American. – 1966. – T. 214. – №. 4. – C. 25-31.
153. Delgado A. et al. Water in circular economy and resilience (WICER) framework //Utilities Policy. – 2024. – T. 87. – C. 101604.
154. Edens B., Graveland C. Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA //Water Resources and Economics. – 2014. – T. 7. – C. 66-81.
155. Foster J. E. Composite Indices: Rank Robustness, Statistical Association, and Redundancy / J.E. Foster, M. McGillivray, S. Seth // *Econometric Reviews*. 2012, vol. 32(1), p. 35–56. DOI: 10.1080/07474938.2012.690647.
156. Graham N. T. et al. Future changes in the trading of virtual water //Nature communications. – 2020. – T. 11. – №. 1. – C. 3632.
157. Grand M. C. Carbon emission targets and decoupling indicators //Ecological Indicators. – 2016. – T. 67. – C. 649-656.
158. Grigoryeva E.E., Egorova A.I. Use of Water Resources in the Northern Territories of Yakutia in Industrial Development: A Forecast Model // BIO Web of Conference. – 2025. — №194. — P.01022.
159. Hoolohan C. et al. Resocializing digital water transformations: Outlining social science perspectives on the digital water journey //Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. – 2021. – T. 8. – №. 3. – C. e1512.
160. Hubau W. et al. Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests //Nature. – 2020. – T. 579. – №. 7797. – C. 80-87.
161. Jackson T. Prosperity without growth?: The transition to a sustainable economy. – 2009. P. 264.
162. Juknys R. Transition period in Lithuania-do we move to sustainability //Energy. – 2003. – T. 4. – №. 26. – C. 4-9.
163. Kirkby M. Desertification and development: Some broader contexts //Journal of Arid Environments. – 2021. – T. 193. – C. 104575.
164. Mateo-Sagasta, J., Marjani Zadeh, S. and Turrall, H. Water pollution from agriculture: a global review Executive summary LED BY. 2017. C. 35.

165. McLennan M. et al. The global risks report 2022 17th edition. – Cologne, Switzerland: World Economic Forum, 2022. C.17.
166. Pan Z. et al. Driving factors of decoupling between economic development and water consumption in food and energy in north-west China—based on the Tapio-LMDI method //Water. – 2021. – T. 13. – №. 7. – C. 917.
167. Parkinson S. et al. Balancing clean water-climate change mitigation trade-offs //Environmental Research Letters. – 2019. – T. 14. – №. 1. – C. 014009.
168. Qadir M. et al. Agricultural use of marginal-quality water—opportunities and challenges //Water for Food Water for Life. – 2013. – C. 425-458.
169. Sadoff, Claudia & Hall, Jim & Grey, David & Ait-Kadi, & Brown, & Cox, & Dadson, Simon. Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth. 2015. C. 171.
170. Sarni W. et al. Digital water: Industry leaders chart the transformation journey //International Water Association and Xylem Inc. – 2019. – T. 43.
171. Sharmina M. et al. Envisioning surprises: How social sciences could help models represent ‘deep uncertainty’ in future energy and water demand //Energy Research & Social Science. – 2019. – T. 50. – C. 18-28.
172. Simonis U. E. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. – 2013. P. 152
173. Tang P. et al. Symbol or substance? Environmental regulations and corporate environmental actions decoupling //Journal of Environmental Management. – 2023. – T. 346. – C. 118950.
174. Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 //Transport policy. – 2005. – T. 12. – №. 2. – C. 137-151.
175. Tasbasi, A. A threefold empirical analysis of the relationship between regional income inequality and water equity using Tapio decoupling model, WPAT equation, and the local dissimilarity index: evidence from Bulgaria. Environ Sci Pollut Res 28, 4352–4365 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10828-7>
176. Vehmas J. et al. Europe in the global battle of sustainability: Rebound strikes back? Advanced Sustainability Analysis //Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, series discussion and working papers. – 2003. – T. 7. – C. 2003.
177. Vehmas J. et al. Global trends of linking environmental stress and economic growth //Turku: Finland Futures Research Centre. – 2003. – T. 6. C. 25.

178. Vehmas J., Luukkanen J., Kaivo-Oja J. Linking analyses and environmental Kuznets curves for aggregated material flows in the EU //Journal of Cleaner Production. – 2007. – T. 15. – №. 17. – C. 1662-1673.
179. Wada Y. et al. Modeling global water use for the 21st century: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its approaches //Geoscientific Model Development. – 2016. – T. 9. – №. 1. – C. 175-222.
180. Wang-Erlandsson L. et al. The role of freshwater in climate mitigation: biophysical interdependencies //The Essential Drop to Reach Net-Zero: Unpacking Freshwater's Role in Climate Change Mitigation. – Stockholm International Water Institute, 2022.. C. 13.
181. Weizsäcker E. U. Erdpolitik: ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt. – Büchergilde Gutenberg, 1989. S. 295.
182. Wiedenhofer D. et al. A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part I: bibliometric and conceptual mapping //Environmental research letters. – 2020. – T. 15. – №. 6. – C. 063002.
183. Xu Y. et al. A decoupling analysis framework for agricultural sustainability and economic development based on virtual water flow in grain exporting //Ecological Indicators. – 2022. – T. 141. – C. 109083.
184. Zhai P. et al. Global Warming of 1.5 C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty //Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. – 2018. – C. 32.
185. Zhongwu L. U., Heming W., Qiang Y. U. E. Decoupling indicators: quantitative relationships between resource use, waste emission and economic growth //Resources Science. – 2011. – T. 33. – №. 1. – C. 2-9.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Опрос по оценке степени факторов влияния на водные ресурсы

Уважаемые коллеги!

Мы проводим научное исследование, в рамках которого изучаются факторы, оказывающие влияние на водные ресурсы.

Для проведения исследования нам необходимо ваше мнение по оценке степени влияния факторов на водные ресурсы.

Просим вас оценить степень влияния, присвоив 1 — фактору, который на ваш взгляд, имеет самое незначительное влияние и 8 — фактору, который оказывает самое сильное влияние. Необходимое значение отметьте в таблице любым способом.

Спасибо за помощь в проведении исследования!

Если вам необходимы будут результаты, то просим вас связаться с нами.

Фактор	Значение показателя фактора влияния							
Сброс загрязненных сточных вод	1	2	3	4	5	6	7	8
Снижение потребления воды	1	2	3	4	5	6	7	8
Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух	1	2	3	4	5	6	7	8
Доступность воды — забор воды на душу населения	1	2	3	4	5	6	7	8
Снижение забора воды из природных источников	1	2	3	4	5	6	7	8
Снижение технических потерь водных ресурсов при транспортировке	1	2	3	4	5	6	7	8
Размер затрат на водоохранные мероприятия	1	2	3	4	5	6	7	8