

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 332.14: 330.15:556 (470 + 571)

doi:10.37614/2220-802X.4.2023.82.011

ОЦЕНКА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ
ПО КРИТЕРИЯМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**Валентина Фёдоровна Фомина**Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского
отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия, fomina@iespn.komisc.ru, ORCID 0000-0003-0010-3723

Аннотация. В настоящее время прогресс в достижении ЦУР-6 «Чистая вода и санитария» отслеживается по 13 глобальным показателям, но по ряду из них страны, включая Россию, предоставляют недостаточно сведений. Это повышает актуальность оценки обеспеченности регионов водными ресурсами и их эффективного и устойчивого использования. Цель исследования — сравнительная оценка водопользования северных регионов по критериям устойчивости развития, определенных ООН. В работе использованы информационные ресурсы Росстата, НИА «Природные ресурсы», Глобальной информационной системы ФАО за период 2007–2020 гг. Для исследования применялись методы статистического и сравнительного анализов, декарпинг-анализ на основе модели «Алмаз развязки», анализ SuWi — окна устойчивого развития. Установлено, что водообеспеченность во всех регионах высокая и соответствует категории «низкий уровень водного стресса», который не превышает порог в 25 %, установленный в рамках ЦУР 6.4.2. Уровень удельной водообеспеченности по индексу Фалкенмарка не ограничивает рост экономики северных регионов. Показаны различия регионов в характере водопользования и отраслевой структуре, определяющие темпы роста и величину продуктивности (показатель ЦУР 6.4.1) и интенсивности забора воды (водоемкость валового регионального продукта (ВРП)). Показатели продуктивности использования воды подтверждают эффективность оборотной воды, которая, снижая водозабор, повышает его продуктивность. Выявлены регионы с низким уровнем интенсивности забора воды (ниже 1,4 м³/тыс. руб. — целевой величины Водной стратегии) и регионы с высокой водоемкостью валового продукта. На основе модели «Алмаз развязки» по критерию декарпинга оценена степень зависимости экономического роста от водных ресурсов. Методом окна устойчивого развития определены экологические ограничения экономического роста северных регионов в отношении водопользования. Таким образом, в контексте достижения цели устойчивого развития и итогов реализации Водной стратегии получены новые результаты по оценке устойчивости водопользования северных регионов, входящих в Арктическую зону, которые важно учитывать в региональных программах развития.

Ключевые слова: оценка водопользования, критерии устойчивого развития, водный стресс, продуктивность и интенсивность водных ресурсов, измерение устойчивости, северные регионы

Благодарности: публикация подготовлена в рамках темы «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ государственного учета 121021 800128-8).

Для цитирования: Фомина В. Ф. Оценка водопользования северных регионов России по критериям устойчивого развития // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. № 4. С. 157–174. doi:10.37614/2220-802X.4.2023.82.011.

RATIONAL AND ENVIRONMENTALLY BALANCED NATURE MANAGEMENT
IN THE NORTH AND IN THE ARCTIC OF THE RUSSIAN FEDERATION

Original article

WATER USE IN THE NORTH OF RUSSIA: AN ASSESSMENT
BASED ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS**Valentina F. Fomina**Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian
Academy of Sciences, Syktывkar, Russia, fomina@iespn.komisc.ru, ORCID 0000-0003-0010-3723

Abstract. Progress toward achieving SDG 6 ("Clean Water and Sanitation") is monitored by means of thirteen global indicators. However, insufficient data from countries, including Russia, underscore the need to assess regional water supply as well as its effective and sustainable use. This study aims to comparatively assess water use in northern regions based on UN-defined sustainable development criteria, utilizing information from Rosstat, The National Information Agency "Natural Resources", and the FAO's Global Information System for the period from 2007 to 2020. The study is based on statistical and comparative analyses, the Decoupling Diamond model, and sustainability window (SuWi) analysis. Its findings indicate high water availability across all regions, aligning with the "low water stress" category under SDG 6.4.2 (threshold $\leq 25\%$). The Falkenmark water index shows that water availability doesn't hinder economic growth in northern

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

regions. Regional variations in water use across industries are discussed, which impact productivity (SDG indicator 6.4.1) and water intake intensity (water capacity of GRP). Water use productivity highlights the efficiency of recycled water, reducing intake and increasing productivity. Regions with low intake intensity (below 1.4 m³/thousand rubles, which is the target according to the Water Strategy) and high water capacity of the gross product were identified. Using the Decoupling Diamond model, the study assessed economic growth as a function of water use. The sustainability window method revealed environmental constraints on economic growth related to water use in northern regions. These results offer insights into water use in Arctic regions in the context of the Sustainable Development Goals and Water Strategy implementation. They are essential considerations for regional development programs.

Keywords: water use assessment, sustainable development indicators, water stress, productivity and intensity of water resources, sustainability measurement, northern regions

Acknowledgments: this article was prepared within the state-funded research project titled “Sustainable Resource Use in a Northern Region: Factors and Models” (Project No. 121021 800128-8).

For citation: Fomina V. F. Water use in the North of Russia: An assessment based on sustainable development indicators. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2023, no. 4, pp. 157–174. doi:10.37614/2220-802X.4.2023.82.011.

Введение

В докладе об устойчивом развитии [1], издаваемом ежегодно “Cambridge University Press”, авторы показывают, что второй год подряд после пандемии COVID-19 мир не добивается прогресса в достижении Целей устойчивого развития (ЦУР). В отчете ООН о целях в области устойчивого развития¹ отмечается, что для ЦУР-6 «Чистая вода и санитария» темпы прогресса, которые замедлились из-за COVID-19, необходимо повысить в четыре раза. Отмечается, что по Индексу ЦУР 2022 г. лидируют три страны Северной Европы — Дания, Швеция, Финляндия, но даже они сталкиваются с серьезными проблемами в достижении нескольких целей. По данным анализа [2], высокие рейтинги у этих стран по Индексу экологической эффективности (1, 5 и 3-е места), по Глобальному инновационному индексу (6, 2 и 7-е места). В анализе [3] лидирующие позиции стран Северной Европы увязываются с действием органов — Северного совета и Совета министров северных стран, официально определяемых как «форумы северного сотрудничества». В исследованиях [4] подчеркивается, что при значительных успехах далеко не все из стран-лидеров локализовали Повестку 2030 в своих национальных стратегиях устойчивого развития.

Авторы доклада [1] акцентируют внимание на определении основных приоритетов для восстановления и ускорения прогресса в достижении ЦУР до 2030 г., подчеркивая, что, несмотря на кризисы в области безопасности, пандемию и изменение климата, ЦУР должны оставаться дорожной картой для достижения устойчивого развития к 2030 г. и далее. По мнению российских ученых [5], после пандемии и рецессии восстановление мировой экономики будет сложным процессом, требующим общих усилий во всем мире и глобальной координации системы ЦУР.

В последние годы интеграция ЦУР в политику Российской Федерации усиливается [6]. Раскрываются особенности глобального, национального, регионального и локального уровней устойчивого развития, предполагающего ориентацию не только на достижение равновесия, но и на обретение социо-эколого-экономической системой нового качественного состояния [7]. Это выражается во включении в стратегические и программные документы страны отдельных целей и задач, а также в формировании полноценной системы статистического учета показателей ЦУР для их мониторинга. В настоящее время в электронном формате издается статистический ежегодник «Цели устойчивого развития в Российской Федерации»².

Первым опытом комплексной оценки состояния и прогресса достижения ЦУР в Российской Федерации является Добровольный национальный обзор хода осуществления «Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», подготовленный в 2020 г. Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации в партнерстве с Минэкономразвития, МИД России, Росстатом и другими госорганами [8]. Обзор содержит 17 глав по количеству ЦУР и посвящен не только анализу динамики количественных показателей, характеризующих достижение страны всех ЦУР в различных сферах, но и качественному анализу мер государственной политики, проектов институтов развития, исследовательских и общественных организаций и бизнеса.

Для оценивания степени интеграции, обеспеченности внедрения необходимыми ресурсами и системой мониторинга реализации ЦУР на национальном уровне Счетная палата России провела экспертно-аналитическое мероприятие «Анализ системы государственного управления по внедрению Повестки устойчивого развития», по

¹ The Sustainable Development Goals Report 2022. United Nations. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/>.

² Статистический ежегодник «Цели устойчивого развития в Российской Федерации. 2022»: Краткий статистический сборник /

Росстат. М., 2022. 87 с. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SGD_2022_RUS.pdf.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

результатам которого отметила, что цели и задачи документов стратегического планирования соотносятся со всеми 17 ЦУР, но при этом отсутствует налаженное взаимодействие госорганов по реализации Повестки и для достижения устойчивого развития необходимо совершенствование системы государственного управления [9].

В отзыве Генерального секретаря Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) на Добровольный национальный обзор Российской Федерации отмечено, что, согласно базе данных ООН по ЦУР, Россия не обладает полной системой сбора данных по всем 17 целям [9, с. 55]. К этому следует добавить, что, по данным Росстата³, в настоящее время из 248 показателей ЦУР разработано 94, в процессе разработки 26 и не разрабатывается 128.

В опубликованном отчете ООН-водные ресурсы-2021 представлена обновленная информация о ходе выполнения всех задач ЦУР-6, согласно которой для отслеживания прогресса в достижении ЦУР-6 существует 13 глобальных показателей, но в настоящее время для проведения глобальной оценки, представляющей агрегирование национальных данных [10; 11], по ряду показателей, предоставляемых странами, сведений недостаточно, а для некоторых отсутствуют согласованные статистические определения [12]. Кроме того, по данным четырех отчетов (организаций SDSN, ОЭСР, Евростата и ASviS⁴), в которых обобщаются сводные результаты измерения прогресса в достижении ЦУР в Европейском союзе, авторы [13] пришли к выводу об отсутствии сопоставимых на международном уровне оценок вследствие применения различных методических подходов.

Эти проблемы касаются и России, поскольку по ЦУР-6 «Чистая вода и санитария» Росстатом представлен неполный набор показателей: из перечня рекомендуемых к разработке принято 11 показателей, из них подготовлено четыре, один в процессе разработки и не разрабатывается шесть. С учетом этой информации, в настоящее время ЦУР-6 реализуется в рамках задач 6.1, 6.2, 6.3 и 6.6.

Таким образом, отсутствие на данный момент в системе Росстата мониторинга задачи 6.4 «Существенно повысить эффективность водопользования во всех секторах и обеспечить устойчивый забор и подачу пресной воды для решения проблемы нехватки воды» по показателям 6.4.1 «Динамика изменения эффективности водопользования» и 6.4.2 «Уровень нагрузки на водные ресурсы: забор пресной воды в процентном отношении к имеющимся запасам

пресной воды» обуславливает актуальность оценки обеспеченности регионов водными ресурсами и их эффективного использования в сопоставлении с глобальными показателями ЦУР.

Целью исследования является оценка водообеспеченности, эффективности и устойчивого развития водопользования северных регионов в соответствии с ЦУР-6.4, учитывая приверженность России принципам устойчивого развития. Исходя из этого, в данной работе поставлены следующие задачи: анализ основных показателей водопользования северных регионов за период 2007–2020 гг., их взаимосвязи с экономической результативностью; оценка обеспеченности регионов водными ресурсами по уровню водного стресса (согласно задачи ЦУР 6.4.2) и удельным показателям на душу населения; анализ эффективности водопользования по оценке продуктивности водных ресурсов (забора воды с учетом задачи ЦУР 6.4.1) и интенсивности используемых водных ресурсов; оценка продуктивности и интенсивности использования воды с учетом оборотной; оценка устойчивости водопользования по критериям декарпинга и окна устойчивого развития (сильной и слабой устойчивости); обобщение полученных результатов, необходимых для разработки рекомендаций по повышению эффективности устойчивости водопользования.

Новизна работы состоит в получении новых результатов, оценивающих водопользование северных регионов по критериям устойчивого развития, являющихся составными характеристиками ЦУР-6. К элементам новизны относятся методические подходы к оценке устойчивости, основанные на моделях декарпинга и окна устойчивого развития.

Материалы и методы

В качестве основных информационных ресурсов использованы данные Росстата, НИА-Природные ресурсы, Глобальной информационной системы ФАО (АКВАСТАТ) за период 2007–2020 гг. Методологической основой являются труды российских ученых и зарубежные исследования в области устойчивого развития водопользования, разработки международных организаций в рамках ООН-водные ресурсы, ОЭСР, ФАО, ЮНЕП и другие материалы по территориальной обеспеченности водными ресурсами и эффективному их использованию. Основываясь на них, в данной работе использованы применяемые в мировой и отечественной практике критерии водообеспеченности.

³ Статус разработки показателей ЦУР.
<https://rosstat.gov.ru/sgd/reporting-status>.

⁴ Итальянский альянс по устойчивому развитию.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Важнейшим критерием водообеспеченности является индекс водного стресса, представляющий долю водозабора в возобновляемых ресурсах. Согласно данным Института мировых ресурсов — WRI, уровень стресса оценивается по величине индекса: < 10 % — низкий уровень стресса; 10–20 % — стресс от низкого до среднего; 20–40 % — стресс от среднего до высокого; 40–80 % — сильный стресс; > 80 % — чрезвычайно высокий стресс [14].

В настоящее время показатель водного стресса является одним из основных критериев оценки прогресса в достижении ЦУР-6 (задача 6.4.2), глобальный учет которого рекомендуется осуществлять на основе методологии [15]. Исходя из опыта глобального учета первых пяти лет применения этого индикатора, в рамках программы ЦУР было определено его пороговое значение в 25 % — верхний предел полной и безусловной безопасности водного стресса (нет стресса).

Другой важной характеристикой водообеспеченности на уровне стран, регионов, бассейнов является величина удельной водообеспеченности, которая отражает объем доступных водных ресурсов в расчете на душу населения. При оценке этого показателя российские ученые ориентируются на градацию удельной водообеспеченности (тыс. м³/чел. в год), разработанную И. А. Шикломановым и О. Л. Марковой [16]: меньше 1 — катастрофически низкая; от 1 до 2 — очень низкая; от 2 до 5 — низкая; от 5 до 10 — средняя; от 10 до 20 — высокая; выше 20 — очень высокая.

В мировой практике часто применяется показатель Фалкенмарка [17], определяющий величину удельной водообеспеченности в интервале от 1 до 2 тыс. м³/чел. в год как уровень

вододефицита, при котором возникают трудности для экономического развития страны. Величина 1700 м³/чел. в год принята в качестве порога, ниже которого наступает водный стресс.

Согласно методологии макроэкономического анализа эффективности использования природных ресурсов, разработанной Росстатом [18], в качестве критериев эффективности водопользования в данной работе определялись [19]: 1 — *продуктивность водных ресурсов* (тыс. руб/м³) по забору воды и использованию воды с учетом оборотной; 2 — *интенсивность использования водных ресурсов* (водоемкость ВРП, м³/тыс. руб.) по тем же показателям. Актуальность критерия «Продуктивность водных ресурсов» регионального водопользования обусловлена мониторингом показателя использования водных ресурсов в рамках выполнения ЦУР 6.4.1. «Динамика изменения эффективности водопользования» [20]. Критерий «Интенсивность использования водных ресурсов» актуален как целевой показатель Водной стратегии России⁵, который планировалось снизить к 2020 г. на 42 % (до 1,4 м³/тыс. руб.).

Устойчивое развитие регионального водопользования оценивалось по критерию декаплинга на основе модели «Алмаз развязки» Тапио (“The Decoupling Diamond”) [21] и критерию устойчивости методом анализа SuWi (окна устойчивости) [22]. Модель декаплинга включает восемь оценочных состояний декаплинга в зависимости от темпов экономического роста, в нашем случае — Δ ВРП, изменения потребления водных ресурсов — Δ ВР и величины коэффициента эластичности — K_3 , представляющего отношение прироста этих показателей (Δ ВР, %) / (Δ ВРП, %) (табл. 1).

Таблица 1

Виды декаплинга (развязки) и связи по модели «Алмаз развязки» Тапио (“The Decoupling Diamond”)

I. Δ ВРП > 0, Δ ВР > 0		
$K_3 = 0,0-0,8$ Слабая развязка (weak decoupling)	$K_3 = 0,8-1,2$ Экспансивная связь (expansive coupling)	$K_3 > 1,2$ Слабая негативная развязка (weak negative decoupling)
II. Δ ВРП < 0, Δ ВР > 0 $K_3 < 0$		
Сильная негативная развязка (strong negative decoupling)		
III. Δ ВРП < 0, Δ ВР < 0		
$K_3 = 0,0-0,8$ Рецессивная негативная развязка (recessive negative decoupling)	$K_3 = 0,8-1,2$ Рецессивная связь (recessive coupling)	$K_3 > 1,2$ Рецессивная развязка (recessive decoupling)
IV. Δ ВРП > 0, Δ ВР < 0 $K_3 < 0$		
Сильная развязка (strong decoupling)		

Примечание. Источник: составлено автором на основе [20].

⁵ Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 27 августа 2009 г. № 1235-р.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Оценка по критерию окна устойчивости основывается на индексной оценке: 1 — абсолютных показателей «Забор воды» и «Использование воды с учетом оборотной» для выявления сильной (strong) устойчивости; 2 — интенсивности этих показателей для выявления слабой (weak) устойчивости. Сущность анализа SuWi (окна устойчивости) состоит в определении параметров минимального и максимального экономического развития, выделяющих интервал «ВРП_{min} – ВРП_{max}» («окно устойчивости»), в пределах которого экономическое развитие отвечает критериям социальной (ВРП_{min}) и экологической устойчивости (ВРП_{max}). Алгоритм нахождения границ окна устойчивости подробно представлен на примере Республики Коми в статье [23], а также других регионов [24]. В данной работе задача состоит в определении верхней границы окна ВРП_{max}. Количественно максимальный экономический рост выражается формулой:

$$\text{ВРП}_{\max} = \text{ВРП}_t / \text{Заб}_t \times \text{Заб}_0,$$

где ВРП_{max} — максимальный уровень экономического роста, определяющий верхнюю границу окна устойчивого развития; ВРП_t — валовой региональный продукт в последний год исследуемого периода; Заб_t, Заб₀ — экологический показатель (забор воды, интенсивность забора воды и др.) соответственно в последний и базовый годы исследуемого периода.

Для сопоставимости результатов анализа показатели ВРП предварительно приводятся к уровню цен базового года рассматриваемого периода с помощью индекса физического объема.

Результаты

Основные показатели водопользования северных регионов

В таблице 2 представлены основные показатели забора и использования воды с учетом оборотной в северных регионах России, которые характеризуют изменения за 2007–2020 гг. — период реализации Водной стратегии РФ и федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах». Приведены удельные значения забора воды и использования воды в расчете на душу населения (по среднегодовой численности населения регионов).

По направленности изменений приведенных в табл. 2 показателей водопользования выделяются следующие группы регионов, характеризующиеся:

I — снижением объема использования воды и водозабора при увеличении оборотной воды с повышением ее доли — К_{об}, а также понижением удельного забора воды и ростом удельного использования воды (Мурманская область, Республика Карелия);

II — снижением всех показателей при росте К_{об} в Республике Коми и Сахалинской области и без изменения К_{об} в Чукотском АО;

III — снижением всех показателей при значительном уменьшении К_{об} и удельных показателей (Камчатский край, Республика Тыва);

IV — увеличением объема использования воды, оборотной воды и К_{об}, а также ростом удельных показателей при снижении водозабора (Архангельская область, Республика Саха (Якутия));

V — ростом всех показателей (Магаданская область, Ямало-Ненецкий АО).

В таблицу не вошли данные по численности населения, заметим, что прирост населения отмечен только в трех регионах: в республиках Тыва (8,5 %), Саха (Якутия) (2,0 %), Ямало-Ненецком АО (5,6 %). В остальных регионах убыль населения, составляющая от 5,5 (Чукотский АО) до 13,1 (Республика Коми) %.

По данным табл. 2, в 2020 г. наибольшие значения удельных показателей использования воды демонстрируют Мурманская и Магаданская области, Чукотский АО, республики Коми и Карелия. Это обусловлено высокой долей использования оборотной воды — от 0,83 до 0,86 (кроме Мурманской области, где велика доля водозабора). Изменения удельных показателей (забора и использования воды) синхронны с динамикой абсолютных значений этих показателей по выделенным выше группам II, III, V. Исключением является Республика Коми (группа II) вследствие более высокой убыли населения.

Для установления степени влияния экономической деятельности на характер водопользования на рис. 1 представлены относительные показатели динамики забора воды, объема оборотной воды, использования воды с учетом оборотной и ВРП в период 2007–2020 гг. (базисный показатель 2007 г. принят за единицу).

Диаграммы на рис. 1 показывают, что в период 2007–2020 гг. результативность экономической деятельности регионов, оцениваемая ВРП в сопоставимых ценах, повысилась за исключением республик Коми (-9 %) и Карелия (-6 %). По величине роста ВРП в ранжированном ряду на первом месте Ямало-Ненецкий АО (56 %), далее — Магаданская область (51 %), Республика Саха (Якутия) (32 %), Камчатский край (31,7 %), Чукотский АО (28 %), Сахалинская область (28 %), Республика Тыва (14 %), Архангельская область (9 %), Мурманская область (9 %). По вкладу в валовой продукт в республиках (за исключением Республики Тыва) доминирует вид деятельности «Добыча полезных ископаемых», доля которой повысилась и составила в 2020 г. 66,5 % в Ямало-Ненецком АО, 56 % в Магаданской области, 56,5 % в Сахалинской области, 49 % в Республике Саха (Якутия)⁶.

⁶ Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. М., 2022. С. 466–469.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Таблица 2

Основные показатели водопользования северных регионов России в период 2007–2020 гг.

№ группы	Субъект	Забор воды, млн м ³	Оборотная вода, млн м ³	Доля оборотной воды К _{об}	Использование воды с учетом оборотной, млн м ³	Удельные показатели, м ³ /чел. в год	
						Забор воды	Использование воды
I	Мурманская область	1 822,23	1 017,89	0,36	2 840,12	2133,8	3325,7
		1 564,18	1 058,90	0,40	2623,08	2040,2	3558,5
II	Республика Карелия	-14,2	+4,0	+11,1	-7,6	-4,39	+7,0
		237,71	1 055,87	0,82	1 293,58	343,6	1869,6
	206,85	1 080,07	0,84	1 286,92	338,2	2104,3	
	-13,0	+2,3	+2,4	-0,52	-1,6	+12,6	
Республика Коми	592,65	1 441,22	0,71	2033,87	610,1	2093,8	
	509,36	1 326,93	0,72	1836,29	623,4	2247,5	
III	Сахалинская область	-14,1	-7,9	+1,4	-9,7	2,2	+7,3
		334,95	280,59	0,46	615,54	651,4	1200,6
	142,95	162,85	0,53	305,80	293,6	628	
	-57,3	-41,9	+6,2	-50,3	-54,9	-47,7	
Чукотский АО	27,02	168,4	0,86	195,42	536,1	3877,4	
	24,27	149,39	0,86	173,66	486,3	3479,6	
Камчатский край	-10,2	-11,3	0	-11,1	-9,3	-10,3	
	238,40	24,06	0,09	262,46	688,2	757,7	
IV	Республика Тыва	167,57	10,2	0,06	177,77	536,5	569,2
		-29,7	-57,6	-33,3	-32,3	-22,0	-24,9
	56,64	31,6	0,36	88,24	182,4	264,9	
	54,91	11,4	0,17	66,31	167	201,6	
Архангельская область	-3,1	-63,9	-52,3	-24,9	-8,4	-23,9	
	756,42	854,7	0,53	1611,13	592,8	1262,6	
Республика Саха (Якутия)	720,64	936,42	0,57	1657,06	636,7	1464,1	
	-4,7	+9,6	+7,5	+2,9	+7,4	+16,0	
V	Магаданская область	252,77	1 045,27	0,81	1 298,04	149,8	213,5
		203,82	1 300,96	0,86	1 504,78	187,4	506,7
	-19,4	+24,5	+6,2	+15,9	+25,1	+137,3	
	77,81	328,54	0,81	406,35	465,4	2430,3	
Ямало-Ненецкий АО	83,99	406,07	0,83	490,06	601,7	3510,7	
	+7,9	+23,6	+2,5	+20,6	+29,3	+44,5	
Ямало-Ненецкий АО	142,45	60,52	0,30	202,97	263,5	375,5	
	183,13	311,93	0,63	495,06	335,6	907,2	
		+28,6	+415,4	+110	+144	+27,4	+141,6

Примечание. Для каждого региона и показателя в первой ячейке столбца приведены значения базисного года, во второй – 2020 г., в третьей – темп прироста базисный 2007–2020, %.

Источник: выполнено автором по данным НИА-Природа.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

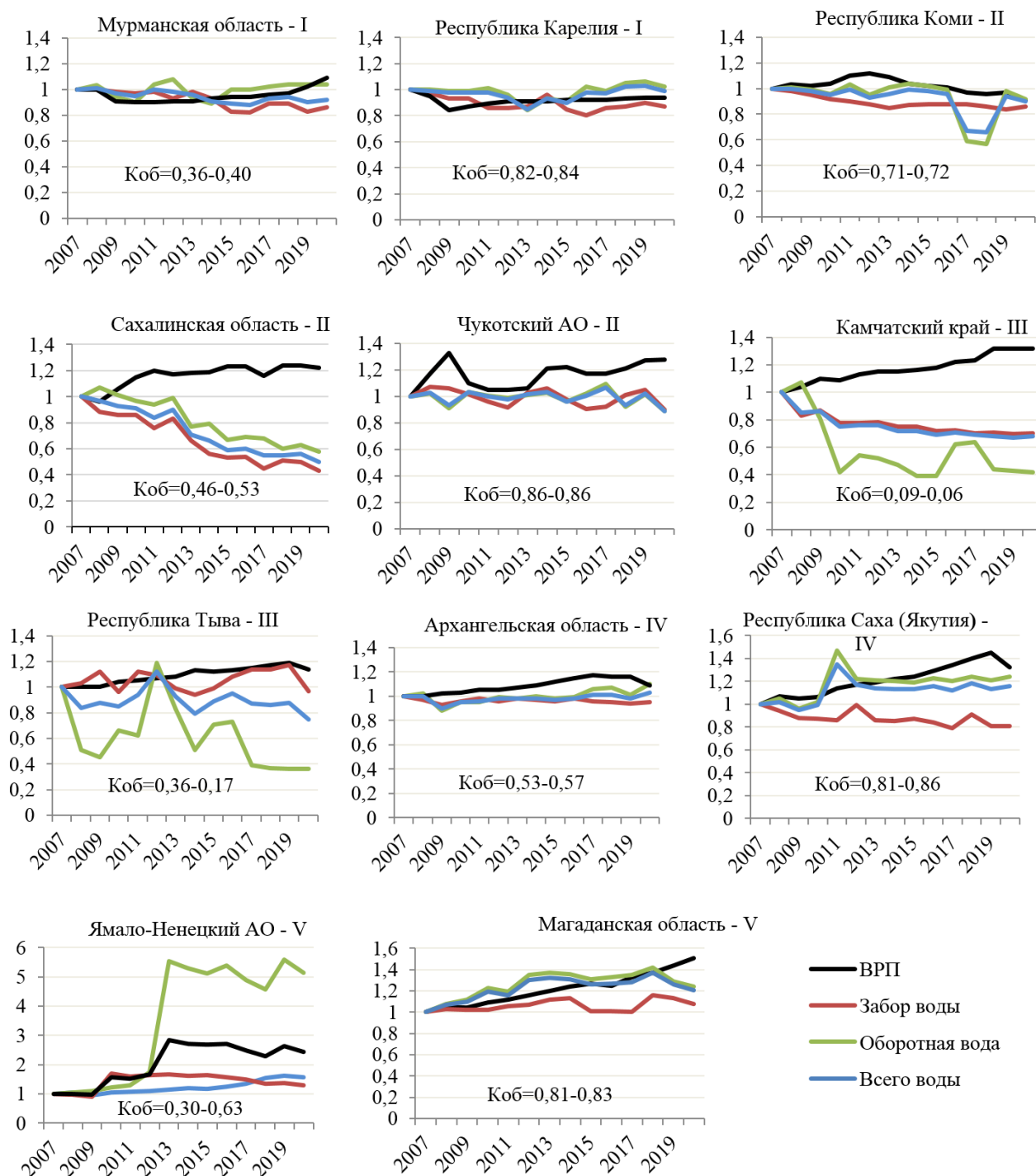


Рис. 1. Динамика взаимосвязи основных показателей водопользования и валового продукта северных регионов России в период 2007–2020 гг. Источник: разработано автором по данным Росстата и НИА-Природа

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

В северных регионах европейской части России кроме весомого вклада «Добычи полезных ископаемых», значима деятельность «Обрабатывающие производства»: 32,9 % в Мурманской области, 17,8 % в Архангельской области, 15,9 % в Республике Карелия и 11,2 % в Республике Коми. В Камчатском крае существенна доля деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» (22,7 %), значителен этот показатель в Мурманской области (9,6 %), в других регионах Севера, вклад этой деятельности составляет от 0,1 до 7,0 %.

Из анализа показателей водопользования следует, что в большинстве регионов вода используется преимущественно на производственные нужды⁷. По данным 2020 г., более высокий уровень использования воды по виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» в республиках Тыва (52 %) и Саха (Якутия) (15 %), меньшая доля — в Камчатском крае (4 %)⁸ и Ямало-Ненецком АО (0,01 %), в остальных регионах отмечается «0 %».

Критерии водообеспеченности северных регионов

Речной сток и водозабор как показатели водного стресса. Речной сток характеризуется быстрой возобновляемостью и традиционно считается основным видом водных ресурсов. По величине речного стока Россия занимает второе место в мире

после Бразилии, по водообеспеченности на душу населения — третье (после Бразилии и Канады). Однако существует крайне неблагоприятная пространственно-временная неоднородность речного стока [25], характеризуемая тем, что в течение трех месяцев формируется > 60 % водных ресурсов, тогда как, например, в Китае 48 %, Канаде 46 %, США 35 %, Бразилии 32 % [26]. Наряду с этим располагаемые водные ресурсы в основном не соответствуют распределению населения и экономики и характеризуются низкой эффективностью их использования [27]. Вследствие этого во многих странах мира возникают проблемы с обеспечением водой. Наиболее остро они стоят в странах Ближнего Востока и Северной Африки. Среди наиболее проблемных территорий — аравийские государства, которые, занимая около 50 % территории Ближнего Востока, имеют менее 1 % возобновляемых водных ресурсов [28]. На рис. 2 приведена оценка водообеспеченности северных регионов⁹ по величине среднесреднего речного стока и расчетному значению доли забора пресной воды. Регионы расположены в порядке убывания величины речного стока, максимально составляющего 906,2 км³ в Республике Саха (Якутия), значительно меньшими ресурсами располагают: Мурманская область, Республика Карелия, Сахалинская область, Республика Тыва (62,9 км³).

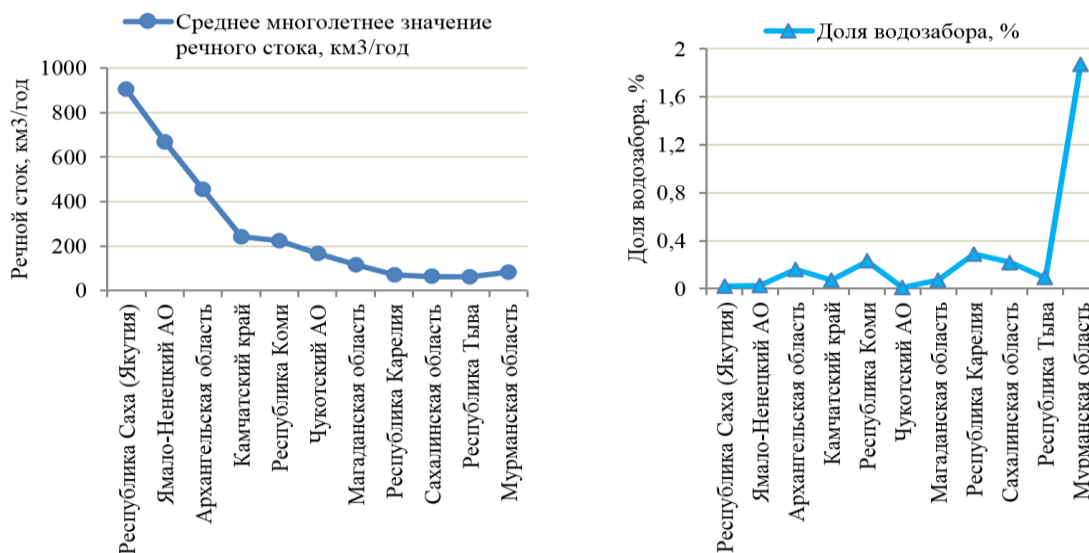


Рис. 2. Обеспеченность водными ресурсами и доля водозабора относительно среднесреднего речного стока в северных регионах России. Источник: выполнено автором по данным НИА-Природа

⁷ Потребление свежей воды на производственные нужды составляет от 60 до 94 %. Источник: О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году. М.: Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. С. 450–468.

⁸ Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2020 году. Петропавловск-Камчатский, 2021. С. 87.

⁹ Перечень северных регионов приведен согласно Постановлению Правительства РФ от 16 ноября 2021 г. № 1946, вступившему в силу с 1 января 2022 г.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Наименьшую долю водозабора относительно речного стока имеют: Чукотский АО (0,01 %), Республика Саха (0,02 %), Ямало-Ненецкий АО (0,03 %). Самая высокая — в Мурманской области (1,87 %). Из этих данных следует, что доля водозабора во всех северных регионах не превышает 10 %, что соответствует категории «низкий уровень водного стресса» в соответствии с приведенной выше шкалой (WRI). Сравнение показателей обеспеченности водными ресурсами и уровня существующего

водозабора с принятыми в рамках ЦУР 6.4.2 категориями водного стресса (порог 25 %) показывает, что водопользование в северных регионах России соответствуют низкому уровню водной нагрузки.

Удельная водообеспеченность (рис. 3). В среднем по России этот показатель составляет 28,8 тыс. м³/чел. в год, что почти в 5 раз превышает среднемировой уровень и значительно выше водной обеспеченности стран крупнейших экономик мира.

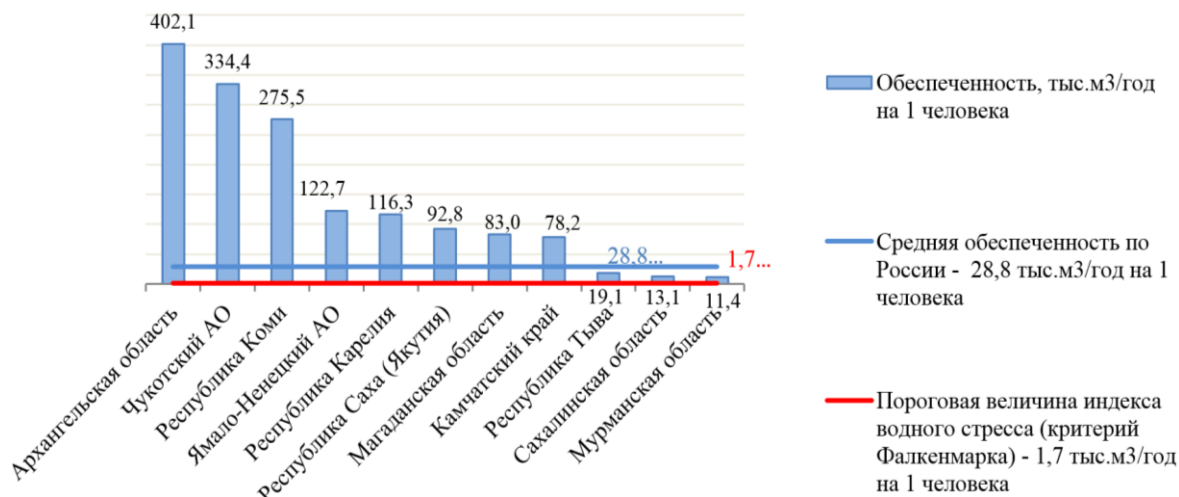


Рис. 3. Удельная водообеспеченность ресурсами речного стока северных регионов России относительно пороговой величины критерия Фалкенмарка, тыс. м³/чел. в год. Источник: выполнено автором по данным НИА-Природа

К примеру, водная обеспеченность Китая составляет 2,22 тыс. м³/чел. в год, США — 11,5 тыс. м³/чел. в год [29]. Приведенные диаграммы демонстрируют высокий уровень удельной обеспеченности водными ресурсами, значительно превышающий критерий Фалкенмарка (от 6,7 до 236,5 раз). По данным исследования озерного фонда северных регионов [30; 31], фактическая удельная водообеспеченность будет значительно выше при учете озерных вод и стока подземных вод. Кроме того, заявлено, что в Арктической зоне России сосредоточен громадный запас пресной воды, который может стать серьезным экономическим активом [32]. Таким образом, северные регионы России располагают значительными водными ресурсами и соответствуют критерию устойчивости, обозначенной в рамках ЦУР-6.4.2.

Критерии эффективности водных ресурсов

Продуктивность использования водных ресурсов (руб/м³). Данный критерий в рамках реализации ЦУР рекомендован странам как показатель 6.4.1 «Динамика изменения эффективности водопользования», позволяющий странам, регионам, отраслям судить о степени зависимости их

экономического роста от использования водных ресурсов и устойчивости водопользования. Принцип устойчивости состоит в том, чтобы экономический рост не требовал дополнительного количества воды. На рис. 4 представлены результаты оценки продуктивности водных ресурсов в северных регионах за период 2007–2020 гг. по показателям «Забор воды» (см. рис. 4, а) и «Использование воды с учетом оборотной воды» (см. рис. 4, б).

Различия регионов по характеру водопользования и показателю ВРП, представленные в табл. 2 и на рис. 1, отражаются на абсолютных показателях и темпах роста продуктивности водных ресурсов. Как видим на рис. 4, а, выделяются регионы с минимальным значением продуктивности забора воды (133 руб/м³ — Мурманская область) и регионы, значительно превышающие среднероссийский уровень (539,8 руб/м³) — Ямало-Ненецкий АО, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Чукотский АО. При этом среднегодовой темп роста этого показателя выше среднероссийского (4,2 %) в Сахалинской области (14,2 %), Камчатском крае (6,7 %), Республике Саха (4,88 %).

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

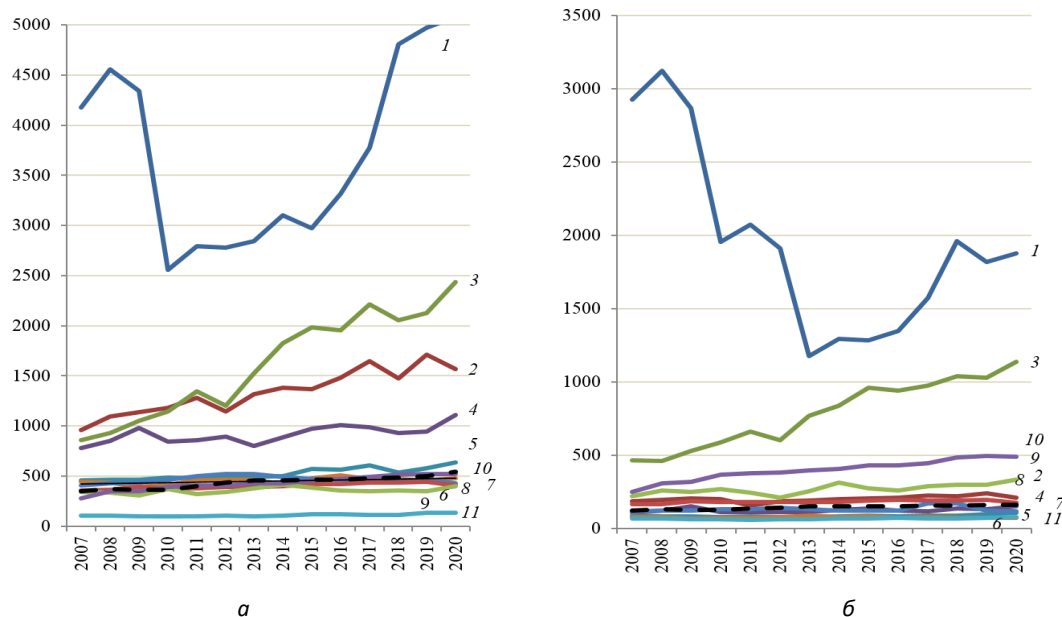


Рис. 4. Продуктивность водных ресурсов в северных регионах России в период 2007–2020 гг. (в сопоставимых ценах):
 а — продуктивность забора воды, руб/м³; б — полная продуктивность воды (забор + оборотная вода), руб/м³;
 1 — Ямало-Ненецкий АО; 2 — Республика Саха; 3 — Сахалинская обл.; 4 — Чукотский АО; 5 — Магаданская обл.;
 6 — Республика Карелия; 7 — Республика Коми; 8 — Архангельская обл.; 9 — Республика Тыва; 10 — Камчатский край;
 11 — Мурманская обл.; --- — РФ. Источник: разработано автором по данным Росстата

На рисунке 4, б, демонстрирующем динамику показателя полной продуктивности воды, можно заметить изменение позиции Республики Саха (Якутия) вследствие значительной доли оборотной воды — продуктивность составила 212,5 руб/м³, что во много раз ниже продуктивности забора воды. Из сравнения этих результатов следует, что

оборотная вода, снижая количественно водозабор, повышает его продуктивность.

Интенсивность использования водных ресурсов (м³/тыс. руб.). Расчетные данные этого критерия представлены на рис. 5: интенсивность забора воды (см. рис. 5, а) и интенсивность использования воды с учетом оборотной (см. рис. 5, б).

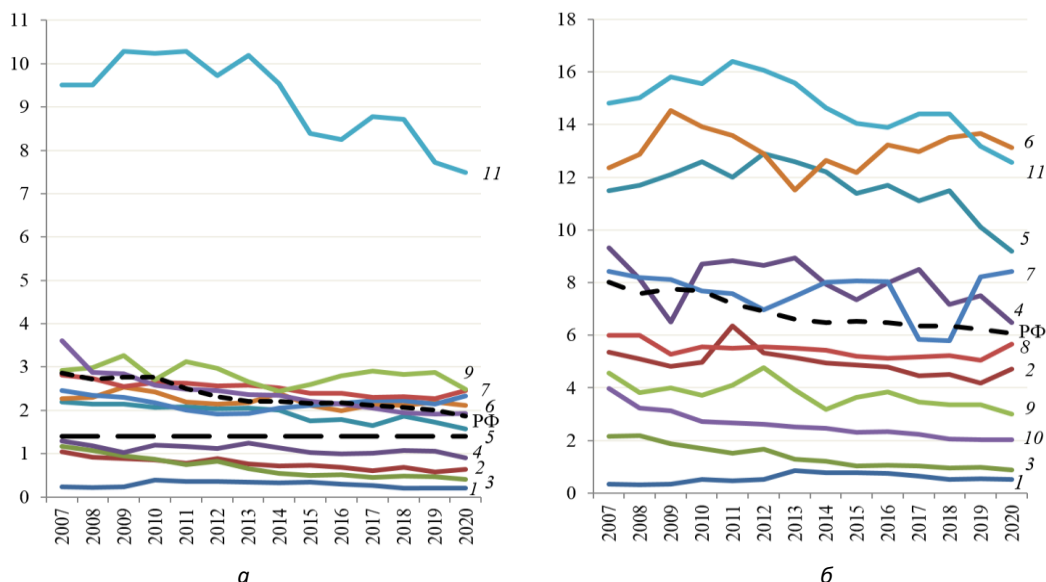


Рис. 5. Интенсивность использования водных ресурсов в северных регионах России в период 2007–2020 гг.:
 а — интенсивность забора воды, м³/тыс. руб.; б — интенсивность использования воды с учетом оборотной, м³/тыс. руб.;
 1 — Ямало-Ненецкий АО; 2 — Республика Саха (Якутия); 3 — Сахалинская обл.; 4 — Чукотский АО; 5 — Магаданская обл.;
 6 — Республика Карелия; 7 — Республика Коми; 8 — Архангельская обл.; 9 — Республика Тыва; 10 — Камчатский край;
 11 — Мурманская обл. (правая ось на а); --- — 1,4 м³/тыс. руб. (целевой показатель); - - - - Россия.
 Источник: разработано автором по данным Росстата

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

На диаграмме рис. 5, а видим, что во всех регионах происходит снижение интенсивности забора воды (водоемкости ВРП). В четырех регионах (Ямало-Ненецком АО, Республике Саха (Якутия), Сахалинской области, Чукотском АО) этот показатель изначально был ниже целевой величины (1,4 м³/тыс. руб.) и среднероссийского уровня (2,86 м³/тыс. руб.), но, тем не менее, к 2020 г. наблюдаем его снижение. Высокий уровень интенсивности забора характерен для Мурманской области — 7,5 м³/тыс. руб. В остальных регионах этот показатель составляет от 1,57 до 2,49 м³/тыс. руб. Процентное снижение более 42 % только в двух регионах — в Сахалинской области и Камчатском крае.

Интенсивность использования воды с учетом оборотной (полная водоемкость ВРП) (см. рис. 5, б) ниже среднероссийского уровня (6,1 м³/тыс. руб.) в шести регионах: Ямало-Ненецком АО, Сахалинской области, Камчатском крае, республиках Тыва и Саха (Якутия), Архангельской области. В остальных регионах этот показатель составляет от 6,5 до 13,1 м³/тыс. руб. Следует отметить, что в рассматриваемый период динамика полной водоемкости отличается ежегодным приростом в Ямало-Ненецком АО (4,3 %) и Республике Карелия (0,47 %), в остальных регионах

она характеризуется убылью в среднем в год от 0,02 (Республика Коми) до 4,5 (Сахалинская область) %. Среднероссийская величина снижения этого показателя составляет 1,86 % в год.

Инструменты оценки устойчивости водопользования

Оценка устойчивости по критерию декаплинга на основе модели «Алмаз развязки» включает: определение величины прироста (убыли) Δ интенсивности забора воды, %; Δ интенсивности использования воды с учетом оборотной, %; Δ валового регионального продукта (Δ ВРП), %; коэффициента эластичности $K_3 = (\Delta \text{ инт. забора (инт. исп.), \%} / (\Delta \text{ ВРП, \%}))$. Расчетные данные визуализированы двумя точечными диаграммами (рис. 6, а и б), которые содержат «итоговые точки», расположенные на координатной плоскости в соответствии с расчетными данными каждого рассматриваемого северного региона и характеризующие период 2007–2020 гг. в целом. Анализ-декаплинг выполнен с учетом восьми обозначенных оценочных состояний декаплинга, представленных в табл. 1.

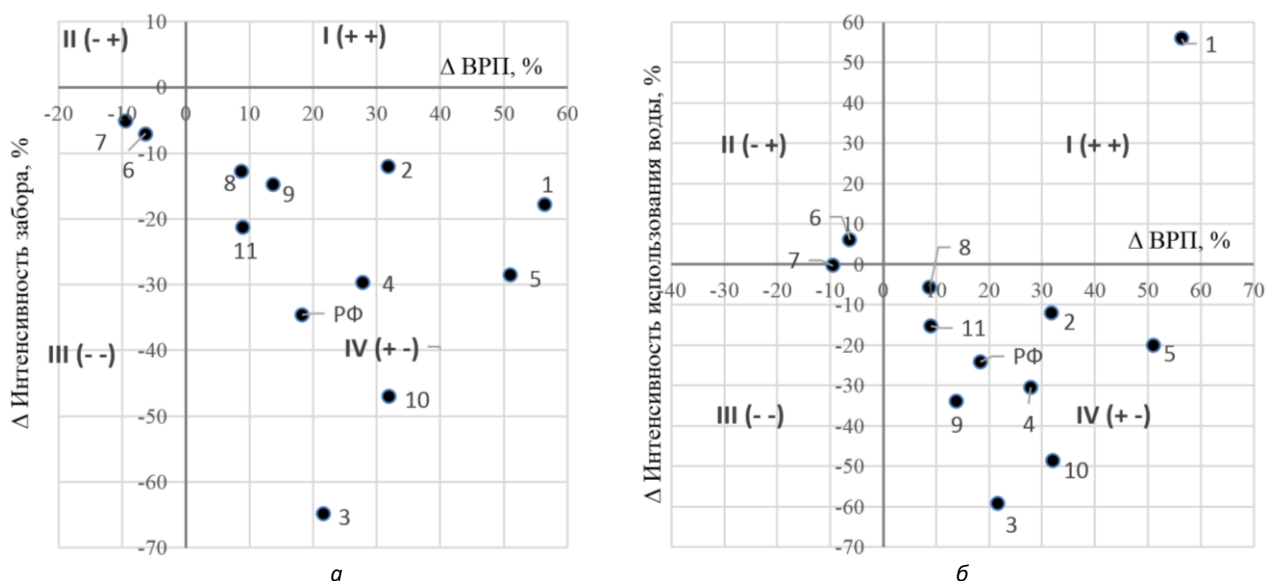


Рис. 6. Оценка устойчивости водопользования северных регионов России по критерию декаплинга в период 2007–2020 гг. (в сопоставимых ценах):

а — интенсивность забора воды; б — интенсивность использования воды с учетом оборотной; 1 — Ямало-Ненецкий АО; 2 — Республика Саха (Якутия); 3 — Сахалинская обл.; 4 — Чукотский АО; 5 — Магаданская обл.; 6 — Республика Карелия; 7 — Республика Коми; 8 — Архангельская обл.; 9 — Республика Тыва; 10 — Камчатский край; 11 — Мурманская обл.; РФ — Российская Федерация.

Источник: разработано автором по данным Росстата

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

По данным рис. 6 «итоговые точки» на диаграммах большинства регионов расположены в IV квадранте с координатами (+; -; $K_3 < 0$), что, в соответствии с табл. 1, указывает на сильное разделение экономического роста от забора и использования водных ресурсов — strong decoupling. В другом состоянии находятся республики Карелия (точка 6) и Коми (точка 7) по показателю «Интенсивность забора воды» (см. рис. 6, а), соответственно, в области рецессивной связи ($K_3 = 1,1$) и рецессивного негативного декаплинга ($K_3 = 0,54$).

По показателю «Интенсивность использования воды с учетом оборотной» (см. рис. 6, б) Республика Карелия находится в зоне сильного негативного декаплинга ($K_3 = -0,97$, точка 6 во II четверти). Республика Коми — в зоне рецессивного негативного декаплинга ($K_3 = 0,03$, точка 7 в III четверти). По данному показателю Ямало-Ненецкий АО занимает позицию «экспансивная связь» ($K_3 = 0,99$, точка 1 в I четверти), что указывает на значимость оборотной воды для региона (в случае, если бы не было системы оборотного водоснабжения, точка интенсивности забора воды была бы в экспансивной зоне). Учитывая высокий рост в регионе не только оборотной воды, но и забора воды, была рассмотрена оценка устойчивости по абсолютной величине забора воды, которая показала, что при построении аналогичной диаграммы Ямало-Ненецкий АО ($K_3 = 0,51$) и Магаданская область ($K_3 = 0,16$) будут расположены в I квадранте с координатами (+; +; $K_3 > 0$) в зоне слабого декаплинга. Республики Карелия ($K_3 = 2,06$) и Коми ($K_3 = 1,5$) перейдут в зону рецессивного декаплинга. Расположение других регионов на диаграмме по квадрантам не изменится.

Таким образом, по оценке критерия декаплинга выявлено, что водопользование имеет менее устойчивый характер в республиках Карелия и Коми (вследствие снижения экономических показателей), Ямало-Ненецком АО и Магаданской области (из-за увеличения водозабора) в сравнении с другими северными регионами.

Оценка методом SiWi по критериям сильной и слабой устойчивости, определяющим верхние границы окна устойчивого развития (VRP_{max}), в пределах которой экономическое развитие отвечает критериям экологической устойчивости ($VRP_{реал} < VRP_{max}$). Значения критерия сильной устойчивости вычисляются по абсолютной величине забора и использования водных ресурсов, слабой устойчивости — по интенсивности этих показателей.

Расчетные данные критериев устойчивости визуализированы диаграммами на рис. 7. Соответствие

условию сильной ($VRP_{реал} < VRP_{maxStrong}$) и слабой ($VRP_{реал} < VRP_{maxWeak}$) устойчивости по всем рассматриваемым показателям демонстрируют диаграммы шести регионов: Сахалинской и Мурманской (с 2014 г.) областей, Камчатского края, республик Коми и Тыва (в 2020 г.), Чукотского АО (в 2020 г.). Диаграммы Архангельской области и республик Саха (Якутия) и Карелия указывают на выполнение экологических ограничений в отношении абсолютного водозабора (сильная устойчивость) и его интенсивности (слабая устойчивость). В Ямало-Ненецком АО выявлена слабая устойчивость только по интенсивности водозабора, в Магаданской области — слабая устойчивость по интенсивности водозабора и интенсивности использования воды с учетом оборотной воды. Как видим, что в этих двух регионах (с ростом водозабора и высокими темпами экономического роста) критерии сильной устойчивости не выполняются.

Таким образом, анализ SuWi показал, что в условиях растущей экономики и снижения показателей водопользования верхняя граница окна устойчивости увеличивается (VRP_{max}), а при низких темпах развития экономики снижается. Использование в анализе показателя «Использование воды с учетом оборотной» (рис. 7, кривые 2 и 4) показывает, что в ряде регионов (Камчатский край, Сахалинская область) существует резерв дополнительного забора воды, в некоторых регионах (Ямало-Ненецкий АО, Магаданская область) для выполнения экологических ограничений необходимо наращивать мощности оборотного водоснабжения.

Выводы

Во многих странах мира проблема дефицита пресной воды нарастает. Вследствие этого внимание исследователей обращено на определение основных приоритетов для восстановления и ускорения прогресса в достижении ЦУР до 2030 г. В рамках ЦУР-6 приоритетным направлением является задача 6.4 «Повышение эффективности водопользования во всех секторах и обеспечение устойчивого забора и снабжения пресной водой для решения проблемы нехватки воды». Для мониторинга прогресса в этом направлении в системе Росстата не разработаны соответствующие показатели, а также до настоящего времени не актуализирована Водная стратегия и, следовательно, отсутствуют целевые показатели развития водопользования как в масштабах страны, так и на региональном уровне. В данной работе для восполнения пробелов выполнена оценка водопользования северных регионов по критериям устойчивого развития, являющимся составными характеристиками ЦУР-6, и получены новые результаты.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

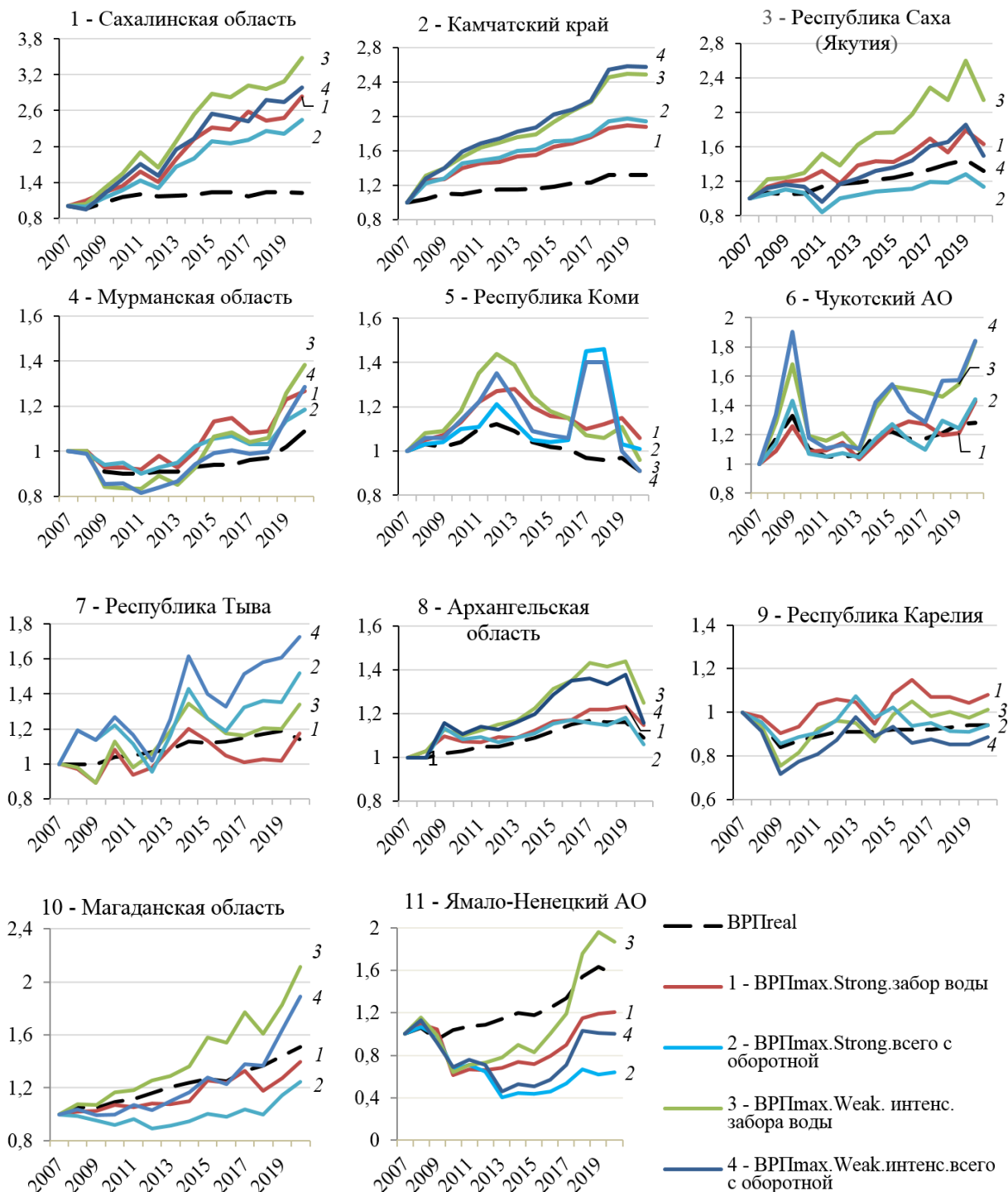


Рис. 7. Динамика верхней границы окна сильной и слабой устойчивости водопользования северных регионов России в период 2007–2020 гг. (в сопоставимых ценах). Источник: разработано автором по данным Росстата

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

1. Сравнительный анализ показал, что по удельным показателям обеспеченность северных регионов России высокая (превышение критерия Фалкенмарка составляет от 6,7 до 236,5 раз). Доля водозабора во всех северных регионах не превышает 10 %, что отвечает категории «низкий уровень водного стресса» и ниже установленного в рамках ЦУР 6.4.2 порога 25 %. Из этого следует, что характер водопользования соответствует низкому уровню водной нагрузки и не является сдерживающим фактором социально-экономического развития.

2. Выявлена тенденция к повышению абсолютных и удельных показателей забора и использования воды в Ямало-Ненецком АО и Магаданской области; увеличение абсолютных и удельных показателей использования воды в Архангельской области, обусловленное ростом оборотной воды (9,6 %) и убылью населения, в Республике Саха (Якутия) — наращиванием объемов оборотной воды (24,5 %); повышение удельных показателей в Республике Коми связано с высокой убылью населения (13,1 %); в других регионах отмечается снижение рассматриваемых показателей, наибольшее из них в Сахалинской области (-57,3 % — забор, -50,3 % — использование воды).

3. Показано, что различия регионов в характере водопользования и отраслевой структуре отражаются на темпах роста и величине продуктивности забора воды (показатель ЦУР 6.4.1). Относительно среднероссийского уровня продуктивности водных ресурсов (539,8 руб/м³) выделяются регионы с минимальным значением продуктивности (133 руб/м³ — Мурманская область) и с многократно превышающим его: Ямало-Ненецкий АО, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Чукотский АО. Из сравнения показателей продуктивности забора и использования воды выявляется эффективность оборотной воды, которая, снижая количественно водозабор, повышает его продуктивность.

4. Установлена тенденция к снижению интенсивности забора воды (водоемкость ВРП, м³/тыс. руб.). Выявлен низкий уровень интенсивности забора воды (ниже 1,4 м³/тыс. руб. — целевой величины Водной стратегии) в Ямало-Ненецком АО, Республике Саха (Якутия), Сахалинской области, Чукотском АО. Высокое значение этого критерия характерно для Мурманской области — 7,5 м³/тыс. руб. Также во всех регионах отмечается тенденция к снижению интенсивности использования воды, учитывающей оборотную воду (полная водоемкость ВРП). Исключением являются два региона, в которых

этот показатель повысился — Ямало-Ненецком АО и Республика Карелия. По данному критерию выделяются регионы с водоемкостью, значительно превышающей среднероссийский уровень (6,1 м³/тыс. руб.): Республика Карелия и Мурманская область, Республика Коми, Магаданская область, Чукотский АО.

5. Оценена устойчивость и степень зависимости экономического роста от водных ресурсов по критерию декаплинга на основе модели «Алмаз развязки». Во всех регионах выявлено сильное разделение (strong decoupling) экономического роста от интенсивности забора воды и использования водных ресурсов за исключением республик Карелия (рецессивная связь по интенсивности забора воды) и Коми (состояние соответствует рецессивному негативному декаплингу). Выявлен слабый декаплинг по водозабору в Ямало-Ненецком АО и Магаданской области.

6. Анализ окна устойчивого развития (SuWi) показал, что экономическое развитие некоторых регионов, сопровождающееся ростом забора воды (Ямало-Ненецкий АО и Магаданская область), соответствует только критерию слабой устойчивости ($ВРП_{реал} < ВРП_{maxWeak}$). При этом экологические ограничения, оцениваемые критерием сильной устойчивости ($ВРП_{реал} < ВРП_{maxStrong}$), не выполняются, что согласуется с результатами декаплинг-анализа. Введение в анализ показателя «Использование воды с учетом оборотной» показывает возможности некоторых регионов соответствовать условиям сильной устойчивости при развитии систем оборотного водоснабжения, а также оценить имеющиеся резервы дополнительного увеличения водозабора.

Оценка водопользования северных регионов по критериям водообеспеченности и использования воды раскрывает имеющийся потенциал для развития водоемких производств. В перспективных планах регионального развития и при разработке актуализированной водной стратегии в северных регионах необходимо учитывать выявленную неоднородность характера водопользования (по возобновляемым водным ресурсам, доле и объему водозабора, структуре водопотребления, критериям продуктивности и интенсивности использования воды, критериям устойчивого развития). Разработка полного перечня показателей ЦУР-6 и их мониторинг в системе Росстата даст возможность использовать их в региональных программах развития в качестве целевых показателей.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Список источников

1. Sachs J., Lafortune G., Kroll C., Fuller G., Woelm F. From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond. Sustainable Development Report 2022. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009210058.
2. Зенкина Е. В. Современные подходы к оценке устойчивого развития стран // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2021. № 2. С. 111–125. DOI: 10.28995/2073-6304-2021-2-111-125.
3. Кулябина Л. Н. Усилия стран северной Европы по реализации целей устойчивого развития // Вестник Дипломатической академии МИД России. Россия и мир. 2020. № 2 (24). С. 89–102.
4. Ланьшина Т. А., Баринаева В. А., Логинова А. Д., Лавровский Е. П., Понедельник И. В. Опыт локализации и внедрения Целей устойчивого развития в странах — лидерах в данной сфере // Вестник международных организаций. 2019. Т. 14, № 1. С. 207–224. DOI: 10.17323/1996-7845-2019-01-12.
5. Бобылев С. Н., Григорьев Л. М. В поисках новых рамок для Целей устойчивого развития после COVID-19: страны БРИКС (перевод с англ. Белецкая М. Ю.) // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2021. Т. 13, вып. 1. С. 25–51. DOI: 10.38050/2078-3809-2021-13-1-25-51.
6. Регионы России и цели устойчивого развития. Доклад Российской ассоциации содействия ООН 2021. URL: <https://mgimo.ru/about/news/announce/doklad-ras-oon-regiony-rossii-i-ustoychivoe-razvitie-2021/> (дата обращения: 20.01.2023).
7. Захарова Е. Н., Бахова Я. С. Устойчивое развитие территории: теоретические основы и стратегический подход к реализации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Т. 10, № 6А. С. 55–63. DOI: 10.34670/AR.2020.73.94.007.
8. Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Российская Федерация. Аналитический Центр при Правительстве Российской Федерации 2020. 236 с. URL: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR_2020_Russia_Report_Russian.pdf (дата обращения: 20.01.2023).
9. Анализ системы государственного управления по внедрению Повестки устойчивого развития за период 2019 года, истекший период 2020 года. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия: утв. Коллегией Счетной палаты Российской Федерации 26 мая 2020 года // Бюллетень «Цели устойчивого развития». 2020. № 6 (271). 240 с.
10. Bidarbakht-Nia A. Measuring Sustainable Development Goals (SDGs): An Inclusive Approach // Global Policy. 2020. Vol. 11, Issue 1, pp. 56–67. DOI: 10.1111/1758-5899.12774.
11. Дженнари П., Д'Орацио М. Статистический подход к оценке прогресса в достижении ЦУР. Измерение прогресса в достижении ЦУР. ФАО. URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-03/EM_S1_FAO_Trend_RUS.pdf (дата обращения: 05.12.2022).
12. Lafortune G., Woelm F., Valentiny R. Towards a Sound Measure of Government Efforts and Commitments for the SDGs? An overview of policy tracking approaches, tools, frameworks, and major findings in the context of the SDGs and Paris Climate Agreement // UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN). France. 2022. URL: https://irp.cdn-website.com/be6d1d56/files/uploaded/SDSN_Policy%20Tracker_WP_final_checked.pdf (дата обращения: 15.01.2023).
13. Lafortune G., Fuller G., Schmidt-Traub G., Kroll C. How Is Progress towards the Sustainable Development Goals Measured? Comparing Four Approaches for the EU // *Sustainability*. 2020. 12 (18). 7675. DOI: 10.3390/su12187675.
14. Ritchie H., Roser M. Water use and stress. 2018. URL: <https://ourworldindata.org/water-use-stress> (дата обращения: 10.01.2023).
15. Progress on Level of Water Stress. Global status and acceleration needs for SDG Indicator 6.4.2. FAO and UN Water. Rome, 2021. 95 p. DOI: 10.4060/cb6241en.
16. Шикломанов И. А., Маркова О. Л. Проблемы водных ресурсов и перебросок стока в мире. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 196 с.
17. Falkenmark M. The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't It Being Addressed? // *Ambio*. 1989. Vol. 18, No 2. pp. 112–118. URL: <https://www.jstor.org/stable/4313541> (дата обращения: 12.09.2022).
18. Официальная статистическая методология расчета макроэкономических показателей, характеризующих продуктивность и интенсивность использования природных ресурсов: утв. приказом Росстата от 27.11.2020 № 737. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 10.04.2023).
19. Фомина В. Ф. Оценка водопользования регионов России по критериям водообеспеченности, эффективности и устойчивого развития // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2023. Т. 18, № 2. С. 215–240. DOI: 10.17072/1994-9960-2023-2-215-240.
20. Progress on change in water-use efficiency. Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.1. FAO and UN Water. Rome, 2021. 90 p. DOI: 10.4060/cb6413en.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

21. Finel N., Tapio P. Decoupling transport CO₂ from GDP, Finland futures research center, University of Turku. 2012. P. 11–12. URL: https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147511eBook_2012-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 12.04.2021).
22. Luukkanen J., Kaivo-oja J., Vahakari N., O'Mahony T., Korkeakoski M., Panula-Ontto J., Vehmas J., Nguyen Quoc A. Resource efficiency and green economic sustainability transition evaluation of green growth productivity gap and governance challenges in Cambodia // *Sustainable Development*. 2019. Vol. 27, iss. 3. pp. 312–320. DOI: 10.1002/sd.1902.
23. Фомина В. Ф. Социо-эколого-экономическая устойчивость северного региона на основе модели «окно устойчивости» // *Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика»*. 2022. Т. 17, № 2. С. 197–220. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-2-197-220.
24. Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т. Прогнозирование ограничений экономического роста северных регионов на основе оценки «окон устойчивости» // *Арктика и Север*. 2021. № 44. С. 45–63. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.44.45.
25. Румянцев В. А., Коронкевич Н. И., Измайлова А. В. и др. Водные ресурсы рек и водоемов России и антропогенные воздействия на них // *Известия РАН. Серия географическая*. 2021. Т. 85, № 1. С. 120–135. DOI: 10.31857/s258755662101012x.
26. Шикломанов И. А., Бабкин В. И., Балонишникова Ж. А. Водные ресурсы, их использование и водообеспеченность в России: современные и перспективные оценки // *Водные ресурсы*. 2011. Т. 38, № 2. С. 131–141.
27. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Потребление воды: экологический экономический социальный и политический аспекты / *Ин-т водных проблем РАН. М.: Наука, 2006. С. 165–195.*
28. Козинцев А. С. Водная безопасность на Ближнем Востоке и в Северной Африке: новые грани старой проблемы // *Экономические и социальные проблемы России. М., 2021. № 1. С. 88–105.*
29. Chansheng He, Carol P. Harden, Yanxu Liu. Comparison of water resources management between China and the United States // *Geography and Sustainability*. 2020. Vol. 1, Issue 2. P. 98–108. DOI: 10.1016/j.geosus.2020.04.002.
30. Румянцев В. А., Измайлова А. В., Крюков Л. Н. Состояние водных ресурсов озер Арктической зоны Российской Федерации // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2018. Т. 64, № 1. С. 84–100. DOI: 10.30758/0555-2648-2018-64-1-84-100.
31. Измайлова А. В. Удельная водообеспеченность и озерный фонд регионов водного дефицита // *Водное хозяйство России*. 2019. № 5. С. 6–24.
32. Майоров М. А. Вода как драйвер экономического развития Арктики // «Синяя экономика» и проблемы развития Арктики. М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2022. С. 27.

References

1. Sachs J., Lafortune G., Kroll C., Fuller G., Woelm F. From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond. Sustainable Development Report 2022. Cambridge, Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009210058.
2. Zenkina E. V. Sovremennyye podkhody k otsenke ustoichivogo razvitiya stran [Modern approaches to assessing the sustainable development of countries]. *Vestnik RGGU. Seriya "Ekonomika. Upravlenie. Pravo"* [Bulletin of the Russian State Humanitarian University. Series "Economics. Control. Right"], 2021, no. 2, pp. 111–125. (In Russ.). DOI: 10.28995/2073-6304-2021-2-111-125.
3. Kulyabina L. N. Usiliya stran severnoi Evropy po realizatsii tselei ustoichivogo razvitiya [Efforts of the countries of Northern Europe to implement the Sustainable Development Goals]. *Vestnik Diplomaticheskoi akademii MID Rossii. Rossiya i mir* [Bulletin of the Diplomatic Academy of the MFA of Russia. Russia and the world], 2020, no. 2 (24), pp. 89–102. (In Russ.).
4. Lan'shina T. A., Barinova V. A., Loginova A. D., Lavrovskii E. P., Ponedel'nik I. V. Opyt lokalizatsii i vnedreniya Tselei ustoichivogo razvitiya v stranakh — liderakh v dannoi sfere [Experience of localization and implementation of the Sustainable Development Goals in the leading countries in this area]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii* [Bulletin of International Organizations], 2019, vol. 14, no. 1, pp. 207–224. (In Russ.). DOI: 10.17323/1996-7845-2019-01-12.
5. Bobylev S. N., Grigor'ev L. M. V poiskakh novykh ramok dlya Tselei ustoichivogo razvitiya posle COVID-19: strany BRIKS (perevod s angl. Beletskaya M. Yu.) [In search of a new framework for the Sustainable Development Goals after COVID-19: BRICS countries (translated from English by Beletskaya M. Yu.)]. *Nauchnye issledovaniya ekonomicheskogo fakul'teta. Elektronnyi zhurnal* [Scientific Research of the Faculty of Economics. E-journal], 2021, vol. 13, issue 1, pp. 25–51. DOI: 10.38050/2078-3809-2021-13-1-25-51.

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

6. Regiony Rossii i tseli ustoichivogo razvitiya. Doklad Rossiiskoi assotsiatsii sodeistviya OON 2021 [Regions of Russia and the goals of sustainable development. Report of the Russian Assistance Association]. OON [UN], 2021. (In Russ.). Available at: <https://mgimo.ru/about/news/announce/doklad-ras-oon-regiony-rossii-i-ustoychivoe-razvitie-2021> (accessed 20.01.2023).
7. Zakharova E. N., Bakhova Ya. S. Ustoichivoe razvitie territorii: teoreticheskie osnovy i strategicheskii podkhod k realizatsii [Sustainable development of the territory: theoretical foundations and a strategic approach to implementation]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: yesterday, today, tomorrow], 2020, vol. 10, no. 6A, pp. 55–63. (In Russ.). DOI: 10.34670/AR.2020.73.94.007.
8. Dobrovol'nyi natsional'nyi obzor khoda osushchestvleniya Povestki dnya v oblasti ustoichivogo razvitiya na period do 2030 goda [A Voluntary National Review of the Implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development]. *Rossiiskaya Federatsiya. Analiticheskii Tsentri pri Pravitel'stve Rossiiskoi Federatsii* [Analytical Center under the Government of the Russian Federation], 2020, 236 p. (In Russ.). Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR_2020_Russia_Report_Russian.pdf (accessed 01.20.2023).
9. Analiz sistemy gosudarstvennogo upravleniya po vnedreniyu Povestki ustoichivogo razvitiya za period 2019 goda, istekshii period 2020 goda. Otchet o rezul'tatakh ekspertno-analiticheskogo meropriyatiya: utv. Kollegiei Schetnoi palaty Rossiiskoi Federatsii 26 maya 2020 goda [Analysis of the public administration system for the implementation of the Sustainable Development Agenda for the period of 2019, the past period of 2020. Report on the results of the expert and analytical event: Approved by the Board of the Accounts Chamber of the Russian Federation on May 26, 2020]. *Byulleten' "Tseli ustoichivogo razvitiya"* [Sustainable Development Goals Bulletin], 2020, no. 6 (271), 240 p. (In Russ.).
10. Bidarbakht-Nia A. Measuring Sustainable Development Goals (SDGs): An Inclusive Approach. *Global Policy*, 2020, vol. 11, issue 1, pp. 56–67. DOI: 10.1111/1758-5899.12774.
11. Dzhennari P., D'Oracio M. Statisticheskij podhod k ocenke progressa v dostizhenii CUR. Izmerenie progressa v dostizhenii CUR [A statistical approach to assessing progress towards the SDGs. Measuring progress towards the SDGs]. *FAO* [FAO]. (In Russ.). Available at: https://unece.org/sites/default/files/2021-03/EM_S1_FAO_Trend_RUS.pdf (accessed 05.12.2022).
12. Lafortune G., Woelm F., Valentiny R. Towards a Sound Measure of Government Efforts and Commitments for the SDGs? An overview of policy tracking approaches, tools, frameworks, and major findings in the context of the SDGs and Paris Climate Agreement. *UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN). France*, 2022. Available at: https://irp.cdn-website.com/be6d1d56/files/uploaded/SDSN_Policy%20Tracker_WP_final_checked.pdf (accessed 15.01.2023).
13. Lafortune G., Fuller G., Schmidt-Traub G., Kroll C. How Is Progress towards the Sustainable Development Goals Measured? Comparing Four Approaches for the EU. *Sustainability*, 2020, 12 (18), 7675. DOI: 10.3390/su12187675.
14. Ritchie H., Roser M. Water use and stress. 2018. Available at: <https://ourworldindata.org/water-use-stress> (accessed 10.01.2023).
15. Progress on Level of Water Stress. Global status and acceleration needs for SDG Indicator 6.4.2. *FAO and UN Water*. Rome, 2021, 95 p. DOI: 10.4060/cb6241en.
16. Shiklomanov I. A., Markova O. L. *Problemy vodnykh resursov i perebrosok stoka v mire* [Problems of water resources and water transfer in the world]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1987, 196 p. (In Russ.).
17. Falkenmark M. The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't It Being Addressed? *Ambio*, 1989, vol. 18, no. 2, pp. 112–118. Available at: <https://www.jstor.org/stable/4313541> (accessed 12.09.2022).
18. Ofitsial'naya statisticheskaya metodologiya rascheta makroekonomicheskikh pokazatelei, kharakterizuyushchikh produktivnost' i intensivnost' ispol'zovaniya prirodnnykh resursov: utv. prikazom Rosstata ot 27.11.2020 № 737 [Official statistical methodology for calculating macroeconomic indicators characterizing the productivity and intensity of the use of natural resources: Approved by order of Rosstat dated November 27, 2020 No. 737]. (In Russ.). Available at: <https://rosstat.gov.ru> (accessed 10.04.2023).
19. Fomina V. F. Otsenka vodopol'zovaniya regionov Rossii po kriteriyam vodoobespechennosti, effektivnosti i ustoichivogo razvitiya [Evaluation of water use in the regions of Russia according to the criteria of water supply, efficiency and sustainable development]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya "Ekonomika"* [Bulletin of the Perm University. Series "Economics"], 2023, vol. 18, no. 2, pp. 215–240. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9960-2023-2-215-240.
20. Progress on change in water-use efficiency. Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.1. *FAO and UN Water*. Rome, 2021, 90 p. DOI: 10.4060/cb6413en.
21. Finel N., Tapio P. *Decoupling transport CO₂ from GDP*, Finland futures research center, University of Turku, 2012, pp. 11–12. Available at: https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147511eBook_2012-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (accessed 12.04.2021).

РАЦИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГОСБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

22. Luukkanen J., Kaivo-oja J., Vahakari N., O'Mahony T., Korkeakoski M., Panula-Ontto J., Vehmas J., Nguyen Quoc A. Resource efficiency and green economic sustainability transition evaluation of green growth productivity gap and governance challenges in Cambodia. *Sustainable Development*, 2019, vol. 27, iss. 3, pp. 312–320. DOI: 10.1002/sd.1902.
23. Fomina V. F. Socio-ekologo-ekonomicheskaya ustojchivost' severnogo regiona na osnove modeli "okno ustojchivosti" [Socio-ecological and economic sustainability of the northern region based on the "sustainability window" model]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya "Ekonomika"* [Bulletin of the Perm University. Series "Economics"], 2022, vol. 17, no. 2, pp. 197–220. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9960-2022-2-197-220.
24. Druzhinin P. V. Sotsio-ekologo-ekonomicheskaya ustojchivost' severnogo regiona na osnove modeli "okno ustojchivosti" [Forecasting restrictions on economic growth in the northern regions based on the assessment of "sustainability windows"]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2021, no. 44, pp. 45–63. (In Russ.). DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.44.45.
25. Rumyantsev V. A., Koronkevich N. I., Izmailova A. V., Georgiadi A. G., Zaitseva I. S., Barabanova E. A., Drabkova V. G., Korneenkova N. Yu. Vodnye resursy rek i vodoemov Rossii i antropogennye vozdeistviya na nikh [Water resources of rivers and reservoirs in Russia and anthropogenic impacts on them]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the RAS. Geographic series], 2021, vol. 85, no. 1, pp. 120–135. (In Russ.). DOI: 10.31857/s258755662101012x.
26. Shiklomanov I. A., Babkin V. I., Balonishnikova Zh. A. Vodnye resursy, ikh ispol'zovanie i vodoobespechennost' v Rossii: sovremennyye i perspektivnyye otsenki [Water resources, their use and water availability in Russia: current and prospective assessments]. *Vodnye resursy* [Water resources], 2011, vol. 38, no. 2, pp. 131–141. (In Russ.).
27. Danilov-Danil'yan V. I., Losev K. S. *Potrebleniye vody: ekologicheskii ekonomicheskii sotsial'nyi i politicheskii aspekty* [Water consumption: environmental, economic, social and political aspects]. In: *t vodnykh problem RAN*. Moscow, Nauka [Institute of Water Problems RAS. Moscow, Science], 2006, pp. 165–195. (In Russ.).
28. Kozintsev A. S. Vodnaya bezopasnost' na Blizhnem Vostoke i v Severnoi Afrike: novye grani staroi problemy [Water security in the Middle East and North Africa: new facets of an old problem]. *Ekonomicheskije i social'nyye problemy Rossii* [Economic and social problems of Russia]. Moscow, 2021, no. 1, pp. 88–105. (In Russ.).
29. Chansheng He, Carol P. Harden, Yanxu Liu. Comparison of water resources management between China and the United States. *Geography and Sustainability*, 2020, vol. 1, issue 2, pp. 98–108. DOI: 10.1016/j.geosus.2020.04.002.
30. Rumyantsev V. A., Izmailova A. V., Kryukov L. N. Sostoyaniye vodnykh resursov ozer Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii [The state of water resources of the lakes of the Arctic zone of the Russian Federation]. *Problemy Arktiki i Antarktiki* [Problems of the Arctic and Antarctic], 2018, vol. 64, no. 1, pp. 84–100. (In Russ.). DOI: 10.30758/0555-2648-2018-64-1-84-100.
31. Izmailova A. V. Udel'naya vodoobespechennost' i ozernyi fond regionov vodnogo defitsita [Specific water supply and lake water supply in water-scarce regions]. *Vodnoye hozyajstvo Rossii* [Water management of Russia], 2019, no. 5, pp. 6–24. (In Russ.).
32. Maiorov M. A. Voda kak draiver ekonomicheskogo razvitiya Arktiki [Water as a driver of the economic development of the Arctic]. *"Sinyaya ekonomika" i problemy razvitiya Arktiki* ["Blue economy" and problems of development of the Arctic]. Moscow, MGU imeni M. V. Lomonosova [MSU named after M. V. Lomonosov], 2022, p. 27. (In Russ.).

Об авторе:

В. Ф. Фомина — канд. тех. наук, старший научный сотрудник.

About the author:

V. F. Fomina — PhD (Engineering), Senior Researcher.

Статья поступила в редакцию 1 августа 2023 года.

Статья принята к публикации 8 ноября 2023 года.

The article was submitted on August 1, 2023.

Accepted for publication on November 8, 2023