

15. Ho Y. S., McKay G. Sorbcija Cu(2+) iz vodnyh rastvorov torfom. Sorption of copper (II) from aqueous solution by peat. *Water, Air, and Soil Pollut.* 2004. 158, № 1-4. – S. 77-97.
16. Sun Q. Y., Lu P., Yang L. Z. Adsorbicija svinca i medi iz vodnyh rastvorov modificirovannym torfom. The adsorption of lead and copper from aqueous solution on modified peat-resin particles. *Environ. Geochem. and Health.* 2004. 26, № 2. – S. 311-317.
17. Dremicheva E. S. Izuchenie kinetiki sorbcii na torfe ionov zheleza(III) i medi(II) iz stochnyh vod/Vestn. Mosk. un-ta. ser. 2. Himija. 2017. t. 58. № 4.
18. Zhitenjov, B. N. Issledovanie sorbcionnyh svojstv briketirovannogo torfa dlja ochistki stochnyh vod ot ionov tjazhelyh metallov / Zhitenjov B. N., Senchuk D. D. // Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, BrGTU, 2019, № 2 (104) / Vodohozjajstvennoe stroitel'stvo, teplojenergetika, geojekologija, S. 61-65.
19. Zhitenev B. N., Gurinovich A. D., Senchuk D. D. Issledovanie sorbcionnyh svojstv briketirovannogo torfa dlja ochistki stochnyh vod ot ionov kadmija, svinca i medi // Vestnik MGSU. 2020. T. 15. Vyp. 11. S. 1534–1545. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.11.1534-1545.

УДК 556.18+330

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*О. И. Исаев, к. э. н., старший научный сотрудник, ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ  
им. А. Н. Костякова», Москва, Россия, e-mail: issaevoleg@mail.ru*

### **Реферат**

Статья посвящена вопросам управления водохозяйственным комплексом в России на основе экономической оценки водных ресурсов. Рассмотрены доступность и спрос на водные ресурсы в разных регионах Российской Федерации. Предложена оценка водообеспеченности регионов с учетом среднего многолетнего стока рек. Проанализированы факторы, влияющие на экономическую оценку водных ресурсов. Предложены подходы к совершенствованию экономической оценки водных ресурсов в том числе на основе международного опыта.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, водохозяйственный комплекс, экономическая оценка водных ресурсов, дефицит водных ресурсов, источники финансирования водохозяйственного строительства

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF WATER MANAGEMENT BASED ON THE WATER RESOURCES ECONOMIC ASSESSMENT ENHANCEMENT**

**O. I. Isaev**

### **Abstract**

The article is devoted to the issues of improving the economic assessment of water resources in the management of the water management complex. The availability and use of water resources in the regions of the Russian Federation are considered. An assessment of the water availability of the regions is proposed, taking into account the average long-term river flow. The factors influencing the economic

assessment of water resources are considered. Approaches to improving the economic assessment of water resources are proposed

**Keywords:** water resources, water management complex, economic assessment of water resources, water scarcity.

### **Введение**

Одной из важнейших проблем, с которыми сталкивается человечество в начале XXI века, считается изменение климата и его последствия. Повышение средней температуры климатической системы Земли, происходящее уже более века, имеет как естественные, так и антропогенные причины. Потепление может оказывать влияние на изменения ряда сопутствующих климатических характеристик в климатической системе. В частности, это касается гидрологического цикла, таких показателей как средние сезонные осадки и показатели экстремальности режима осадков, облачность, сезонный снежный покров, речной сток, замерзание и вскрытие рек.

Увеличение средней температуры, наряду с ростом мировой экономики и экстенсивным развитием сельского хозяйства с целью обеспечить растущее население планеты доступным продовольствием, обуславливают увеличение объемов использования водных ресурсов. Это, в свою очередь, является предпосылкой к росту объемов водохозяйственного строительства.

В сложившихся условиях вода становится стратегическим ресурсом развития стран, а ее добыча, подготовка и транспортировка – важнейшими государственными задачами. Основная функция государственного управления водным хозяйством – создание условий для обеспечения населения и экономики водными ресурсами, рационального водопользования в стране, необходимого уровня финансирования водного хозяйства, улучшения качества водных ресурсов, сокращения неблагоприятного воздействия вод.

С точки зрения экономических отношений, связанных с использованием и охраной водных ресурсов, важное значение имеет обоснованное введение экономической оценки водных ресурсов в практику формирования платежей за их использование и ее дифференциация с учетом природных и социально-экономических факторов. Ее использование в системе управления водохозяйственной деятельностью позволит обеспечить финансовую и организационную основу модернизации водохозяйственного комплекса. Негативное следствие неравномерности распределения водных ресурсов обуславливается не столько разными показателями удельной водообеспеченности в расчете на единицу площади, сколько их расхождением с плотностью населения и распределения производственных сил по территории. Сопоставив средние многолетние значения поверхностных водных ресурсов с площадью субъектов Российской Федерации, можно ранжировать территорию по естественной водообеспеченности ( $\text{км}^3 / \text{год}$  речного стока на  $1 \text{ км}^2$  территории региона), без учета подземных вод и перераспределения стока. Выполненный расчет удельной водообеспеченности субъектов Российской Федерации за счет поверхностных водных ресурсов показал, что эта величина изменяется от  $0,01$  до  $6,5 \text{ км}^3 / \text{год}$  с  $1 \text{ км}^2$ . На основе экспертной оценки выделены определенные градации удельной водообеспеченности регионов в зависимости от удельного показателя. Удельная водообеспеченность определяет теоретическую возможность подачи водных ресурсов, и чем она ниже – тем выше стоимость ресурса, что означает рост необходимости государственной поддержки.

Управление использованием водных ресурсов призвано решить ряд основных проблем. Среди них стоит отметить значительный рост материального ущерба от негативного воздействия вод, который не в последнюю очередь вызван старением основных фондов водохозяйственного комплекса.

Недостаточная эффективность действующей в России системы управления водохозяйственной деятельностью является одной из главных причин кризисного состояния водного хозяйства. Совершенствование организации системы управления, в том числе, экономических взаимоотношений при использовании и охране водных ресурсов, должно стать основой решения существующих проблем водохозяйственного комплекса. С точки зрения экономических отношений, связанных с использованием и охраной водных ресурсов, важное значение имеет обоснованное введение экономической оценки водных ресурсов в практику формирования платежей за их использование и ее дифференциация с учетом природных и социально-экономических факторов. Ее использование в системе управления водохозяйственной деятельностью позволит обеспечить финансовую и организационную основу модернизации водохозяйственного комплекса Российской Федерации. Экономическая оценка водных ресурсов призвана учитывать доступные объемы, спрос и фактическую нагрузку, качество воды и другие факторы.

Россия является одним из богатейших государств мира по запасам пресных поверхностных и подземных вод, суммарный объем которых составляет около 50 тыс. км<sup>3</sup>, или 20 % мировых запасов. Ежегодно в экономике используется около 65,7 км<sup>3</sup> свежей воды из водных объектов, а остальной объем – за счет систем оборотного водоснабжения и повторного использования вод (таблица 1).

Таблица 1 – Использование водных ресурсов в народном хозяйстве Российской Федерации, млрд м<sup>3</sup>/год

Забор воды из природных водных объектов					
65 632,2					
Пресная вода				Морская вода	
61 663,5				3 344,9	
из подземных источников		из поверхностных источников			
10 657,5		67 167			
Суммарный расход свежей воды					
66 756					
на производственные нужды	на хозяйственно-питьевые нужды	на орошение и с/х водоснабжение	на прочие нужды		
25510,7	7357,2	6199,0	3 860		
Суммарные безвозвратные потери					
6 834					
Водоотведение (кроме транзитного сброса)					
в поверхностные водные объекты				в накопители	в подземные горизонты
36 169,3					
нормативно-чистых	Загрязненных		нормативно очищенных		
	11325,8				
21627,2	Без очистки	Недостаточно-очищенных	3216,4	1500	145
	2150,2	15 354			

Примечание – Рассчитано по данным [1–3].

При наличии значительных объемов водных ресурсов в Российской Федерации существует неравномерное их распределение по территории, а поверхностные воды значительно изменяются во времени. При этом негативное следствие неравномерности распределения водных ресурсов обуславливается не столько разными показателями удельной водообеспеченности в расчете на единицу площади, сколько их расхождением с плотностью населения и распределения производственных сил по территории. На одного жителя России в среднем приходится около 27,3 тыс. м<sup>3</sup> воды в год, при этом, если в Дальневосточном регионе – 297 тыс. м<sup>3</sup>, то на европейской части России – менее 3 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год. Это ниже, чем удельная водообеспеченность на 1 жителя в европейских странах (4,9 тыс. м<sup>3</sup>) и значительно ниже среднего мирового показателя (12,6 тыс. м<sup>3</sup>). Стабильное обеспечение населения и в первую очередь, всех экономических агентов необходимыми ресурсами, является конечной целью управления водопользованием.

Сопоставив средние многолетние значения поверхностных водных ресурсов с площадью субъектов Российской Федерации, можно ранжировать территорию России по естественной водообеспеченности (км<sup>3</sup> / год речного стока на 1 км<sup>2</sup> территории региона), без учета подземных вод и перераспределения стока. Выполненный расчет удельной водообеспеченности субъектов Российской Федерации за счет поверхностных водных ресурсов показал, что эта величина изменяется от 0,01 до 6,5 км<sup>3</sup> / год с 1 км<sup>2</sup>. На основе экспертной оценки можно выделить определенные градации удельной водообеспеченности регионов в зависимости от удельного показателя:

- 1) критическая;
- 2) низкая;
- 3) недостаточная;
- 4) удовлетворительная;
- 5) достаточная;
- 6) высокая;
- 7) очень высокая.

Удельная водообеспеченность определяет теоретическую возможность подачи водных ресурсов, и чем она ниже – тем выше стоимость ресурса, что означает рост необходимости государственной поддержки. Составлена карта, где цветом показана ситуация с осредненным поверхностным стоком.



**Рисунок 1 – Удельная обеспеченность поверхностными водными ресурсами субъектов Российской Федерации**

Из-за неравномерности распределения прежде всего, речного стока, в некоторых регионах проблема водообеспечения стоит очень остро, существует дефицит водных ресурсов. Это относится к югу европейской территории России, где сконцентрирован огромный промышленный и сельскохозяйственный потенциал страны, значительная часть населения, и на этот регион приходится только около 8 % общего годового стока рек. Наименее водообеспеченными регионами страны являются Калмыкия и Крым. Незначительные объемы речного стока определяют дефицит водных ресурсов, который выступает лимитирующим фактором развития субъектов Российской Федерации. Низкая водообеспеченность поверхностными водными ресурсами на юге страны осложняет условия судоходства в меженный период, а также рыборазведения и орошения земель. Проведенный в 2023 году во ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова анализ антропогенной нагрузки на водные объекты за счет их использования с изъятием, показал, что, например, в Калмыкии водные ресурсы исчерпаны (потребление превышает 74 %), в Ставропольском крае – близки к исчерпанию (потребление 54 %) [4]. Исчерпание ресурса не должно означать ограничение хозяйственной деятельности, а лишь свидетельствует о необходимости государственного вмешательства [5], направленного на сокращения непроизводительных потерь и перераспределение стока из регионов с высокой и очень высокой водообеспеченности с использованием современных технологий водообеспечения.

В связи с упомянутыми выше общепланетарными климатическими изменениями чаще возникают периоды сниженного относительно нормы речного стока, увеличивается их продолжительность в многолетнем разрезе. В современных научных трудах встречается термин «водный стресс», который, в соответствии со Всемирной программой оценки воды (WWAP), определяется [8] как недостаток водных ресурсов надлежащего качества для обеспечения потребностей населения и окружающей среды. Оценка уровня водного стресса определяется как отношение водозабора из водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам. По сути этот показатель близок к принятой у нас оценке антропогенной нагрузки на водные объекты. Так, если это отношение меньше 10 %, то водный стресс отсутствует, при показателе от 10 % до 20 % фиксируется слабый недостаток воды, от 20 % до 40 % – умеренная нехватка, а при отношении более 40 % говорится о водном стрессе (высокий уровень нехватки воды).

Однако с учетом региональных природно-хозяйственных условий, в некоторых регионах используют, помимо поверхностных, и подземные водные ресурсы. Например, в Омской области, которая относится к градации «умеренная водообеспеченность» за счет речного стока в народном хозяйстве интенсивно используются подземные воды (забирается около 90 % из разведанных утвержденных запасов подземных вод). При этом в среднем по стране используется не более 15 % от утвержденных запасов подземных вод [3].

В разрезе видов экономической деятельности наибольшие объемы использования воды для производственных нужд отмечаются для категории «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», в первую очередь, для гидроэнергетики [1]. Другими основными пользователями водных ресурсов выступают промышленность, сельское и жилищно-коммунальное хозяйство, водный транспорт.

При использовании поверхностных вод для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения серьезной проблемой является ухудшение их качества. Основные причины – использование устаревших технологий и сброс недостаточно очищенных стоков в водные объекты. Практически все поверхностные, а в настоящее время и часть подземных водных объектов (особенно в европейской части страны в районах размещения крупных промышленных и сельскохозяйственных комплексов), значительно загрязнены. Эффективное управление водохозяйственным комплексом должно обеспечивать очистку водных источников как за счет государственных, так и за счет внебюджетных источников.

Состояние гидротехнических сооружений водохозяйственного комплекса, обеспечивающих использование водных ресурсов, сохранение водного фонда и защиту от вредного воздействия вод, во многих случаях является неудовлетворительным. Затопление, вызванное паводком и прорывом дамб, в том числе, крупных населенных пунктов в Оренбургской и Тюменской областях весной 2024 года – одно из подтверждений критической ситуации. По данным [6] средний процент износа крупных ГТС составляет 56 %, средних – 34 %, физический износ значительной части мелиоративных систем достигает 80 %. Ситуация усугубляется многообразием форм собственности и ведомственной принадлежности гидротехнических сооружений, большим количеством бесхозных объектов. Для полноценного удовлетворения потребностей населения и отраслей экономики в воде требуемого качества необходима реконструкция значительной части гидротехнических сооружений водохозяйственного комплекса России. Основная обязанность по финансированию мероприятий по ремонту, реконструкции и модернизации гидротехнических сооружений должна быть возложена на государство, что оправдано требованиями обеспечения продовольственной безопасности страны.

Для водопользования в России характерна значительная доля безвозвратного водопотребления. Большие потери отмечаются в промышленности, жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве. Сложившаяся структура производства в отраслях промышленности определяет высокий уровень потребления воды в расчете на один рубль ВВП. При этом использование воды в России уменьшается.

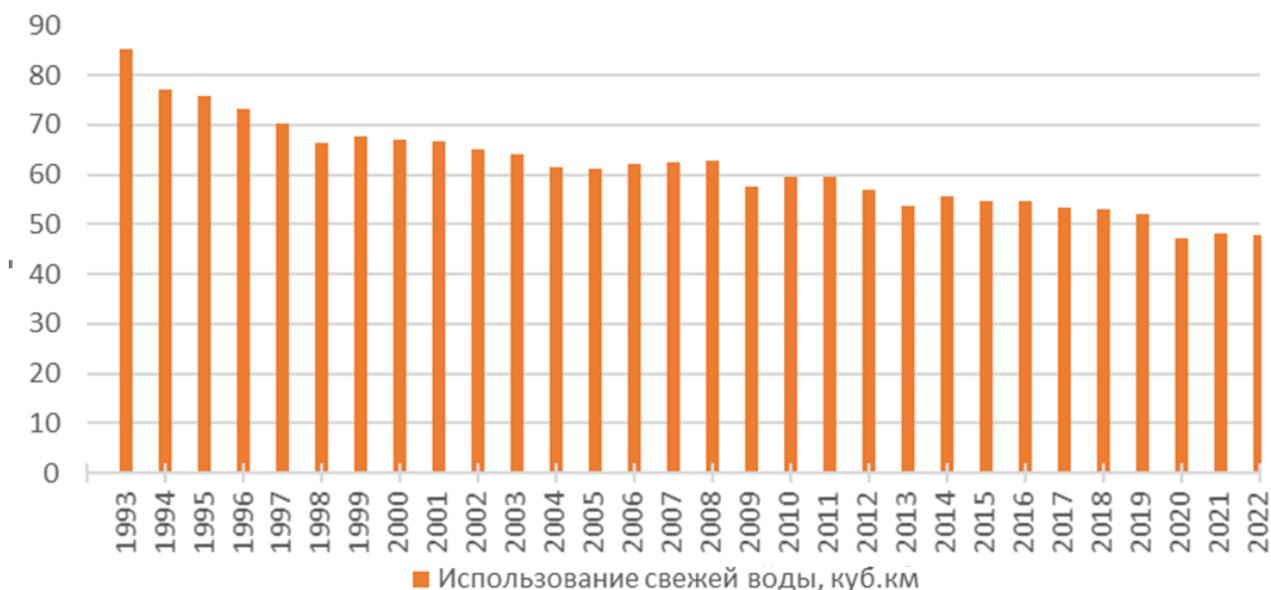


Рисунок 2 – Использование воды в Российской Федерации (по данным Росводресурсов)

Динамика использования водных ресурсов на единицу ВВП косвенно характеризует эффективность управления водохозяйственным комплексом. Удельная водоемкость экономики России сокращается. В соответствии с [3] она составила 0,74 куб. м/тыс. руб. Удельная водоемкость ВВП – показатель эффективности по стране в целом, который высчитывается по формуле (1) как отношение общего объема водозабора к валовому внутреннему продукту.

$$УВ = V_{\text{забор}} / \text{ВВП} , \quad (1)$$

где УВ – удельная водоемкость ВВП;  $V_{\text{забор}}$  – общий объем водозабора, км<sup>3</sup>; ВВП – валовый внутренний продукт, рублей.

Для оценки эффективности водохозяйственной деятельности важна динамика показателя удельной водоемкости в многолетнем разрезе. Однако колебания мировых цен на углеводороды вносит искажение в этот показатель, определяя его флуктуации, не отражающие реальные хозяйственные изменения.

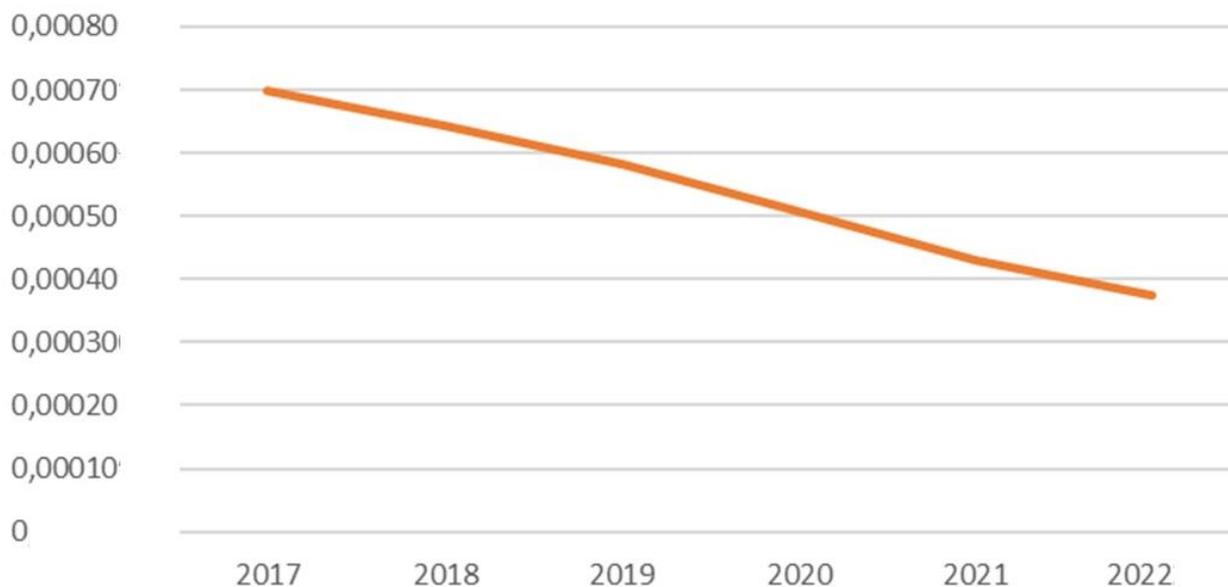
При сравнении структуры бюджетов России и Беларуси глобальным отличием будет доля нефтегазовых доходов (в Российской Федерации – до последнего времени в структуре ВВП занимало нефтегазовая сфера, однако сейчас доля сокращается). И если с точки зрения наполнения бюджета, наличие богатых природных ресурсов, безусловно, играет важнейшую роль в вопросе баланса бюджета Российской Федерации, то, с точки зрения оценки эффективности тех или иных бюджетных инструментов, высокая зависимость от углеводородов порождает дисбаланс.

Нефтегазодобывающий сектор потребляет воду в технологических целях, во вспомогательных процессах и для бытовых нужд в незначительных относительно объемов добычи объемах. С применением заводнения сегодня добывается более 86% нефти. При этом в пласты закачивается примерно 1 млрд м<sup>3</sup> воды в год, в том числе 700 - 750 млн м<sup>3</sup> пресной. При этом почти 700 млн.т пластовых вод откачивается вместе с нефтью. Таким образом на 1 тонну добытой нефти требуется всего от 2 до 15 м<sup>3</sup> воды (в зависимости от системы заводнения). Водоемкость переработки нефти, нефтехимии еще меньше (в расчете на единицу прибавочного продукта). Таким образом, использование воды при наиболее водоемких сегментах нефтегазовой сферы остается незначительным в сравнении с другими отраслями народного хозяйства, использование воды в нефтегазовой сфере незначительно.

В связи с высокой долей нефтегазовых доходов в структуре ВВП России, представляется целесообразным при оценке динамики удельной водоемкости экономики дополнительно рассматривать лишь «не нефтегазовую» часть ВВП России. Волатильность цен на сырьевых рынка искажает оценку использования водных ресурсов в народном хозяйстве. В связи с этим, в целях мониторинга динамики водоемкости экономики, предлагается рассматривать «не нефтегазовый» валовый внутренний продукт Российской Федерации, который представляет собой разницу между совокупным объемом ВВП и валовой добавленной стоимостью, созданной в нефтегазовом секторе. Тогда формула удельной водоемкости ВВП страны принимает вид

$$УВ_{\text{очищен}} = V_{\text{забор}} / ВВП_{\text{нефтегаз}} \quad (1А)$$

где  $УВ_{\text{очищен}}$  – очищенная удельная водоемкость ВВП страны;  $V_{\text{забор}}$  – общий объем водозабора страны, км<sup>3</sup>;  $ВВП_{\text{нефтегаз}}$  – валовый внутренний продукт страны без учета нефтегазовой сферы, руб.



**Рисунок 3 – Динамика удельной водоемкости экономики Российской Федерации (не нефтегазовый ВВП)**

Использования предложенного показателя, как видно из рисунка 3, более наглядно демонстрирует снижение водоемкости в реальном секторе экономики.

Анализ мирового опыта показывает, что платность водопользования является одним из основных экономических инструментов государственного управления водохозяйственной деятельностью и необходимым условием ее эффективности. Согласно Дублинским принципам 1992 года, вода во всех формах ее использования имеет экономическую ценность и должна признаваться экономическим благом [7].

Определение ставок платы за водопользование должно проводиться с учетом экономической оценки водных ресурсов, которая зависит от наличия доступных водных ресурсов, спроса и фактической нагрузки на водные объекты и других факторов. Система платежей не должна являться сдерживающим фактором общеэкономического роста и сбалансированного развития отраслей экономики, региональных и локальных комплексов производства и расселения, а водные ресурсы должны быть общедоступны.

Опыт ведущих мировых стран свидетельствует, что затраты в водном хозяйстве, в том числе, капитальные затраты на водохозяйственное строительство, могут практически полностью финансироваться за счет водопользователей, за исключением водообеспечения низкорентабельной хозяйственной деятельности, связанным с орошаемым земледелием, обеспечением доставки воды сельскому населению.

### Список цитированных источников

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году // Минприроды. – URL: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/gosudarstvennyu\\_doklad\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoj\\_federatsii\\_v\\_2022](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvennyu_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoj_federatsii_v_2022) (дата обращения: 13.02.2024).
2. Несмелов, Н. М. Удельная водоемкость ВВП. Итоги водной стратегии российской федерации на период до 2020 года / Н. М. Несмелов // Геогр. среда и живые системы, 2022. – № 3.
3. Доклад о реализации отраслевого документа стратегического планирования – Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года, утв. распор. Правительства Росс. Федер., 27 авг. 2009 г. № 1235-р. – URL: [https://www.mnr.gov.ru/docs/doklady\\_o\\_realizatsii\\_otraslevykh\\_dokumentov\\_strategicheskogo\\_planirovaniya/doklad\\_o\\_realizatsii\\_otraslevogo\\_dokumenta\\_strategicheskogo\\_planirovaniya\\_vodnoy\\_strategii\\_rossiysko/?special\\_version=N&ysclid=ltpnz8tpyo298014771](https://www.mnr.gov.ru/docs/doklady_o_realizatsii_otraslevykh_dokumentov_strategicheskogo_planirovaniya/doklad_o_realizatsii_otraslevogo_dokumenta_strategicheskogo_planirovaniya_vodnoy_strategii_rossiysko/?special_version=N&ysclid=ltpnz8tpyo298014771) (дата обращения: 13.02.2024).
4. Шевченко, В. А. Новый этап развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса Российской Федерации / В. А. Шевченко, С. Д. Исаева, Э. Б. Дедова // Вестник РАН, 2023. – Т. 93. – № 4. – С. 355–361.
5. Шевчук, А. В. Платежи предприятий за пользование поверхностными водными объектами в условиях рыночной экономики / А. В. Шевчук, С. П. Анисимов, А. И. Артеменков ; под ред. А. В. Шевчука. – М. : Белый ветер, 2021. – 469 с.
6. Ольгаренко, Г. В. Концепция государственной программы «Восстановление и развитие мелиоративного комплекса Российской Федерации на период 2020–2030 годов» / Г. В. Ольгаренко, С. М. Васильев, Г. Т. Балакай // Мин-во сельского хоз-ва Росс. Федерации : Департамент мелиорации : Всеросс. научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» : Росс. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Новочеркасск : РосНИИПМ, 2019. – 127 с.
7. Бик, И. ван Планирование и управление водохозяйственными системами : введ. в методы, модели и прил. : [пер. с англ.] / И. ван Бик, П. Лаукс ; под ред. М. В. Селиверстовой ; Федер. агентство вод. ресурсов. – М. : Юстицинформ, 2009. – 659 с.
8. Всемирный доклад ООН о состоянии водных ресурсов / коллект. авт. Всемирная программа ЮНЕСКО по оценке водных ресурсов // Цифровая библиотека UNESDOC. – ЮНЕСКО. – URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_rus) (дата обращения: 29.07.2024).

### References

1. Gosudarstvennyj Doklad O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2022 godu.
2. Nesmelov, N. M. Udel'naja vodojmkost' VVP. Itogi vodnoj strategii rossijskoj federacii na period do 2020 goda.
3. Doklad o realizacii otraslevogo dokumenta strategicheskogo planirovaniya - Vodnoj strategii Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda, utverzhdennoj rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 27.08.2009 № 1235-r (data publikacii 03.06.2021) – Rezhim dostupa: [https://www.mnr.gov.ru/docs/doklady\\_o\\_realizatsii\\_otraslevykh\\_dokumentov\\_strategicheskogo\\_planirovaniya/doklad\\_o\\_realizatsii\\_otraslevogo\\_dokumenta\\_strategicheskogo\\_planirovaniya\\_vodnoy\\_strategii\\_rossiysko/?special\\_version=N&ysclid=ltpnz8tpyo298014771](https://www.mnr.gov.ru/docs/doklady_o_realizatsii_otraslevykh_dokumentov_strategicheskogo_planirovaniya/doklad_o_realizatsii_otraslevogo_dokumenta_strategicheskogo_planirovaniya_vodnoy_strategii_rossiysko/?special_version=N&ysclid=ltpnz8tpyo298014771) data obrashhenija: 13.02.2024).
4. Shevchenko, V. A. Novyj jetap razvitija meliorativno-vodohozjajstvennogo kompleksa rossijskoj federacii / V. A. Shevchenko, S. D. Isaeva, Je. B. Dedova // Vestnik RAN, 2023, T. 93, № 4. – S. 355-361.
5. Platezhi predpriyatij za pol'zovanie poverhnostnymi vodnymi ob#ektami v uslovijah rynochnoj jekonomiki / Shevchuk A. V., Anisimov S. P., Artemenkov A. I. ; pod redakciej A. V. Shevchuka. – Moskva : Belyj veter, 2021. - 469 s.
6. Ol'garenko, G. V. Konceptija gosudarstvennoj programmy «Vosstanovlenie i razvitie meliorativnogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period 2020-2030 godov» / G. V. Ol'garenko, S. M. Vasil'ev, G. T. Balakaj // Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Rossijskoj Federacii, Departament melioracii, Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut sistem oroshenija i sel'hozvodosnabzhenija «Raduga» (FGBNU VNII «Raduga»), Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie «Rossijskij nauchno-

issledovatel'skij institut problem melioracii» (FGBNU «RosNIIPM»). - Novocherkassk : RosNIIPM, 2019. – 127 s.

7. Bik, I. van. Planirovanie i upravlenie vodohozhajstvennymi sistemami: vvedenie v metody, modeli i prilozhenija / I. van Bik, P. Lauks ; pod red. M. V. Seliverstovoj ; [per. s angl.: A. E. Asarin i dr.] ; Federal'noe agentstvo vodnyh resursov. – Moskva : Justicinform, 2009. – 659 s.

8. Vsemirnyj doklad Organizacii Ob#edinennyh Nacij o sostojanii vodnyh resursov [V Internete] / avt. Vsemirnaja programma JuNESKO po ocenke vodnyh resursov // Cifrovaja biblioteka UNESDOC. JuNESKO, 2017 g. 29.07.2024 g. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_rus).

УДК 697.1

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

*Ю. В. Каперейко, ассистент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции,  
Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь,  
e-mail: yulya.kapereyko@mail.ru*

### **Реферат**

В данной статье представлены результаты изучения современных методов регулирования систем теплоснабжения гражданских зданий и энергосберегающих мероприятий. Приведен пример совмещения некоторых методов регулирования в единую систему. Рассмотрен вариант предполагаемой ресурсосберегающей системы водяного отопления с комплексным учетом параметров микроклимата, теплоэнергетических показателей и климатических факторов. Показаны положительные и отрицательные стороны использования того или иного способа регулирования системами отопления зданий. Предлагается вариант использования нейронных сетей для реализации энергоэффективного подхода при эксплуатации систем отопления жилых и общественных зданий и для поддержания в них более точных параметров микроклимата помещений.

**Ключевые слова:** энергосбережение, регулирование теплопотребления, потребление энергии, энергоэффективность.

## **MODERN METHODS OF REGULATING HEAT SUPPLY SYSTEMS OF CIVIL BUILDINGS AND ENERGY-SAVING MEASURES**

**Y. V. Kapereyko**

### **Abstract**

The article presents the results of studying modern methods of regulating heat supply systems for civil buildings and energy-saving measures. A variant of combining some control methods into a single system is given. The positive and negative sides of using one or another method of regulation by building heating systems are shown. A variant of the proposed resource-saving water heating system with integrated consideration of microclimate parameters, thermal energy indicators and climatic factors is considered.