

05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология

Оригинальная статья

УДК 502/504:556.18

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-83-90

АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ МАЛЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

СЕВРЮГИНА НАДЕЖДА САВЕЛЬЕВНА^{1✉}, канд. техн. наук, доцент
sevruginans@rgau-msha.ru

ФОМИН АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ¹, канд. техн. наук, доцент
sachafomin@mail.ru

ЛОСЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ¹, младший научный сотрудник
drace140499@gmail.com

ВОЙТОВИЧ ЕЛЕНА ВАЛЕРЬЕВНА^{2,3}, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник
e.voitovich@mail.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; г. Москва, Тимирязевская, 49, Россия

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, Россия

³ Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН); 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, 21, Россия

В статье раскрывается глобальность проблемы не только сохранения водных ресурсов, но и поиска путей их возобновления. Обоснована значимость снижения влияния человеческого фактора на состояние водных объектов, граничащих с урбанизированными пространствами. Целью исследований явилось обоснование концепции гармонизации урбанизированных территорий и малых водных объектов путем восстановления природной идентичности окружающей среды во взаимосвязи триады «Технологии-техника-цифровизация». Для решения проблемы предложено перевести исследования в научно-теоретическую плоскость, применив предикатную аналитику, риск-анализ и IT-технологии моделирования цифровых двойников среды обитания. Отмечается, что современные технологии позволяют учесть факторные риски и откорректировать управленческие решения для получения планируемого результата по восстановлению экоидентичности отдельно взятого водного объекта, а в итоге – всего урбанизированного комплекса для устойчивого существования на долгосрочном временном периоде. Рассмотрение водных объектов проводится с позиций теории объектно-компонентного моделирования взаимосвязи триады «Технологии-техника-цифровизация». Выполнено объектное описание в архитектурной схеме маргинальной и акцентированной характеристики системных компонентов влияния. Представлена инфограмма взаимосвязи триады «Технологии-техника-цифровизация» в системе поддержания природной идентичности в полном жизненном цикле водных объектов. Обосновано применение комплексного подхода, включающего в себя как технологии постоянного контроля за водным объектом и прибрежными территориями, так и оптимизацию выбора технических средств очистки и сбора мусора. В предлагаемой схеме технологический цикл контроля чистоты водного объекта и прибрежной зоны реализуется комплексом технических средств, комплектуемых по модульному принципу на основе функциональной модели, представленной в модальном формате.

Ключевые слова: водные объекты, урбанизированная среда, влияние, сохранность, управление, технологии, техника, цифровизация

Формат цитирования: Севрюгина Н.С., Фомин А.Ю., Лосев А.А., Войтович Е.В. Аспекты сохранения малых водных объектов в урбанизированной среде // Природообустройство. – 2022. – № 3. – С. 83-90. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-83-90.

Original article

ASPECTS OF THE CONSERVATION OF SMALL WATER BODIES IN AN URBANIZED ENVIRONMENT

SEVRYUGINA NADEZHDA SAVELJEVNA¹✉, *candidate of technical sciences, associate professor*
sevryuginans@rgau-msha.ru

FOMIN ALEXANDR YURJEVICH¹, *candidate of technical sciences, associate professor*
sachafomin@mail.ru

LOSEV ALEXANDR ALEXANDROVICH¹, *junior researcher*
drace140499@gmail.com

VOITOVICH ELENA VALERJEVNA^{2,3}, *candidate of technical sciences, associate professor, senior researcher*
e.voitovich@mail.ru

¹«Russian state agrarian university – MAAnamed after C.A. Timiryazev», Moscow, Russia

²«National research Moscow state building university; 129337, Moscow, Yaroslavskoeshosse, 26, Russia

³«Scientific-research institute of building physics of the Russian academy of architecture and building sciences» (NIISFRAASN); 127238, Moscow, Lokomotivnyproezd, 21, Russia

The globality of the problem of not only preserving water resources, but also finding ways to restore them is revealed. The importance of reducing the influence of the human factor on the state of water bodies bordering on urbanized spaces has been substantiated. Purpose: substantiation of the concept of harmonization of urbanized territories and small water bodies, by restoring the natural identity of the environment in the relationship of the triad «technology-technique-digitalization». To solve the problem, it is proposed to transfer research to the scientific and theoretical plane, using predicate analytics, risk analysis and IT technologies for modeling digital twins of the habitat. It is noted that modern technologies make it possible to take into account factor risks and adjust management decisions to obtain the planned result of restoring the eco-identity of a single water body, and as a result of the entire urbanized complex for sustainable existence in the long term. Consideration of water bodies is carried out from the standpoint of the theory of object-component modeling of the relationship of the triad «technology-technology-digitalization». The globality of the problem of not only the conservation of water resources, but also the search for ways to renew them is revealed. The importance of reducing the influence of the human factor on the state of water bodies bordering urbanized spaces is substantiated. An object description and representation of the architectural scheme of the influence of the system elements is performed, through the selection of marginal and accentuated components. An infogram of the relationship of the triad «technology-technique-digitalization» in the system of maintaining natural identity for the period of the full life cycle of water bodies is presented. The application of an integrated approach is justified, including both technologies of constant monitoring of the water body and coastal territories, and optimization of the choice of technical means of cleaning and garbage collection. In the proposed scheme, the technological cycle for monitoring the purity of a water body and a coastal zone is implemented by a set of technical means completed on a modular basis based on a functional model presented in a modal format.

Keywords: *water bodies, urbanized environment, impact, preservation, management, technology, technique, digitalization*

Format of citation: *Sevryugina N.S., Fomin A.Yu., Losev A.A., Voitovich E.V. Aspects of the conservation of small water bodies in an urbanized environment // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – No. 3. – P. 83-90. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-83-90.*

Введение. Развитие человечества сопряжено со стремительным поглощением природных ресурсов без оглядки на возможность их восстановления. Потребительская направленность развития приводит к глобальным катастрофам. За последние десятилетия нарушение природной идентичности и гармоничного функционирования для всего живого на планете в целом приводит к постоянным катастрофам, часть территорий земли подвергается

постоянным затоплениям, в то время как другая часть постепенно опустынивается [1-3].

Глобальное воздействие человеческого развития представлено в форме графика на рисунке 1.

Все более актуальным в условиях стремительного технического прогресса становится сохранение водных ресурсов. Вода из источника жизнеобеспечения человека, животных и растительной среды трансформировалась

в неотъемлемую часть технологических процессов техносферного развития. Среднестатистические данные показывают, что 70% воды расходуется на нужды сельских хозяйств, 20% потребляет промышленность, 10% – домохозяйства. В свою очередь, следует отметить, что 80% использованной воды, хотя и попадает обратно в окружающую среду, но, как правило, в неочищенном виде. Даже столь скромные данные указывают на глобальность проблемы сохранения водных ресурсов [4].

Цель исследований: обоснование концепции гармонизации урбанизированных территорий и малых водных объектов путем восстановления природной идентичности окружающей среды во взаимосвязи триады «Технологии-техника-цифровизация».

Материал и методы исследований. Мировое сообщество в реализации Доктрины продовольственной безопасности и программы устойчивого развития в качестве одной из целей выделяет водные ресурсы. Оценка аналитических данных, представленных для мирового сообщества Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО), функционирующей в качестве специализированного учреждения

ООН, позволяет получить информацию об интенсивности использования водных ресурсов. Аналитический материал представлен в динамике с 1960 г. по отчетный период. В таблице 1 отражен диапазон от 2008 по 2022 гг. [5].

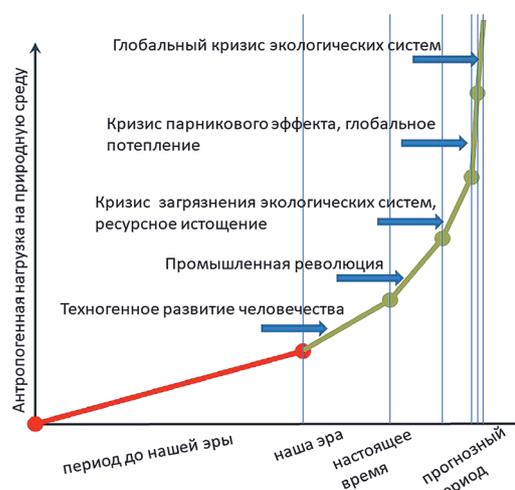


Рис. 1. Периоды антропогенной нагрузки на природную среду и вызываемые кризисы

Fig. 1. Periods of anthropogenic load on the natural environment and caused crises

Таблица 1

Результаты запроса базы данных AQUASTAT, информационный ресурс открытого доступа [5]

Table 1

Results of THE AQUASTAT database request, information resource of open access [5]

Российская Федерация / Russian Federation	2003-2007	2008-2012	2013-2017	2018-2022
Общий водозабор ($10^9 \text{ м}^3/\text{год}$) <i>Total water intake ($10^9 \text{ m}^3/\text{year}$)</i>	63.6 (2007)	61.43 (2012)	64.41 (2017)	64.82 (2018)
ЦРТ 7.5. Забор пресной воды в % от общего объема возобновляемых водных ресурсов (%) <i>TSRT 7.5 Fresh water intake in % of the total volume of renewable water resources</i>	1.405E (2007)	1.414E (2012)	1.423E (2017)	1.432E (2018)
Сельскохозяйственный водозабор в % от общего объема возобновляемых водных ресурсов (%) <i>Agricultural water intake in % of the total volume of renewable water resources (%)</i>	0.2802E (2007)	0.2707E (2012)	0.4123E (2017)	0.4119E (2018)
ЦУР 6.4.2. Водный стресс (%) <i>TSUR 6.4.2. Water stress (%)</i>	4.045E (2007)	4.07E (2012)	4.096E (2017)	4.122E (2018)
ЦУР 6.4.1. Эффективность водопользования ($\\$/\text{м}^3$) <i>TSUR 6.4.1. Effectiveness of water usage ($\\$/\text{m}^3$)</i>	16 I (2007)	18.46 I (2012)	18.81 I (2017)	18.91 I (2018)
ЦУР 6.4.1. Эффективность использования воды в орошаемом земледелии ($\\$/\text{м}^3$) <i>TSUR 6.4.1. Effectiveness of water usage in the irrigated agriculture ($\\$/\text{m}^3$)</i>	0.0572 E (2007)	0.0683 E (2012)	0.0558 E (2017)	0.0472 E (2018)
ЦУР 6.4.1. Эффективность промышленного водопользования ($\\$/\text{м}^3$) <i>TSUR 6.4.1. Effectiveness of water usage in the irrigated agriculture ($\\$/\text{m}^3$)</i>	9.386 E (2007)	9.844 E (2012)	13.73 E (2017)	14.18 E (2018)
ЦУР 6.4.1. Эффективность использования воды в сфере услуг ($\\$/\text{м}^3$) <i>TSUR 6.4.1. Effectiveness of water usage in the sphere of services ($\\$/\text{m}^3$)</i>	51.25 E (2007)	62.05 E (2012)	46.66 E (2017)	47.41 E (2018)

Водные объекты по своей значимости в современной интерпретации можно классифицировать как объекты мультимодального назначения. В первую очередь следует обосновать применение данного термина к водным объектам.

Терминологически мультимодальность представляется как словосочетание двух составляющих: мульти и модус [6].

Мульти (от лат. Multum – много) означает множественность. Для водных объектов

множественность заключается во всех его проявлениях: растительное и биоразнообразие; количественное значение малых источников воды как русел и источников пополнения водных бассейнов рек, морей, и в итоге – океанов; для человека – и как объект жизнеобеспечения, и как социально значимая зона тяготения для отдыха и психологической разгрузки.

При обосновании применимости термина «мульти» для водных объектов стала очевидной вторая часть слова: «модус» (от лат. *Modus* – мера; способ, образ, вид) – более близкое значение, используемое в философии, как способ существования или действия чего-либо. Относительно рассматриваемой проблемы это можно трактовать как способ существования водного объекта в долгосрочной перспективе.

Дальнейшие исследования относятся к рассмотрению проблемы состояния водных объектов в рамках цели развития тысячелетия «Обеспечение устойчивого развития окружающей среды», принятой ООН, то есть как выявление угроз связанных с водой экосистем.

Следует отметить мировую значимость вопроса. Так, в декабре 2016 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию 71/222, провозглашающую период 2018-2028 гг. Международным десятилетием действий «Вода для устойчивого развития», начало которого определено во Всемирный день водных ресурсов (22 марта 2018 г). Ключевой выделена пропаганда эффективного водопользования на всех уровнях [4].

Анализ достижимости поставленных задач проведен для реальной оценки масштабов решения поставленной задачи. В частности, это задача 6.3 к 2030 г. повысить качество воды посредством уменьшения загрязнения, ликвидации сброса отходов и сведения к минимуму выбросов опасных химических веществ и материалов, сокращения вдвое доли неочищенных сточных вод и значительного увеличения масштабов рециркуляции и безопасного использования сточных вод во всем мире.

Речь идет о материальных, трудовых и экономических ресурсах реализации поставленных задач. В частности, уже наблюдаются отставание и необходимость пересмотра или корректировки действий гарантированного выполнения задачи. Например, задача 6.6 к 2020 г. обеспечить охрану и восстановление связанных с водой экосистем, в том числе гор, лесов, водно-болотных угодий, рек, водоносных слоев и озер, остается нерешенной [4].

Статистические данные более ярче выделяют рассматриваемую проблему, исходя из того, что 40% населения мира испытывают проблемы нехватки воды, а 1,7 млрд чел., живущих

в бассейнах рек, являются потребителями, превышая возможности пополнения водных запасов. Более 80% сточных вод сбрасывается в реки и водоемы без очистки. Около 70% воды извлекается из водных объектов (рек, озер и водоносных горизонтов) для орошения. Техносферное развитие человека в своем интенсивном влиянии на природную среду стало толчком для усиления последствий проявляющихся стихийных бедствий в виде наводнений и других связанных с водой катастроф [7-11].

Очевидно, что требуется понимание процессов деструктивности, тормозящих решение проблемы, так как нет необходимости теоретически обосновывать тот факт, что временной резерв возможностей для экосистемы все сужается.

Результаты и их обсуждение. Результаты аналитических исследований показывают значимость представленной проблемы и определяют вектор проведения дальнейшей работы: перевод исследований в научно-теоретическую плоскость с применением предикатной аналитик, риск-анализ и IT-технологии моделирования цифровых двойников среды обитания.

Современные технологии позволяют создать виртуальную картину, учесть факторные риски и откорректировать управленческие решения, обеспечив ресурсами всех уровней, и все же получить планируемый результат по восстановлению эконичности отдельно взятого водного объекта, а в итоге – всего комплекса для устойчивого существования на долгосрочном временном периоде.

Научные теории, которые могут быть привлечены для решения поставленной проблемы в первую очередь, должны сочетать базовые положения теории больших систем, элементы синергизма, инструментальную базу виртуального моделирования и инновационные цифровые технологии. В ходе разработки концепции скорее всего может понадобиться привлечение и других научных теории, адаптировать различные подходы и прочие положения, что в целом только укрепит полученные результаты.

Как показано выше, глобальность проблемы сохранения водных ресурсов заключается непосредственно в действиях человека: в его понимании целесообразности расходования воды по принципу согласованности «необходимости и достаточности» в вопросах водопотребления [12].

Выделим сферы воздействия человека на водные ресурсы.

- *Бытовое водопотребление*

При решении данной проблемы потребления вопрос экономного использования заключается в контроле уровня потребляемой воды путем создания внутриквартирной системы перераспределения чистой питьевой

воды и очистки использованной воды для прочих нужд (в частности, в сливах туалета).

Технология первичной очистки вплоть до глубокой уже достаточно проработана и широко используется в индивидуальных домовладениях, но не получила распространения в многоквартирных домах.

- *Социальные объекты для отдыха*

В данном случае речь идет об условношаговой доступности водоемов для отдыха на свежем воздухе в зависимости от сезонности [13].

Отягощением для водных объектов является нарушение природной идентичности в прибрежных зонах, засорение бытовым мусором не только береговой линии, но и водного бассейна.

Вопрос промышленного использования воды и водопотребления для АПК переведем на уровень маргинальности. Объясняется это невозможностью остановки технологического прогресса, наличием нормативных требований на уровне государственного законодательства, и хотя водопотребление в данных сферах является существенным, рациональное его использование переведено на другой, более контролируемый уровень в части обязательности сохранения и наказуемости нарушения.

Соответственно приходим к выводу о том, что социальная ответственность жителей близлежащих территорий за состояние и природную идентичность малых водных объектов является важной задачей, которую следует незамедлительно решать, предлагая разнообразные технологии и технические средства, доступные для узкого круга пользователей, с минимизацией обременения по экономической составляющей.

Дальнейшее рассмотрение водных объектов проводится с позиций теории объектно-компонентного моделирования взаимосвязи триады «Технологии-техника-цифровизация». Обоснованием этого является необходимость решения проблемы с привлечением цифровых технологий, для чего требуется выполнить объектное описание и представить архитектурную схему влияния и взаимодействия компонентов системы, то есть выделить компонентную маргинальность и акцентировать (рис. 2) [14].

Представленная концепция в полной мере согласуется с задачами, решаемыми в «Регламенте по содержанию водных объектов на территории города Москвы», утвержденном 13 января 2021 г. № 01-01-14-14/21 (далее – Регламент) [12].

В Регламенте в качестве объектов содержания выделены акватории водоемов и прилегающая береговая полоса. Для содержания установлены летний и зимний эксплуатационный периоды. Следует отметить, что в летний период обследования водоемов должно проводиться для зон отдыха

ежедневно, а для прочих водоемов – один раз в два дня. Профилактическая очистка мусорозадерживающих решеток от мусора проводится с той же периодичностью. Вопрос с отходами решается следующим образом: на начальном этапе проводится их транспортировка на площадки временного накопления, последующая погрузка и передача – на утилизацию специализированным организациям [12]. Укрупненный расчет себестоимости работ представлен в таблице 2.



Рис. 2. Алгоритм природоподобного восстановления малых водных объектов с использованием триады «Технологии-техника-цифровизация»

Fig. 2. Algorithm for nature-like restoration of small water bodies using the triad «technology-technique-digitalization»

Регламентом предложены технологические карты на выполнение работ по содержанию непроточных водоемов на территории г. Москвы.

Как показали расчеты, средняя себестоимость очистки водного объекта с площадью до 100 м² при трудоемкости работ 8 ч составляет в приведенных ценах 100 тыс. руб., что достаточно обременительно для муниципалитетов и создает конфликтные ситуации по выполнению обязательств экологической безопасности данных объектов. Наряду с этим детальный анализ структуры и положений, включенных в технологические карты, выявил их технологическую и техническую ограниченность.

С учетом предположения того, что представленный перечень является типовым и укрупненным, позволяющим адаптировать перечень работ к современным требованиям, предлагается переработать технологические карты с включением триады «Технологии-техника-цифровизация» [14-16].

Все вышеизложенное обосновывает применение комплексного подхода, включающего в себя как технологии постоянного контроля за водным объектом и прибрежными территориями, так и оптимизацию выбора технических средств очистки и сбора мусора (рис. 3).

Типовая калькуляция работ по очистке водоемов

Table 2

Typical calculation of works on cleaning of reservoirs

Наименование работ <i>Title of works</i>	Ед. изм. <i>Measurement unit</i>	Стоимость, руб. <i>Cost, rbl.</i>
Выезд специалиста, консультационные услуги <i>Specialist visit, consulting services</i>	1 выезд <i>1 visit</i>	1 500
Обследование водоема с составлением оценочного атласа <i>Survey of the reservoir with the preparation of an assessment atlas</i>	кв. м <i>sq. m</i>	100
Проект реконструкции, сметная документация <i>Reconstruction project, estimated documentation</i>	Комплект <i>Set</i>	от 20 000
Очистка водоема / Cleaning of the reservoir:		
- Анализ воды / <i>Water analysis</i>	проба/мин в 10 реперных точках <i>sample/min in 10 defined points</i>	от 3 000
- Откачка воды (при необходимости) <i>Water pumping out (if necessary)</i>	кв. м <i>sqm</i>	до 30 000
- Очистка водоема от излишней растительности <i>Cleaning of the reservoir from excess vegetation</i>	мото-час <i>moto-hour</i>	от 100
- Очистка водоема от мусора <i>Cleaning of the reservoir from debris</i>	мото-час <i>moto-hour</i>	500 1500
- Очистка водоема от донных отложений <i>Cleaning of the reservoir from bottom sediments</i>	мото-час <i>moto-hour</i>	2 300

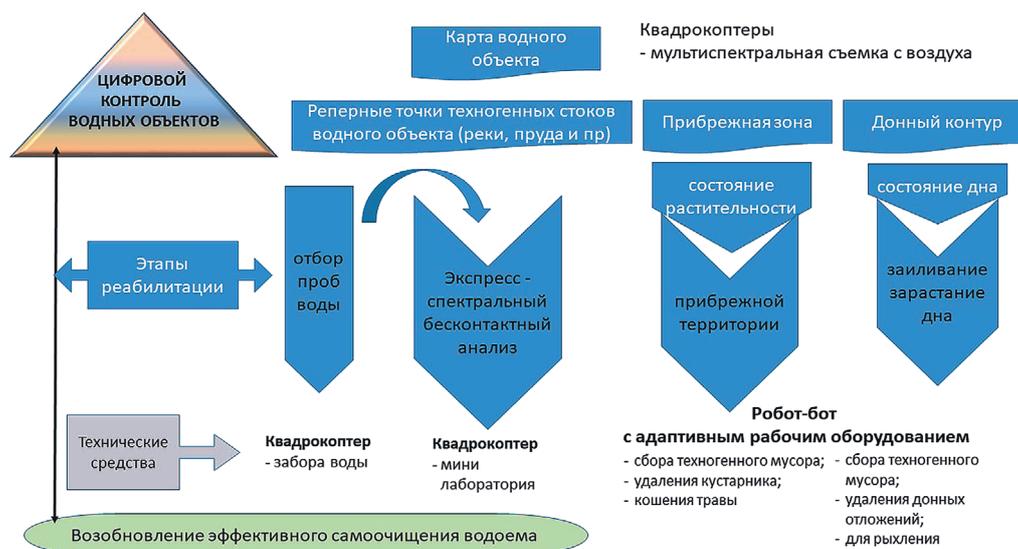


Рис. 3. Инфограмма взаимосвязи триады «Технологии-техника-цифровизация» в системе поддержания природной идентичности в период полного жизненного цикла водных объектов

Fig. 3. Infogram of the relationship of the triad «technology-technics-digitalization» in the system of maintaining natural identity at the period of the full life cycle of water bodies

В предлагаемой схеме технологический цикл контроля чистоты водного объекта и прибрежной зоны реализуется комплексом технических средств, комплектуемых по модульному принципу на основе функциональной модели, представленной в модальном формате:

$$Bt_{ij} \rightarrow Wb_i \rightarrow St_d \rightarrow R_p \rightarrow P_s \rightarrow S_{swd} - ,$$

где Bt – базовое техническое средство (basic technical means); Wb_i – рабочий орган (working body); St_d – накопительное

устройство (storage device); R_p – установка переработки собранного мусора – shredder, пресс и пр.: waste recycling plant (shredder, press, etc.); P_s – система пакетирования отходов (waste packaging system); S_{swd} – вторичное использование для сектора в шаговой доступности (secondary use for the sector with in walking distance).

Особенностью данного подхода является возможность комплектования базового технического средства рабочими органами с учетом объемов выполняемых работ при минимальных затратах на механизацию труда.

Схема предусматривает контроль водного объекта и прибрежной зоны с воздуха с параллельным составлением карт эконагруженности, зонирования наиболее проблемных участков и принятия опережающих мер по устранению причин деградации территории [17-18].

Следует отметить, что предложенная концепция предусматривает ключевую роль организационной структуры, составления плана мероприятий и постоянного мониторинга, то есть предложен механизм, позволяющий перевести деструктивность человеческого влияния на состояние водных объектов в категорию бережного обращения, сохраняющего на долгосрочный период водные объекты, с повышением для общества их социальной значимости и привлекательности в урбанизированных зонах.

Выводы

Выполнены объектное описание и представление архитектурной схемы влияния и взаимодействия элементов системы через выделение маргинальных и акцентуруемых компонентов.

Источник финансирования. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: соглашение № 075-15-2021/1196/1 от 8 октября 2021 г. «Приоритет 2030», «Программа развития РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева».

Библиографический список

1. Кривицкий С.В. Использование инновационных технологий в природоохранной деятельности // Природообустройство. – 2008. – № 1. – С. 30-33.
2. Севрюгина Н.С., Апатенко А.С., Войтович Е.В. Риски экосистемы при функционировании водохозяйственных комплексов // Природообустройство. – 2020. – № 2. – С. 115-122.
3. Сахапов Р.Л., Абсалямова С.Г. Инновационная пауза как шанс на технологическую модернизацию российской экономики // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 3(21). – С. 203-209.
4. Генеральная Ассамблея ООН. Резолюция 71/222, Международное десятилетие действий (2018-2028 гг.) «Вода для устойчивого развития». – URL: <https://tnu.tj/index.php/ru/rezoljucija-oon-o-mezhdunarodnom-desjati/>.
5. FAO [2021]. AQUASTATDatabase. Терминал удаленного доступа. – URL: <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/results.html> (дата обращения: 19.12.2021).
6. Загидуллина М.В. Мультиmodalность: к вопросу о терминологической определенности // Знак: проблемное поле медиаобразования. – 2019. – № 1 (31). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/multimodalnost-k-voprosu-o-terminologicheskoy-opredelennosti> (дата обращения: 25.12.2021).
7. Демин А.П. Водохозяйственный комплекс России: понятие, состояние, проблемы // Водные ресурсы. – 2010. – Т. 37, № 5. – С. 617-632.
8. Голубев И.Г., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. Состояние и перспективы вовлечения залежных земель в оборот // Мелиорация. – 2021. – № 3(97). – С. 67-74.

Представлена инфограмма взаимосвязи триады «Технологии-техника-цифровизация» в системе поддержания природной идентичности на период полного жизненного цикла водных объектов.

Обосновано применение комплексного подхода, включающего в себя как технологии постоянного контроля за водным объектом и прибрежными территориями, так и оптимизацию выбора технических средств очистки и сбора мусора. В предлагаемой схеме технологический цикл контроля чистоты водного объекта и прибрежной зоны реализуется комплексом технических средств, комплектуемых по модульному принципу на основе функциональной модели, представленной в модальном формате.

Разработан механизм, позволяющий перевести деструктивность человеческого влияния на состояние водных объектов в категорию бережного обращения, сохраняющего на долгосрочный период водные объекты, с повышением для общества их социальной значимости и привлекательности в урбанизированных зонах.

Source of funding: The work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Agreement No. 075-15-2021/1196/1 of 08.10.2021 «Priority 2030», «Development Program of the RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev»

References

1. Krivitsky S.V. Ispolzovanie innovatsionnyh tehnologij v prirodoohrannoj deyatel'nosti / S.V. Кривицкий // Prirodoobustrojstvo. – 2008. – № 1. – S. 30-33.
2. Sevryugina N.S., Apateno A.S., Voitovich E.V. Riski ekosistemy pri funktsionirovanii vodohozyajstvennyh kompleksov // Prirodoobustrojstvo. – 2020. – № 2. – S. 115-122.
3. Sahapov R.L., Absalyamova S.G. Innovatsionnaya pauza kak shans na tehnologicheskuyu modernizatsiyu rossijskoj ekonomiki // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2012. – № 3(21). – S. 203-209.
4. Generalnaya Assambleya OON rezolyutsiyu 71/222, Mezhdunarodnoe desyatilietie dejstvij (2018-2028 gg) «Voda dlya ustojchivogo razvitiya» <https://tnu.tj/index.php/ru/rezoljucija-oon-o-mezhdunarodnom-desjati/>
5. FAO [2021]. AQUASTATDatabase. Терминал удаленного доступа. URL: <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/results.html> (дата обращения 19.12.2021г)
6. Zagidullina M.V. Multimodalnost k voprosu o terminologicheskoy opredelennosti // Znak: problemnoe poole mediaobrazovaniya. – 2019. – № 1 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/multimodalnost-k-voprosu-o-terminologicheskoy-opredelennosti> (дата обращения: 25.12.2021).
7. Demin A.P. Vodohozyajstvenny kompleks Rossii: ponyatie, sostoyanie, problemy // Vodnye resursy. – 2010. – T. 37. № 5. – S. 617-632.
8. Golubev I.G., Apatenko A.S., Sevryugina N.S. Sostoyanie i perspektivy вовлечения залежных земель v оборот // Melioratsiya. – 2021. – № 3(97). – S. 67-74. – EDN SYRHE.

9. **Апатенко А.С.** Современные тенденции развития технического потенциала мелиорации земель // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2013. – № 2 (58). – С. 23-25.

10. *Plastics in the Aquatic Environment – Part I Friederike Stock, Georg Reifferscheid, Nicole Brennholt and EvgeniiaKostianaia Series: The Handbook of Environmental Chemistry, Year. – 2021. – Vol. 111. – P. 1. DOI: 10.1007/978_2021_780.*

11. **Agarwal A., Rastogi M., Singh N.B.** (2022) Agricultural Wastes Utilization in Water Purification // In: Lichtfouse E., Muthu S.S., Khadir A. (eds) Inorganic-Organic Composites for Water and Wastewater Treatment. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes. Springer, Singapore. – URL: https://doi.org/10.1007/978-981-16-5916-4_7.

12. Об утверждении Регламентов по содержанию водных объектов на территории города Москвы: распоряжение от 13 января 2021 г. № 01-01-14-14/21. – URL: <https://www.mos.ru/dgkh/documents/deistvuiushchie-normativnye-pravovye-akty/view/252332220/>.

13. **Дворцова Е.Н.** Прибрежные территории: зарубежный опыт хозяйственного освоения и управления // Российский внешнеэкономический вестник. – 2010. – № 7. – С. 13-17.

14. **Сеvрюгина Н.С., Апатенко А.С.** Капырин, П.Д. Мелиоративные системы и цифровая идентичность как механизм управления ресурсом // Природообустройство. – 2021. – № 3. – С. 6-13. DOI 10.26897/1997-6011-2021-3-6-13. – EDN YSSRHE.

15. **Шепелина П.В.** Возможности цифровизации и автоматизации транспортно-технологических комплексов // Строительные и дорожные машины. – 2020. – № 2. – С. 45-49.

16. **Сеvрюгина Н.С., Апатенко А.С.** Цифровые системы и точность управления работоспособностью технологических машин в природообустройстве // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 7(265). – С. 35-38. DOI 10.33267/2072-9642-2019-7-35-38.

17. **Фоменко Ю.В., Сеvрюгина Н.С., Веретнов А.Л.** Транспортная логистика как эффективное функционирование и развитие деятельности предприятия строительной отрасли // Научные исследования, наносистемы и ресурсоберегающие технологии в промышленности строительных материалов: Сборник докладов (XIX научные чтения), Белгород, 5-8 октября 2010 г. – Белгород: БГУ, 2010. – С. 263-265.

18. **Шепелина П.В.** Способы оптимизации строительства посредством подбора и эффективной эксплуатации машинного парка предприятий // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2021. – № 1(64). – С. 38-45.

Критерии авторства

Сеvрюгина Н.С., Фомин А.Ю., Лосев А.А., Войтович Е.В. выполнили теоретические и практические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 10.05.2022

Одобрена после рецензирования 24.05.2022

Принята к публикации 24.06.2022

9. **Apatenko A.S.** Sovremennye tendentsii razvitiya tehniceskogo potentsiala melioratsii zemel // Vestnik FGOU VPO «Moskovsky gosudarstvenny agroinzhenerny universitet imeni V.P. Goryachkina». – 2013. – № 2 (58). – S. 23-25.

10. *Plastics in the Aquatic Environment – Part I Friederike Stock, Georg Reifferscheid, Nicole Brennholt and EvgeniiaKostianaia Series: The Handbook of Environmental Chemistry, Year: 2021, Volume 111, Page 1 DOI: 10.1007/978_2021_780*

11. **Agarwal A., Rastogi M., Singh N.B.** (2022) Agricultural Wastes Utilization in Water Purification. In: Lichtfouse E., Muthu S.S., Khadir A. (eds) Inorganic-Organic Composites for Water and Wastewater Treatment. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5916-4_7

12. Rasporyazhenie ot 13 yanvarya 2021 goda № 01-01-14-14/21 «Ob utverzhenii Reglamentov po soderzhaniyu vodnykh objektov na territorii goroda Moskvy». <https://www.mos.ru/dgkh/documents/deistvuiushchie-normativnye-pravovye-akty/view/252332220/>

13. **Dvortsova E.N.** Pribrezhnye territorii: zarubezhny opyt hozyajstvennogo osvoeniya i upravleniya // Rossijsky vneshneekonomicheskyy vestnik. – 2010. – № 7. – S. 13-17.

14. **Sevryugina N.S., Apatenko A.S., Kapyrin P.D.** Meliorativnye sistemy i tsifrovaya identichnost kak mehanizm upravleniya resursom // Prirodoobustroystvo. – 2021. – № 3. – S. 6-13. – DOI 10.26897/1997-6011-2021-3-6-13. – EDN YSSRHE.

15. **Shepelina P.V.** Vozmozhnosti tsifrovizatsii i avtomatizatsii transportno-tehnologicheskikh kompleksov // Stroitelnye i dorozhnye mashiny. – 2020. – № 2. – S. 45-49.

16. **Sevryugina N.S., Apatenko A.S.** Tsifrovye sistemy i tochnost upravleniya rabotosposobnostyu tehniceskikh mashin v prirodobustroystve // Tehnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – № 7(265). – S. 35-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2019-7-35-38.

17. **Fomenko Yu.V., Sevryugina N.S., Veretnov A.L.** Transportnaya logistika kak effektivno funktsioniravanie i razvitie deyatel'nosti predpriyatij stroitel'noy otrasli // Nauchnye issledovaniya, nanosistemy resursosberagayushchie tehnologii v promyshlennosti stroitel'nykh materialov: sbornik dokladov (XIX nauchnye chteniya), Belgorod, 05-08 oktyabrya 2010 goda. – Belgorod: BGU, 2010. – S. 263-265.

18. **Shepelina P.V.** Sposoby optimizatsii stroitel'stva posredstvom posbora Sposoby optimizatsii stroitel'stva posredstvom podbora i effektivnoy ekspluatatsii mashinnogo parka predpriyatij // Vestnik Moskovskogo avtomobilno-dorozhnogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta (MADI). – 2021. – № 1(64). – S. 38-45.

Criteria of Authorship

Sevryugina N.S., Fomin A.Yu., Losev A.A., Voitovich E.V. carried out theoretical and practical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Sevryugina N.S., Fomin A.Yu., Losev A.A., Voitovich E.V. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 10.05.2022

Approved after reviewing 24.05.2022

Accepted for publication 24.06.2022