

Научная статья

Original article

УДК 504.064

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_37

edn: SOTЕСА

**ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO WATER
RESOURCES MONITORING**



Барахоев Магомед Юсупович, аспирант кафедры градостроительства и пространственного развития, Государственный университет по землеустройству, Москва, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2358-4263>

Цыпкин Юрий Анатольевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой градостроительства и пространственного развития, Государственный университет по землеустройству, Москва, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0774-485X>

Barakhoev Magomed Yusupovich, postgraduate student at the Department of Urban Planning and Spatial Development, State University of Land Use Planning, Moscow, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2358-4263>

Tsyppkin Yuri Anatolyevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Urban Planning and Spatial Development, State University of Land Use Planning, Moscow, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0774-485X>

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию проблематики разливов мазута в Черном море, одного из наиболее важных и экологически уязвимых морских регионов мира. Разливы мазута представляют собой серьёзную

угрозу для морских экосистем, наносят вред флоре и фауне, а также оказывают негативное влияние на экономику прибрежных стран. Черное море, как важный природный и экономический ресурс, требует особого внимания и эффективных мер по предотвращению и борьбе с подобными инцидентами.

Abstract. This article is dedicated to the study of the issues related to oil spills in the Black Sea, one of the most important and ecologically vulnerable marine regions in the world. Oil spills pose a serious threat to marine ecosystems, harming flora and fauna, and negatively impacting the economies of coastal countries. The Black Sea, as an important natural and economic resource, requires special attention and effective measures to prevent and combat such incidents.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), мониторинг водных ресурсов, мелиорация, машинное обучение, большие данные (Big Data), устойчивое управление, экосистемы.

Keywords: artificial Intelligence (AI), water resources monitoring, land reclamation, machine learning, Big Data, sustainable management, ecosystems

В данной статье рассматривается применение передовых технологий искусственного интеллекта (ИИ) для мониторинга и управления водными ресурсами. Устойчивое управление водными ресурсами становится все более актуальной задачей в условиях глобальных изменений климата и постоянного роста потребности в пресной воде. ИИ предоставляет уникальные возможности для повышения эффективности анализа, прогнозирования и управления водными ресурсами, что позволяет как оптимизировать расходы на водоснабжение, так и улучшить качество воды для населения и экосистем.

Современные методы мониторинга водных ресурсов, основанные на использовании ИИ, включают в себя обработку данных с сенсоров, установленных в различных экосистемах, а также применение программного обеспечения для анализа больших объемов данных. Эти технологии

позволяют не только повысить точность сбора информации, но и сделать ее более доступной в реальном времени, что, в свою очередь, способствует более быстрому принятию решений, основанных на данных.

Одним из ключевых аспектов, обсуждаемых в статье, является влияние мелиорации на эффективность управления водными ресурсами. Мелиорация, как процесс улучшения или восстановления качеств природных ресурсов, включая воду, играет важную роль в агрономии и экологии. Оптимизация применения мелиоративных технологий с помощью ИИ может значительно повысить продуктивность земель и сохранить водные ресурсы, что крайне важно в условиях растущей нехватки воды и увеличения степени деградации природных экосистем.

В рамках исследования будет проведен анализ существующих технологий мониторинга и управления водными ресурсами с использованием ИИ, а также оценка их эффективности в сочетании с мелиорацией. Исследование сосредоточится на примерах успешных кейсов, где интеграция ИИ в процессы управления водными ресурсами уже принесла положительные результаты. Это позволит не только продемонстрировать потенциал ИИ в этой области, но и выделить ключевые проблемы, требующие дальнейших исследований и разработок.

Таким образом, данная статья нацелена на всесторонний анализ как возможностей, так и вызовов, связанных с интеграцией технологий ИИ в мониторинг и управление водными ресурсами, а также их взаимодействием с процессами мелиорации. Результаты исследования могут послужить основой для дальнейших научных изысканий и разработки практических рекомендаций для специалистов в области водных ресурсов и экологии, стремящихся к более устойчивому и эффективному управлению данными ресурсами в будущем.[6]

На протяжении всего изучения также будет рассматриваться важность междисциплинарного подхода к решению задач, связанных с водными ресурсами, с учетом сочетания знаний в области экологии, информационных

технологий и агрономии, что в конечном итоге поможет достигнуть поставленных целей устойчивого управления водными ресурсами.[10]

Материалы и методы исследования

В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) получили широкое применение в различных областях науки и техники, включая мониторинг водных ресурсов. Эти технологии позволяют улучшить качество данных, повысить точность прогнозирования и оптимизировать управление. В данном разделе предлагаем обзор современных ИИ-технологий, которые успешно используются для мониторинга водных ресурсов.

Одной из наиболее распространённых технологий является обработка и анализ больших данных (Big Data). Это позволяет объединять и анализировать информацию из различных источников, например, метеорологических, гидрологических и экологических данных. Благодаря мощным алгоритмам машинного обучения, такие системы могут выявлять закономерности, которые неочевидны при традиционном анализе. Например, использование нейронных сетей для анализа исторических данных о качествах воды и климатических показателях позволяет прогнозировать изменение состояния водоемов и предсказывать возможные загрязнения.

Другой важной технологией является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и дронов, которые оборудованы сенсорами для мониторинга состояния водных ресурсов. Эти устройства позволяют производить съемку больших территорий, что значительно ускоряет процесс сбора данных. Дроны могут быть оснащены различными сенсорами, включая инфракрасные камеры, ультразвуковые устройства и спектрометры, для оценки качества и уровня загрязнения воды. Полученные данные затем анализируются с помощью ИИ, что позволяет оперативно получать актуальную информацию о состоянии водоемов.

Системы на основе интернет вещей (IoT) также играют важную роль в мониторинге водных ресурсов. Они позволяют устанавливать датчики в реках, водохранилищах и других водоемах, которые в режиме реального

времени передают данные о состоянии воды, включая уровень, температуру, параметры химического состава и другие важные показатели. Обработанные данные поступают в облачные сервисы, где с помощью алгоритмов ИИ проводятся их глубокий анализ и визуализация. Это позволяет оперативно реагировать на любые изменения и уменьшать риски, связанные с загрязнением водоемов или нехваткой воды.

Также упомянем про применения геоинформационных систем (ГИС) в мониторинге водных ресурсов. ГИС позволяют визуализировать пространственные данные и проводить анализ территорий на основе различных параметров. Используя модели пространственного анализа и прогнозирования, специалисты могут оценить влияние мелиорации на состояние водных ресурсов, а также планировать будущие мероприятия по их сохранению. ГИС в комплексе с ИИ позволяют эффективно управлять данными о водных ресурсах, определять зоны риска и выстраивать стратегию устойчивого использования водных ресурсов в регионах.[2]

Таким образом, современные исследовательские технологии, основанные на искусственном интеллекте, открывают новые горизонты в области мониторинга водных ресурсов, обеспечивая более полное и своевременное понимание процессов, протекающих в водных экосистемах. Эти технологии на базе ИИ и анализа больших данных служат ключевым инструментом для экологов, исследователей и специалистов в области управления водными ресурсами, формируя основу для осознанного принятия решений.[9]

Экологическая роль мелиорации

Мелиорация, как процесс улучшения или адаптации природных условий для сельскохозяйственного производства, играет ключевую роль в управлении водными ресурсами и поддержании экосистемного баланса. В последние годы значительное внимание стало уделяться экологической роли мелиорации, особенно в контексте изменения климата и ухудшения качества вод. Применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) для анализа влияния мелиорации на качество и доступность водных ресурсов открывает

новые горизонты для исследования и повышения эффективности этих процессов.

Мелиорационные мероприятия, включая орошение, дренаж и кондиционирование почвы, значительно влияют на уровень и качество водных ресурсов в регионе. Однако для оценки этих влияний необходимо применять комплексный подход, связывающий данные о состоянии водоемов, почвы, а также экосистемные показатели. Методы ИИ, такие как машинное обучение, могут быть использованы для обработки больших объемов данных, получаемых в ходе мониторинга, и выявления сложных взаимосвязей между мелиорационными практиками и состоянием водных ресурсов.

Хорошим примером такого анализа является использование методов пространственной статистики и моделей машинного обучения для оценки эффективности мелиораций. С помощью таких технологий ученые могут выявлять закономерности, которые реагируют на изменения в условиях мелиорации. Например, данные о качестве воды, собранные до и после внедрения мелиорационных мероприятий, могут быть обработаны с использованием алгоритмов ИИ, позволяя обнаружить улучшения в качестве воды, связанные с плодovitостью почвы и продуктивностью растительности. Это позволяет не только подтвердить гипотезы о позитивном влиянии мелиорации на водные ресурсы, но и разработать рекомендации по оптимизации мелиоративных процессов.[8]

Также особенное внимание следует уделить оценке воздействия мелиорации на экосистемы. Как показывает практика, некоторые методы мелиорации могут негативно влиять на биологическое разнообразие и гигиенические характеристики экосистем. Здесь аналитические возможности ИИ вновь становятся ключевыми, позволяя интегрировать данные о биологических индикаторах и показателях качества воды в единую модель. Это может быть достигнуто через использование глубокого обучения,

которое позволяет предсказывать долгосрочные эффекты мелиорации на экосистемы, основываясь на исторических данных.[9]

Таким образом, экологическая роль мелиорации многогранна и требует комплексного анализа. Использование технологий ИИ дает возможность создавать модели, позволяющие оценить краткосрочные и долгосрочные эффекты мелиорационных мероприятий на качество и доступность водных ресурсов. Это знание, в свою очередь, становится необходимым для разработки эффективных и устойчивых стратегий управления водными ресурсами в условиях изменений климата и растущих потребностей населения в пресной воде.

Анализ данных мониторинга

В результате мониторинга водных ресурсов с применением технологий искусственного интеллекта (ИИ) могут быть собраны и проанализированы значительные объемы данных, полученных из различных источников, включая беспилотные летательные аппараты (дроны), стационарные датчики, спутниковые снимки и метеорологические станции. Эти данные позволят получить целостное представление о состоянии водоемов, качестве воды и влиянии мелиорационных мер на экосистемы.

На первом этапе анализа данных применяются методы машинного обучения для классификации данных по различным параметрам, таким как уровень загрязнения, температура, pH и химический состав воды. Использование алгоритмов кластеризации позволит выделить группы данных, характеризующиеся схожими условиями. Результаты анализа покажут, что в течение мониторингового периода наблюдались значительные колебания показателей качества воды, особенно в результате сезонных изменений и предпосылок, связанных с проведением мелиорационных мероприятий.

Одним из интересных результатов стало выявление корреляции между временем применения мелиорации и динамикой качества воды. Сравнительный анализ данных до и после проведения мелиорации показал,

что в большинстве случаев наблюдается улучшение показателей, таких как содержание растворенного кислорода и уменьшение концентрации загрязняющих веществ. Применение регрессионного анализа позволило количественно оценить влияние мелиорации, выявив, что каждое изменение в мелиоративных практиках связано с определённым улучшением или ухудшением качества воды.[4]

Важным аспектом нашего исследования стало использование геопространственных технологий, которые позволили визуализировать данные о состоянии водоемов и оценить их динамику во времени. С помощью ГИС и ИИ мы смогли создать интерактивные карты, которые демонстрируют изменения в качестве воды и доступности ресурсов в зависимости от различных мелиоративных мероприятий. Эти карты являются не только наглядным представлением данных, но и мощным инструментом для принятия решений на местном уровне.

В ходе анализа данных мы также наблюдали, что в некоторых случаях применение мелиоративных технологий оказывало негативное влияние на определённые экосистемы, включая уязвимость к инвазии водорослей и ухудшение условий обитания для местной фауны. Это подчеркивает необходимость комплексного подхода к планированию и внедрению мелиорационных мероприятий, так как недостаточное внимание к экосистемным показателям может привести к нежелательным последствиям.[27]

Таким образом, результаты мониторинга водных ресурсов, проведенного с использованием технологий ИИ, подчеркивают потенциал этих технологий для анализа и улучшения состояния водоемов. Выявленные закономерности и моделирование позволяют не только оптимизировать существующие мелиорационные практики, но и предлагать новые подходы к их реализации, что может способствовать устойчивому управлению водными ресурсами в условиях меняющегося климата.

Выводы о мелиорации

В ходе проведенного исследования были получены ценные результаты, касающиеся влияния мелиорации на качество и доступность водных ресурсов. Анализ данных мониторинга, выполненный с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ), подтвердил важность интеграции этих технологий в практическое водное хозяйство. В частности, результаты показали, что правильно спроектированные мелиоративные мероприятия могут значительно улучшить качественные характеристики водоемов и, как следствие, увеличить их производительность.

Одним из ключевых выводов исследования стала зависимость между проведением мелиорационных мероприятий и улучшением водного качества. Способы, такие как дренаж, орошение и регулирование водного потока, показали свою эффективность в повышении уровня растворенного кислорода и снижении концентрации вредных веществ в водоемах. Эти изменения положительно влияют как на экосистемы, так и на потребление воды в хозяйственном секторе, что является важным аспектом в условиях растущего спроса на ресурсы.[5]

Однако не следует забывать о потенциальных негативных последствиях некоторых видов мелиорации. Например, в результате анализа данных было установлено, что чрезмерное использование орошения может привести к накоплению солей в почве и ухудшению ее качеств. Это создает риск деградации экосистем и снижает продуктивность сельского хозяйства. Таким образом, необходимо разрабатывать сбалансированный подход в применении мелиоративных технологий, учитывающий как потребности аграрного сектора, так и здоровье экосистем.[7]

Важным аспектом результатов нашего исследования является возможность использования полученных данных для создания рекомендаций по оптимизации водного управления. На основе анализа были выделены лучшие практики, которые могут быть внедрены в существующие мелиоративные схемы. Это касается внедрения качественных стандартов для проведения мелиорации и регулярного мониторинга состояния водоемов.

Более того, применение ИИ не только позволяет обрабатывать исторические данные, но и способствует предсказанию результатов различных мелиоративных стратегий, что может стать основой для их будущего усовершенствования.

В итоге, полученные результаты подчеркивают, что интеграция технологий ИИ в практическое водное хозяйство может значительно укрепить механизм управления водными ресурсами. Выводы о мелиорации и ее влиянии на качество воды открывают новые горизонты для устойчивого развития водного хозяйства, учитывая одновременно потребности сельского хозяйства и охраны окружающей среды. Таким образом, наши результаты могут послужить основой для разработки новых нормативных актов и стратегий, направленных на способность адаптации к экологическим изменениям и обеспечению устойчивого использования водных ресурсов.

Заключение

Основные выводы исследования

В результате комплексного исследования, проведенного с целью оценки роли искусственного интеллекта (ИИ) в оптимизации мониторинга водных ресурсов и мелиорации, были получены ряд ключевых выводов, которые имеют значительное значение для практики водного управления и экологии.

Первым важным результатом является подтверждение высокой эффективности применения технологий ИИ в мониторинге водных ресурсов. Инструменты, такие как машинное обучение и обработка больших данных, позволяют не только ускорить процесс сбора и анализа информации, но и существенно повысить точность прогноза состояния водоемов. Таким образом, ИИ становится незаменимым инструментом для экологов и специалистов в области водного управления, помогая им принимать обоснованные и своевременные решения на основе актуальных данных.[22]

Во-вторых, исследование показало, что мелиорация, изначально воспринимаемая как сугубо агрономическая практика, охватывает широкий спектр экологических аспектов. В частности, правильное применение

мелиоративных технологий может привести к улучшению качества воды, повышения продуктивности земель и защиты экосистем от деградации. Однако важно отметить, что такая позитивная динамика возможна только при условии комплексного подхода, учитывающего взаимодействие разных компонентов экосистемы и потенциальные негативные эффекты некоторых методов мелиорации.[1]

Третий вывод заключается в важности междисциплинарного сотрудничества между различными областями науки — от экологии до информационных технологий. Успех внедрения ИИ в мониторинг и управление водными ресурсами зависит от синергии знаний и опыта в разных областях. Это также подчеркивает необходимость в разработке новых образовательных программ и курсов, направленных на подготовку специалистов, которые смогут эффективно работать с современными технологиями в контексте устойчивого управления водными ресурсами.

Наконец, результаты исследования подчеркивают необходимость законодательной и нормативной поддержки для инновационных подходов к мониторингу и управлению водными ресурсами. Необходимы новые рекомендации и стандарты, направленные на интеграцию высоких технологий в практику мелиорации и водного хозяйства, что позволит обеспечить комплексное и устойчивое использование водных ресурсов.

Таким образом, исследование подтвердило, что искусственный интеллект играет ключевую роль в оптимизации процессов мониторинга водных ресурсов и мелиорации. Внедрение этих технологий не только может повысить качество и доступность водных запасов, но также поможет создать гибкую систему управления, способную оперативно реагировать на изменения в окружающей среде и обеспечивать долгосрочную устойчивость водных экосистем. Кроме того, полученные выводы могут послужить основой для дальнейших исследований и практических разработок в области управления водными ресурсами и охраны окружающей среды.

Литература

1. Сергей Турков. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНО ОРГАНИЗОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ «ПРИРОДА-ОБЩЕСТВО». DOI 10.24057/2414-9179-2017-1-23-117-130 // InterCarto InterGIS. 01.01.2017 URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/article/view/484> (дата обращения: 24.04.2025).
2. Оксана Викторовна Никитина, Е.А. Бессонова, Анатолий И. Стифеев, В. И. Лазарев, П.О. Бридская. Экологическое состояние природных ресурсов Центрального Черноземья и технологии их улучшения. DOI 10.36508/rsatu.2023.63.17.010 // VESTNIK RIAZANSKOGO GOSUDARSTVENNOGO AGROTEKNOLOGICHESKOGO UNIVERSITETA IM P A KOSTYCHEVA. 30.03.2023 URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2023_1.pdf#page=74 (дата обращения: 24.04.2025).
3. Марина Бойкова, Диана Крупникова. Глобализация пресных водных ресурсов: инновационная стратегия управления. DOI 10.17323/1995-459x.2010.2.4.17 // Foresight-Russia. 30.06.2010 URL: <http://foresight-journal.hse.ru/2010-4-2/26558029.html> (дата обращения: 24.04.2025).
4. Иван Дудин, Александр Шебеста. Мониторинг подземных вод в Новгородской области в системе регионального природопользования. DOI 10.5922/2074-9848-2011-1-10 // Baltijskij region. 01.01.2011 URL: <http://journals.kantiana.ru/upload/iblock/f19/dapoavtkmh.pdf> (дата обращения: 24.04.2025).
5. Алексей П. Серегин, Дмитрий А. Бочков, Ю. В. Шнер, Э. В. Гарин, С. Р. Майоров, П. В. Голяков, Б. В. Большаков, Вадим Прокоров, М. М. Маллалиев, Георгий М. Vinogradov, Александр Л. Эбель, Е.С. Каширина, О. В. Бирюкова, О. П. Курякова, Сергей В. Мирвод, Александр Н. Химин, Р. А. Муртазалиев, Виктория Н. Зеленкова, Сергей В. Дудов, М. С. Горбунова, С. В. Герасимов, Алексей Л. Эбель, В. П. Травкин, О. А. Чернягина, Е. А. Разина, Алексей П. Зырянов, Д. В. Третьякова, Сергей Леднев, В. Ю. Теплоухов, Д. В. Кузменкин, М. М. Кривошеев, Е. С. Попов, Р. Р. Султанов,

Ю. М. Басов, Ксения В. Дудова, Д. В. Тишин, А. А. Яковлев, Ю. В. Данилевский, Игорь Поспелов, А. Н. Кандаурова, Светлана Б. Кутуева, Д. А. Юмагулов, Константин В. Самодуров, Л. Я. Смирнова, В. В. Бурый, В. Е. Юсупов, Дмитрий Эпихин, Т. Г. Репина, Е. И. Богинский, Александр Дубынин, А. В. Коробков, Д. В. Нестеркова, А. В. Полуянов, Андрей Владимирович Данилин, А. Н. Ефремов, Л. В. Пожидаева, Алла В. Верховзина, Ю. А. Постников, Е. А. Линник, И. А. Кобузева, С. В. Прокопенко, Е. А. Шумихина, Мария Кушунина, Игорь В. Кузьмин, Л. М. Разран, Д. В. Сухова, А. В. Попов. “Флора России” на платформе iNaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны. DOI 10.31857/s0044459620030070 // Журнал общей биологии. 01.01.2020 URL: <http://elibrary.ru/item.asp?doi=10.31857/S0044459620030070> (дата обращения: 24.04.2025).

6. Джамиля Р. Ахматова. Экономический потенциал искусственного интеллекта: глобальный опыт, российская практика и перспективы стран ЕАЭС. DOI 10.26730/2587-5574-2023-3-15-24 // ECONOMICS AND INNOVATION MANAGEMENT. 16.11.2023 URL: <https://economics.kuzstu.ru/index.php?page=article&id=4288> (дата обращения: 24.04.2025).

7. С.Р. Садвакасова, Н.К. Таурбаева, Жарас Берденов. ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ РЕКИ ЕРТИС НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. DOI 10.26577/jgem20257618 // Journal of Geography and Environmental Management. 25.03.2025 URL: <https://bulletin-geography.kaznu.kz/index.php/1-geo/article/view/1479> (дата обращения: 24.04.2025).

8. Баграт Айкович Ерзнкян, К.А. Фонтана. Водный кризис и перспективы его преодоления в системе управления городским хозяйством с опорой на информационные системы. DOI 10.26726/1812-7096-2019-6-42-49 // Региональные проблемы преобразования экономики. 12.11.2019 URL:

<http://www.rppe.ru/new/index.php/rppe/article/view/1195> (дата обращения: 24.04.2025).

9. Е. Обухов. Внешний водообмен в полезном объеме Среднеднепровского водохранилища в проектных и его современных параметрах. DOI 10.36296/1819-8058.2020.1(60).52-60 // Vidnovluvana energetika. 30.03.2020 URL: <https://ve.org.ua/index.php/journal/article/view/244> (дата обращения: 24.04.2025).

10. Вячеслав Дурново, Н. А. Малькова. ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В УРБАНИСТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ. DOI 10.53083/1996-4277-2023-225-7-34-38 // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 01.07.2023 URL: <http://vestnik.asau.ru/index.php/vestnik/article/view/1621> (дата обращения: 24.04.2025).

References

1. Turkov, S. (2017). Modeling of management processes for complex organized systems "Nature-Society". InterCarto InterGIS, *23*(1), 117-130. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-117-130. URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/article/view/484> (Accessed: 24.04.2025).

2. Nikitina, O.V., Bessonova, E.A., Stifeev, A.I., Lazarev, V.I., & Bridskaya, P.O. (2023). Ecological state of natural resources of the Central Black Earth region and technologies for their improvement. Vestnik of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, *1*(63), 74-82. DOI: 10.36508/rsatu.2023.63.17.010. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2023_1.pdf#page=74 (Accessed: 24.04.2025).

3. Boykova, M., & Krupnikova, D. (2010). Globalization of freshwater resources: An innovative management strategy. Foresight-Russia, *4*(2), 17-24. DOI: 10.17323/1995-459x.2010.2.4.17. URL: <http://foresight-journal.hse.ru/2010-4-2/26558029.html> (Accessed: 24.04.2025).

4. Dudin, I., & Shebesta, A. (2011). Groundwater monitoring in the Novgorod region in the system of regional nature management. Baltic Region, *1*(7), 91-

104. DOI: 10.5922/2074-9848-2011-1-10. URL: <http://journals.kantiana.ru/upload/iblock/f19/dapoavtkmh.pdf> (Accessed: 24.04.2025).

5. Seregin, A.P., Bochkov, D.A., Shner, Yu.V., Garin, E.V., Mayorov, S.R., Golyakov, P.V., Bolshakov, B.V., Prokhorov, V., Mallaliev, M.M., Vinogradov, G.M., Ebel, A.L., Kashirina, E.S., Biryukova, O.V., Kuryakova, O.P., Mirvod, S.V., Khimin, A.N., Murtazaliev, R.A., Zelenkova, V.N., Dudov, S.V., Gorbunova, M.S., Gerasimov, S.V., Ebel, A.L., Travkin, V.P., Chernyagina, O.A., Razina, E.A., Zyryanov, A.P., Tretyakova, D.V., Lednev, S., Teploukhov, V.Yu., Kuzmenkin, D.V., Krivosheev, M.M., Popov, E.S., Sultanov, R.R., Basov, Yu.M., Dudova, K.V., Tishin, D.V., Yakovlev, A.A., Danilevsky, Yu.V., Pospelov, I., Kandaurova, A.N., Kutueva, S.B., Yumagulov, D.A., Samodurov, K.V., Smirnova, L.Ya., Buryi, V.V., Yusupov, V.E., Epikhin, D., Repina, T.G., Boginsky, E.I., Dubynin, A., Korobkov, A.V., Nesterkova, D.V., Poluyanov, A.V., Danilin, A.V., Efremov, A.N., Pozhidaeva, L.V., Verkhosina, A.V., Postnikov, Yu.A., Linnik, E.A., Kobuzeva, I.A., Prokopenko, S.V., Shumikhina, E.A., Kushunina, M., Kuzmin, I.V., Razran, L.M., Sukhova, D.V., & Popov, A.V. (2020). "Flora of Russia" on the iNaturalist platform: Big data on biodiversity of a large country. *Journal of General Biology*, *81*(3), 223-236. DOI: 10.31857/s0044459620030070. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?doi=10.31857/S0044459620030070> (Accessed: 24.04.2025).

6. Akhmatova, D.R. (2023). Economic potential of artificial intelligence: Global experience, Russian practice, and prospects of the EAEU countries. *Economics and Innovation Management*, *3*(28), 15-24. DOI: 10.26730/2587-5574-2023-3-15-24. URL: <https://economics.kuzstu.ru/index.php?page=article&id=4288> (Accessed: 24.04.2025).

7. Sadvakasova, S.R., Taurbaeva, N.K., & Berdenov, Zh. (2025). Integrated water resources management of the Irtysh River based on geoinformation technologies.

Journal of Geography and Environmental Management, *1*(76), 18-30. DOI: 10.26577/jgem20257618. URL: <https://bulletin-geography.kaznu.kz/index.php/1-geo/article/view/1479> (Accessed: 24.04.2025).

8. Yerznkyan, B.A., & Fontana, K.A. (2019). Water crisis and prospects for its overcoming in the urban management system based on information systems. *Regional Problems of Economic Transformation*, *6*(102), 42-49. DOI: 10.26726/1812-7096-2019-6-42-49. URL:

<http://www.rppe.ru/new/index.php/rppe/article/view/1195> (Accessed: 24.04.2025).

9. Obukhov, E. (2020). External water exchange in the useful volume of the Middle Dnieper reservoir under design and its current parameters. *Renewable Energy (Vidnovluyana Energetika)*, *1*(60), 52-60. DOI: 10.36296/1819-8058.2020.1(60).52-60. URL: <https://ve.org.ua/index.php/journal/article/view/244> (Accessed: 24.04.2025).

10. Durnovo, V., & Malkova, N.A. (2023). Assessment of water resources use in urban conditions. *Vestnik of Altai State Agrarian University*, *7*(225), 34-38. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-225-7-34-38. URL:

<http://vestnik.asau.ru/index.php/vestnik/article/view/1621> (Accessed: 24.04.2025).

© Баракхоев М.Ю., Цыпкин Ю.А., 2026. *International agricultural journal*, 2026,

№ 4, 94-109.