

ЗЕЛЕНАЯ ЦИФРОВИЗАЦИЯ: ГОРИЗОНТЫ РАЗВИТИЯ, ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО БУДУЩЕГО

© 2025 А. С. Вилкова¹, В. О. Чернухина², М. М. Манукян³

^{1,2,3} Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева, г. Самара, Россия

В современном мире тема развития зеленой экономики в целях строительства экологически устойчивого будущего является одним из наиболее нарастающих трендов за последние несколько лет. В статье рассматривается влияние интеграции цифровых технологий в экологическое развитие экономики, разбираются кейсы применения цифровизации в зеленой экономике и оцениваются перспективы развития компаний и государств в данной области.

Ключевые слова: зеленая экономика; цифровизация; технологическое строительство; экология; инновации.

В экологическом контексте устойчивость заключается в способности экосистем поддерживать основные функции и процессы и в полной мере сохранять биоразнообразие в долгосрочной перспективе.

Сейчас компаниям для сохранения конкурентоспособности необходимо как следовать тенденции «зеленой» трансформа-

ции, так и вносить изменения по части внедрения цифровых технологий.

Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП) создал комплекс инструментов независимой оценки деятельности компаний в сфере устойчивого развития. Рассмотрим динамику компаний, входящих в индексы РСПП за период 2020-2024 годов.

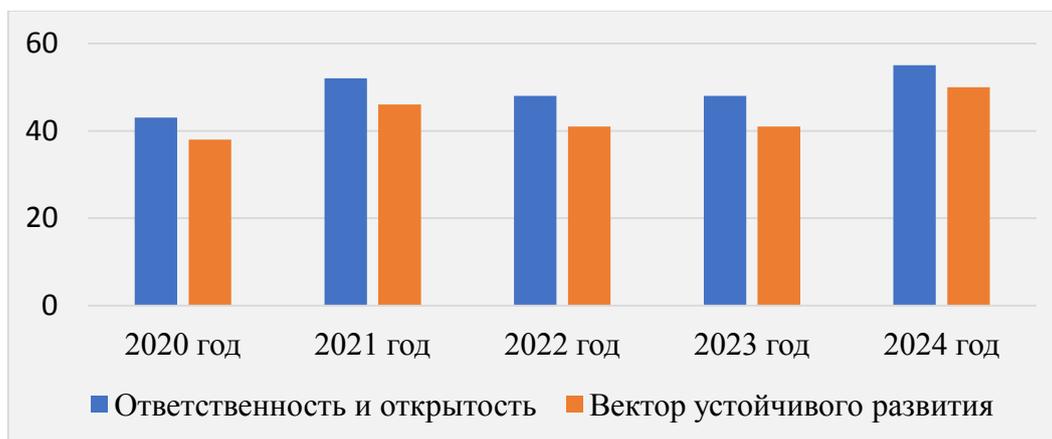


Рисунок 1 – Количество компаний, вошедших в индекс по результатам расчета

По данным графика, представленного на рисунке 1, можно сделать вывод о том, что аспект ответственности и открытости имеет преимущество над вектором устойчивого развития. С 2021 года ситуация имела отрицательную динамику в связи с ухудшением экономической ситуации в стране.

Рассмотрим экологические проблемы, которые возможно минимизировать или решить полностью за счет интеграции цифровых технологий в экологическое развитие экономики.

1. Загрязнения почв, к причинам которых могут быть отнесены металлургическая и

машиностроительная промышленность, транспортные выбросы, мусорные полигоны. В России на постоянной основе токсичные вещества и промышленные выбросы загрязняют 613,1 квадратный километр почвенного покрова, что составляет почти 3,5% от общей территории страны.

2. Заболевания, обусловленные неблагоприятной экологической обстановкой. За 2024 год на территории России было зафик-

сировано более 3,73 миллионов случаев заболеваний, ассоциированных с экологическими факторами. На диаграмме ниже представлена статистика причин таких заболеваний (рис. 2).

3. Загрязнения водоемов.

4. Загрязнения атмосферы. По статистике 46% жителей страны живет в населенных пунктах с повышенным и очень высоким значением загрязнения воздуха.

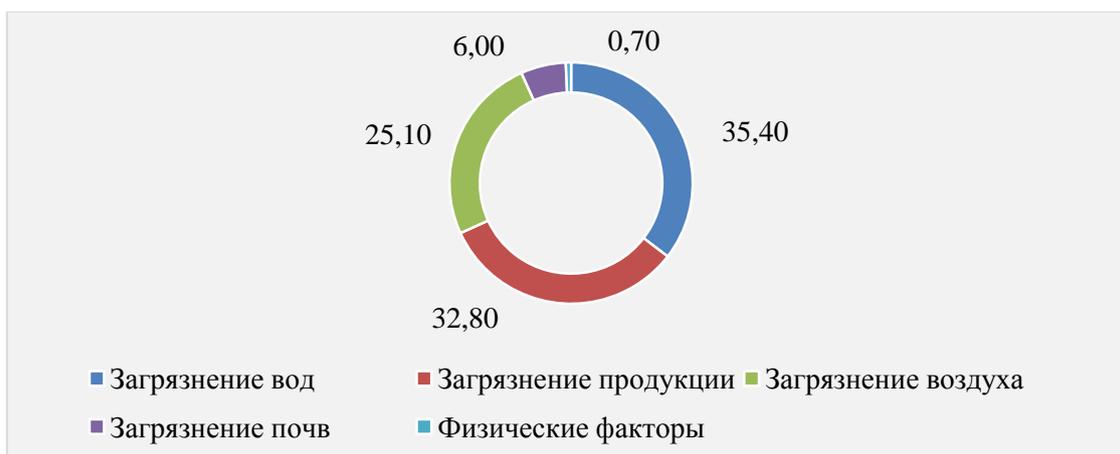


Рисунок 2 – Причины заболеваний, ассоциированных с экологическими факторами, % от общего числа заболеваний

Технологическая перестройка в области зеленой экономики способствует предприятиям в различных областях интегрировать экологически чистые технологии, минимизировать выбросы и отходы, наращивая темпы перехода к экологически устойчивому будущему.

Рассмотрим возможности, открываемые цифровизацией зеленой экономики.

1. Интеграция инноваций и развитие новых технологий, которые лежат в основе формирования баз данных и информации, подлежащей обмену в реальном времени в Интернете. Так, большие данные, например, способны применяться компаниями в целях заблаговременного уведомления о стихийных бедствиях и мониторинга состояния и сохранения исчезающих видов растений и животных.

2. Снижение негативного влияния на окружающую среду, достижимое интеграцией цифровых технологий в зеленую экономику. Информационные технологии открывают возможности по рационализации использования ресурсов, изысканию альтернативных источников энергии, уменьше-

нию углеродных отходов, оптимизации энергопотребления.

3. Решение задачи разобщенности данных, фрагментации и асимметрии информационных ресурсов с помощью интеграции данных о протекающих процессах, внешней и внутренней среде компаний.

4. Автоматизация и роботизация производственных процессов в промышленных областях, ведущих к сокращению числа брака и затрачиваемого времени, росту скорости принятия решений и качества продукции.

5. Сокращение аварийности на производстве за счет регулярного мониторинга и контроля.

К ведущим тенденциям цифровизации зеленой экономики можно отнести следующие:

- 1) сенсорика и Интернет вещей;
- 2) аналитика и большие данные;
- 3) блокчейн;
- 4) облачные вычисления;
- 5) методика дистанционного зондирования Земли [1].

Интернетом вещей называются некие вычислительные технологии и созданные на их основе невидимые устройства, необходимые для автоматической переадресации данных из Интернета и в Интернет. В сфере зеленой экономики технологии сенсорики и Интернета вещей реализуют регулирование качества воздуха при производстве и более эффективное управление затратами энергии.

Большие данные – это информационная система, которая содержит большой объем и большое разнообразие информации и обладает высокой скоростью ее обработки. Она направлена на совершенствование аналитики информации, принятие обоснованных решений и автоматизирование процессов обработки данных с применением инновационных способов.

Блокчейн представляет собой децентрализованную цифровую запись переводов, которая лежит в основе безопасных систем учета данных, способствуя росту устойчивости зеленой экономики и оптимизации системы хранения информации.

Технология дистанционного зондирования Земли представляет собой наблюдение летательными и наземными устройствами за поверхностью Земли с применением съемочной аппаратуры для дальнейшего анализа изученной информации.

Авторами статьи был проведен анализ применения цифровых технологий для повышения экологической эффективности предприятий, осуществляющих свою деятельность на территории России в 2019–2024 годах (рис. 3).

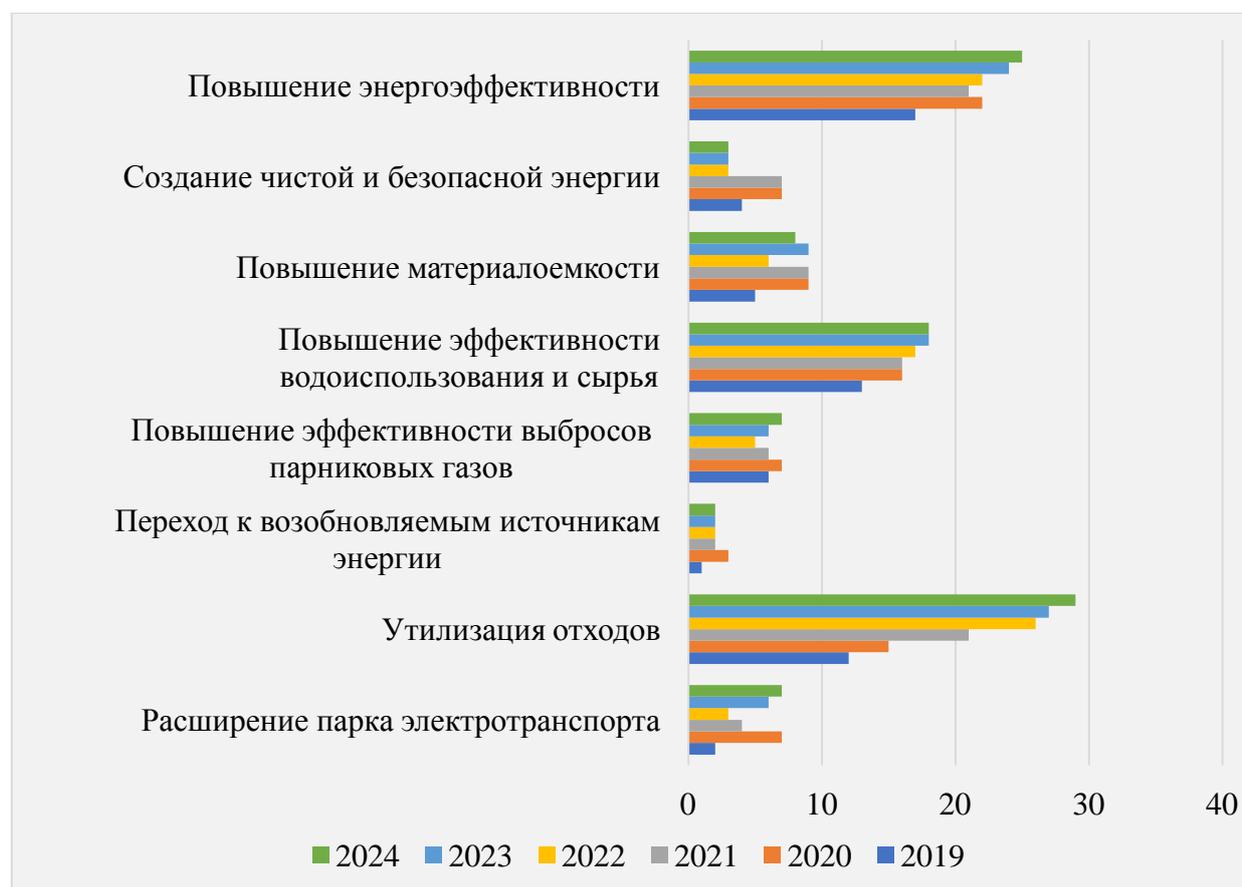


Рисунок 3 – Распределение предприятий по направлениям использования цифровых технологий для повышения экологической эффективности, % от общего числа организаций

Исходя из данных, представленных на рисунке 3, можно сделать вывод о том, что применение цифровых средств для повышения ресурсной эффективности промышлен-

ности в целом имеет положительную динамику на протяжении всего рассмотренного периода, однако в большинстве сфер она имеет достаточно низкий уровень. Наиболее

значительный рост использования продуктов цифровизации наблюдается в области утилизации отходов. Цифровые данные также активно применяются в сфере повышения энергоэффективности и повышения эффективности водопользования и сырья.

В апреле 2024 года в России анонсировали запуск пяти новых сервисов в области экологического развития регионов, которые уже запущены в работу: системы «Кадастр отходов», «Эконадзор», «Экономониторинг», «Туризм на особо охраняемых природных территориях» и «Экокарьер». Данные программы интегрировали в работу платформы «ГосТех». В работе сервисов применяется искусственный интеллект, который помогает оптимизировать экологический мониторинг и последующий анализ сведений об уровне загрязненности атмосферы и выявлять незаконные локализованные свалки мусора.

В 2021 году под объединением компаний НПК «Экострой» и ООО «Сфера» была создана цифровая платформа информационного учета объектов городской среды на уровне муниципальных, региональных и государственных властей под названием «Единая среда».

Система представляется собой механизм учета экологического ущерба окружающей среде и благоустройства территорий с применением эффективного инструмента сбора и аналитики данных об элементах городской среды.

Преимуществом сервиса «Единая среда» является отсутствие необходимости в значительных материальных и трудовых затратах. Помимо того, с применением данной IT-платформы в мониторинге и регулировании экологической обстановки исчезает необходимость в хранении полного объема информации на бумажных носителях, что способствует сокращению использования бумаги.

Обратимся к кейсу коммерческой организации, внедряющей современные умные технологии, обеспечивающие экологическую безопасность и защиту окружающей среды.

Компания в области розничной торговли «X5 Group» интегрировала инновации в сфере энергетического управления на площадках своих магазинов. Начиная с

2019 года «X5 Group» осуществляла наблюдение и анализ выбросов парниковых газов и в последствии фиксировала полученные данные в протоколе.

Приоритетной задачей в рамках Стратегии устойчивого развития компании «X5 Group» к 2020 году стало повышение доли использования возобновляемых источников энергии.

Компания интегрирует программные инструменты учета потребляемой электроэнергии для управления и контроля энергопотребления. Ежегодно организация внедряет новые программы с целью стимулирования развития источников возобновляемой электроэнергии и перевода своих магазинов на них.

Пробное применение хладагентов с пониженным влиянием на климатическую обстановку, деятельность по снижению потребляемой энергии, переход на газовый транспорт помогли уменьшить вредоносные выбросы парниковых газов на 1,7%.

В 2022 году компанией «X5 Group» в 44 магазинах «Перекресток» была интегрирована система «Умный магазин», что привело к снижению энергопотребления на 9,8%. В том же году в более чем 80 магазинах была воплощена программа по установке энергосберегающих дверей и холодильных камер под названием «RETROFIR», что способствовало уменьшению энергопотребления на 10% [5].

В мировой практике также существуют кейсы успешной интеграции цифровых технологий в экономику с целью повышения ее экологичности. Наиболее показательным является деятельность компании NTT Group. Компания Nippon Telegraph and Telephone является самой крупной компанией в Японии, предоставляющей телекоммуникационные услуги и производящей соответствующее оборудование. В 2024 году представители NTT Group заявили о внедрении проекта по снижению вредоносных выбросов парниковых газов на 80% в ближайшие 5 лет и сведению к нулю таких выбросов к 2040 году [4].

На пути к достижению поставленных целей компания NTT Group повышает уровень перепотребления энергии и сокращает ее использование оборудованием с применением концепции IOWN, которая рас-

шифровывается как «Инновационная оптическая и беспроводная сеть». Данная концепция представляет собой модель инфраструктуры информационной сети и обработки информации. Она нацелена на переход от электронных к фоновым технологиям, повышению скорости передачи данных и снижению энергопотребления.

Если рассматривать цифровизацию со стороны ее влияния на окружающий мир, то нельзя с полной уверенностью сказать, оказывает она благоприятное или неблагоприятное воздействие. Основными проблемами внедрения цифровизации в зеленую экономику являются следующие.

1. Рост трафика данных, экологический след и конкуренция за ресурсы. Они могут привести к увеличению вредных выбросов, повышению спроса на главные материалы и сырье, необходимые для зеленой трансформации. Из-за того, что мы создаем огромный поток информации и храним его на разных носителях, неосознанно затрачиваем электроэнергию больше, чем нужно, и повышаем цены на передачу и хранение данных, тем самым делая те самые экологичные цифровые инновации безумно дорогими [2].

2. Информационный мусор, увеличивающийся вместе с объемами хранимой информации. Можно выделить следующие виды информационного мусора:

- цифровая тень (информация о нас, которую мы неосознанно оставляем в сети Интернет после нашего нахождения там);
- цифровой хвост (массив данных, хранящий огромное количество версий одного и того же файла перед тем, как появится конечный вариант);
- цифровой шлейф (всевозможная информация, накапливаемая при использовании сети Интернет, с помощью которой можно в будущем принимать решения; она также является основой информационного мусора);
- цифровой след (информация, осознанно оставляемая нами при посещении сети Интернет).

В странах с широким использованием цифровых технологий выбросы мелкодисперсной пыли остаются на том же уровне или увеличиваются, но не снижаются, это мы выяснили, посмотрев данные ОЭСР по государствам Европейской экономической комиссии начиная с 2012 года. Важные негативные последствия экологии наносят системы обработки и хранения информации.

В таблице 1 представлены статистические данные по выбросам парниковых газов при использовании цифровых технологий за 2023 год, представленные в исследовании М. В. Яковлевой [6].

Таблица 1 – Статистика выбросов парниковых газов, вызванная применением цифровых технологий в 2023 году

Показатель	Численное значение CO ₂
Среднегодовое значение выбросов парниковых газов, вызванных цифровыми технологиями	1,7 млрд тонн
Доля в общем объеме выбросов	3,7%
Ежегодные выбросы парниковых газов средним пользователем Интернета	414 кг
Поисковые системы: каждый поиск приводит к среднему значению выбросов	1,45 г
Характеристика	Численное значение CO ₂
При просмотре высококачественных онлайн-видеороликов	441 г/час
Отправка стандартного электронного письма	4 г
Видеоконференцсвязь	157 г/час
Потребление энергии в криптоиндустрии: 1 биткоин-транзакция в среднем равна шестимесячному потреблению электроэнергии домохозяйством	819 Вт-ч

Авторами статьи были проанализированы данные проекта «Энергия из отходов»

и статистика выбросов парниковых газов (табл. 1), которые помогли определить пу-

ти решения устранения вреда от применения цифровых технологий для формирования зеленой экономики.

Первый путь – распределенные центры обработки данных (ЦОД). Их применение позволит экономить пространство и отказаться от срочной передачи больших объемов информации по всему миру. План уменьшения энергетической себестоимости электронных услуг способствует необходимости частой аренды незанятого места в ячейках серверов и ЦОД, что не соответствует зеленому подходу.

Второй путь – цифровые дорожки. Оставляя свой цифровой шлейф в одном месте, система весьма вероятно может очищаться самостоятельно.

Третий путь – 6D-измерение. Облегчение объемов итогового файла помогает улучшить ПО, используемое рынком.

Четвертый путь – виртуальные экосистемы. Их применение поможет снижать объе-

мы хранилищ данных и убирать информационный мусор с эволюцией к Softsharing-системам [3].

Также меньшему негативному влиянию, меньшим затратам и расширению использования цифровых технологий поможет масштабирование сети 5G, модернизация на процессоры с низким потреблением энергии и охлаждающие системы в ЦОД, реализация консенсус-механизмов в блокчейн, например, Proof-of-Stake.

Планы развития цифровых технологий с 2022 по 2025 годы по направлениям повышения экологической и ресурсной эффективности промышленного производства в России представлены на рисунке 4. Если рассматривать общий план развития цифровых технологий на 2025 год, то наиболее масштабными являются планы в сферах увеличения энергоэффективности и утилизации отходов.

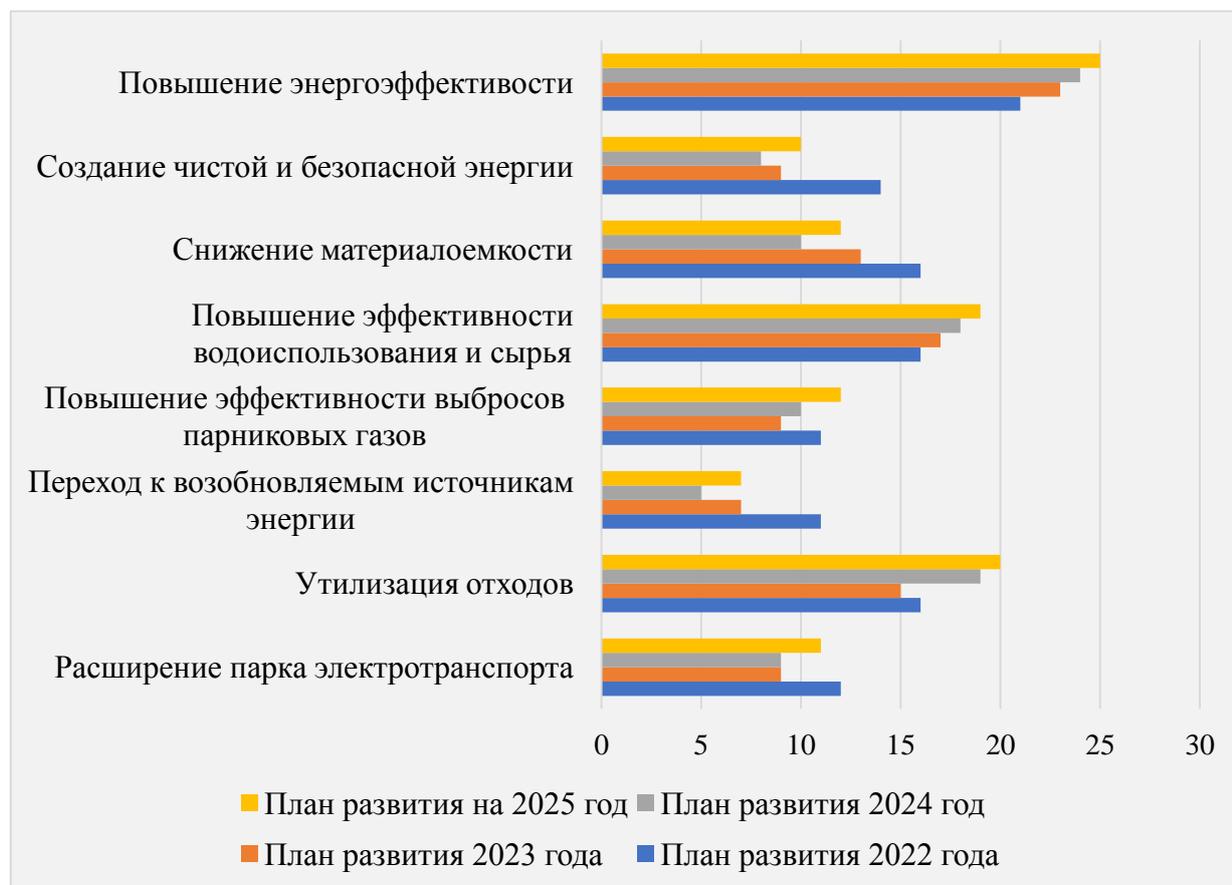


Рисунок 4 – Планы развития цифровых технологий по направлениям повышения экологической и ресурсной эффективности промышленного производства в России [1]

Необходимость технологического строительства экологически устойчивого будущего

открывает новые горизонты развития зеленой цифровизации:

- усовершенствование виртуальных рынков энергии поможет запуску электронных рынков и даст возможность управлять рыночным распределением энергии;
- употребление машинного интеллекта для решения климатических и экологических целей может помочь в планировании показателей изменения климата, предотвратить эмиссию углекислого газа, сформировать структуру «зеленой» цепи поставки, экономить ресурсы (около 20% масштабных загрязнений можно сократить цифровыми технологиями);
- использование виртуализации (сократит траты энергии путем снижения необходимых физических серверов);
- изучение непрямого воздействия (например, системные администраторы способны осуществлять проверку показателей

устойчивого развития через создателей приборов, измеряющих углеродный след) [6].

Подводя итоги исследования, можно сделать вывод о том, что тенденции настоящего времени и прогнозы на будущее подчеркивают необходимость проведения двух преобразований – «зеленого» и цифрового. Цифровизация здесь выступает как ключевой фактор, представляющий широкий спектр инструментов. Внедрение цифровых технологий в экологизацию экономики позволяет максимально автоматизировать и роботизировать процессы. Несмотря на все преимущества цифровых технологий, нужно помнить о том, что их внедрение может сопровождаться новыми рисками, которые необходимо оперативно анализировать и принимать меры по их устранению с целью минимизации негативных последствий для окружающей среды.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев К. Д., Дубкова А. Д., Лола И. С. Интеграция промышленности в «зеленые технологии»: тренды GreenTech-направлений в 2023-2024 гг. М.: НИУ ВШЭ, 2024. С. 20. URL: https://www.hse.ru/data/2024/04/11/2145539416/Digital_industry_1Q2024.pdf
2. Анкудинов И. А., Егоров В. Ю., Ляцос А. Д., Поляков Л. В., Рыжкин Е. Н. Зеленая Россия будущего: экономические проблемы и политические перспективы // Бизнес. Общество. Власть. 2022. № 4. С. 87-116.
3. Захарченко Е. С., Решетникова Н. Н. Современные тенденции цифровизации мировой экономики с учетом развития «зеленой» экономики в условиях пандемии COVID-19 // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2021. № 4. С. 132-142.
4. Компания – X5 Group. URL: <https://www.x5.ru/ru/about/>.
5. Корнева А. А. «Зеленая» экономика и цифровизация в экономической основе концепции устойчивого развития // Integral. 2022. № 2. С. 1272-1282.
6. Яковлева М. В. Цифровая трансформация промышленных компаний в условиях зеленой экономики // Экономика и социум: современные модели развития. 2024. Т. 14. № 3. С. 271-280. DOI 10.18334/ecsoc.14.3.121184.

GREEN DIGITALIZATION: DEVELOPMENT HORIZONS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR TECHNOLOGICAL CONSTRUCTION OF AN ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE FUTURE

© 2025 Arina S. Vilkova¹, Varvara O. Chernukhina², Marine M. Manykyan³

^{1,2,3} Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev, Samara, Russia

In the modern world, the topic of developing a green economy in order to build an environmentally sustainable future is one of the most growing trends over the past few years. The article examines the impact of the integration of digital technologies into the environmental development of the economy, examines the cases of digitalization in the green economy and assesses the prospects for the development of companies and states in this area.

Keywords: green economy, digitalization, technological construction, ecology, innovation.