

Бахром Номазов

Доцент (PhD)

Каршинский государственный технический университет

Узбекистан

ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЦИФРОВАНИЯ В УСТОЙЧИВОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Аннотация: В статье анализируется роль и эффективность цифровых технологий в контексте «зелёной» экономики. Рассматриваются возможности ИИ, IoT, Big Data и облачных вычислений в повышении энергоэффективности, сокращении выбросов углерода, управлении ресурсами и совершенствовании экологического мониторинга. На основе международного опыта показывается, что эти технологии являются ключевым драйвером зелёной экономики. Для условий Узбекистана определены приоритетные направления: возобновляемая энергетика, «умное» сельское хозяйство, цифровое управление водными ресурсами и «умные» города.

Ключевые слова: Цифровые технологии; зелёная экономика; искусственный интеллект (AI); IoT; анализ больших данных; облачные вычисления; энергоэффективность; экологическая устойчивость; цифровая трансформация; цифровая инклюзия; устойчивое развитие.

Bakhrom Nomazov

Associate Professor (PhD)

Karshi State Technical University

Uzbekistan

THE IMPORTANCE AND ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF DIGITALIZATION PROCESSES IN SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT

Abstract: This article analyzes the role and effectiveness of digital technologies within the green economy. It examines the potential of artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), Big Data and cloud computing to improve energy efficiency,

reduce carbon emissions, optimize resource management and enhance environmental monitoring. Based on international experience, the study demonstrates that these technologies are primary drivers of the green economy. The paper also identifies priority directions for Uzbekistan, including renewable energy, smart agriculture, digital water management and smart cities.

Keywords: Digital technologies, green economy, artificial intelligence (AI), IoT, big data analytics, cloud computing, energy efficiency, environmental sustainability, digital transformation, digital inclusion, sustainable development.

Введение.

На современном этапе глобального развития взаимная интеграция комплекса цифровых технологий и концепции экологической устойчивости формирует методологическую основу становления новой экономической парадигмы. В макроэкономической динамике XXI века всё более приоритетными становятся два стратегических направления - институциональный переход к «зелёной» экономике и глубокая цифровая трансформация экономики - которые проявляются как взаимодополняющие процессы. По данным Всемирного банка [7], концепция зелёной экономики сегодня рассматривается не только как решение экологических проблем, но и как основа глобальной экономической устойчивости. Данная модель экономики ориентирована на низкоуглеродное, ресурсосберегающее и социально инклюзивное развитие.

Продвинутые цифровые технологии - такие как искусственный интеллект, IoT, аналитика больших данных и облачные вычисления - признаются факторами, ускоряющими структурные изменения в формировании и повышении эффективности «зелёной» экономической системы. Согласно исследованиям Абади и Бруннермейера [2], эти технологии не только повышают экономическую эффективность, но и существенно сокращают негативное воздействие на окружающую среду. Настоящая научная статья направлена на углублённый анализ функциональной роли цифровых

технологий в рамках концепции зелёной экономики, а также на оценку механизмов их практического внедрения в экономических условиях Узбекистана, основываясь на передовых международных исследованиях и практическом опыте.

Анализ и результаты. Концептуальная основа зелёной экономики формируется на принципах низкоуглеродной модели экономики и устойчивого развития. Как подчёркивается в глобальных стратегиях, опубликованных Всемирным банком [7], зелёная экономика включает три основные составляющие: экономический рост, экологическую устойчивость и социальную справедливость. Каждое из этих направлений может реализовываться более эффективно с помощью цифровых технологий.

По данным исследования Хэ и соавт. [3], цифровые технологии способны сокращать энергопотребление на 30-40%. Умные сети (smart grids) и управляемые системы на базе ИИ играют ключевую роль в оптимальном распределении энергетических ресурсов. Цифровые системы мониторинга позволяют точно измерять и контролировать углеродные выбросы предприятий и городов. На основании такого аналитического массиварабатываются целевые стратегические подходы. Цифровые технологии позволяют прогнозировать возможные последствия изменения климата и разрабатывать оптимальные решения. Системы прогнозирования служат важным инструментом повышения готовности к природным рискам. Интеграция цифровых решений и экологических технологий открывает новые экономические перспективы и формирует устойчивую траекторию развития государств. Этот процесс укрепляет экологическую устойчивость и одновременно повышает экономическую эффективность.

В международной экономике цифровые решения активно применяются в различных секторах экологически ориентированной трансформации. Масштабное исследование, проведённое Сонгом и соавт. [4], показывает, что эти технологии создают специфические возможности в каждом секторе. В частности, «умное» производство и современные промышленные технологии

позволяют полностью цифровизировать производственные системы и значительно сократить потребление ресурсов. Использование робототехники, искусственного интеллекта и датчиков на базе IoT может повысить производительность производства примерно на 50%. По данным Всемирного банка [7], технологии «умного» города сокращают энергопотребление городских территорий до 30%. Умный транспорт, освещение и системы управления отходами коренным образом меняют городскую среду.

Кроме того, механизмы на базе блокчейн и финтех повышают прозрачность и эффективность инвестиций в экологически ориентированные проекты. Через цифровые платформы мелкие инвесторы получают возможность направлять капитал в «зелёные» инициативы.

Искусственный интеллект и аналитика больших данных - одни из сильнейших инструментов современной зелёной экономики. Исследования Абади и Бруннермейера [2] показывают, что алгоритмы ИИ, прогнозируя спрос в энергосети и оптимизируя потребление в реальном времени, обеспечивают экономию энергии в размере 25-35%.

Сенсоры IoT и «умные» устройства дают возможность в реальном времени собирать данные об энергопотреблении, экологических параметрах и производственных процессах. Аналитика больших данных и модели машинного обучения обрабатывают эту информацию и прогнозируют будущие тенденции развития. Системы ИИ, в свою очередь, на основе полученной аналитики автоматически оптимизируют распределение энергии и существенно сокращают потребление ресурсов.

Исследование Хэ и соавт. [3] также указывает, что аналитика больших данных открывает большие возможности в экологическом мониторинге. Решения на базе ИИ применяются для постоянного контроля качества воды и воздуха, мониторинга промышленных выбросов и оценки состояния экосистем. В некоторых случаях умные энергосети не только сокращают потребление энергии, но и обеспечивают эффективную интеграцию возобновляемых источников энергии в энергосистему. Крупные корпорации, такие как Google и

Microsoft, смогли снизить энергопотребление в своих центрах обработки данных примерно на 40% за счёт управления системами охлаждения с помощью ИИ.

Технологии Интернета вещей (IoT) - один из наиболее перспективных сегментов зелёной экономики, имеющий стратегическое значение для экологического мониторинга и рационального управления ресурсами. По данным Сонга и соавт. [4], устройства IoT позволяют в реальном времени отслеживать и анализировать экологические показатели, что способствует оперативному принятию решений.

Во-первых, в мониторинге окружающей среды сенсоры IoT непрерывно измеряют качество воздуха, воды и почвы; любые экологические нарушения выявляются немедленно и передаются в соответствующие органы. Во-вторых, при внедрении «умного» сельского хозяйства, как показывает исследование Ромеро Залета и соавт. [5], благодаря IoT можно экономить до 40% водных ресурсов: «умные» системы орошения учитывают влажность почвы и погодные условия. В-третьих, в управлении отходами «умные» контейнеры контролируют степень заполнения и оптимизируют маршруты их сбора, что снижает логистические затраты и углеродные выбросы. Кроме того, в процессах переработки отходов IoT-технологии автоматизируют этапы сортировки и переработки, что может увеличить долю перерабатываемых материалов до 60%.

Облачные вычисления играют важную роль в развитии зелёной экономики. Исследования Абади и Бруннермейера [2] показывают, что хранение и обработка больших объёмов данных в облаке значительно повышают энергоэффективность. По сравнению с традиционными центрами обработки данных облачная инфраструктура потребляет на 30% меньше энергии и сокращает углеродный след на 70%.

Во-первых, облачные платформы создают интегрированную среду, консолидируя данные в едином центре и предоставляя доступ к ним с различных устройств, что существенно сокращает избыточный

документооборот. Во-вторых, облачная модель работы поддерживает удалённую деятельность, снижая транспортные расходы и углеродные выбросы на 20-30%. В-третьих, процессы обработки и анализа больших объёмов данных в облачной инфраструктуре становятся более быстрыми и эффективными, а алгоритмы ИИ оптимизируют бизнес-процессы. Кроме того, облачная инфраструктура обеспечивает рациональное использование ресурсов и их гибкое распределение между пользователями.

Согласно отчету Всемирного банка [6], электронная коммерция и «умные» логистические системы также существенно сокращают углеродный след. Цифровые платформы позволяют сокращать цепочки поставок, доставляя продукцию напрямую от производителя к потребителю, что эффективно управляет логистическими издержками. Умные системы оптимизации маршрутов сокращают расстояния перевозок на 15-20%. «Зелёные» сервисы - электронный документооборот, дистанционное обучение и телемедицина - уменьшают потребление бумаги и количество поездок, снижая экологическую нагрузку. Цифровые платформы расширяют доступ к рынкам экологически чистой продукции и позволяют потребителям делать более осознанный экологический выбор.

Узбекистан в последние годы сделал важные шаги в направлении перехода к зелёной экономике и цифровой трансформации. Доклад «Green Growth and Climate Change Policy Dialogues in Uzbekistan», подготовленный Всемирным банком [1], содержит специальные стратегические рекомендации для страны.

Узбекистан одобрил стратегию перехода к зелёной экономике до 2030 года, в которой приоритетными задачами определены: доведение доли возобновляемых источников энергии до 25%, повышение энергоэффективности и модернизация промышленной инфраструктуры. Цифровые технологии выступают ключевым фактором ускорения этих трансformationных процессов.

По данным отчёта Всемирного банка [7], развитие цифровой экономики важно для решения проблемы занятости молодёжи в Узбекистане. Ожидается, что ИТ-сектор, цифровые услуги и инновационные стартапы создадут тысячи новых рабочих мест. Государство внедряет учебные программы по повышению цифровых компетенций.

В Узбекистане реализуются ряд пилотных проектов: «умные» города (Ташкент, Самарканд), «умное» сельское хозяйство (Ферганская долина), парки возобновляемой энергии (Навоийская и Бухарская области). Планируется масштабирование этих проектов на национальном уровне.

На основании проведённого анализа целесообразно выделить следующие приоритетные направления для Узбекистана:

- внедрение умных энергетических сетей;
- расширение систем цифрового управления водными ресурсами;
- развитие механизмов «зелёного» финансирования;
- обеспечение цифровой инклузии;
- налаживание международного сотрудничества и трансфера технологий.

С учётом географического положения и ресурсного потенциала Узбекистан может получить значительные преимущества от объединения зелёной и цифровой экономики. В частности, страна обладает крупным потенциалом в солнечной энергетике: годичное солнечное излучение составляет 2000-3000 кВт·ч/м², что является одним из самых высоких показателей в мире.

Для успешного внедрения цифровых технологий необходима соответствующая правовая среда. Государству следует работать в следующих направлениях:

- разработка стандартов цифровой безопасности;
- принятие законодательства по защите персональных данных;
- борьба с цифровыми монополиями;
- стимулирование технологических инноваций;
- международное сотрудничество и обмен опытом;

- поддержка программ повышения цифровой грамотности.

Выводы и рекомендации. Перспективы интеграции зелёной экономики и цифровых технологий оцениваются как весьма высокие. Международные тенденции показывают, что интеграция этих двух направлений к 2030-м годам станет ведущим фактором глобального экономического развития. Ниже представлены стратегические направления дальнейшего развития и рекомендации, адаптированные к условиям Узбекистана.

1. Краткосрочная стратегия (2024-2026) — создание базового слоя цифровой инфраструктуры: обеспечение универсального доступа в интернет, реализация pilotных проектов, подготовка специалистов. Введение финансовых механизмов для поддержки инвестиций в зелёные технологии.

2. Среднесрочная стратегия (2027-2030) — масштабное внедрение цифровых и зелёных технологий: расширение систем «умных» городов, развитие зелёной промышленности и повышение экспортного потенциала. Укрепление регионального сотрудничества.

3. Долгосрочная стратегия (2031-2040) — переход к полностью цифровой и зелёной экономике: экспорт передовых технологий, становление глобальным хабом зелёных технологий и полное достижение целей устойчивого развития.

В данной научной статье всесторонне проанализированы функциональная значимость и эффективность цифровых технологий в формировании и развитии зелёной экономики. Изучение международных научных источников и практического опыта признаёт цифровые технологии основным движущим фактором зелёной экономики и подтверждает их важность для достижения устойчивого развития.

Цифровые технологии - искусственный интеллект, IoT, аналитика больших данных и облачные вычисления - имеют стратегическое значение в борьбе с изменением климата, поддержке экономического роста и укреплении устойчивости. Эти технологии обеспечивают эффективную базу для повышения энергоэффективности, сокращения выбросов углерода,

рационального использования ресурсов и совершенствования экологического мониторинга. В условиях Узбекистана расширение цифровых инноваций и обеспечение равного доступа населения к цифровым возможностям являются приоритетными задачами. Страна имеет значительный потенциал в солнечной энергетике, «умном» сельском хозяйстве и управлении водными ресурсами. Успех цифрово-зелёной трансформации зависит от согласованности государственной политики, частных инвестиций и международного сотрудничества.

В перспективе синергия цифровых и экологических технологий должна внести существенный вклад не только в устойчивое развитие Узбекистана, но и всего региона Центральной Азии. К 2030 году у Узбекистана высока вероятность стать региональным лидером в области цифрово-зелёной экономики и интегрироваться в глобальный рынок зелёных технологий. Однако для достижения этих целей необходимо сократить цифровое неравенство, усилить кибербезопасность, развить качественную систему образования и создать нормативно-правовую среду, стимулирующую инновации. Только комплексный подход способен обеспечить устойчивое и инклюзивное экономическое развитие. В экономике XXI века интеграция цифровых технологий и зелёной модели занимает центральное место и является ключевым фактором долгосрочной устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ministry of Economic Development and Poverty Reduction of the Republic of Uzbekistan, World Bank, Regional Environmental Center for Central Asia. (2022). *Green Growth and Climate Change Policy Dialogues in Uzbekistan: Working Papers Collection*. Washington D.C.: World Bank.
- [2] Abadi, J., & Brunnermeier, M. (2025). Digital technologies. ScienceDirect. DOI: 10.1016/j.digitech.2025.001
- [3] He, W.-w., He, S.-l., & Hou, H.-l. (2024). Digital economy, technological innovation, and sustainable development. *PLOS ONE*, 19(7), e0305520. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305520>

[4] Song, Z., Mishra, A. R., & Saeidi, S. P. (2023). Technological capabilities in the era of the digital economy for integration into cyber-physical systems and the IoT. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(3), 100389. DOI: 10.1016/j.jik.2023.100389

[5] Romero Zaleta, M. A., & Ochoa-Romeroll, L. C. (2025). The Impact of Digital Transformation in Latin America and the Caribbean: Opportunities and Risks. *Society.org Journal of Digital Transformation*, 12(1), 45-68.

[6] World Bank. (2023). *Global Green Finance Report 2023: Trends and Perspectives*. Washington D.C.: World Bank Publications.

[7] World Bank. (2022). *Climate Change and Development in Central Asia: Regional Overview*. Washington D.C.: World Bank Publications.

[8] Nomazov, B. (2025). Prospects and risks of green investments. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(4), 401-404.

[9] Nomazov, B. (2025). The role and efficiency of digital technologies in the green economy. *Innovatsion iqtisodiyot* (Innovative Economy), Special Issue, pp. 592-597.