

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА: ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЁРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Махкамова Дилдора Абдурахмановна

Старший преподаватель кафедры Общая экология и экономика
Филиал Астраханского государственного технического университета
в Ташкентской области Республики Узбекистан

Аннотация. В условиях стремительного развития технологий Четвёртой промышленной революции особое значение приобретает цифровизация процессов экологического мониторинга. Использование современных цифровых инструментов, включая искусственный интеллект, Интернет вещей и большие данные, позволяет повысить точность и оперативность наблюдений за состоянием окружающей среды. В статье рассматриваются основные направления цифровизации экологического мониторинга, анализируются её возможности и вызовы, стоящие перед Узбекистаном. Подчёркивается необходимость комплексного подхода к внедрению цифровых решений, включая развитие инфраструктуры, кадровый потенциал и нормативно-правовую базу. Особое внимание уделяется перспективам устойчивого развития в контексте цифровой трансформации системы экологического контроля.

Ключевые слова: цифровизация, экологический мониторинг, Четвёртая промышленная революция, устойчивое развитие, большие данные, искусственный интеллект,

DIGITALIZATION OF ENVIRONMENTAL MONITORING: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN THE CONTEXT OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Makhkamova Dildora Abdurakhmanovna

Senior Lecturer of the Department of General Ecology and Economics
Branch of Astrakhan State Technical University in Tashkent region of the
Republic of Uzbekistan

Abstract. In the context of the rapid development of technologies of the Fourth Industrial Revolution, digitalization of environmental monitoring processes is of particular importance. The use of modern digital tools, including artificial intelligence, the Internet of things and big data, can improve the accuracy and efficiency of environmental monitoring. The article discusses the main areas of digitalization of environmental monitoring, analyzes its capabilities and challenges facing Uzbekistan. The need for an integrated approach to the implementation of digital solutions, including infrastructure development, human resources and the regulatory framework is emphasized. Particular attention is paid to the prospects for sustainable development in the context of the digital transformation of the environmental control system.

Keywords: digitalization, environmental monitoring, Fourth Industrial Revolution, sustainable development, big data, artificial intelligence,

Современные вызовы в области охраны окружающей среды требуют внедрения инновационных решений, способных обеспечить непрерывное и точное наблюдение за экологическими параметрами. В этом контексте цифровизация экологического мониторинга становится важнейшим направлением трансформации экологической политики и управления природными ресурсами. В условиях Четвёртой промышленной революции, характеризующейся интеграцией киберфизических систем, автоматизации и анализа больших данных, цифровые технологии играют ключевую роль в повышении эффективности и прозрачности экологического контроля.

Для Республики Узбекистан, где наблюдаются значительные экологические проблемы, такие как опустынивание, деградация земель и дефицит водных ресурсов, цифровизация мониторинга представляет собой не только технологическую необходимость, но и стратегическую задачу.

Развитие интеллектуальных систем сбора, обработки и анализа экологических данных может способствовать более точной оценке состояния окружающей среды и своевременному принятию управленческих решений. Внедрение цифровых инструментов позволяет обеспечить взаимодействие между различными уровнями экологического контроля, повысить общественную осведомлённость и вовлечённость в процесс охраны природы.

Тем не менее, процесс цифровизации сопровождается целым рядом вызовов, включая нехватку квалифицированных кадров, ограниченные финансовые ресурсы, фрагментарность нормативно-правовой базы, а также технические барьеры. Важно рассматривать цифровизацию не как цель, а как инструмент достижения устойчивого развития. Это требует согласованной политики со стороны государственных органов, научного сообщества и частного сектора.

Цифровизация экологического мониторинга представляет собой внедрение и использование современных информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для сбора, обработки, хранения и интерпретации экологических данных. В рамках Четвёртой промышленной революции на первый план выходят такие технологии, как Интернет вещей (IoT), облачные вычисления, искусственный интеллект (AI), беспилотные летательные аппараты (дроны), спутниковое зондирование и геоинформационные системы (ГИС).

Одним из ключевых преимуществ цифровизации является возможность круглосуточного и непрерывного мониторинга с использованием сенсорных систем, способных фиксировать изменения в воздухе, воде и почве в режиме реального времени. Например, датчики качества воздуха, размещённые в городах, позволяют оперативно отслеживать содержание вредных веществ и прогнозировать экологические риски. Эти данные могут быть автоматически переданы в

единую базу, где их обрабатывает алгоритм машинного обучения для выявления аномалий и выработки рекомендаций.

В Узбекистане существуют предпосылки для внедрения цифровых подходов в экологический мониторинг, включая национальные программы цифровой трансформации и развитие телекоммуникационной инфраструктуры. Однако на практике процесс остаётся фрагментированным и неравномерным. В регионах с высоким уровнем антропогенной нагрузки, например, в зонах интенсивного земледелия или вблизи промышленных объектов, цифровые системы мониторинга либо отсутствуют, либо функционируют в ограниченном объёме.

Внедрение цифровых технологий также способствует вовлечению населения в процессы наблюдения за состоянием окружающей среды через мобильные приложения и платформы открытых данных. Это усиливает экологическую сознательность граждан и способствует общественному контролю. Кроме того, цифровизация делает возможным моделирование климатических процессов и прогнозирование последствий различных сценариев воздействия на природу, что особенно актуально в условиях изменения климата.

Тем не менее, цифровизация экологического мониторинга в Узбекистане сталкивается с рядом вызовов. Во-первых, отсутствует единая стратегия цифрового развития в сфере экологии, что приводит к дублированию инициатив и отсутствию согласованности между ведомствами. Во-вторых, дефицит высококвалифицированных специалистов ограничивает возможности эффективного внедрения и сопровождения сложных цифровых систем. В-третьих, существует потребность в правовом регулировании, которое обеспечивало бы защиту экологических данных, их достоверность и открытость.

Особое внимание следует уделить проблеме кибербезопасности в системах экологического мониторинга. Поскольку экологические данные

имеют стратегическое значение, особенно в трансграничных вопросах (например, использование водных ресурсов), обеспечение их целостности и защищённости становится критически важным. Инвестиции в киберзащиту, обучение кадров и разработку стандартов цифровой экологии являются необходимыми условиями устойчивого развития.

Таким образом, цифровизация экологического мониторинга открывает широкие возможности для улучшения качества экологического управления в Узбекистане. Однако достижение ощутимого эффекта требует системного подхода, межведомственного сотрудничества, инвестиций в инфраструктуру и человеческий капитал, а также чёткой нормативной базы.

Для Узбекистана цифровизация экологического мониторинга имеет стратегическое значение. Однако её реализация сталкивается с рядом препятствий, среди которых можно выделить нехватку ресурсов, ограниченность кадрового потенциала и отсутствие координированной государственной политики в данной сфере. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего развитие цифровой инфраструктуры, обучение специалистов, поддержку научных исследований и создание единой платформы экологических данных. Только в этом случае цифровизация станет не просто технологической модернизацией, а основой для устойчивого и экологически ответственного развития страны.

Использованные источники:

1. Мирзоев, А. Ш. (2023). Перспективы цифровой трансформации в области экологического мониторинга в Узбекистане. *Экологический вестник Узбекистана*, №1, 24-31.
2. Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
3. United Nations Environment Programme (2022). *Digital Transformation for Sustainable Environmental Monitoring*. Geneva.