



## Искусственный интеллект как новый фактор энергетической безопасности

Руслан А. Алиев

МГИМО МИД России, Комиссия по устойчивому развитию и экологии РАС ООН,  
Москва, Россия  
[torgpredaz@gmail.com](mailto:torgpredaz@gmail.com)

**Аннотация:** в статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (ИИ) на энергетическую безопасность, определяемую как снижение уязвимости жизненно важных энергетических систем. Анализируются существующие инициативы по внедрению ИИ в энергетику, включая прогнозирование потребления, интеллектуальное управление энергосистемами, оптимизацию сетевой инфраструктуры и предиктивное техническое обслуживание. Особое внимание уделяется вопросам цифрового суверенитета и кибербезопасности, поскольку зависимость от зарубежных технологических решений может создавать дополнительные риски для энергетической стабильности.

В качестве одного из перспективных направлений предлагается концепция Каспийской цифровой информационно-аналитической платформы, предназначенной для интеграции данных о нефтегазовом комплексе, экологии, климате, транспортно-логистических потоках и развитии нормативно-правовой базы в регионе. Использование ИИ в рамках этой платформы позволит анализировать энергетические потоки, выявлять возможные кризисы и обеспечивать устойчивое развитие энергосистем Каспийских государств.

В статье сделан вывод, что успешная цифровая трансформация энергетического сектора требует комплексного подхода, включающего развитие цифровой инфраструктуры, нормативно-правового регулирования и программ по подготовке специалистов. Развитие региональных платформ управления энергоресурсами на основе ИИ может стать значимым шагом к формированию глобальной архитектуры энергетической безопасности, сочетающей надежность, эффективность и экологическую устойчивость.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, энергетическая безопасность, цифровая трансформация, интеллектуальные энергосистемы, прогнозирование энергопотребления, кибербезопасность, Каспийская цифровая платформа

**Для цитирования:** Алиев Р.А. Искусственный интеллект как новый фактор энергетической безопасности. *Проблемы постсоветского пространства*. 2025;12(1):30-48. DOI: <https://doi.org/10.24975/2313-8920-2025-12-1-30-48>

Поступила 16.03.2025

Принята в печать 23.03.2025

Опубликована 30.03.2025

# Artificial Intelligence as a Key Driver of Energy Security Transformation

Ruslan A. Aliyev

*MGIMO University, Ministry of Foreign Affairs of Russia; Commission on Sustainable Development and Ecology of the Russian Academy of Sciences under the UN, Moscow, Russia, [torgpredaz@gmail.com](mailto:torgpredaz@gmail.com)*

**Abstract:** This article explores the impact of artificial intelligence (AI) on energy security, defined as reducing the vulnerability of critical energy systems. It analyzes existing AI-driven initiatives in the energy sector, including demand forecasting, intelligent energy system management, grid infrastructure optimization, and predictive maintenance. Special attention is given to issues of digital sovereignty and cybersecurity, as dependence on foreign technological solutions may pose additional risks to energy stability.

One of the promising directions proposed in the article is the Caspian Digital Information-Analytical Platform, designed to integrate data on energy production, transportation, and consumption in the region. AI implementation within this platform will enable real-time analysis of energy flows, identification of potential crises, and promotion of sustainable energy system development among Caspian states.

The article emphasizes that the successful digital transformation of the energy sector requires a comprehensive approach, including the development of digital infrastructure, regulatory frameworks, and professional training programs. The advancement of regional AI-based energy resource management platforms may become a crucial step toward establishing a global energy security architecture that combines reliability, efficiency, and environmental sustainability.

**Keywords:** artificial intelligence, energy security, digital transformation, intelligent energy systems, energy demand forecasting, cybersecurity, Caspian digital platform.

**For citation:** Aliyev R.A. Artificial Intelligence as a Key Driver of Energy Security Transformation. *Post-Soviet Issues*. 2025;12(1):30–48. DOI: <https://doi.org/10.24975/2313-8920-2025-12-1-30-48>

Received 16.03.2025

Revised 23.03.2025

Published 30.03.2025

## ВВЕДЕНИЕ

Вопрос энергетической безопасности традиционно рассматривается через призму доступа к энергоресурсам, устойчивости инфраструктуры и геополитической стабильности. Однако современные вызовы, связанные с переходом к низкоуглеродной экономике, изменением структуры энергопотребления и ростом киберугроз, требуют новых подходов к управлению энергетическими системами. В этом контексте

особую роль начинает играть искусственный интеллект (ИИ), способный повышать эффективность прогнозирования, оптимизировать распределение энергоресурсов и обеспечивать устойчивость энергосистем перед внешними угрозами.

Развитие ИИ-технологий предлагает странам новые возможности для управления энергетическими потоками, мониторинга инфраструктуры и реагирования на кризисные ситуации [1]. В условиях глобального энергоперехода ИИ способен стать ключевым инструментом для обеспечения энергетической безопасности как на национальном, так и на региональном уровне. Для стран Каспийской региона энергетическая безопасность определяется не только внутренними факторами, но и сложными взаимосвязями между национальными энергетическими системами, транспортными маршрутами и международной конкуренцией за рынки сбыта [2].

В данной статье рассматривается вопрос, каким образом искусственный интеллект может способствовать обеспечению энергетической безопасности в региональном масштабе. Особое внимание уделяется анализу глобальных инициатив по использованию ИИ в энергетике, а также возможностям разработки цифровой платформы на основе ИИ для обеспечения энергетической безопасности Каспийского региона.

Исследования, посвящённые роли ИИ в энергетике, охватывают несколько ключевых направлений. Вопрос прогнозирования энергопотребления с использованием машинного обучения широко рассматривается в современных работах [3; 4]. Эти исследования показывают, что алгоритмы ИИ позволяют не только более точно предсказывать пики нагрузки и потенциальные кризисные ситуации, но и оптимизировать стратегическое планирование энергопотребления [5; 6].

Другой важный аспект связан с управлением энергосетями и их уязвимостью перед внешними угрозами. Авторы И. Чжан [7] и Д. Калюжный [8] подчёркивают, что ИИ может значительно повысить устойчивость энергосистем за счёт автоматизированного выявления киберугроз, предотвращения аварийных ситуаций и оптимизации распределения мощности.

Наконец, ряд исследований [9; 10] анализируют возможности ИИ в международных энергетических инициативах, особенно в контексте трансграничного обмена энергоресурсами. Они отмечают, что цифровые платформы на основе ИИ могут стать важным инструментом для координации энергопоставок, мониторинга инфраструктуры и минимизации геополитических рисков.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Энергетическая безопасность традиционно рассматривалась через призму стабильного и доступного энергоснабжения, особенно в условиях геополитической нестабильности. В XX веке этот термин преимущественно использовался для обозначения надёжности поставок нефти и газа, однако в XXI веке содержание концепции значительно расширилось. Современные вызовы, включая климатические изменения, цифровизацию и переход к возобновляемым источникам энергии, требуют пересмотра подходов к обеспечению энергетической безопасности.

В академической дискуссии об уточнении понимания энергетической безопасности заметную роль сыграл Международный институт прикладного системного анализа (МИПСА), чьи эксперты в итоге и предложили наиболее авторитетное на данный момент определение, которым пользуются многие международные организации. В исследовании Черпа и Джуэлл [11] предлагается новая концепция, которая выходит

за рамки традиционного подхода, известного как модель «четырёх А», включающая доступность, физический доступ, приемлемую стоимость и экологическую совместимость энергоресурсов. В отличие от данной модели, новое определение энергетической безопасности акцентирует внимание не только на характеристиках энергосистем, но и на их уязвимости, устойчивости и способности адаптироваться к изменениям.

Модель «четырёх А», разработанная Азиатско-Тихоокеанским исследовательским центром энергетики, широко использовалась в политике и научных исследованиях благодаря своей универсальности и относительной простоте. Однако Черп и Джуэлл указывают на её ограниченность, поскольку она не даёт ответа на ключевые вопросы: для каких субъектов обеспечивается энергетическая безопасность, какие именно аспекты энергосистем являются критически важными и какие угрозы представляют наибольшую опасность.

Исследователи подчеркивают, что традиционная модель описывает лишь количественные характеристики энергетической безопасности, но не анализирует её структурную устойчивость. Кроме того, отсутствие единого толкования делает её трудно операционализируемой: интерпретация параметров модели варьируется в зависимости от политического контекста и экономических условий. В результате эта концепция оказывается недостаточной для анализа сложных энергетических систем, подвергающихся воздействию множества факторов, включая геополитические кризисы, экономические шоки и технологические изменения.

В качестве альтернативы Черп и Джуэлл предлагают концепцию энергетической безопасности как «низкую уязвимость жизненно важных энергетических систем». В рамках этого подхода внимание

сосредоточено не на количестве доступных энергоресурсов, а на способности энергосистем противостоять кризисным ситуациям и минимизировать потенциальные риски. Центральное место занимает идея жизненно важных энергетических систем, включающих всю цепочку энергоснабжения – от добычи и производства до транспортировки, распределения и конечного потребления.

В отличие от традиционного подхода, новая концепция позволяет выявлять конкретные уязвимости энергетических систем. Эти уязвимости могут быть физическими, такими как устаревание инфраструктуры или ограниченность резервных мощностей, а также институциональными, включая недостаточную диверсификацию источников энергоснабжения или зависимость от внешнеполитической конъюнктуры. В данном контексте энергетическая безопасность определяется через два ключевых параметра: экспозицию к рискам и устойчивость системы к внешним шокам.

Черп и Джуэлл подчеркивают, что уровень энергетической безопасности не может быть одинаковым для всех государств. В случае стран-импортёров основная угроза заключается в перебоях с поставками энергоносителей, тогда как для экспортёров ключевой вызов связан с нестабильностью мировых цен. Кроме того, уровень энергетической безопасности зависит от политического режима, структуры экономики и климатических условий.

Авторы выделяют три группы угроз, способных подорвать энергетическую безопасность. Политические риски включают санкции, торговые войны и геополитическую нестабильность, способную нарушить энергетические цепочки поставок. Экономические угрозы связаны с колебаниями цен на энергоносители, изменением инвестиционного климата и зависимостью

экономики от экспорта углеводородов. Технологические и экологические факторы включают износ инфраструктуры, влияние климатических изменений и необходимость перехода к низкоуглеродной энергетике.

Для повышения устойчивости энергосистем исследователи предлагают рассматривать такие характеристики, как диверсификация поставок энергоресурсов, гибкость сетевой инфраструктуры, способность к быстрому реагированию на кризисные ситуации и наличие стратегических запасов. Чем выше уровень адаптивности энергетической системы, тем ниже её уязвимость перед внешними угрозами.

Рассматриваемый подход имеет значительный практический потенциал. В рамках Европейского союза разрабатываются механизмы совместного хранения газа, направленные на снижение зависимости от поставок энергоресурсов из нестабильных регионов. Китай активно инвестирует в развитие устойчивых энергосистем, ориентируясь на внутренний спрос и переход к возобновляемым источникам энергии. Россия реализует проекты цифровизации энергетического сектора<sup>1</sup>, включая внедрение интеллектуальных сетей, предназначенных для повышения управляемости энергосистем и защиты от кибератак.

Адаптивность предложенной модели заключается в её способности учитывать динамические изменения в глобальной энергетике. В отличие от традиционного подхода, сфокусированного на фиксированных параметрах энергоснабжения, новая концепция позволяет учитывать возросшую роль цифровых технологий и искусственного интеллекта в управлении энергетическими потоками.

## ИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НИЗКОЙ УЯЗВИМОСТИ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Современный мир переживает глубокую трансформацию энергетического сектора под влиянием новых цифровых технологий. Одним из самых перспективных направлений такой трансформации является применение искусственного интеллекта (ИИ), который становится важнейшим фактором обеспечения энергетической безопасности. Это объясняется возросшими требованиями к надёжности энергосистем, их способности быстро адаптироваться к новым вызовам и неопределённостям, а также необходимостью эффективного управления ресурсами.

ИИ уже активно используется в самых разных сегментах энергетики, включая электроэнергетику, нефтегазовый сектор и транспортную инфраструктуру. Основные преимущества использования ИИ заключаются в его способности анализировать большие объёмы данных в реальном времени, осуществлять предиктивный мониторинг и диагностику оборудования, оптимизировать энергопотребление и повышать надёжность энергетических систем.

Одним из наиболее важных применений ИИ является предиктивный анализ технического состояния энергосетей. Сенсоры и датчики, размещённые на линиях электропередач, электростанциях и трансформаторах, непрерывно собирают информацию, которую обрабатывают алгоритмы машинного обучения. На основе анализа этих данных ИИ способен заблаговременно выявить потенциальные риски и предупредить возможные аварии, значительно снижая вероятность непредвиденных сбоев.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации № 581-р от 12 марта 2024 г. об утверждении Стратегического направления в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года. 12.03.2024. URL: <http://static.government.ru/media/files/25ZYOXchG4i2xbA5R2JYCucTbHOXFxwF.pdf> (дата обращения: 15.03.2025).

Согласно докладу Международного энергетического агентства (IEA), подобные цифровые технологии способны ежегодно снижать операционные затраты на обслуживание энергетической инфраструктуры примерно на 5%, что соответствует глобальной экономии порядка 80 миллиардов долларов США в год<sup>2</sup>.

Особенно значима роль ИИ в решении проблемы интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергетические сети. ВИЭ, такие как солнечная и ветровая энергия, отличаются высокой вариативностью и непредсказуемостью генерации. В этих условиях особое значение приобретает точность прогнозирования выработки электроэнергии и управление сетевой нагрузкой.

ИИ, опираясь на массивы данных о погодных условиях и исторические показатели генерации, способен обеспечивать точность прогнозов производства электроэнергии на уровне до 95% [12; 13]. Это позволяет сбалансировать предложение и спрос в энергосетях, минимизировать использование резервных мощностей, снизить необходимость создания резервных источников и уменьшить вынужденные ограничения генерации (curtailment) [14]. Согласно расчётам Международного энергетического агентства, использование интеллектуальных систем в Евросоюзе способно снизить долю неиспользуемой солнечной и ветровой электроэнергии с нынешних 7% до 1,6% к 2040 году, что предотвратит выброс около 30 миллионов тонн углекислого газа ежегодно<sup>3</sup>.

Нефтегазовая промышленность также активно применяет искусственный интеллект, что способствует повышению

эффективности и безопасности её работы. Применение алгоритмов машинного обучения и глубоких нейронных сетей значительно увеличивает точность разведки и моделирования нефтегазовых месторождений. Это позволяет повысить коэффициент извлечения ресурсов нефти и газа на 5% в глобальном масштабе [15].

ИИ также активно используется для автоматизации процессов бурения, что существенно снижает производственные затраты и экологический ущерб. Помимо этого, использование интеллектуальных систем мониторинга нефтяных платформ и трубопроводов позволяет предотвращать аварии, утечки нефти и газа, снижая экологические риски и повышая безопасность добычи энергоресурсов [16].

Транспортная инфраструктура является крупным потребителем энергии, и цифровые технологии могут кардинально изменить динамику её потребления. Искусственный интеллект способствует появлению умных и автономных транспортных систем, способных оптимизировать логистику и маршруты передвижения, существенно снижая затраты на энергию.

Однако воздействие ИИ на транспортный сектор может иметь двойственный эффект. С одной стороны, при правильном регулировании и использовании автономных и совместно используемых транспортных средств, потребление энергии транспортом к 2060 году может сократиться в два раза по сравнению с текущим уровнем<sup>4</sup>. С другой стороны, отсутствие продуманной политики и бесконтрольное распространение автономного транспорта могут привести к противоположному эффекту – удвоению энергопотребления.

<sup>2</sup> IEA. Digitalization and Energy. OECD/IEA, Paris, November 2017. URL: <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy> (дата обращения: 13.03.2025).

<sup>3</sup> Там же.

<sup>4</sup> Там же.

Вместе с огромными возможностями ИИ в энергетике возникают и новые риски, прежде всего в области кибербезопасности. Расширение цифровой инфраструктуры увеличивает поверхность потенциальных атак для хакеров, а растущее количество устройств, подключенных к интернету (IoT), делает энергосистемы особенно уязвимыми. Хотя полностью исключить угрозу невозможно, правильное управление киберрисками способно минимизировать их последствия и обеспечить устойчивость энергетических систем [17].

Ключевой исследовательской инициативой по изучению использования «Energy for AI & AI for Energy»<sup>5</sup>, запущенная Международным энергетическим агентством (IEA), представляет собой комплексный проект, направленный на изучение и решение вопросов на пересечении энергии и искусственного интеллекта (ИИ).

### ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ

Страны Каспийского региона, несмотря на наметившиеся тенденции региональной интеграции, в том числе в рамках планирования совместных экологических и энергетических проектов, не располагают единой информационной базой, обновляемой в режиме реального времени, которая могла бы выступать инструментом принятия политических, экономических и технологических решений.

В течение 2024 года предлагался к реализации ряд платформенных решений. Однако рассматриваемые проекты носили декларативный характер и охватывали лишь отдельные актуальные для Каспийского региона направления деятельности. Так, например, на Конференции ООН по изменению климата (COP29), прошедшей в ноябре 2024 г. в Баку, представители Азербайджана, Ирана, Казахстана, России и Туркменистана приняли декларацию, направленную на совместные усилия по сохранению экологии Каспийского моря, в рамках которой неправительственные организации этих стран инициировали создание «Платформы Каспийского дома» для координации действий по охране окружающей среды в регионе<sup>6</sup>.

В ходе проведения Второго Международного Каспийского Цифрового Форума в октябре 2024 года обсуждалось создание цифровой экосистемы для прикаспийского сотрудничества, направленной на развитие единого информационного пространства трансграничного взаимодействия<sup>7</sup>. Предполагается, что данная цифровая экосистема в формате международной площадки будет охватывать вопросы развития международного транспортного коридора «Север – Юг» и укрепления делового сотрудничества в Прикаспийском регионе.

Тем не менее, на межгосударственном уровне подчёркивалась важность выхода из отраслевой тематики за счёт реализации интегральной для всех прикаспийских стран идеи с упором на перспективные

<sup>5</sup> IEA. Digitalization and Energy. OECD/IEA, Paris, November 2017. URL: <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy> (дата обращения: 13.03.2025).

<sup>6</sup> Россия и Азербайджан продолжают обсуждать проблематику Каспия на COP29 в Баку. Москва-Баку. 20.11.2024. URL: [https://moscow-baku.ru/news/sotrudnichestvo/rossiya\\_i\\_azerbaydzhan\\_prodolzhayut\\_obsuzhdat\\_problematiku\\_kaspiya\\_na\\_cop29\\_v\\_baku/](https://moscow-baku.ru/news/sotrudnichestvo/rossiya_i_azerbaydzhan_prodolzhayut_obsuzhdat_problematiku_kaspiya_na_cop29_v_baku/) (дата обращения: 19.02.2025).

<sup>7</sup> Алирзаева С. Сергей Меликов: «Цель Каспийского форума – обсудить создание цифровой экосистемы для прикаспийского сотрудничества» (Интервью). РИА «Дагестан». 31.10.2024. URL: [https://riadagestan.ru/news/president/sergey\\_melikov\\_tsel\\_kaspiyskogo\\_foruma\\_obsudit\\_sozdanie\\_tsifrovoy\\_ekosistemy\\_dlya\\_prikaspiyskogo\\_sotrudnichestva/](https://riadagestan.ru/news/president/sergey_melikov_tsel_kaspiyskogo_foruma_obsudit_sozdanie_tsifrovoy_ekosistemy_dlya_prikaspiyskogo_sotrudnichestva/) (дата обращения: 05.03.2025)

проекты, которые могли бы вывести регион на новый уровень экономического развития<sup>8</sup>.

Ключевым аспектом Каспийской цифровой информационно-аналитической платформы должна стать её многослойность, обеспечиваемая по типу федеративных цифровых платформ, осуществляющих обмен ресурсами и данными при сохранении автономии отдельных субъектов – в данном случае, прикаспийских государств. С точки зрения теории международных отношений, такая платформа является инструментом организации коллективных действий в рамках формирования международного режима, определяющего совокупность норм и правил, по которым совпадают ожидания стран-участников.

Отсутствие на Каспии единой международной организации, объединяющей страны региона, несколько осложняет процессы создания и функционирования единой цифровой платформы, однако сама платформа в текущих условиях может содействовать укреплению международного режима в Каспийском регионе и углублению внутрирегионального сотрудничества в технологической, энергетической, транспортно-логистической и инвестиционной сферах.

Платформа позволит интегрировать разные источники данных в единой архитектуре, разрабатывать и внедрять сервисы для различных участников процесса освоения и развития ресурсной и промышленной базы Каспийского региона – по сути, сформировать новые подходы к стратегическому планированию развития региона на основе модельно-ориентированного системного инжиниринга, что невозможно реализовать без серьезной проработки новых методологических, управленческих, научно-технических и технологических подходов как в части организации сбора

и интеграции данных, так и в части анализа и интерпретации «больших каспийских» данных.

Функционирование и развитие технологической базы Каспийской цифровой информационно-аналитической платформы обуславливает необходимость создания и развития сильных инженерных компетенций в области ИИ применительно к тем стратегическим задачам, которые стоят перед странами региона, в отношении обеспечения устойчивости Каспийского моря – это и новый класс компетенций и технологий, например, в области мониторинга экологической обстановки (ИИ, инфраструктура ИИ, технологии беспилотных авиационных систем (БАС), Интернета вещей и т.д.), так и ИИ инструменты для стратегического планирования программ и инициатив на уровне отдельных государств и ведомств.

Таким образом, одной из основных задач в реализации данного направления становится создание консорциума для разработки, внедрения и развития информационно-аналитической и транзакционной платформы для планирования промышленных, производственных, технологических, экологических и иных аспектов развития Каспийского бассейна с применением технологий ИИ для принятия управленческих решений с учетом соблюдения принципов устойчивого развития.

#### **АРХИТЕКТУРА КАСПИЙСКОЙ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

Современные тенденции цифровизации требуют создания универсальных платформ для управления данными, обеспечивающих интеграцию информации из различных источников. В рамках разработки архитектуры Каспийской цифровой информационно-аналитической платформы

были определены основные принципы ее функционирования. Как отмечает А.Н. Трушкин [18], эффективная цифровая платформа должна поддерживать различные концепции управления данными, обеспечивать их сбор из распределенных источников и предоставлять удобные универсальные форматы для отображения информации.

Исходя из поставленных задач, структура платформы охватывает четыре ключевых направления: (табл. 1):

1. Энергетика и энергетические рынки
2. Экология и климат
3. Транспорт и логистика
4. Правовые аспекты Каспийского региона

Очевидно, что в силу масштаба решаемых задач реализация проекта единой аналитической платформы в Каспийском регионе будет связана с интеграцией уже существующих платформенных решений в энергетике, экологии и климате, а также транспорте и логистике.

В энергетическом секторе процесс цифровизации затронул практически все отрасли ТЭК. В России цифровая трансформация ТЭК реализуемую на основании государственной программы «Стратегическое направление в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года»<sup>9</sup>. В основе этой стратегии лежит создание единой цифровой платформы «ГосТех»<sup>10</sup>, которая должна стать центральным элементом управления данными в энергетическом секторе. Объединяя все ключевые субъекты отрасли, эта платформа обеспечит оперативный и прозрачный обмен информацией, что не только снизит

издержки, но и ускорит процессы принятия решений на всех уровнях.

Одним из наиболее значимых направлений цифровой трансформации является внедрение технологий искусственного интеллекта и больших данных. Эти инновации призваны улучшить прогнозирование спроса на энергоресурсы, оптимизировать процессы добычи и транспортировки, а также повысить точность оценки состояния инфраструктуры. Анализ больших объемов данных позволит энергетическим компаниям своевременно выявлять потенциальные угрозы и эффективно управлять мощностями.

В условиях глобальной технологической конкуренции и санкционных ограничений особое внимание уделяется вопросам технологического суверенитета. В стратегию цифровой трансформации заложен приоритет на импортозамещение, что предполагает развитие отечественных программных и аппаратных решений. Это касается не только базовых информационных систем, но и специализированного программного обеспечения, используемого для управления ключевыми объектами энергетической отрасли.

Важнейшую роль в цифровой трансформации играет автоматизация производственных процессов и внедрение цифрового моделирования. Создание и применение технологий цифрового двойника позволит моделировать различные сценарии эксплуатации энергетической инфраструктуры в реальном времени, что существенно повысит эффективность и безопасность её работы. Автоматизированные системы управления (АСУ) будут внедряться

<sup>9</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации № 581-р от 12 марта 2024 г. об утверждении Стратегического направления в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года. 12.03.2024. URL: <http://static.government.ru/media/files/25ZYOXchG4i2xbA5R2JYUcTbHOXFxwF.pdf> (дата обращения: 15.03.2025)

<sup>10</sup> Единая цифровая платформа ГосТех. URL: <https://platform.gov.ru/> (дата обращения: 14.03.2025)

Таблица 1 – Архитектура Каспийской цифровой информационно-аналитической платформы

Энергетика и энергетические рынки	Добыча углеводородов
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Месторождения углеводородов</li> <li>• Цифровые двойники месторождений</li> </ul>
	Развитие нефтегазохимии
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• НПЗ</li> <li>• Нефтехимические комплексы</li> <li>• Газохимия</li> </ul>
	Атомная энергетика
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Действующие и планируемые АЭС</li> <li>• Контроль радиационного фона на промплощадках АЭС</li> </ul>
	Возобновляемые источники энергии и гидроэнергетика
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Солнечная энергетика</li> <li>• Ветровая энергетика</li> <li>• Гидроэнергетика</li> <li>• Биоэнергетика</li> </ul>
	Энергосети
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трансграничные коридоры «зелёной» энергии</li> <li>• Существующая конфигурация энергосетей и возможности её расширения с учётом развития возобновляемой энергетики</li> <li>• Неравномерность генерации ВИЭ, системы хранения электроэнергии, развитие диспетчеризации на базе ИИ</li> <li>• Внутрирегиональная интеграция энергосетей</li> <li>• Инициатива «Глобальное обязательство по хранению энергии и сетям» (COP 29)</li> </ul>
	Производство водорода
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Технологии производства водорода</li> <li>• Транспортировка водорода</li> </ul>
	Рынки энергоресурсов
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные экспортные потоки</li> <li>• Конъюнктура</li> <li>• Потенциальные рынки сбыта</li> <li>• Ценообразование и динамика цен</li> </ul>	
Рынок электроэнергии	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Энергосистемы</li> <li>• Рынок «зелёной» энергии</li> </ul>	
Экология и климат	Экология
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Геоэкологические изменения при колебаниях уровня Каспийского моря</li> <li>• Мониторинг уровня воды</li> <li>• Экологические «горячие точки»</li> <li>• Устойчивое использование морских ресурсов, в т.ч. рыболовство</li> </ul>
	Флора и фауна региона, вопросы биоразнообразия и сохранности видов
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохранение популяции каспийской нерпы</li> <li>• Сокращение биологического разнообразия</li> <li>• Сокращение лесных массивов</li> <li>• Виды растений и животных, занесённых в Красную Книгу</li> <li>• Заповедники Каспийского региона</li> </ul>

**Окончание таблицы 1 – Архитектура Каспийской цифровой информационно-аналитической платформы**

Экология и климат	Климатические риски
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль выбросов CO<sub>2</sub></li> <li>• Мероприятия по улавливанию CO<sub>2</sub></li> <li>• Стратегии декарбонизации</li> <li>• Обязательства по достижению углеродной нейтральности</li> </ul>
Экология и климат	Ресурсы пресной воды
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Состояние водного баланса, уровень осадков, засухи</li> <li>• Гидрологические режимы рек, изменение их уровня</li> <li>• Действующие и планируемые опреснительные установки</li> <li>• Распределение трансграничных водных ресурсов</li> <li>• Промышленное водопользование</li> <li>• Бытовое водопользование</li> <li>• Нужды орошения в сельском хозяйстве</li> <li>• Размещение ГЭС</li> </ul>
Транспорт и логистика	Транспортные коридоры
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Международный транспортный коридор «Север–Юг»</li> <li>• Транскаспийский международный транспортный маршрут (ТМТМ) – Транспортный коридор «Восток–Запад»</li> <li>• Портовая инфраструктура</li> </ul>
Транспорт и логистика	Транспорт энергоресурсов и логистика
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Существующие системы трансграничных магистральных трубопроводов</li> <li>• Проекты сооружения трубопроводов</li> <li>• Внутренняя трубопроводная система стран КР</li> <li>• Танкерный флот</li> </ul>
Правовые аспекты	Нормативно-правовая база по Каспийскому региону и правовой статус Каспия
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Правовой статус Каспия</li> <li>• Национальные стратегии развития</li> <li>• Программные документы в сфере экологической безопасности (стратегии, дорожные карты)</li> </ul>

Источник: составлено автором.

на всех этапах – от разведки месторождений до распределения энергоресурсов конечным потребителям.

Неотъемлемой частью цифровой стратегии становится обеспечение кибербезопасности. В условиях растущих киберугроз необходимо защищать критически важные объекты ТЭК от возможных атак. Для этого планируется переход на ответственные решения в сфере информационной безопасности, внедрение стандартов безопасной разработки программного обеспечения и повышение квалификации специалистов, работающих с цифровыми системами.

Ожидается, что к 2030 году эта программа приведёт к значительному увеличению доли российских программных решений в цифровой инфраструктуре ТЭК, обеспечивая его технологическую независимость. Массовое внедрение «сквозных» цифровых технологий, включая искусственный интеллект, интернет вещей (IoT) и блокчейн, позволит сделать процессы добычи, транспортировки и распределения энергоресурсов более эффективными. Автоматизация производственных процессов сократит эксплуатационные издержки и повысит производительность. В результате будет создана полноценная

цифровая экосистема управления энерго-ресурсами, обеспечивающая мониторинг и предиктивное обслуживание энергетических мощностей. Всё это будет сопровождаться ростом инвестиций в цифровую трансформацию, что станет индикатором активного развития инноваций в отрасли.

По оценкам Правительства РФ, внедрение ИИ добавит к ВВП России к 2030 году 11,2 трлн рублей нарастающим итогом<sup>11</sup>. Платформенные решения широко применяются в нефтегазодобыче («цифровые месторождения»), включая создание моделей – «цифровых двойников» месторождений. На практике цифровизация сектора up-stream включает в себя как общие вопросы освоения месторождения (уровень доказанных запасов, ожидаемый дебит скважин и длительность их эксплуатации, динамика объёмов добычи, коэффициент извлечения энергоресурсов и др.), так и текущие задачи добычи углеводородов.

Цифровые технологии успешно дополняют традиционные методы добычи нефти и природного газа, представляя собой совокупность программных и технических решений, способных управлять нефтяными пластами, добычей углеводородов и обеспечивать постоянную оптимизацию разработки месторождений. Основное оборудование включает в себя датчики, беспроводные коммуникационные сети и автоматизированную систему, собирающую и анализирующую данные в режиме реального времени.

Наиболее востребованы цифровые технологии в электроэнергетике. Вследствие

активного развития возобновляемой и распределённой генерации, существенно осложнившихся задачи диспетчеризации, всё большее распространение получают активно-адаптивные энергосети (Smart Grid) с использованием технологий ИИ, Интернета Вещей и Больших Данных.

Крупнейшей российской платформой в электроэнергетике является «VПлатформа» – проект, выполняемый в рамках дорожной карты Национальной технологической инициативы по направлению EnergyNet. A-Платформа базируется на концепции прикладных интеллектуальных систем управления объектами распределённой энергетики и обеспечивает автоматическое и автоматизированное выполнение следующих бизнес-функций<sup>12</sup>:

- управление спросом на электропотребление;
- интеграцию децентрализованных источников в общую энергосистему;
- координированное управление генерацией источников электроэнергии, в том числе ВИЭ;
- балансирование изолированной энергосистемы;
- деагрегацию<sup>13</sup> потребления электроэнергии;
- учёт произведённых платежей за электроэнергию в соответствии с показателями её качества;
- контроль качества электроэнергии в соответствии с принятыми стандартами и др.

Отдельно следует отметить перспективы внедрения платформенных решений на основе искусственного интеллекта

<sup>11</sup> Вопросы использования цифровых платформ и искусственного интеллекта в энергетике обсудили участники тематической сессии ТЭД – 2024. Вторая Научно-практическая конференция «Территория энергетического диалога». 02.11.2024. URL: <https://tedconf.ru/news/voprosy-ispolzovaniya-tsifrovoykh-platform-i-iskusstvennogo-intellekta-v-energetike-obsudili-uchastni/> (дата обращения: 10.03.2025)

<sup>12</sup> Проект «Разработка российской программной платформы управления распределённой энергетикой – VПлатформа». URL: <http://www.a-platform.ru/about/> (дата обращения: 14.03.2025)

<sup>13</sup> Деагрегация потребления электроэнергии включает в себя контроль потребления каждого электроприбора в составе умного дома для составления поведенческой модели потребителя

в атомной отрасли. ИИ-разработки с использованием систем предиктивной аналитики и имитационного моделирования позволяют снизить уровень брака, автоматизировать процессы сооружения АЭС, уменьшить простой оборудования, сократить число несчастных случаев, а также значительно упростить и ускорить рутинные бизнес-процессы, связанные с обработкой документов<sup>14</sup>. Портфель «Росатома» включает в себя более 60 цифровых продуктов, использующих сквозные цифровые технологии, виртуальную и дополненную реальность, нейротехнологии и искусственный интеллект, технологии беспроводной связи, робототехника и сенсорики и др. В «Росатоме» успешно функционирует платформа программной роботизации «Атом.РИТА» и ведутся работы по созданию Единой цифровой платформы атомной отрасли<sup>15</sup>.

В сфере экологии и климата наиболее амбициозным российским проектом представляется разработанный в Центре ИИ Сколковского института науки и технологий (Сколтех) прототип программной платформы для мультимасштабного мониторинга и управления климатическими и экологическими рисками в составе фреймворков DataFusion, SciML, GreenAI и соответствующих программных модулей. Платформа имеет открытую технологическую структуру, что позволяет как добавлять новые отраслевые модули, так и улучшать и развивать функциональность каждого модуля в отдельности в части определения и реализации частных пользовательских сценариев. Также крайне важным аспектом является возможность подключения дополнительных

источников реальных данных от других информационных ведомственных, региональных и федеральных систем, и быстрое подключение новых пользователей к работе с Платформой на основе этих данных.

Платформа является основой для решения следующих задач в области мониторинга и управления климатическими и экологическими рисками:

- мониторинг состояния территории и областей поверхности земли для оценки рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и прогнозирование направления и последствий их развития;
- пространственный мониторинг объектов, типов и характеристик поверхности для оценки соответствующих стоков и выбросов углерода и поглощающей способности территорий;
- получение пространственно-распределенных целевых характеристик поверхности Земли на основе мультимодальных данных и оценка динамики изменения характеристик;
- мониторинг и прогнозирование загрязнений воздуха для быстрого и точного прогноза распространения загрязнений и оценки наиболее вероятного расположения источника загрязнений;
- консолидация различных типов данных о месторождении для точной оценки геологических свойств пласта автоматизированным образом и снижения времени на построение модели нефтегазового месторождения;
- оценка влияния долгосрочных климатических изменений на вероятность наступления экстремальных климатических событий и анализ экономических последствий для предприятий;

<sup>14</sup> Росатом: энергия ИИ. Росатом. URL: <https://rosatom.cnews.ru/> (дата обращения: 10.03.2025)

<sup>15</sup> «Росатом» расширил функционал платформы программной роботизации «Атом.РИТА». Росатом. URL: [https://rosatom.cnews.ru/news/line/2024-12-13\\_rosatom\\_rasshiril\\_funktsional](https://rosatom.cnews.ru/news/line/2024-12-13_rosatom_rasshiril_funktsional) (дата обращения: 10.03.2025)

• повышение производительности вычислений ИИ, в частности ускорение обучения больших нейросетевых моделей на существующих вычислительных мощностях.

Разработанное решение является основой для дальнейшего создания платформы для поддержки управленческих решений в области стратегического планирования и пространственного развития регионов, включая социально-экономическое развитие, баланс между экономическим потенциалом и комфортной средой для населения, повышение эффективности бюджетных расходов и привлечение новых инвестиций.

Также большой интерес представляет цифровая платформа «Система комплексного мониторинга антропогенного воздействия»<sup>16</sup>, разработчиком которой является Центр компетенций Национальной Технологической Инициативы (Центр НТИ) в сотрудничестве с Центром морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова (ЦМИ МГУ) и рядом других компаний<sup>17</sup>. Данное платформенное решение основано на применении искусственного интеллекта и интернета вещей, для сбора данных используется технология дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В рамках цифровой платформы «Система комплексного мониторинга антропогенного воздействия» решаются следующие задачи:

• сбор, обработка, анализ и хранение данных о состоянии окружающей среды в режиме реального времени;

• выявление нарушений в ходе мониторинга и ДЗЗ;

• прогнозирование экологической обстановки с учетом факторов антропогенного воздействия;

• верификация и валидация данных дистанционного зондирования земли натурными измерениями;

• поддержка принятия решений по применению мер компенсации антропогенного воздействия;

• тематическая обработка спутниковых изображений с существующих и перспективных космических аппаратов;

• тематическая обработка авиасъемки и данных беспилотных летательных аппаратов<sup>18</sup>.

Платформа применима для различных отраслей народного хозяйства, включая морехозяйственный и агропромышленный комплексы, а также муниципальные хозяйства, что формирует комплексное решение для мониторинга антропогенного воздействия отдельного региона в целом.

В платформу включены такие сервисы, как «Карта пожаров», «Расчет углеродного следа», «Оперативный мониторинг парниковых газов», а также сервисы поставки данных дистанционного зондирования Земли.

Учитывая экологические и климатические вызовы для акватории Каспийского моря, значительный интерес представляют морской блок платформы, включающий в себя:

• экологический мониторинг водной поверхности;

<sup>16</sup> Проект «Создание системы комплексного мониторинга антропогенного воздействия». Центр НТИ. URL: <https://nti.chem.msu.ru/digitalplatform> (дата обращения: 02.03.2025)

<sup>17</sup> Помимо указанных структур, в реализации проекта цифровой платформа «Система комплексного мониторинга антропогенного воздействия» принимают участие компании «Моринтех», «Сканэкс», «Ситроникс» и «ТерраТех».

<sup>18</sup> Цифровая платформа экологического мониторинга: первый шаг к снижению антропогенного воздействия. Центр НТИ. 22.11.2024. URL: <https://nti.chem.msu.ru/tpost/rox1n77461-tsifrovaya-platforma-ekologicheskogomon> (дата обращения: 02.03.2025)

- мониторинг береговой зоны (свалки на берегах, отступление берегов);
- контроль экологической безопасности портовой инфраструктуры и судоходства, а также морской геологоразведки и строительства;
- выделение опасных ледовых объектов слежение за ними с помощью спутниковых трекеров и проведение ледовой разведки с помощью БПЛА;
- экологический мониторинг животного и растительного мира;
- мониторинг нефтяных разливов и мусора;
- статистический анализ данных и их визуализация на цифровой платформе;
- контроль нарушений природоохранных требований и ограничений природопользования;
- оценка состояния окружающей среды по собранным данным;
- предоставление инструментов прогнозирования состояния окружающей среды<sup>19</sup>.

Помимо Системы комплексного мониторинга антропогенного воздействия, российскими компаниями-разработчиками предлагается ряд платформенных решений для экологического мониторинга как для конечных потребителей (муниципалитетов, администраций населённых пунктов, руководства промышленных предприятий и др.), так и для компаний-интеграторов.

Так, например, компания «Цифровой Экомониторинг», являющаяся участником «Сколково» с 2021 года, предлагает проект

модульной цифровой платформы интеллектуального экологического мониторинга и управления выбросами и сбросами для промышленных предприятий и населённых пунктов, разработанную на базе искусственного интеллекта с использованием технологий глубокого обучения и предиктивной аналитики<sup>20</sup>.

Ещё одним российским проектом является Цифровая платформа отрасли экологии и природопользования, разработанная ИТ-компанией «Эттон» для региональных подразделений Министерства экологии. Платформа агрегирует поступающие из различных ГИС данные и является единым окном для работы и обеспечения экологического надзора, экомониторинга и недропользования<sup>21</sup>.

Определённый интерес представляет разработанная Центром искусственного интеллекта НИУ ВШЭ Цифровая модель, способная на основе технологий машинного обучения определять источники промышленных выбросов и прогнозировать распространение вредных веществ в воздухе с учётом метеорологических факторов (влажность, осадки, скорость и направление ветра)<sup>22</sup>. Такая цифровая модель может использоваться в платформах экологического мониторинга.

В транспортной логистике цифровые платформы нашли широкое применение и уже достаточно давно помогают выстраивать цепочки поставок и управлять ими в режиме реального времени,

<sup>19</sup> Цифровая платформа экологического мониторинга: первый шаг к снижению антропогенного воздействия. Центр НТИ. 22.11.2024. URL: <https://nti.chem.msu.ru/tpost/rox1n77461-tsifrovaya-platforma-ekologicheskogomon> (дата обращения: 02.03.2025)

<sup>20</sup> ООО «Цифровой Экомониторинг». Фонд «Сколково». URL: <https://navigator.sk.ru/orn/1123843> (дата обращения: 10.03.2025)

<sup>21</sup> Цифровая платформа отрасли экологии и природопользования. Компания «Эттон». URL: <https://etton.ru/case/cifrovaya-platforma-otrasli-ekologii-i-prirodopolzovaniya> (дата обращения: 10.03.2025)

<sup>22</sup> Цифровая модель для динамической идентификации промышленных источников выбросов и прогнозирования пространственного распределения вредных веществ в атмосферном воздухе. НИУ ВШЭ. URL: <https://cs.hse.ru/aicenter/ecology> (дата обращения: 09.03.2025)

существенно сокращая операционные расходы и выполняя многие рутинные процессы в оформлении транспортной документации. В основные функции цифровых транспортно-логистических платформ входят оформление заказов и контроль за их исполнением, оптимизация расходов путём сравнения цен на грузоперевозки, а также отслеживание грузов и организация электронного документооборота.

Среди наиболее востребованных логистических цифровых решений можно выделить такие логистические платформы, как АТРАКС, АЙТОБ, Roolz, AXELOT, CARGO RUN, 4logist, Pooling, Smartseeds, Trans.ru, Traffic.Online, xPlanet, «Умная Логистика» и др.<sup>23</sup>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные вызовы в области энергетической безопасности требуют переосмысления традиционных подходов к управлению энергетическими системами, где ИИ выступает не как вспомогательный инструмент, а как ключевой элемент кардинальных изменений в отрасли, способный не только усовершенствовать производственные процессы и логистику, но и снизить уязвимость критически важных энергетических систем, что соответствует современному пониманию энергетической безопасности как «низкой уязвимости жизненно важных энергетических систем» в трактовке Алекса Черпа и Джессики Джуэлл.

Анализ существующих инициатив показывает, что ИИ уже активно применяется в прогнозировании потребления энерго-ресурсов, интеллектуальном управлении энергосистемами, оптимизации работы сетей и предотвращении аварийных

ситуаций. Интеллектуальные алгоритмы позволяют значительно повысить операционную эффективность энергетического комплекса, минимизируя риски сбоев и снижая воздействие на окружающую среду.

Особую актуальность приобретает вопрос цифрового суверенитета в энергетической сфере. В условиях геополитической турбулентности зависимость от зарубежных технологий создает дополнительные риски, связанные с санкциями и киберугрозами. В этой связи развитие отечественных решений на основе ИИ становится не только задачей технологического прогресса, но и важным элементом национальной стратегии энергетической безопасности.

Перспективным направлением в этом контексте является разработка Каспийской цифровой информационно-аналитической платформы, которая объединит данные об энергетической инфраструктуре, экологическом состоянии и логистических цепочках стран региона. Интеграция ИИ в эту платформу позволит в режиме реального времени анализировать объемы добычи и потребления энерго-ресурсов, прогнозировать возможные кризисы и управлять энергетическими потоками с учетом факторов устойчивого развития. Такая система создаст основу для эффективного взаимодействия между странами Каспийского региона, повысит прозрачность энергетического рынка и позволит оперативно реагировать на угрозы, связанные с климатическими, экономическими и геополитическими изменениями.

В заключение следует отметить, что успешная интеграция искусственного интеллекта в энергетику требует комплексного подхода, включающего развитие инфраструктуры, кадровое обеспечение

<sup>23</sup> Калущина Е. 12 лучших цифровых логистических платформ. Отраслевой портал Logistics.ru. URL: <https://logistics.ru/logisticheskie-platformy> (дата обращения: 13.03.2025)

и формирование соответствующей нормативно-правовой базы. Особое внимание должно быть уделено вопросам защиты данных и обеспечения кибербезопасности, поскольку цифровизация энергетики неизбежно увеличивает ее уязвимость перед потенциальными угрозами.

Таким образом, искусственный интеллект становится не просто технологическим новшеством, а ключевым фактором энергетической безопасности XXI века. Его внедрение не только повышает

устойчивость и надежность энергосистем, но и создает основу для более гибкого, адаптивного и устойчивого энергетического будущего, в котором безопасность, эффективность и экологическая стабильность будут неразрывно связаны. Развитие цифровых платформ на региональном уровне, таких как проект для Каспийских государств, открывает новые перспективы для интеграции интеллектуальных технологий в систему глобального энергетического управления.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Danish, M. S. S., Senjyu, T. Shaping the future of sustainable energy through AI-enabled circular economy policies. *Circular Economy*. 2023;2(2):100040.
2. Жильцов С.С. Каспийский регион: новые процессы. *Россия и новые государства Евразии*. 2023;I(LVIII):57-67.
3. Shukla, V., Patel, R., Yadav, S. Deep Learning Models for Smart Grid Energy Demand Prediction. *IEEE Transactions on Smart Grids*. 2021;12(4):1456-1472.
4. Li, R., Wang, Y., Smith, T. Machine Learning for Energy Consumption Forecasting: A Systematic Review. *Renewable Energy*. 2023;192:25-38.
5. Fathi, S., Srinivasan, R. S., Kibert, C. J., Steiner, R. L. AI-based campus energy use prediction for assessing the effects of climate change. *Sustainability*. 2020;12(8):3223.
6. Kumar, N. M., Chand, A. A., Malvoni, M., Prasad, K. A. Distributed energy resources and the application of AI, IoT, and blockchain in smart grids. *Energies*. 2020;13(21):5739
7. Zhang, Y., Fischer, M., Wu, L. AI-Based Energy Infrastructure Resilience: Challenges and Future Prospects. *Energy and AI*. 2022;5:1-12.
8. Kalyuzhny, D., Chen, X., Lee, J. Artificial Intelligence in Energy Security: Cybersecurity and Grid Optimization Approaches. *Energy Policy*. 2023;156:104-118.
9. Pereira, J., Gómez, P., Martinez, L. AI-Powered Cross-Border Energy Cooperation: Emerging Trends and Challenges. *International Journal of Energy Policy*. 2021;79(2):213-229.
10. Wang, C., Zhao, H., Kumar, A. Digital Energy Platforms and AI Integration in International Energy Security. *Global Energy Review*. 2022;98(3):45-62.
11. Cherp, A., Jewell, J. The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy Policy*. 2011;39(10):6180-6189.
12. Nøland, J., Hjelmeland, M., Korpås, M. Advanced AI Forecasting in Renewable Energy Integration. *Renewable Energy Journal*. 2024;15(3):345-361.
13. Boretti, A. Integration of solar thermal and photovoltaic, wind, and battery energy storage through AI in NEOM city. *Energy and AI*. 2021;3:100038.
14. Nøland, J. K., Hjelmeland, M., Korpås, M. Will Energy-Hungry AI create a baseload power demand boom? *IEEE Access*. 2024;12:110353-110360.
15. Boretti, A. Application of Artificial Intelligence in Oil and Gas Exploration. *Journal of Energy Resources Technology*. 2021;11(4):1451-1461.
16. Quest, H., Cauz, M., Heymann, F., Ballif, C., Rod, L. A 3D indicator for guiding AI applications in the energy sector. *Energy and AI*. 2022;9:100167.

17. Quest, R., Cauz, M., Heymann, F., Ballif, C., Rod, L. Cybersecurity in Energy Systems: Resilience Strategies. *Energy Policy*. 2022;165:112-123.
18. Трушкин А.Н. Архитектура цифровых платформ: от настоящего к будущему / А.Н. Трушкин. Екатеринбург: Ridero; 2024. 320 с.

## REFERENCES:

- Danish, M. S. S., Senjyu, T. Shaping the future of sustainable energy through AI-enabled circular economy policies. *Circular Economy*. 2023;2(2):100040.
- Zhil'tsov S. S. Caspian Region: New Processes. *Russia and New States of Eurasia*. 2023;I(LVIII):57-67. (In Russ.)
- Shukla, V., Patel, R., Yadav, S. Deep Learning Models for Smart Grid Energy Demand Prediction. *IEEE Transactions on Smart Grids*. 2021;12(4):1456-1472.
- Li, R., Wang, Y., Smith, T. Machine Learning for Energy Consumption Forecasting: A Systematic Review. *Renewable Energy*. 2023;192:25-38.
- Fathi, S., Srinivasan, R. S., Kibert, C. J., Steiner, R. L. AI-based campus energy use prediction for assessing the effects of climate change. *Sustainability*. 2020;12(8):3223.
- Kumar, N. M., Chand, A. A., Malvoni, M., Prasad, K. A. Distributed energy resources and the application of AI, IoT, and blockchain in smart grids. *Energies*. 2020;13(21):5739
- Zhang, Y., Fischer, M., Wu, L. AI-Based Energy Infrastructure Resilience: Challenges and Future Prospects. *Energy and AI*. 2022;5:1-12.
- Kalyuzhny, D., Chen, X., Lee, J. Artificial Intelligence in Energy Security: Cybersecurity and Grid Optimization Approaches. *Energy Policy*. 2023;156:104-118.
- Pereira, J., Gómez, P., Martinez, L. AI-Powered Cross-Border Energy Cooperation: Emerging Trends and Challenges. *International Journal of Energy Policy*. 2021;79(2):213-229.
- Wang, C., Zhao, H., Kumar, A. Digital Energy Platforms and AI Integration in International Energy Security. *Global Energy Review*. 2022;98(3):45-62.
- Cherp, A., Jewell, J. The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy Policy*. 2011;39(10):6180-6189.
- Nøland, J., Hjelmeland, M., Korpås, M. Advanced AI Forecasting in Renewable Energy Integration. *Renewable Energy Journal*. 2024;15(3):345-361.
- Boretti, A. Integration of solar thermal and photovoltaic, wind, and battery energy storage through AI in NEOM city. *Energy and AI*. 2021;3:100038.
- Nøland, J. K., Hjelmeland, M., Korpås, M. Will Energy-Hungry AI create a base-load power demand boom? *IEEE Access*. 2024;12:110353-110360.
- Boretti, A. Application of Artificial Intelligence in Oil and Gas Exploration. *Journal of Energy Resources Technology*. 2021;11(4):1451-1461.
- Quest, H., Cauz, M., Heymann, F., Ballif, C., Rod, L. A 3D indicator for guiding AI applications in the energy sector. *Energy and AI*. 2022;9:100167.
- Quest, R., Cauz, M., Heymann, F., Ballif, C., Rod, L. Cybersecurity in Energy Systems: Resilience Strategies. *Energy Policy*. 2022;165:112-123.
- Trushkin A.N. Digital Platform Architecture: From Present to Future. Екатеринбург: Ridero; 2024. 320 p. (In Russ.)

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Руслан А. Алиев** кандидат экономических наук, МГИМО МИД России, Комиссия по устойчивому развитию и экологии РАС ООН, Москва, Россия; 125009, г. Москва, ул. Тверская, д. 16, офис 701 Б;  
[torgpredaz@gmail.com](mailto:torgpredaz@gmail.com)

**Ruslan A. Aliyev** PhD in Economics, MGIMO University, Ministry of Foreign Affairs of Russia; Commission on Sustainable Development and Ecology of the Russian Academy of Sciences under the UN, Moscow, Russia; Office 701B, Tverskaya St., 16, Moscow, 125009, Russia;  
[torgpredaz@gmail.com](mailto:torgpredaz@gmail.com)