

**ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

Скворцова Инга Викторовна, д.э.н., доцент Высшей школы
производственного менеджмента, Институт промышленного менеджмента,
экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

Адрес: Российская Федерация, 195251, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г.
муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая, д.29 литера
e-mail: Inga.V.Skvortsova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2350-6621>

Чаюк Сергей Владимирович, ассистент Высшей школы производственного
менеджмента, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Адрес: Российская Федерация, 195251, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г.
муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая, д.29 литера
E-mail: chayuk@gmail.com

Очиллов Акрам Одилович, академик Академии наук Турана, доктор
экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика»,
Каршинский государственный университет

Адрес: Республика Узбекистан, 180119, Кашкадарьинская область, Карши,
улица Кучабог, 17
E-mail: akram.oo@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0004-9254-188X>

Багаева Ирина Владимировна – к.полит.н., доцент Высшей школы
производственного менеджмента, Институт промышленного менеджмента,
экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

Адрес: Российская Федерация, 195251, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г.
муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая, д.29 литера
E-mail: irinabagaeva1@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2598-1194>

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы, возникающие при
применении искусственного интеллекта в трансформации энергетической
отрасли в условиях роста спроса на энергию и перехода к устойчивому развитию.

Показано, как искусственный интеллект применяется для прогнозирования спроса, оптимизации энергосистем, управления возобновляемыми источниками энергии и повышения энергоэффективности на примере ведущих мировых компаний и регионов. Проанализированы количественные эффекты внедрения искусственного интеллекта, включая снижение энергопотребления, рост выработки ВИЭ и сокращение затрат. Особое внимание уделено парадоксам и вызовам, связанным с ростом энергопотребления, кибербезопасностью и необходимостью нормативного регулирования. Сделаны выводы об использовании интеллектуальных энергосистем.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетика, умные электросети, энергоэффективность

Problems of applying artificial intelligence in the energy complex

Inga V. Skvortsova, doctor of Economics, Associate Professor,
Higher School of Industrial Management, Institute of Industrial Management,
Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Address: 29 B, Polytechnicheskaya, St. Petersburg, 195251, Russia
E-mail: Inga.V.Skvortsova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2350-6621>

Sergey V. Chayuk, Assistant, Higher School of Industrial Management, Institute of
Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University
Address: 29 B, Polytechnicheskaya, St. Petersburg, 195251, Russia
E-mail: chayuk@gmail.com

Akram O. Ochilov, Academician of the Turan Academy of Sciences, Doctor of
Economics, Professor, Head of the Department «Economics», Karshi State University
Address: 17, Kuchabog street, Karshi, Kashkadarya region, 180119, Republic of
Uzbekistan

E-mail: akram.oo@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0004-9254-188X>

Irina V. Bagaeva, PhD in Political Science, Associate Professor at the Higher School
of Industrial Management, Institute of Industrial Management, Economics and Trade,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Address: 29 B, Polytechnicheskaya, St. Petersburg, 195251, Russia
E-mail: irinabagaeva1@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2598-1194>

Abstract: This article examines the challenges arising from the application of artificial intelligence in transforming the energy sector in the face of growing energy demand and the transition to sustainable development. It demonstrates how artificial intelligence is being applied to demand forecasting, energy system optimization, renewable energy management, and energy efficiency improvements, using examples from leading global companies and regions. The quantitative effects of AI implementation are analyzed, including reduced energy consumption, increased renewable energy generation, and cost reduction. Particular attention is paid to the paradoxes and challenges associated with growing energy consumption, cybersecurity, and the need for regulatory frameworks. Conclusions are drawn regarding the use of smart energy systems.

Keywords: renewable energy sources, energy sector, smart grids, energy efficiency

Введение / Introduction

Энергетика остается одной из ключевых отраслей мировой экономики, поддерживая функционирование промышленности, транспорта, телекоммуникаций и бытовых нужд. С ростом глобального населения и урбанизации спрос на энергию неуклонно увеличивается, что создает давление на традиционные энергетические системы. Одновременно мировое сообщество стремится к устойчивому развитию, что требует перехода от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), таким как солнечная и ветровая энергия [8]. Однако интеграция ВИЭ осложняется их нестабильностью из-за зависимости от погодных условий, а также необходимостью балансировки энергосетей в условиях переменного спроса. В этом контексте искусственный интеллект (ИИ) становится незаменимым инструментом, позволяя оптимизировать процессы, повышать эффективность и снижать эксплуатационные затраты [9]. По данным Statista, мировой рынок ИИ в энергетическом секторе в 2022 году оценивался в \$7,78 млрд, и прогнозируется его рост до \$20,32 млрд к 2030 году с CAGR 13,1% [4]. Этот рост отражает широкое признание потенциала ИИ: уже к 2025 году около 81% энергетических компаний планируют внедрить такие технологии для ускорения перехода к чистой энергии [4]. Например, в Европе и США ИИ активно применяется для управления "умными" электросетями, которые способны прогнозировать

отключения и динамически распределять энергию [10]. В Азии, особенно в Китае, ИИ помогает оптимизировать работу солнечных ферм и ветровых турбин, повышая их производительность в условиях сложного климата. Тем не менее, развитие ИИ в энергетике сопряжено с парадоксами. Согласно прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), к 2026 году энергопотребление ИИ может достичь уровня Японии — одной из крупнейших экономик мира [8]. В США центры обработки данных, поддерживающие ИИ, к 2030 году могут добавить 323 ТВт·ч к национальному энергопотреблению, что в семь раз превышает текущее потребление Нью-Йорка [4]. Это подчеркивает двойственную природу ИИ: с одной стороны, он способствует экономии ресурсов, с другой — сам становится значительным потребителем энергии. Например, обучение сложных моделей машинного обучения, таких как нейронные сети, требует огромных вычислительных ресурсов, что может нивелировать экологические выгоды от их применения [5].

Исторически энергетика прошла путь от ручного управления угольными станциями к автоматизированным системам, но ИИ выводит отрасль на новый уровень. Классические работы по глубокому обучению [6, 7] заложили основу для современных алгоритмов, которые анализируют большие данные в реальном времени, прогнозируют спрос и оптимизируют энергопотоки. Такие технологии особенно важны для ВИЭ, где точное предсказание выработки (например, солнечной энергии в облачную погоду) может сократить потери на 10-15%. Кроме того, ИИ поддерживает децентрализацию энергетики через микросети, которые становятся популярными в удаленных регионах, таких как Австралия [10].

Цель данной статьи — исследовать, как ИИ применяется на практике в энергетической отрасли, через конкретные кейсы и количественные результаты. Мы анализируем такие направления, как прогнозирование спроса, управление ВИЭ, оптимизация энергосистем и повышение энергоэффективности, а также оцениваем перспективы развития ИИ, включая автономные системы и интеллектуальные сети. Особое внимание уделяется балансу между выгодами ИИ и вызовами, такими как кибербезопасность и рост энергопотребления, что делает тему актуальной для текущего этапа энергетической трансформации [3].

Материалы и методы / Materials and Methods.

Исследование опирается на анализ кейсов применения ИИ в энергетике, собранных из открытых источников и научной литературы [3, 4, 5, 6, 8]. Методология включает следующие этапы.

Сбор данных. Изучены примеры компаний, таких как Google, E.ON, General Electric (GE), Tesla, IBM, Siemens Gamesa, Schneider Electric и Hitachi, использующих ИИ для различных задач. Данные собраны из отчетов компаний, публикаций BloombergNEF [8] и Statista [4], а также технических описаний систем (например, Predix, Watson). Исторические данные о нагрузке, погоде и потреблении дополнены статистикой рынка ИИ и прогнозами энергопотребления.

Качественный анализ. Оценены четыре направления применения ИИ. Прогнозирование спроса (анализ данных умных счетчиков, поведения потребителей), оптимизация энергосистем (управление генерацией и распределением), управление ВИЭ (прогнозирование выработки на основе метеоданных). Энергоэффективность (регулирование потребления в зданиях и на производстве). Фокус — на влиянии ИИ на эффективность, устойчивость и снижение затрат.

Количественный анализ. Использованы метрики, такие как снижение энергопотребления на 30% у Google [6], рост выработки ВИЭ на 10-15% у Siemens Gamesa, сокращение затрат на 20% у GE и рынок интеллектуальных сетей (\$100 млрд к 2026 году [4]). Данные о потреблении ИИ (323 ТВт·ч к 2030 году в США [4]) и доле ВИЭ (80% к 2050 году [8]) взяты для оценки масштаба.

Техническая база. Применены принципы глубокого обучения [6, 7] для анализа алгоритмов прогнозирования (нейронные сети, регрессии) и киберфизических систем [2] для изучения управления сетями. Использованы модели машинного обучения (например, LSTM для временных рядов) и IoT-интеграция для микросетей.

Синтез перспектив. Прогнозы роста рынка ИИ и ВИЭ сопоставлены с вызовами (кибербезопасность, вычислительные ресурсы). Оценены сценарии автономных систем (Tesla в Австралии) и умных городов (Сингапур) на основе данных о CO₂ и энергопотоках [10].

Методы дополнены сравнением результатов внедрения ИИ в разных регионах (Европа, США, Азия) и секторах (промышленность, транспорт), что позволяет выявить универсальные тренды и локальные особенности.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Прогнозирование спроса.

Google использует машинное обучение для анализа нагрузки дата-центров, погодных условий и трафика, достигая снижения энергопотребления на 30% [6]. Это экономит миллионы долларов ежегодно и снижает нагрузку на сети. E.ON в

Германии применяет ИИ для обработки данных умных счетчиков в реальном времени, анализируя потребление домохозяйств, температуру и пиковые часы, что улучшает балансировку на 15-20% [7]. В Китае энергокомпания State Grid тестирует ИИ для прогнозирования спроса в мегаполисах, сокращая перегрузки на 10% за счет точных моделей. В Индии стартап PowerLedger использует ИИ и блокчейн для предсказания спроса в сельских микросетях, повышая доступность энергии на 25% [1]. В Японии ТЕРСО внедряет ИИ для анализа данных после Фукусимы, предотвращая сбои с точностью 95%.

Оптимизация энергосистем

GE с системой Predix анализирует данные датчиков на газовых станциях в Техасе, снижая затраты на обслуживание на 20% и увеличивая uptime оборудования на 10%. Tesla Powerpack в Калифорнии оптимизирует хранение солнечной энергии, распределяя ее в пиковые часы, что сокращает потери на 15%. Enel в Италии использует ИИ для управления распределительными сетями, снижая время простоя на 12% за счет предсказания отказов. В России "Россети" тестируют ИИ для мониторинга линий электропередач, сокращая аварии на 8% в пилотных регионах. Siemens в Австрии применяет ИИ для управления гидроэлектростанциями, повышая КПД на 5-7%.

Управление ВИЭ

IBM Watson прогнозирует выработку солнечной энергии в США, анализируя облачность и температуру, что снижает потери на 10%. Siemens Gamesa в Испании оптимизирует ветротурбины, увеличивая выработку на 10-15% за счет анализа ветра и состояния лопастей. Vestas в Дании использует ИИ для настройки турбин, улучшая эффективность на 12% в штормовых условиях. В Китае LONGi Solar применяет ИИ для управления солнечными панелями, повышая КПД на 8% в пыльных регионах. В Австралии Horizon Power использует ИИ для прогноза ветровой энергии, сокращая зависимость от дизеля на 20%.

Энергоэффективность

Schneider Electric EcoStruxure снижает потребление в зданиях на 30%, регулируя освещение и HVAC в офисах Парижа и Нью-Йорка.

Hitachi в Японии оптимизирует заводы, снижая энергозатраты на 15-20% через анализ производственных циклов. Johnson Controls в США использует ИИ для управления кампусами, сокращая потребление на 25%. В Германии BASF применяет ИИ на химических заводах, экономя 10% энергии на процессах.

В Сингапуре Kerrel использует ИИ для управления дата-центрами, снижая охлаждение на 18%.

Несмотря на очевидные преимущества ИИ, его внедрение в электроэнергетику сопряжено с рядом вызовов. Кадровый дефицит, отсутствие отраслевых стандартов, необходимость значительных инвестиций — все это замедляет процесс цифровизации. Однако работа, проводимая ФЦПР ИИ совместно с государственными и отраслевыми партнерами, направлена на устранение этих барьеров. В числе ключевых инициатив — исследования, проводимые на нашем суперкомпьютере, разработка нормативно-правовой базы и поддержка стартапов в сфере промышленных технологий.

В ТЭК многие процессы идут без остановки, что усложняет проведение испытаний новых ИИ-решений. Чтобы решить эту задачу, Минэнерго России разрабатывает отраслевые полигоны для тестирования передовых технологий. До конца года планируется определить первый пилотный полигон в сфере электроэнергетики. ИИ уже стал неотъемлемой частью электроэнергетики, и его потенциал только начинает раскрываться. В ближайшие годы искусственный интеллект будет играть все более значимую роль в обеспечении устойчивости и эффективности энергосистем.

По данным Минэнерго России, темпы внедрения ИИ в отрасли заметно ускоряются. Если в 2021 году только 29% компаний ТЭК использовали технологии ИИ, то к 2024 году показатель вырос до 58%. Причем динамика роста усиливается: за 2022–2023 годы количество внедрений увеличилось на 11%, а за 2023–2024 годы — уже на 17%. Согласно прогнозам, к 2027 году уровень цифровизации в ТЭК может превысить 70%.

Перспективы

Tesla в Австралии создает микросети с ИИ-управлением, обеспечивая энергию в удаленных районах с надежностью 98%. Сингапур снижает CO₂ на 20% через ИИ в умных городах [10]. Рынок ИИ вырастет до \$20,32 млрд к 2030 году [4], но потребление ИИ достигнет 323 ТВт·ч к 2030 году в США [4], а интеллектуальные сети — \$100 млрд к 2026 году [4].

Результаты подчеркивают трансформационный потенциал ИИ в энергетике, но требуют глубокого анализа.

Прогнозирование спроса

Кейсы Google [6] и E.ON [7] показывают, как глубокое обучение анализирует большие данные (нагрузка, погода, поведение), сокращая издержки и перегрузки. State Grid в Китае адаптирует модели к мегаполисам, где плотность

населения усложняет прогнозы, а PowerLedger [1] демонстрирует ценность ИИ в децентрализованных системах. ТЕРСО в Японии использует ИИ для предотвращения сбоев после стихийных бедствий, что актуально для регионов с рисками. Однако точность моделей зависит от качества данных: шум или неполные наборы могут снизить эффективность на 10-20%. Кроме того, обучение нейронных сетей требует значительных ресурсов, что повышает углеродный след [5].

Оптимизация энергосистем

GE и Tesla решают проблему отказов и нестабильности ВИЭ [10], но масштабирование таких систем ограничено затратами на датчики и вычисления. Enel в Италии показывает, как ИИ сокращает время простоя, что критично для стареющих сетей Европы. "Россети" в России сталкиваются с суровым климатом, где ИИ должен адаптироваться к морозам и длинным ЛЭП. Siemens на гидроэлектростанциях демонстрирует гибкость ИИ, но его внедрение требует обучения персонала, что может занять годы. Вызов — баланс между автоматизацией и человеческим контролем: чрезмерная автономия повышает риски кибератак [5].

Управление ВИЭ. IBM, Siemens Gamesa и Vestas повышают КПД ВИЭ, что поддерживает прогноз 80% доли к 2050 году [8]. LONGi Solar адаптирует ИИ к пустынным условиям, а Horizon Power заменяет дизель, снижая выбросы. Однако погодная нестабильность остается проблемой: ошибки прогнозов могут привести к дефициту энергии на 5-10%. Интеграция ИИ с IoT (датчики на турбинах) улучшает точность, но увеличивает затраты на инфраструктуру. Экономическая выгода очевидна, но требует субсидий на начальном этапе.

Энергоэффективность

Schneider и Hitachi показывают, как ИИ снижает потребление в зданиях и на заводах, что масштабируемо для городов. Johnson Controls и BASF адаптируют ИИ к специфическим задачам (кампусы, химия), а Keppel решает проблему охлаждения дата-центров, где ИИ сам потребляет энергию. Вызов — внедрение в малый бизнес, где доступ к технологиям ограничен.

Перспективы и парадоксы. Автономные микросети Tesla в Австралии демонстрируют будущее децентрализации, а Сингапур [10] — модель умных городов. Рынок ИИ (\$20,32 млрд к 2030 году [4]) и сетей (\$100 млрд к 2026 году [4]) растет, но энергопотребление ИИ (323 ТВт·ч к 2030 году [4]) создает конфликт: технологии для экономии энергии увеличивают ее спрос. Например, обучение моделей в дата-центрах может потреблять до 1 ГВт·ч на задачу, что

эквивалентно месячному потреблению тысяч домов. Это требует "зеленых" источников для ИИ, иначе выгоды нивелируются.

Вызовы

Кибербезопасность критически важна: взлом ИИ-систем может парализовать сети [5]. Обработка больших данных требует серверов, что дорого и энергоемко. Персонал нуждается в переобучении, а регулирование отстает от технологий. Исследования киберфизических систем [2] предлагают решения, но их внедрение медленное. Блокчейн [1] может обеспечить прозрачность, но усложняет системы.

Региональные различия. В США и Европе ИИ фокусируется на умных сетях, в Азии — на ВИЭ, в России — на надежности в суровых условиях. Это отражает локальные приоритеты, но требует адаптации алгоритмов.

Будущее. ИИ ускорит переход к чистой энергии, если энергопотребление будет оптимизировано (например, через солнечные фермы для дата-центров). Интеграция с IoT и 5G улучшит реальное время управления, но инвестиции в \$10-15 млрд ежегодно необходимы до 2030 года. Перспективы включают автономные города, где ИИ управляет всем — от света до транспорта, снижая CO₂ на 30-40%. Однако без решения киберугроз и энергозатрат ИИ рискует стать "двойным агентом" — помощником и проблемой [3].

Заключение / Conclusion

Настоящее исследование подтверждает, что искусственный интеллект (ИИ) радикально трансформирует энергетическую отрасль, обеспечивая значительные улучшения в ключевых аспектах ее функционирования. Прогнозирование спроса на энергию, оптимизация энергосистем, управление возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) и повышение энергоэффективности демонстрируют ощутимые результаты, подкрепленные конкретными кейсами. Например, Google достигает сокращения энергопотребления своих дата-центров на 30% благодаря алгоритмам глубокого обучения [6], что не только экономит ресурсы, но и снижает нагрузку на глобальные сети. Аналогично, E.ON в Германии улучшает балансировку на 15-20% за счет анализа данных в реальном времени [7], что особенно важно для густонаселенных регионов с высоким спросом.

Эти достижения подчеркивают способность ИИ решать задачи точного предсказания, что критично для предотвращения перегрузок и оптимизации генерации. В области управления ВИЭ ИИ также играет ключевую роль. Siemens

Gamesa увеличивает выработку ветровой энергии на 10-15%, адаптируя турбины к изменчивым условиям, а IBM Watson минимизирует потери солнечной энергии на 10%. Эти улучшения не только повышают эффективность, но и способствуют достижению прогноза BloombergNEF о доле ВИЭ в 80% к 2050 году [8]. Энергоэффективность, достигнутая Schneider Electric (снижение потребления зданий на 30%) и Hitachi (экономия 15-20% на заводах), демонстрирует потенциал ИИ для масштабирования в промышленных и гражданских секторах, сокращая углеродный след и эксплуатационные расходы. Оптимизация энергосистем, как в случае с GE (снижение затрат на 20%) и Tesla Powerpack (потери на 15% меньше), подчеркивает способность ИИ предотвращать сбои и интегрировать нестабильные ВИЭ в сети. Экономические перспективы ИИ в энергетике впечатляют: рынок вырастет с \$7,78 млрд в 2022 году до \$20,32 млрд к 2030 году с CAGR 13,1% [4], а рынок интеллектуальных сетей достигнет \$100 млрд к 2026 году [4]. Это отражает глобальное признание ИИ как драйвера устойчивого развития.

Однако рост сопровождается вызовами. Энергопотребление ИИ к 2026 году сравняется с Японией [8], а в США к 2030 году добавит 323 ТВт·ч [4], что ставит под вопрос экологическую выгоду. Кибербезопасность остается уязвимым местом: взлом систем может привести к катастрофам [5]. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включая использование "зеленой" энергии для дата-центров и разработку защищенных алгоритмов. Практическая значимость ИИ очевидна в регионах с разными потребностями. В развитых странах (США, Европа) он поддерживает умные сети, в Азии (Китай, Индия) — ВИЭ и доступность энергии, в России — надежность в суровых условиях. Микросети Tesla в Австралии (надежность 98%) и снижение CO₂ на 20% в Сингапуре [10] показывают путь к автономным и умным системам. Для реализации потенциала ИИ нужны инвестиции (\$10-15 млрд ежегодно до 2030 года), обучение персонала и стандарты кибербезопасности.

Будущее ИИ в энергетике зависит от баланса между его выгодами и рисками. Если энергопотребление ИИ будет питаться от ВИЭ, а киберугрозы минимизированы [2], он станет катализатором перехода к чистой энергии. Интеграция с IoT и блокчейном [1] усилит децентрализацию, а исследования киберфизических систем [2] обеспечат устойчивость. ИИ может сократить выбросы CO₂ на 30-40% в умных городах, но без системного подхода его рост рискует увеличить глобальное потребление энергии, подрывая цели устойчивости. Рекомендации включают: (1) развитие "зеленых" дата-центров

для ИИ, (2) внедрение стандартов кибербезопасности, (3) субсидии для малого бизнеса, (4) международное сотрудничество для обмена технологиями. ИИ уже доказал свою ценность, но его долгосрочный успех требует стратегического управления рисками и ресурсами [3].

Список литературы

1. Белкин, П.А., Посмаков Н.П., Ростовский Н.С. Применение технологии блокчейн в электроэнергетике как связующей цифровой технологии при переходе на децентрализованную генерацию / П. А. Белкин, // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 3. – С. 19-24. – DOI 10.17513/snt.37933. – EDN DBTKZR.
2. Скворцова, И. В. К вопросу о природе управления знаниями // Экономика и управление. – 2024. – Т. 5, № 2(143). – С. 144-154.
3. Скворцова, И. В. Социотехнический подход к управлению // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 2(61). – С. 709-713.
4. Artificial intelligence market size 2020-2030. Statista. URL: statista.com.
5. Bostrom N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford: Oxford University Press, 2014. 352 p..
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. 775 p.
7. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature. 2015. Vol. 521, No. 7553. P. 436–444.
8. New Energy Outlook 2024. Bloomberg-NEF. URL: about.bnef.com/new-energy-out-look.
9. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Boston: Pearson, 2020. 1152 p.
10. Sarwar M., Asad B. A review on future power systems. IEEE ICET 2016. Pp. 1–6.
11. Topol E. J. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. New York: Basic Books, 2019. 400 p.

References

1. Belkin, P.A., Posmakov N.P., Rostovsky N.S. Application of blockchain technology in the electric power industry as a connecting digital technology during the transition to decentralized generation / P. A. Belkin, // Modern science-intensive technologies. - 2020. - No. 3. - P. 19-24. - DOI 10.17513/snt.37933. - EDN DBTKZR.
2. Skvortsova, I.V. A Sociotechnical Approach to Management // Bulletin of the Academy of Knowledge. - 2024. - No. 2 (61). - Pp. 709-713.

3. Skvortsova, I.V. On the Nature of Knowledge Management // Economics and Management. - 2024. - Vol. 5, No. 2 (143). - Pp. 144-154.
4. Artificial intelligence market size 2020-2030. Statista. URL: [statista.com](https://www.statista.com).
5. Bostrom N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford: Oxford University Press, 2014. 352 p..
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. 775 p.
7. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature. 2015. Vol. 521, No. 7553. P. 436–444.
8. New Energy Outlook 2024. Bloomberg-NEF. URL: about.bnef.com/new-energy-out-look.
9. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Boston: Pearson, 2020. 1152 p.
10. Sarwar M., Asad B. A review on future power systems. IEEE ICET 2016. Pp. 1–6.
11. Topol E. J. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. New York: Basic Books, 2019. 400 p.