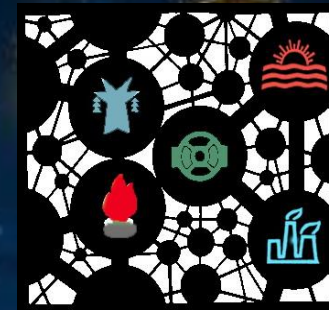




Методологические аспекты применения искусственного интеллекта в задачах обеспечения надёжности ТЭК в условиях ЧС



Рогалев Н.Д., Литвинов П.В., Прокофьев П.С.,
Молодюк В.В., Исамухамедов Я.Ш.

**Некоммерческое партнерство
«Научно-технический совет
Единой энергетической системы»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР им. Ю.Н. Руденко
98-е заседание «Методические вопросы исследования и
обеспечения надежности систем энергетики и ТЭК в целом с
использованием методов искусственного интеллекта»**

13 – 17 июля 2026
г. Санкт-Петербург

Содержание

- ▶ Актуальность
- ▶ Рейтинги, лидеры, ожидания
- ▶ ИИ в электроэнергетике России
- ▶ Ограничения технологии ИИ
- ▶ ИИ для повышения надежности
- ▶ ИИ для анализа аварийности и ЧС
- ▶ Разработка отраслевого ПО
- ▶ Создание отраслевого ИИ

Достижения в развитии и результаты использования искусственного интеллекта за прошедший год настолько впечатляющие, что актуальность темы семинара не нуждается в доказательствах

- Объем отчета со статистикой внедрения ИИ* за рубежом составил 426 стр. В России на эту тему говорят на всех уровнях, включая Президента.
- Почему статья и презентация начинается со слова методологические, а не методические, как в названии заседания? Это более общее и широкое понятие.
- Говорить именно о методологии важно и нужно потому, что когда мы сталкиваемся с принципиально новой технологией важно:
 - Не упустить возможности – **выгоды**
 - Управлять рисками и ожиданиями – **проблемы**
 - Предвидеть жизненный цикл – **перспективы**
- **От научного сообщества ждут обоснованных рекомендаций по всем трем направлениям. И в первую очередь, применительно к задаче повышения надежности в условиях ЧС, количество которых тоже возросло за год.**



*Artificial Intelligence Index Report, 2026 / Stanford University



Политическая составляющая

Политизированность индекса очевидна, если посмотреть с какого года позиции России стали снижаться в индексе *Stanford University*

Опубликованный в начале 2026 года Government AI Readiness Index 2025 от *Oxford Insights* вообще поставил Россию на 49-е место, впрочем и Китай только на 8-ом

Год рейтинга	Место России
2017	12
2018	14
2019	12
2020	12
2021	12
2022	10
2023	13
2024	14

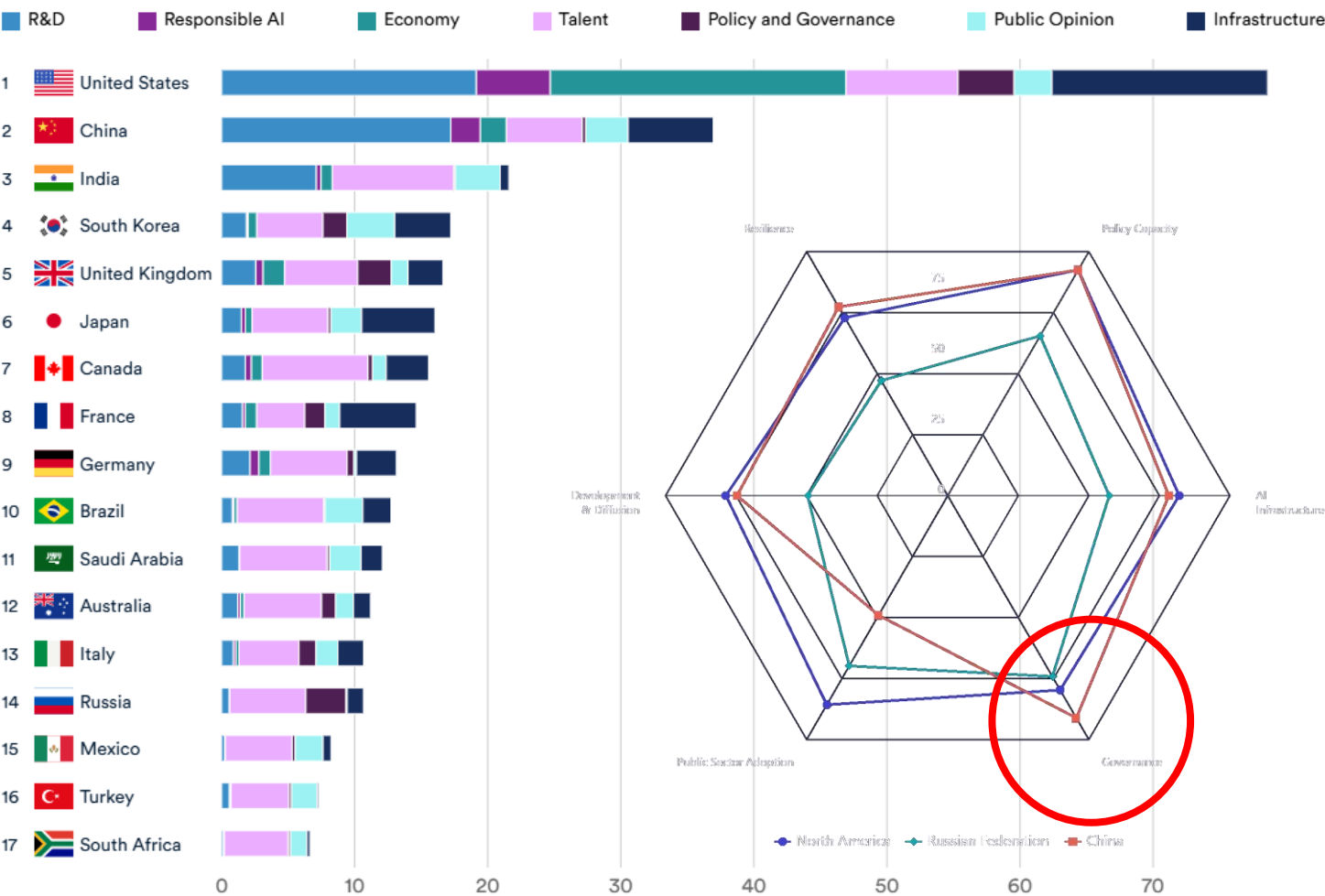
Но если посмотреть на структуру индекса, то в ней отражается сильная позиция России и Китая в роли государства.

Картина использования генеративного AI среди населения другая:

Лидеры — ОАЭ (~64%), Сингапур (~61%). США — только 24-е место (~28.3%)

2024 Global AI Vibrancy Ranking (Absolute)

Weighted Index Score | Source: 2026 AI Index

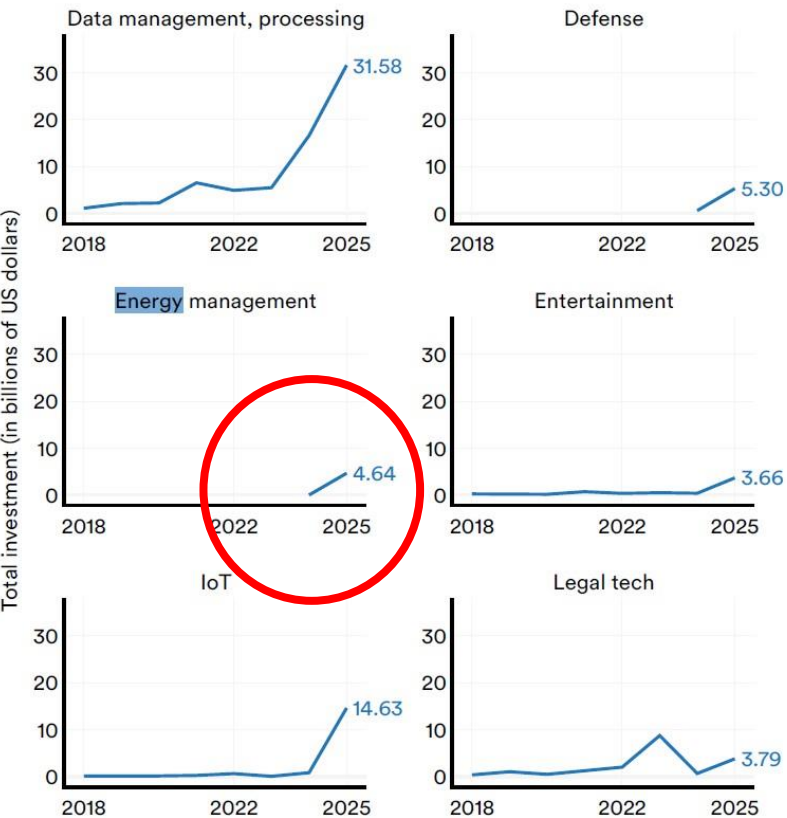


Роль государства

*По их собственному рейтингу



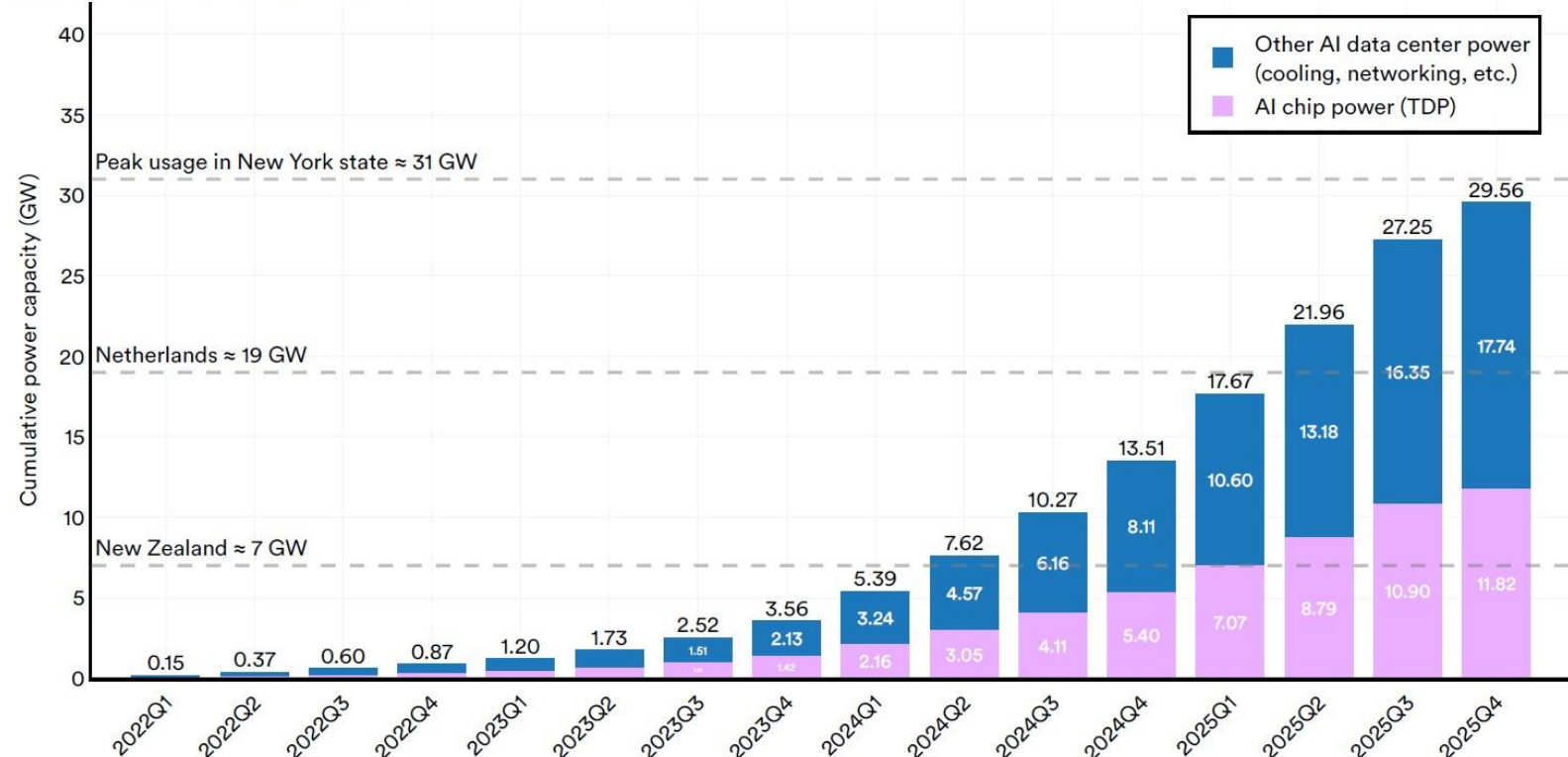
Структура инвестиции в развитие



Потребление ЭЭ дата-центрами под задачи ИИ

Global AI data center power capacity, 2022–25

Source: Epoch AI, 2026 | Chart: 2026 AI Index report



Инвестиции, имеющие прямое отношение к применению ИИ в отрасли, стартовали только в 2024 году

ПАО «Россети», программный комплекс «ПАУК»

Программа, основанная на алгоритмах компьютерного зрения, предназначена для автоматического распознавания состояния и показаний приборов учёта электроэнергии (ПУ).

ГК «Росатом», Платформа АтомМайнд

Платформа помогает реализовать переход от плановых ремонтов к предиктивному обслуживанию, прогнозировать и предотвращать отказы оборудования.

ПАО «РусГидро»

Компания внедрила цифровую технологию обследования гидротехнических сооружений — плотин, дамб, береговых линий. Анализ результатов съёмок БПЛА с помощью собственных нейросетей

Технологии, предшествовавшие появлению ИИ

Уровень (метод)	Технологии	Возможности
Символический ИИ, реактивные машины 1950–1970	Символьная обработка данных	Решение задач на основе predetermined правил, реагирование на определенные данные в режиме реального времени
Экспертные системы 1970–1980	Базы знаний, системы ввода / вывода	Бизнес-приложения, аналитика, автоматизация и взаимодействие с клиентами
Нечеткая логика 1980–1990	Микроконтроллеры	Системы автоматизации и управления сложными процессами
Машинное обучение 1990–2000	Обучение с учителем, без учителя, с подкреплением; статистические модели, метод опорных векторов, леса решений	Прогнозирование, распознавание паттернов, классификация и регрессия, выявление аномалий, рекомендательные системы, обработка изображений и машинное зрение

В энергетике проекты, использующие машинное обучение, внедряются и имеют потенциал к дальнейшему развитию. Они базируются на отечественных решениях и улучшают надёжность, благодаря не только лучшей ситуационной осведомлённости и прогнозированию, но и значительному экономическому эффекту

Современные и перспективные технологии ИИ

ПАО «Россети» и ПАО «МТС»

Подписали соглашение о сотрудничестве в сфере ИИ с целью:

- выявления и предотвращения хищений электроэнергии, включая нелегальные майнинговые фермы;
- тестирования решений на базе генеративного ИИ;
- разработки и внедрения платформы для создания ИИ-помощников на основе больших языковых моделей (LLM).

Группа «Интер РАО»

создала внутреннюю ИИ-платформу, чтобы сотрудники могли безопасно экспериментировать с ИИ-инструментами без угрозы утечки данных и развивает ИИ-компетенции сотрудников в рамках корпоративного обучения

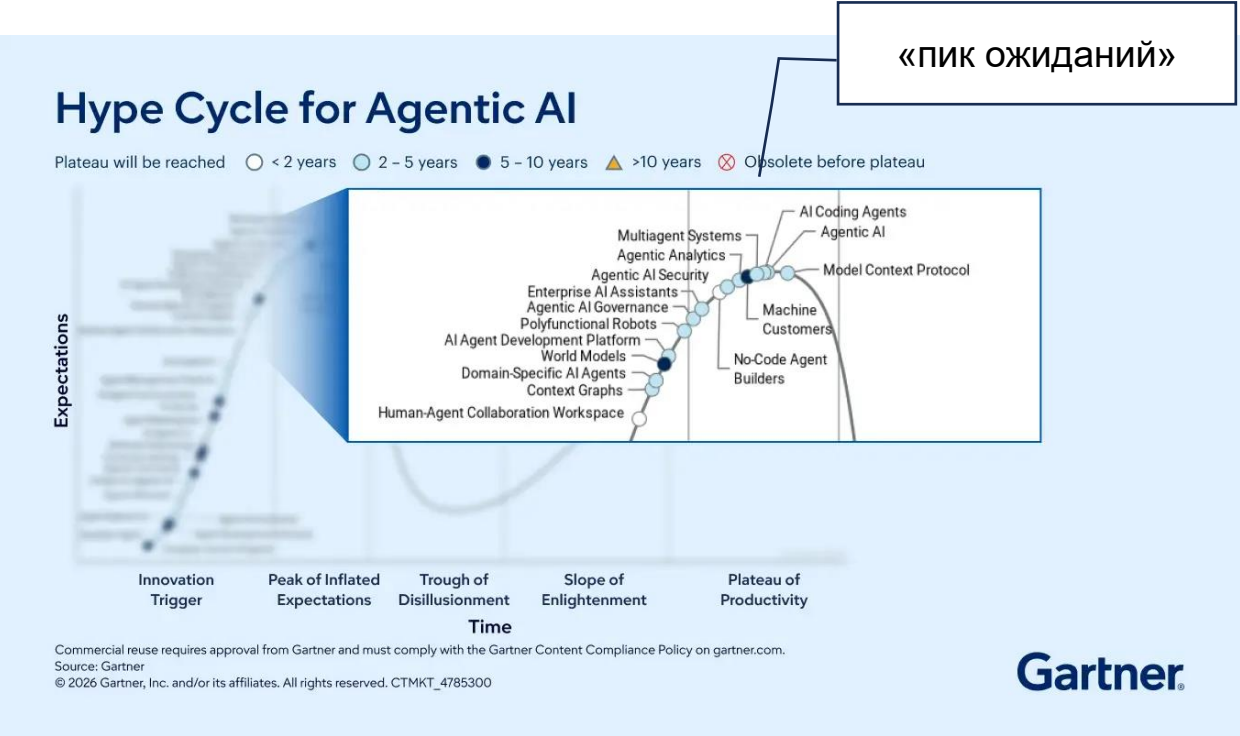
Уровень (метод)	Технологии	Возможности
Генеративный ИИ (2017 – н. в.)	Генеративно-состязательные сети (GAN), трансформеры; LLM; диффузионные модели; облачные вычисления	Генерация нового контента; написание кода ПО; виртуальные ассистенты
Агентный ИИ (2025 – н. в.)	Планировщики, исполнители, интеграция с внешними API, фреймворки, low-code/no-code платформы	Автономное выполнение сложных задач, взаимодействие с внешними системами и агентами, самообучение, выбор оптимальной стратегии, рефлексия и корректировка
Общий ИИ (2030 – и позже)	Не определены, ведутся исследования	Полное обобщение знаний; решение интеллектуальных задач на уровне человека и выше

В НИОКР ПАО «Россети» добавлен раздел:

«Разработка методов и алгоритмов обработки информации с последующей интеграцией в систему управления производственными активами с применением технологии искусственного интеллекта»

Внедрение LLM моделей в производственные процессы в электроэнергетике пока находится в стадии пилотных проектов и заключения партнерских соглашений.

Агентный ИИ (Agentic AI)	ИИ, способный принимать решения и выполнять действия самостоятельно
AI-агенты для программирования	не просто генерируют фрагменты кода, а способны выполнять комплексные задачи от начала до конца



Наиболее популярные решения в области ИИ

Название	Компания	Область применения
ChatGPT	OpenAI	Бизнес, образование, аналитика, здравоохранение, автоматизация
Claude	Anthropic	Анализ больших документов, программирование, оптимизация исследовательских процессов
DeepSeek	Hangzhou	Бизнес-приложения, аналитика, автоматизация
Gemini	Google	Персональные рекомендации, анализ данных и автоматизация
GigaChat	Сбер	Российский аналог ChatGPT
Grok-4.3	xAI	Генерация текста, сложные аналитические запросы
Copilot	Microsoft	Разработка ПО, аналитика и управление бизнес-процессами
Watson	IBM	Здравоохранение, финансы, логистика, аналитика, автоматизация процессов
Yandex GPT 5.1 Pro	Yandex	Чат с Алисой, возможно дополнительное обучение

апрель, 2026 г.

Ограничения технологии ИИ



галлюцинации

Нейросети могут выдавать правдоподобную, но ошибочную информацию, если входные данные далеки от обучающей выборки. Это делает их непригодными для принятия ответственных решений



катастрофическое забывание

В процессе обучения на новых данных модель теряет способность адекватно обрабатывать ранее усвоенную информацию



сопоставительные атаки

Злонамеренное манипулирование входными данными или на этапе машинного обучения позволяет заставить модель выдать неправильные предсказания



проблема систематичности

Нейросети хорошо справляются с интерполяцией и слабы в экстраполяции. В отличие от людей, они плохо обобщают знания на новые, не встречавшиеся ранее комбинации признаков

На платформе Hugging Face опубликовано:

- более 2,7 миллиона ИИ-моделей;
- ~ 1 млн наборов данных для обучения;
- тысячи интерактивных проектов в разделе Spaces

Почему такой ажиотаж? Память подорожала в 5 раз.

Причин несколько:

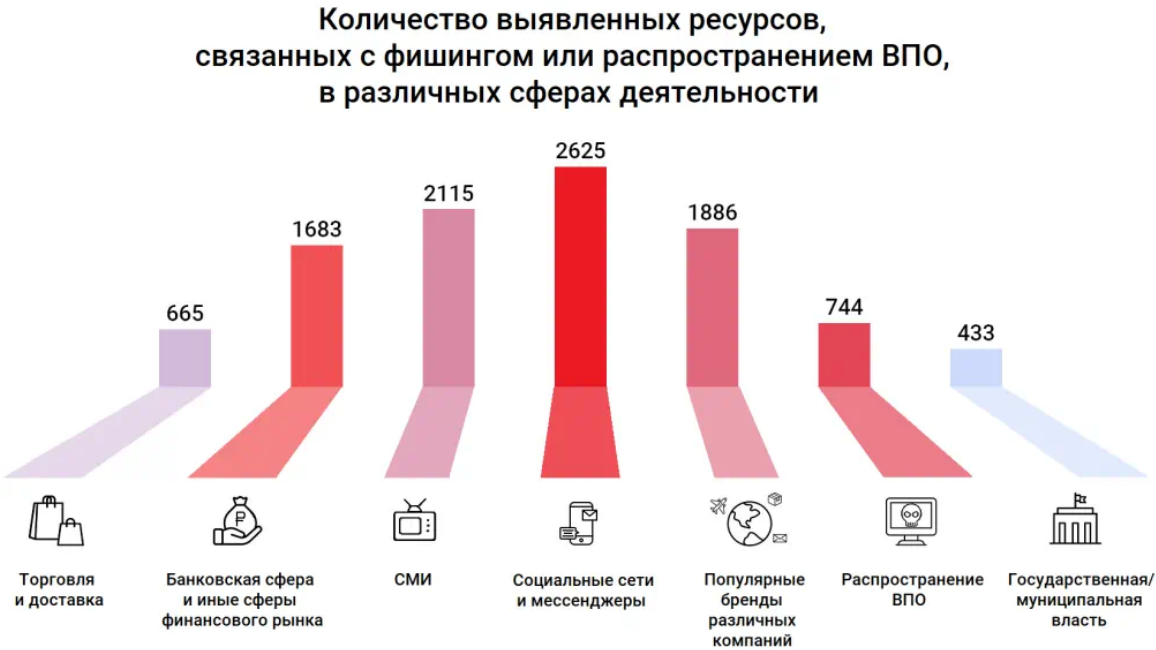
- мода и получение компетенций;
- желание сэкономить и заработать;
- попытки получить противоправный контент;
- ложные и справедливые опасения за безопасность

Но, много «плохих» маленьких нейронных сетей и моделей не заменят одну «хорошую» большую LLM

Сферы опасности ИИ:

Социальные	«Приватность»	Киберугрозы	Манипуляции
Трансформация рынка труда. Усиление неравенства	Без нашего согласия или по ошибке ИИ получает любую информацию	Автоматизация хакерских атак и написания вредоносного ПО.	Генерация дипфейков Намеренная дезинформация

Результаты работы НКЦКИ за май 2026 г.



Сложность контроля использования

Мы уже начинаем получать продукты и решения от смежных отраслей, в которых результаты внедрения ИИ могут быть шире и больше, чем декларируется.

Это касается не только промышленности и разработки ПО, но и медицины, учебного процесса, найма персонала и даже нормативных документов регуляторов

Проблема обучения нейронных сетей

На начальном этапе весь массив данных для обучения был создан естественным интеллектом людей. В ближайшие годы большая часть данных в корпоративных информационных системах и циркулирующей в сети Интернет будет создана с использованием искусственного интеллекта, и он начнет «учить» сам себя. К чему приведет «положительная обратная связь», не понятно

Проклятие интерпретируемости

Чем совершеннее модель, тем труднее человеку понять, как именно она принимает решения.

Даже получив правильный ответ, мы не можем оценить его достоверность и на каких основаниях он построен

Угроза существующей системе образования

Традиционные способы контроля и обучения такие, как курсовая и дипломная работа теряют свою эффективность.

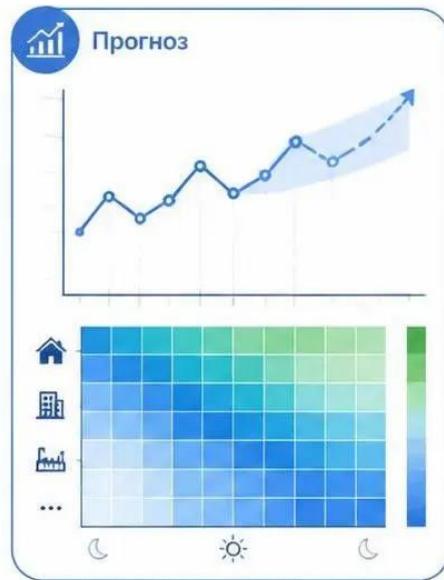
Запрещать студентам использовать ИИ сложно и странно, ведь в рабочих процессах он будет использоваться повсеместно и уже доказал, что может быть эффективен.

Направление. Технологии	Результат. Оценка эффекта	Внедрение. Статус
Интеллектуальный мониторинг и контроль состояния оборудования. Цифровые двойники. Машинное зрение.	Возможность перейти от реактивного и превентивного обслуживания к проактивному и ТО по состоянию. Сокращение простоев до 20 – 30 %.	В дополнение к существующим системам ТОиР. Есть НИР, НИОКР и пилотные внедрения
Управление спросом и прогнозирование нагрузки. Машинное обучение с использованием исторических данных, поведения потребителей, погоды.	Более точные прогнозы генерации ВИЭ, пиков потребления. Экономия электроэнергии до 10 – 15 %. 96 % точность прогноза выработки ВИЭ.	СО ЕЭС использует в практике оперативно-диспетчерского управления информационные системы «Прогнозирование выработки ВИЭ» на базе искусственного ИИ.
Кибербезопасность технологических сетей. Анализ сетевого трафика; обнаружение аномалий и скрытых кибератак.	Возможность выявления сложных целевых атак, которые пропустят системы, построенные на сигнатурном анализе.	Доступны отечественные решения: MaxPatrol SIEM, Kaspersky KUMA
Автоматизация сетей, «цифровая энергосеть». Автоматическое реагирование и обоснованные указания, когда требуется вмешательство персонала.	Увеличение устойчивости, минимизация потерь. Экономия электроэнергии до 5 – 10 %.	Перспективное решение для микрогрид с большой долей ВИЭ. Hitachi Energy создали прототип.

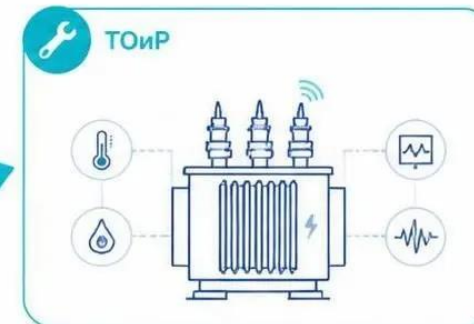
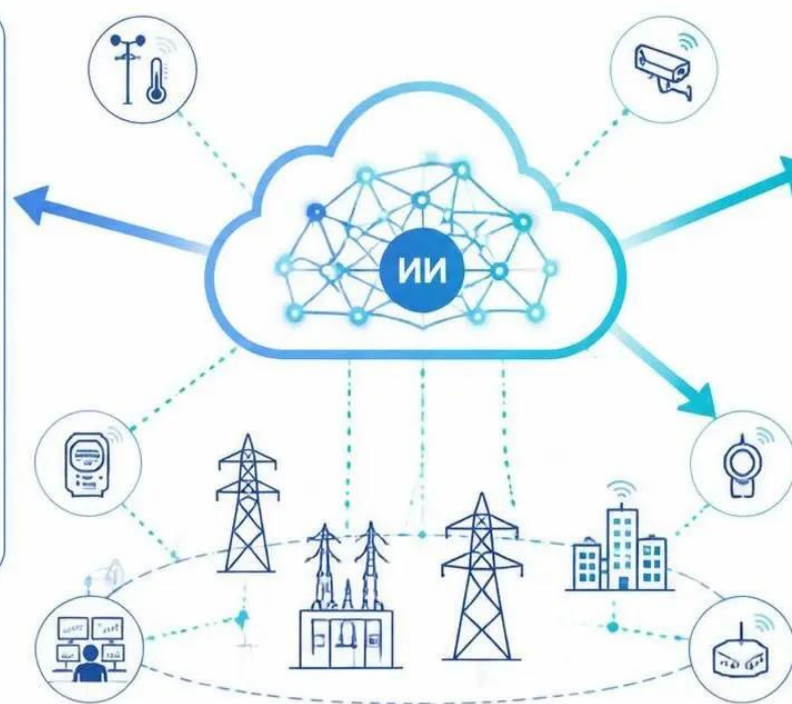
Получение быстрого эффекта от применения ИИ



Более точные прогнозы генерации ВИЭ, пиков потребления



Интеллектуальная энергетическая система с добавлением искусственного интеллекта



Экономия ЭЭ

Сокращение простоев

Снижение затрат

Повышение надёжности

Ритмичная работа

выгоды

Структура причин ЧС в последние годы сильно сдвинулась в сторону увеличения количества террористических актов и диверсий, в том числе и за счёт использования методов социального инжиниринга.

Как правило, это ЧС локального или муниципального масштаба. Локализацию будущих повреждений определить сложно, но с привлечением больших данных из разных источников и используя методы имитационного моделирования, можно составить прогнозную карту районов с наибольшими рисками.

И в соответствии с прогнозом заранее распределять ресурсы и оборудование для ремонтно-восстановительных работ вблизи этих районов.

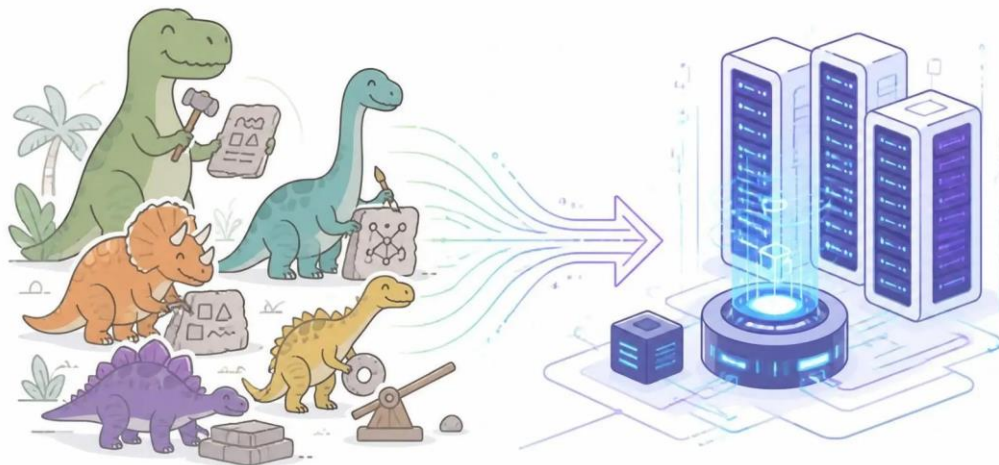
Методологически правильно использовать ИИ совместно с физико-математическими моделями. Его применение может быть эффективно, когда физика процесса слишком сложна для выполнения расчёта в реальном времени.

Классификация ЧС	Область применения ИИ	Эффект
Природные	Более ранние и точные прогнозы	Прогнозирование
Техногенные	Мониторинг и контроль состояния оборудования, цифровые двойники	Снижение вероятности
Терроризм	Оптимизация запасов, логистика, планирование ремонтно-восстановительных работ	Ликвидация последствий

Уже на современном этапе своего развития ИИ стал элементом «инфраструктуры» в широком понимании этого термина, таким же как сотовая связь или компьютерные сети. У этих технологий нет прямого влияния на надёжность, но они способны как снижать вероятность ряда аварийных ситуаций, так и помогать в ликвидации последствий

В 2026 г. начали действовать новые редакции порядка передачи оперативной информации об авариях и инцидентах в электроэнергетике и правил расследования причин аварий.

Принципиальным недостатком этих документов и большинства действующих регламентов является то, что они составлены в парадигме технологий прошлого века, когда не просто не было ИИ, а из-за ограничения на вычислительные ресурсы информацию агрегировали на местах и в сводном виде передавали отчеты в центр.



- в сжатом виде информация неэффективна для обучения нейронных сетей и тем более не позволит создать полноценную отраслевую LLM;
- делегируя на места принимать решения о категорировании, мы сталкиваемся с рисками как недостатка квалификации или времени, так и с вероятностью искажения с целью сокрытия истинных причин.

Оптимальным решением, было бы создание единого дата центра при Минэнерго России для сбора и обработки всей первичной информации об авариях и инцидентах, включая фото в видео фиксацию, аудиозаписи объяснений обслуживающего персонала и членов комиссий и всех возникающих документов.

Этот информационный массив размечался бы в соответствии с требованиями новых документов для обучения специализированной нейронной сети и пополнял бы обучающую выборку отраслевой языковой модели.

Сначала программные комплексы в энергетике разрабатывались небольшими коллективами внутри энергетических компаний*. Программисты состояли в штате и решали насущные задачи, глубоко понимая и физику процессов, и производственную специфику использования и внедрения.

Затем изменение условий привело:

- к приобретению зарубежных программ
- появлению специализированных компаний разработчиков ПО в России

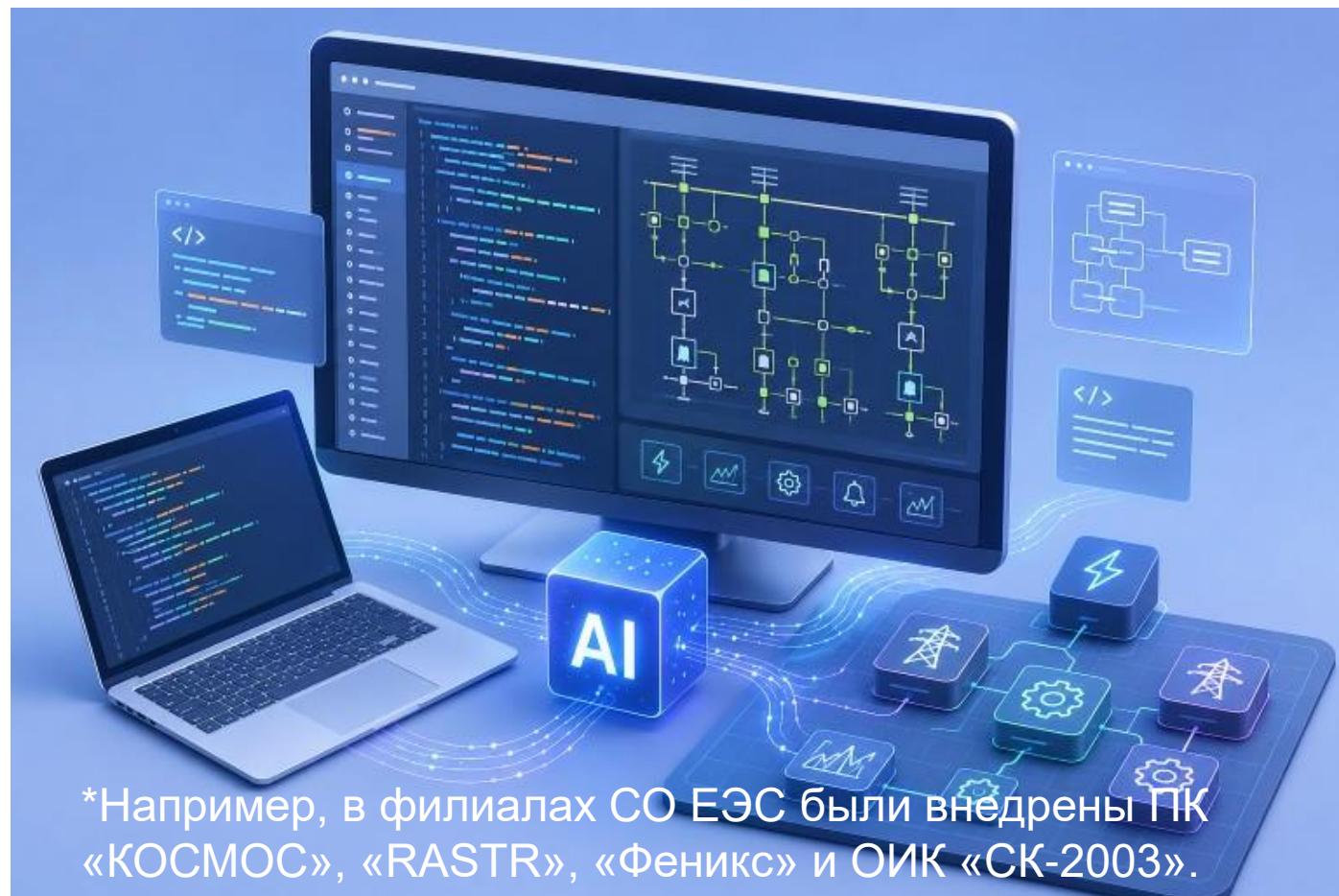
Возможность: Интеллектуальные помощники уже интегрированы во все среды разработки и действительно могут брать на себя рутинные задачи по созданию кода, его тестированию, рефакторингу, созданию классов и отдельных модулей

Преимущества:

Снижаем затраты времени и средств на постановку задачи, согласование, разработку договоров, внесение изменений и улучшений.

- Исключаются расходы на приобретение лицензий
- Отнесение на затраты; налоговые льготы
- Приобретение и развитие компетенций
- Know how и интеллектуальная собственность остается в отрасли. Это еще лучше с точки зрения ИБ

Уникальная возможность вернуть разработку ПО в отрасль



*Например, в филиалах СО ЕЭС были внедрены ПК «КОСМОС», «RASTR», «Феникс» и ОИК «СК-2003».

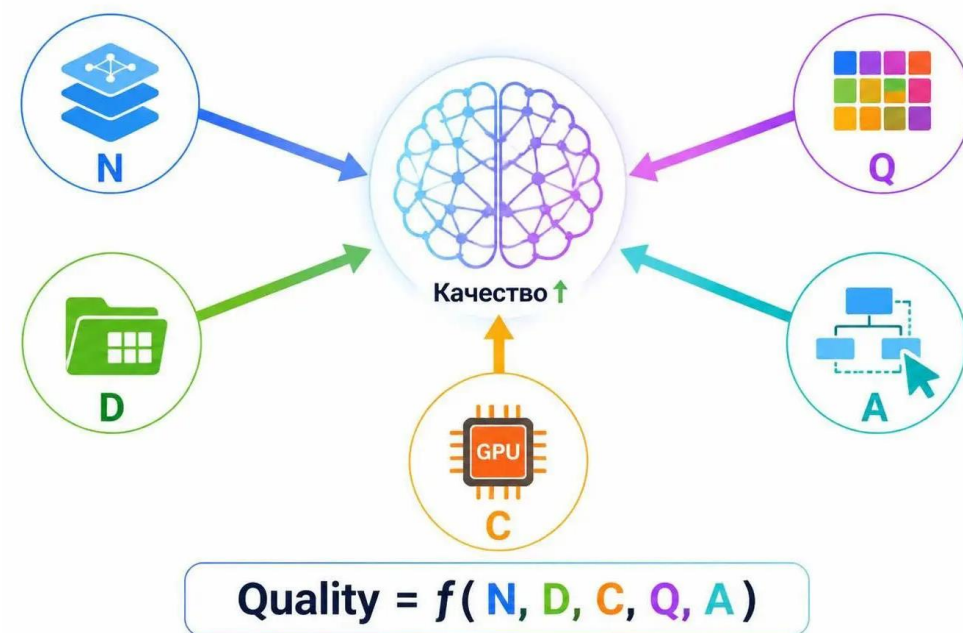
Доказать целесообразность и необходимость создания именно специализированных отраслевых моделей, можно опираясь на основные параметры, от которых зависит качество модели

- число параметров модели (N);
- объём обучающих данных (D);
- вычислительные ресурсы (C);
- качество и разнообразие данных (Q);
- архитектура и стратегии обучения (A).

Собрать колоссальные объёмы данных, имеющих отношение к отрасли, можно только централизованно.

Там же можно оценивать их качество и обеспечить необходимую разметку.

Можно использовать как архивы телеметрии, SCADA, PMU, PAC, так и синтетические данные для редких событий, которые моделируется в программных комплексах. Для систем машинного зрения нужны фотографии оборудования в рабочем состоянии и после повреждения, выполненные в оптическом и инфракрасном диапазонах



Интеллект моделей, обученных на местах, невозможно объединить.
Необходимость централизации вычислительных ресурсов ещё очевиднее.

Обучение за разумное время LLM моделей высокого качества с учётом факта ограничения доступа к некоторым видам оборудования из-за санкций — это задача, которая может быть решена только на федеральном уровне.



Мы находимся на этапе, когда важнейшей задачей становится правильное управление ожиданиями результатов внедрения ИИ. Одинаково опасной будет как переоценка возможностей, так и недооценка новых рисков и ограничений.

Применительно к ЧС надо понимать, что мощь новых технологий играет не только нам на пользу, но и в полной мере применяется против нас недружественными странами.

- Первоочередной задачей является создание централизованного отраслевого ИИ: большой языковой модели и специализированных нейронных сетей. Работы целесообразно выполнить под эгидой Минэнерго России с привлечением софинансирования.
- Надо использовать шанс вернуть разработку ПО в отрасль.



Год выхода	Монография	Загрузок
2018	Под редакцией д.т.н., проф. Н.Д. Рогалева 15 лет Научно-техническому совету Единой энергетической системы. Перспективы развития энергетики России до 2050 года: проблемы и пути их решения	2184
2019	Под редакцией д.т.н., проф. Н.Д. Рогалева Стратегия устойчивого развития электроэнергетики, низкоуглеродные способы генерации, экология, тарифное регулирование	2084
2020	Под редакцией д.т.н., проф. Н.Д. Рогалева Функционирование и развитие электроэнергетики в эпоху цифровизации	2032
2021	Под редакцией д.т.н., проф. Н.Д. Рогалева Электроэнергетика в национальных проектах	2088
2022	Под редакцией д.т.н., проф. Н.Д. Рогалева Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития	2064
2022	Под редакцией д.т.н., проф. Н.Д. Рогалева Взгляд на проблемы электроэнергетики России и пути их решения глазами профессионалов	2036
2024	Стратегия устойчивого развития электроэнергетики России / сборник под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательство МЭИ, 2024. – 84 с	1562
2025	Безопасное функционирование и эффективное развитие электроэнергетики России / сборник под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательство МЭИ, 2025. – 121 с.	824
2026	Безопасное функционирование и эффективное развитие электроэнергетики России / сборник под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательство МЭИ, 2026. – 88 с	32
Количество загрузок монографий НТС ЕЭС		14906





НТС ЕЭС

НТС ЕЭС ▾

Новости

Коллегия ▾

Секции

События ▾

Публикации ▾

Партнеры ▾

Медиаотека ▾



Поиск

Некоммерческое партнерство
Научно-технический совет
Единой энергетической системы

НТС ЕЭС

Спасибо за внимание!



НТС ЕЭС

Опыт, квалификация и
надежность

Скоро 20 !

nts-ees.ru

<https://www.nts-ees.ru>

@ntsees

<https://t.me/ntsees>