



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

АМУРСКОЕ РДУ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И
БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ МЕНЯЮТ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Музыченко Г.Е. **Диспетчер** Филиала АО «СО ЕЭС» Амурское РДУ
Музыченко В.Е. **Дежурный инженер** Филиал ПАО «Россети» Амурское
ПМЭС



ЦЕЛЬ

Анализ возможностей и эффективности применения технологий искусственного интеллекта и больших данных для повышения точности прогнозирования нагрузок в электроэнергетике и оптимизации оперативно-диспетчерского управления.

Задачи

- Провести сравнительный анализ традиционных и AI-методов прогнозирования.
- Определить ключевые источники данных и требования к их подготовке.
- Изучить практические кейсы внедрения AI-решений в России и мире.
- Выявить преимущества, challenges (вызовы) и перспективы развития технологий.

Традиционные методы vs. AI-подходы

Критерий	Традиционные методы (ARIMA, Стат. модели)	AI-подходы (LSTM, XGBoost, Трансформеры)
Точность (MAPE)	5-10%	3-7%
Адаптивность	Требует частой ручной настройки	Автоматическое обучение и адаптация
Ресурсы	Низкие (CPU)	Высокие (GPU/TPU)
Интерпретируемость	Высокая	Низкая (эффект "черного ящика")
Работа с Big Data	Ограниченная	Высокая эффективность
Скорость прогноза	Минуты/часы	Секунды/минуты (в режиме реального времени)



МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗОК

Искусственный интеллект предлагает широкий спектр методов, которые превосходят традиционные статистические подходы по точности и адаптивности. :

ML

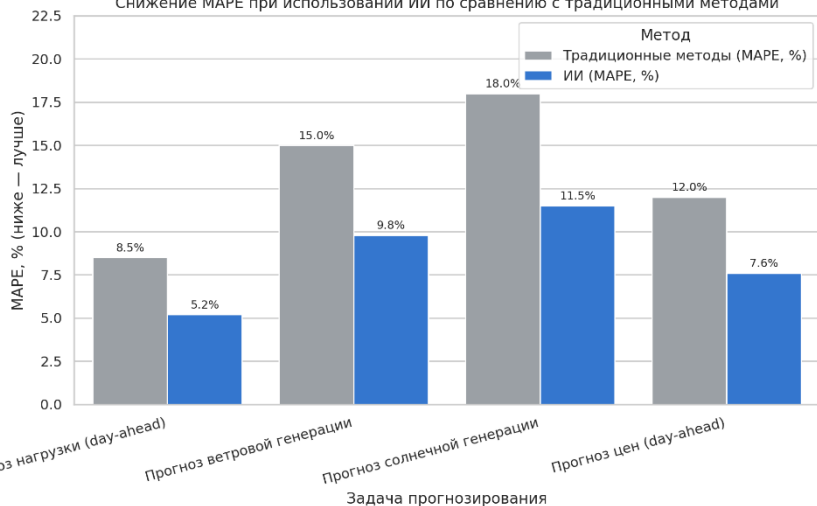
Машинное обучение в прогнозировании нагрузок

DL

Глубокое обучение и его применение

PI ML

Снижение MAPE при использовании ИИ по сравнению с традиционными методами



Ключевые преимущества внедрения ИИ

- Анализ больших данных: Обработка огромных объемов разнородной информации в реальном времени.
 - Выявление сложных паттернов: Обнаружение скрытых зависимостей, невидимых для традиционных методов.
 - Адаптивность: Модели автоматически подстраиваются под изменяющиеся условия.
- Доказанная эффективность:**
- Точность прогнозов: +10–30%
 - Снижение потерь: коммерческих и технологических
 - Эффективное планирование: оптимизация режимов работы сети



Источники данных для обучения моделей ИИ



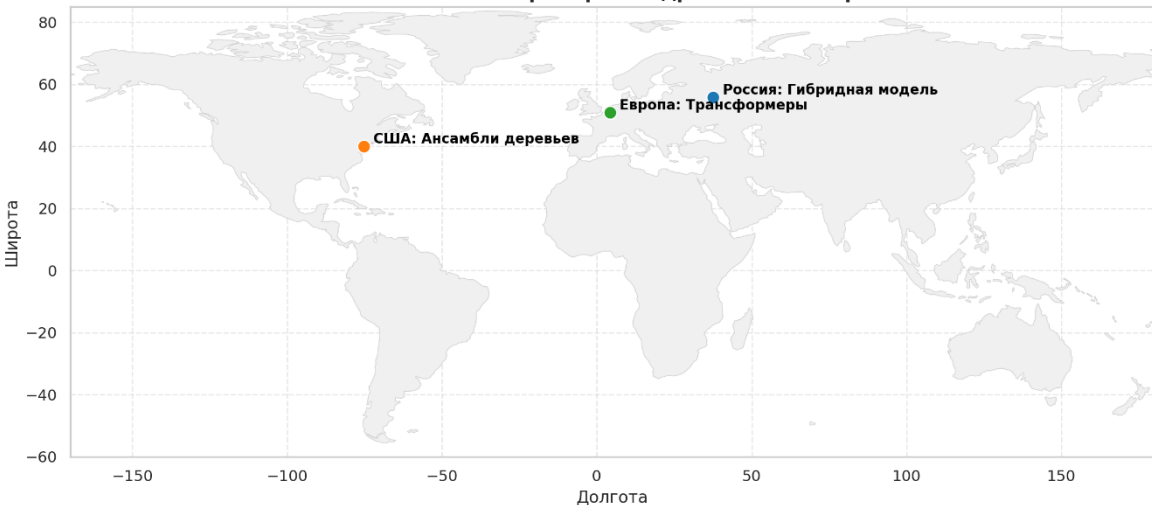
Нехватка данных -> Генерация синтетических данных через цифровые двойники
Несовместимость -> ETL-процессы и стандартизация
Задержки (latency) -> Поточковая обработка (Apache Kafka)

Примеры датасетов и платформ

Источник	Описание	Доступ
PJM Interconnection	Данные по нагрузке и генерации (США)	pjm.com
ENTSO-E Transparency	Европейская статистика по энергосистемам	transparency.entsoe.eu
Росгидромет	Погодные данные по России	meteoinfo.ru
OpenEI	Открытые энергетические данные	openei.org



Рис. 5: Глобальные примеры внедрения ИИ в энергетике



ИИ работает в России и в мире

•Россия (Россети, Москва):

- Гибридная модель (XGBoost + физика).
- Учет данных 250 тыс. умных счетчиков.
- Прогноз локальных перегрузок в реальном времени.

•США (PJM Interconnection):

- Ансамбли деревьев решений.
- Эффект:** Экономия \$12 млн/год на резервировании мощности.

•Европа (ENTSO-E):

- Трансформеры для анализа перетоков.
- Точность:** +15% к прогнозу по сравнению с ARIMA.

Университетские исследования

1. Томский политехнический университет

Разработка: Физически информированные нейросети (PINN) для учета законов Кирхгофа в прогнозах.

Публикация: IEEE Transactions on Power Systems, 2024.

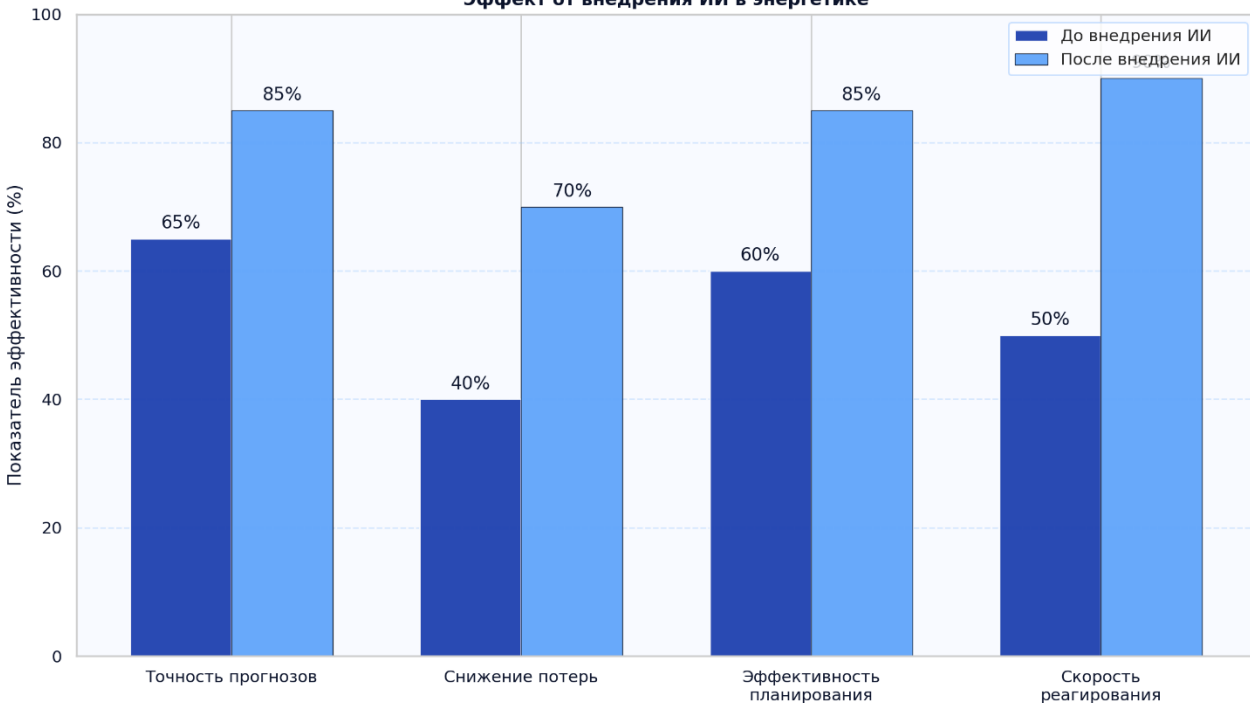
2. НГТУ (Новосибирск)

Проект: Прогнозирование нагрузок с учетом данных метеорологических радаров.

Точность: 92% для экстремальных погодных сценариев.



Эффект от внедрения ИИ в энергетике



Тренды следующего десятилетия

- 1. Цифровые двойники: К 2030 году – внедрение в 60% диспетчерских центров.**
- 2. Учет климатических изменений: Алгоритмы для экстремальных погодных явлений (точность до 89%).**
- 3. Децентрализация: Прогнозирование и балансировка микросетей и энергосообществ.**
- 4. Квантовые вычисления: Перспектива 100-кратного ускорения расчетов оптимизации.**





СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

НАЗВАНИЕ ФИЛИАЛА

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

e-mail: gosha1818@mail.ru телефон: 89246714728

Музыченко Г.Е. **Диспетчер** Филиала АО «СО ЕЭС» Амурское РДУ
Музыченко В.Е. **Дежурный инженер** Филиал ПАО «Россети» Амурское
ПМЭС