ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ “МЭИ”
ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

КРАТКАЯ ВЕРСИЯ

Полигоны для разработки и испытаний ИИ-решений в электроэнергетике

Какие нужны полигоны и что нужно пилотировать?

Виртуализация устройств РЗА · цифровые двойники сети · большие языковые модели в диспетчерском управлении: тренды, кейсы, открытые ниши

Волошин А.А.
Центр компетенций НТИ на базе НИУ «МЭИ»



ТРИ ТРЕКА ОБЗОРА

01 Интеллектуальные системы РЗА

02 Цифровые двойники сети

03 Методы ИИ и LLM-оркестрация

КОНТЕКСТ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Вызовы энергоперехода и цена вопроса

Инверторная генерация. Токи КЗ в 2–3 раза ниже, инерция падает — защиты теряют чувствительность

Скорость процессов. Окно принятия решения сокращается до миллисекунд — нужен детерминизм платформы

Комбинаторный рост режимов. ВИЭ, микросети, двунаправленные потоки — фиксированные уставки не покрывают режимы

Кибербезопасность и кадры. Поверхность атаки растёт, экспертиза РЗА стареет — знания уходят в цифру

~70% каскадных аварий развиваются с участием дистанционных защит

~65% неправильных действий РЗА — из-за уставок и логики, а не железа

62 ГВт **США и Канада, 14.08.2003** — 50 млн чел. без света, старт от избыточных отключений ДЗ

60+ млн **Иберия, 28.04.2025** — крупнейший блэкаут в истории Европы

Классический запас прочности РЗА исчерпан — ответ отрасли: виртуализация защит, цифровые двойники, ИИ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Методология обзора: три трека и шкала достоверности

Трек 1 · Интеллектуальные системы РЗА

Виртуализация устройств (vIED, vPAC, CPC), software-defined защита, программы вендоров и CIGRE B5

Трек 2 · Цифровые двойники

EMT-модели, стенды HIL/RTDS, двойники сети и подстанций, национальные программы цифровизации

Трек 3 · Методы ИИ

LLM-оркестрация диспетчерских задач, система «Гуанмин» (State Grid), градуированная автономия

База источников

· Генеральная сессия CIGRE-2026: 121 доклад SC B5, туториал по виртуализации IED

· White papers ABB, Siemens, GE Vernova, Schneider Electric, LF Energy

· Стратегические документы США, ЕС, Китая, Индии, Казахстана

· Отраслевая аналитика и кейсы внедрений 2018–2026 гг.

Шкала достоверности данных

A	Первичные источники — CIGRE, вендоры, регуляторы
B	Официальные программы и отчёты операторов
C	Отраслевая пресса, подтверждённые кейсы
D	Экспертные оценки и прогнозы

КОНТЕКСТ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

ИИ и цифровизация сетей — государственная политика

Юрисдикция	Стратегический документ и вектор	Масштаб и ориентиры
США	Executive Order 14262 (2025); Genesis Mission — нацплатформа ИИ для науки и энергетики (DOE)	Ускорение научных вычислений ×20–100; **ИИ объявлен приоритетом энергетической политики**
Евросоюз	European Grids Package; стратегия Digitalising the Energy System	€1,2 трлн инвестиций в сети до 2040 г.; цифровизация — обязательный элемент регулирования
Китай	15-я пятилетка (2026–2030); стратегия «AI+ grid»	Инвестиции SGCC ~4 трлн ¥; **ИИ внедряется во все контуры управления сетью**
Индия	National Electricity Plan; CDT · India Energy Stack	**Цифровой двойник сети**, открытый цифровой стек дистрибуции, сеть из 1740 PMU
Казахстан	Digital Qazaqstan; стратегия Smart Grid KEGOC	**Цифровой двойник ЕЭС к 2029 г.**; программа 16,6 млрд ₸

Во всех пяти юрисдикциях ИИ и цифровые двойники закреплены как стратегический вектор — это норма, а не эксперимент

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Виртуализация РЗА: защита отделяется от железа

vIED

Функция защиты как ПО на сервере вместо выделенного устройства

vPAC

Весь контур РЗА подстанции в виртуализированной среде (концепт CIGRE B5)

CPC

Защиты нескольких присоединений в центральном вычислителе ПС (RTE R#SPACE)

2018 — ABB SSC600 — первый коммерческий vPAC

2020 — Запуск SEAPATH (LF Energy)

2021 — Constellation: централизованная защита UKPN

2023 — SSC600 SW; R#SPACE на ПС 63 кВ

2025 — SEAPATH v1.0 — открытый релиз платформы

2026 — SIPROTEC V; GridBeats APS; SEAPATH v2.0

2026 — CIGRE-2026: туториал по виртуализации IED

ABB · LF ENERGY · SIEMENS · GE VERNOVA · UK Power Networks Delivering your electricity

Ключевые игроки рынка виртуализации

Контртренд — Китай: стандарт DL/T 2416 закрепляет аппаратные защиты; ставка на централизованный ИИ поверх классических IED

Все лидеры рынка РЗА выпустили или анонсировали виртуальные защиты — направление перестало быть нишевым

SEAPATH, R#SPACE и повестка CIGRE: тренд подтверждён

02.2025 Релиз **SEAPATH v1.0** (LF Energy): детерминированный стек Linux/KVM для подстанций

06.2026 Релиз **SEAPATH v2.0**: кибербезопасность, управление парком, сертификация

2023 RTE запустил **R#SPACE**: виртуальные защиты в промэксплуатации на ПС 63 кВ

2030 Цель RTE: **100 подстанций** с CPC-архитектурой на базе SEAPATH

Детерминизм доказан измерениями

5,5 мс — GOOSE-отключение (National Grid) · **19,45 мс** — цикл ДЗЛ (SRP) · **60 vIED** на одном сервере

CIGRE-2026

ПОВЕСТКА SC B5



· Туториал по виртуализации IED

· Рабочие группы B5.60 → B5.84 → B5.87–91: от концепта к гайдлайнам

· PS1 «знания»: **54 доклада, 21 страна**

· PS2: защита сетей с IBR

· Всего **121 доклад** по SC B5

Виртуализация РЗА — официальная повестка мирового сообщества защитчиков, а не маркетинг вендоров

Цифровые двойники: вендоры и национальные программы

Big Three: аналитика и планирование

Siemens · Gridscale X + PhysicsNeMo

Physics-informed ML поверх EMT-моделей: ускорение расчётов до **×10000**

Schneider Electric · ETAP

Двойник сети для промышленности и дистрибуции: **50000+** инсталляций

GE Vernova · GridOS

Оркестрация сети и DER: **350+** внедрений; двойник как слой данных

Национальные программы

Сингапур — Asset Twin и Network Twin; мониторинг 18000 трансформаторов

Индия — NSGM · CDT · India Energy Stack; сеть из 1740 PMU

Казахстан — Digital Qazaqstan · Smart Grid KEGOC: **ЦД ЕЭС к 2029 г., 16,6 млрд ₸**

Ближний Восток — NEOM, DEWA: двойники новых городов и сетей

Западные двойники — планирование и обучение; контур реального времени с защитами не закрыт ни у кого

Незакрытая ниша: четыре компонента, которых нет вместе ни у кого

1 · EMT-двойник жёсткого реального времени

2 · Флот виртуальных IED в двойнике

3 · ИИ в цикле реального времени

4 · LLM-интерфейс с верификацией

Игрок	1 · Hard RT EMT	2 · Вирт. IED	3 · ИИ в RT	4 · LLM+вериф.
Siemens	◐	✓	✗	✗
Schneider / ETAP	◐	✗	✗	✗
GE Vernova	✗	◐	✗	✗
«Гуанмин»	✗	✗	✗	✓
RTDS / HIL-стенды	✓	◐	✗	✗

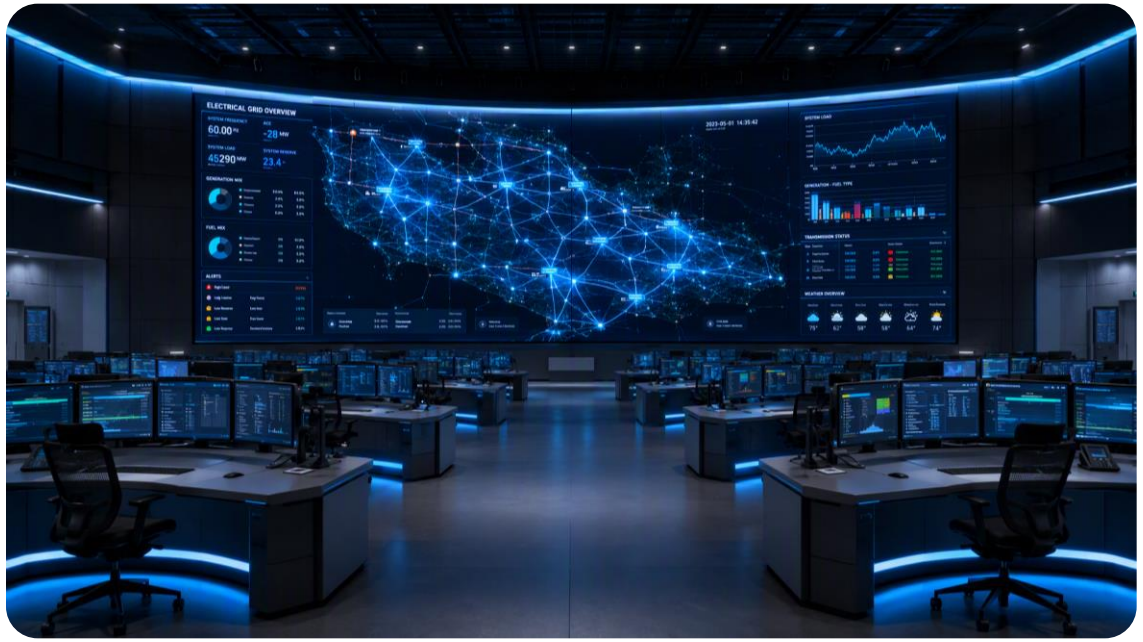
✓ — закрыто · ◐ — частично · ✗ — отсутствует

Максимум два компонента из четырёх у каждого игрока. Интеграция всех четырёх — открытое окно возможностей

ТРЕК 3 · МЕТОДЫ ИИ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

«Гуанмин»: LLM для национальной сети Китая



Диспетчерский центр с интерфейсом ИИ-системы (иллюстрация)

19.12.2024 — State Grid представила отраслевую LLM для задач электроэнергетики

Архитектура MoE — эксперты 0,1–100 млрд параметров, активные ~20B на базе DeepSeek

Сертификация — высший уровень «卓越级» CAICT + CESI; вписана в стратегию «AI+ grid» 15-й пятилетки

Оркестратор, а не оракул — вызывает верифицированные инструменты (tool use / MCP): D5000, PSASP/BPA, ADPSS. Снимок сети — 400K токенов при окне 128K

Отраслевой корпус данных

1,02 млрд изображений · **11,5 млн** текстов · **>40%** отраслевых данных · **1000+** экспертов · **+30%** точности

Первая в мире LLM, допущенная до оперативных задач диспетчерского управления национальной энергосистемой

Эффекты, экономика и потолок «Гуанмин»

−80%
времени анализа аварийных событий

+18,5%
к пропускной способности сети

99,994%
точность распознавания дефектов

15→6%
ошибка прогноза генерации ВИЭ

2000→200
сообщений оператору после фильтрации

Экономика программы

· **50 млрд ¥** — инвестиции SGCC в ИИ за 5 лет
· **6,8 млрд ¥** — роботизация подстанций и линий
· **10 000** специалистов на программе ИИ-грамотности
· **−20% OPEX** и **+30%** производительности к 2030 г.

Потолок системы

· Только статика: снимки сети, без EMT-реального времени
· РЗА — только рекомендации по уставкам и логике
· Галлюцинации → каждый ответ через верифицированные инструменты
· Автономия L2–L3: оператор подтверждает действия

Уроки: harness-first; данные важнее параметров (RAG +51% против fine-tuning +9%); автономия — по классам действий

Глобальная карта зрелости по трём трекам

Регион	Трек 1 · виртуализация РЗА	Трек 2 · цифровые двойники	Трек 3 · ИИ в управлении
ЕС · Великобритания	ЛИДЕР	активно	пилоты
США	активно	активно	пилоты
Китай	контртренд	активно	ЛИДЕР
Индия	пилоты	активно	пилоты
Казахстан	пилоты	активно · ЦД к 2029	начальная
Ближний Восток	пилоты	активно	пилоты

ЛИДЕР — серийные внедрения · активно — программы и контракты · пилоты — опытные проекты · начальная — отдельные инициативы · контртренд — осознанная альтернатива

Ни один регион не лидирует сразу по трём трекам — интеграция треков остаётся незанятым пространством

Выводы: окно возможностей и рекомендации

01 **Harness-first:** сначала верифицированные инструменты и интерфейсы — модель останется заменяемым «картриджем»

02 **Инвестировать в данные:** отраслевой корпус + RAG даёт больший прирост качества, чем дообучение модели

03 **Закрывать нишу:** EMT-двойник жёсткого РВ + виртуальные IED + ИИ в RT-цикле + LLM с верификацией

04 **Градуировать автономию:** наблюдение и рекомендации — автоматически, воздействия — с подтверждением оператора

05 **Использовать открытые платформы:** SEAPATH и LF Energy снижают порог входа и дают совместимость с CIGRE

Открытая ниша

Ни один игрок мира не собрал все 4 компонента: Hard RT EMT + виртуальные IED + ИИ в RT-цикле + LLM с верификацией

Продолжение — отдельная презентация: российская практика интеллектуальных систем РЗА, цифровых двойников и ИИ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Сценарий задаёт вид испытаний, требования к быстродействию и допустимую автономию

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ / ЧТО ПРОВЕРЯЕТ ПОЛИГОН

Планирование	Физическая допустимость · масштаб · модели
Пусконаладка	Программы · повторяемость · покрытие
Эксплуатация	Точность · безопасность · реальное время
Диспетчерское управление	Семантика · сквозная задержка
Микрогрид	Сеть — остров · критическая нагрузка
Кибербезопасность	Киберфизические сценарии · изоляция
Обучение	Реалистичность · воспроизводимость

ГРАДУИРОВАННАЯ АВТОНОМИЯ

01 **Наблюдение**
Данные и объяснение

02 **Рекомендация**
После расчётной проверки

03 **Действие с подтверждением**
Человек + временной бюджет

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Восемь контуров образуют полигон полного инженерного цикла



СОСТАВ ПОЛИГОНА

01 · ЦДЭС реального времени
УР · ЭМП · EMT · полный масштаб

02 · Виртуальные устройства
vIED · vPACS · vPLC · HIL / PHIL

03 · SCADA / EMS / ADMS
CIM · МЭК 61850 · семантика

04 · Управление полигоном
Оркестрация · события · журнал

05 · Доверенные ИИ-агенты
RAG · tool use · аудит

06 · Встроенная и наложенная ИБ
Границы доверия · контроль

07 · Деструктивные воздействия
Атаки · Deception System

08 · ПАК обучения и инференса
Локально · сменяемая LLM

МАСШТАБ · АВТОМАТИЗАЦИЯ · ДОВЕРИЕ | Обязательная расчётная верификация рекомендаций ИИ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Ретроспективные данные обучают, но не проверяют новое действие

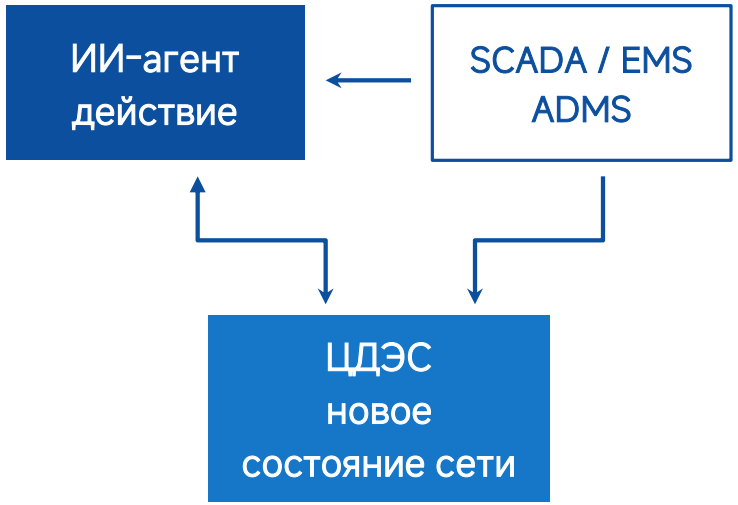
ТОЛЬКО РЕТРОСПЕКТИВА

Состояние → действие → результат
Зафиксированная траектория

- Новые топологии и distribution shift
- Редкие аварии слабо представлены
- Нет ответа на другое действие
- Нет гарантии физической допустимости
- Offline RL требует проверки в среде

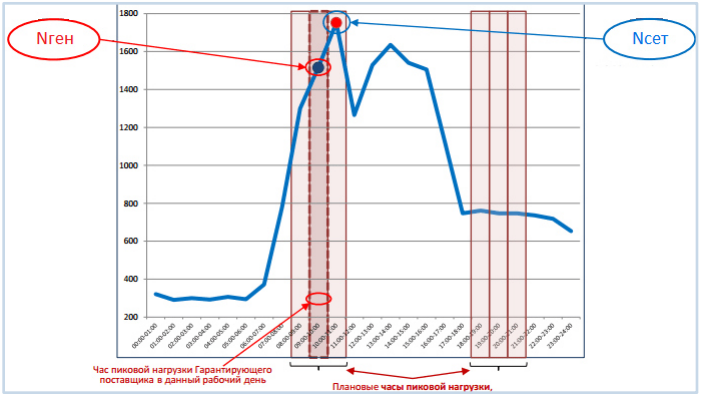
Архив нужен для обучения и исходных режимов, но не создаёт новый опыт.

ИНТЕРАКТИВНЫЙ КОНТУР RL



РЗА и ПА → новая телеметрия → оценка ограничений
N−k · каскады · отказы · кибервоздействия

ДИНАМИКА ВМЕСТО СТАТИКИ



Пример динамических кривых из материалов АСУ Микрогрид

ЦДЭС отвечает на действие агента новым состоянием сети. Так создаются «живые симуляции» и проверяется sim-to-real.

Каждая рекомендация проверяется до передачи оператору или на объект.

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Создана технологическая и испытательная база для создания ИИ-киберполигонов

Для воспроизводимой разработки, независимой проверки и масштабирования ИИ-решений в электроэнергетике.

> ИИ-агент предлагает.
> ЦДЭС проверяет.
> Полигон подтверждает правильность и быстродействие.

01 · Широкий портфель
Синтез алгоритмов и микроэнергосистем, РЗА, уставки, ассистенты, надёжность и кибербезопасность.

02 · Единая основа
ЦДЭС реального времени + виртуализация РЗА и ПА + ИИ-агенты + расчётная верификация.

03 · Действующий полигон
Разработка, исследование и проверка безопасности решений.

04 · Подтверждение практикой
Киберполигоны, отраслевые пилоты, международные инициативы и доменные LLM.

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

ДЖЭТ РОСАТОМ · positive technologies · Rubytech · АКСИОН · SMART EPS · МАСН UNIT · МАШ ЮНИТ

Партнёры: «Росатом ДЖЭТ» · Positive Technologies · «Рубитех» · «Аксион» и другие · Проект Центра вошёл в топ-100 проектов АСИ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Обязательные условия: полный масштаб и реальное время, доверенный ПАКи и суверенные/национальные LLM

СКВОЗНАЯ ЗАДЕРЖКА ИИ-АГЕНТА

01	02	03	04	05
Данные и контекст	RAG и инструменты	Инференс LLM	Расчётная проверка	Выдача ответа

Ответ после дедлайна засчитывается как неуспешный — даже если он физически правильный.

При тайм-ауте: не выдавать непроверенную рекомендацию, сохранить безопасное состояние, вернуть управление детерминированным алгоритмам или оператору.

Быстрые функции РЗА и ПА остаются автономными.
LLM не помещается в миллисекундный контур отключения.



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Одновременный контроль: безопасность, быстродействие , надежность

Контрольная точка 1
Нет критических нарушений безопасности

+

Контрольная точка 2
Результат получен до дедлайна

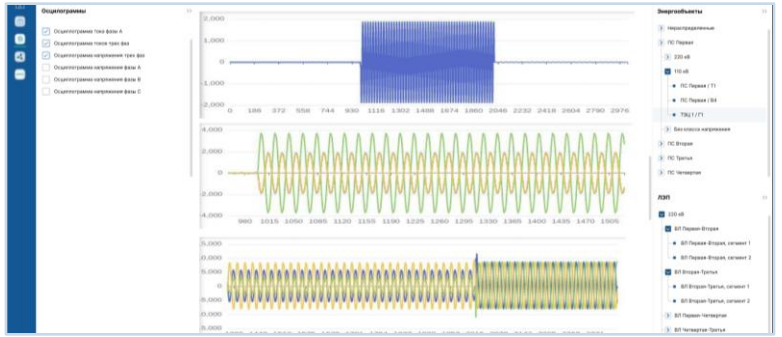
→

СКОРИНГ
Правильность · доказательность · стоимость · масштаб

ЕДИНЫЕ СЦЕНАРИИ · СОПОСТАВИМЫЕ МЕТРИКИ

Модели и данные · полнота
Расчёты · физическая корректность
Агент · последовательность, tool use
Доказательность · версии, журнал

Время · P50 / P95 / P99
Эффективность · ресурсы, стоимость
Масштаб · деградация на реальной сети
Киберустойчивость · атаки на инструменты



COMTRADE и осциллограммы — количественная сверка динамики

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Полигон МЭИ объединяет ЦДЭС, виртуализацию и локальный ИИ + собственная агентная платформа

ЦДЭС · 3 ШКАФА

до 9 000 узлов

в реальном времени · в представленной конфигурации

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ РЗА И ПА · 1 ШКАФ

до 300 устройств

совместные испытания виртуальных и физических устройств

ЛОКАЛЬНЫЙ ИИ-КОНТУР · 1 ШКАФ

192 ГБ VRAM

8 × RTX 4500 Ada · RAG · инференс · агентские инструменты

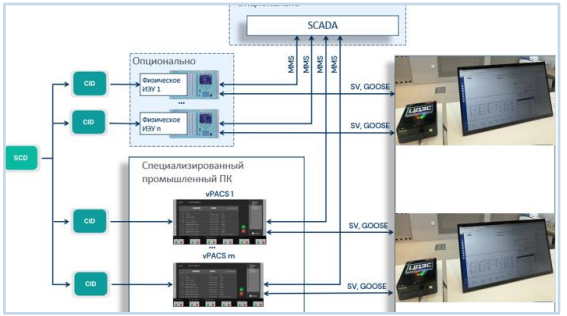
HIL / PHIL · COMTRADE · GOOSE / SV / MMS · CIM · MCP · бенчмарки · протоколы



ЦДЭС-стенд и физические устройства



HIL и испытательное оборудование



Виртуальные устройства и аппаратный контур

PT Standoff: путь атаки через ИТ, ОТ и физический процесс

positive technologies

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

10
энергообъектов

≈100
виртуальных устройств

Центр НТИ МЭИ +
Positive Technologies

01 · ИТ-КОНТУР

Корпоративные системы
Данные и настройки

→

02 · ОТ: РЗА / АСУ ТП

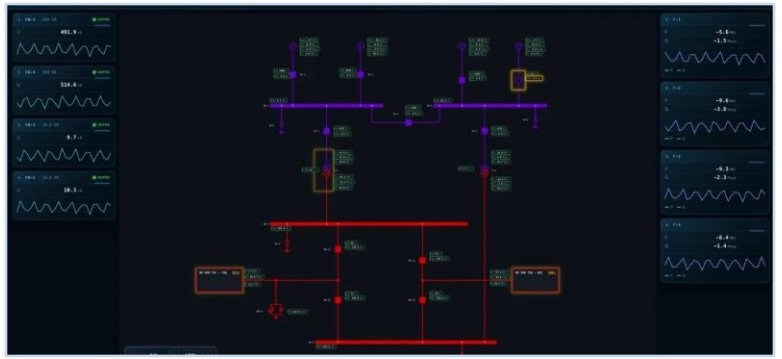
Деструктивные команды
Изменение логики

→

03 · ФИЗИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Технологические последствия

маршрут атаки → киберфизические последствия





Модель сети и диспетчерский интерфейс ЦДЭС

Deception System + мониторинг: пути проникновения, переходы между контурами, защитные меры и влияние инцидента на технологический процесс.

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Наши международные проекты

KZ

KEGOC · Казахстан
ТЕКУЩИЙ ПИЛОТ
ЦДЭС + ИИ-агенты для служб режимов, РЗА, НДЦ и планирования.

IN

PGCIL · Индия
МЕМОРАНДУМ
ИС РЗА + ЦДЭС + ИИ-ассистенты; подготовка и реализация пилота.

VN

VNU / HYB · Вьетнам
ДЕТАЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ
Физический Микрогрид + АСУ / ПЛК + ЦДЭС / ИИ.



Проектная визуализация цифровой подстанции PGCIL

Разные стадии проектов:
пилот · меморандум · концепция.

HYB: ≈1 МВт · 13 целевых KPI · 4 этапа допуска · режимные переходы · форсированные отказы · полный набор повреждений РЗА

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Ценность создают данные, инструменты и бенчмарки LLM заменяема

ДАТАСЕТ · ТЕКУЩИЙ ЗАДЕЛ

НТД и стандарты
Учебные и научные материалы
Модели оборудования
Расчётные задачи
COMTRADE и события
Инструкции и примеры tool use

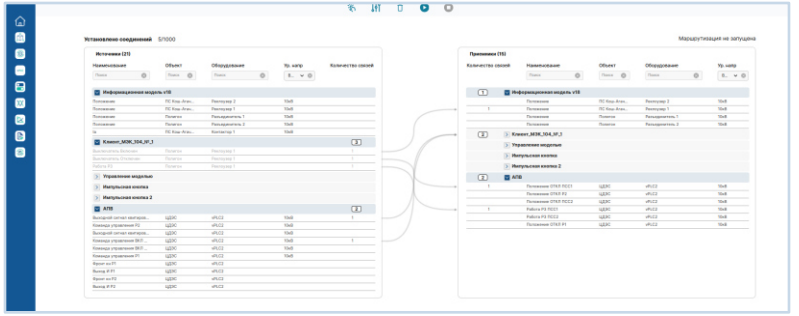
GigaChat: контракт на дообучение выполнен.
Версии, объём работ и сопоставимые результаты — приложить к публикации.

ОДИН СКРЫТЫЙ БЕНЧМАРК · ЧЕТЫРЕ КОНФИГУРАЦИИ

01	02	03	04
Базовая LLM	LLM + RAG	Дообученная LLM	Агент + ЦДЭС
точка отсчёта	вклад знаний	вклад обучения	вклад оркестрации

Одинаковые задачи + новые топологии + скрытая расчётная проверка + полный масштаб / реальное время там, где есть дедлайн





Инженерные интерфейсы и параметры — часть воспроизводимого контура

Метрики: правильность · критические ошибки · стоимость · P50/P95/P99 · опоздания

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

От ИИ-синтеза алгоритмов РЗА до физических испытаний

01 · ИИ-синтез алгоритмов РЗА
DP, генетические алгоритмы, DQN; экспорт ПЛК XML/JSON по МЭК 61131; испытания 6–10 кВ.

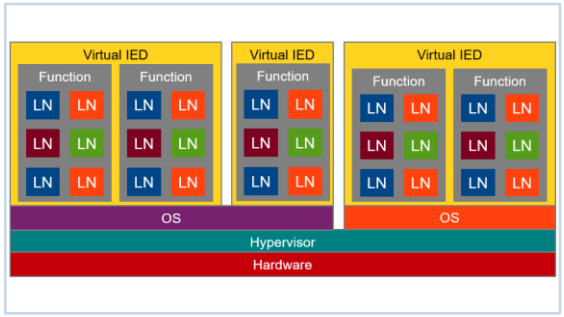
02 · ИС РЗА ng.AIR
Виртуальные терминалы; самонастройка и перераспределение функций; пилот и ОПЭ на ПС «Мамулино».

05 · Расчёт и проверка уставок
АРПС РЗА + APP: сценарии, карты селективности, бланки параметрирования, CPD XML.

06 · РЕТОМ-ЦДЭС-м
До девяти ПТК РЕТОМ-51/61/71; согласованные COMTRADE и физические испытания.

08 · Онтологии и МАС
Проектирование РЗА, SCL, оптимизация архитектур, надёжность и CAPEX/OPEX.

09 · Последствия кибератак
Онтологии, экспертная оценка, нечёткая логика; Ampire + ЦДЭС и киберфизические сценарии.



Виртуализация функций РЗА


ПС 110/10 кВ «Мамулино»


Терминалы ng.AIR в шкафу


Физические испытания РЕТОМ-ЦДЭС

ИИ-СИНТЕЗ → ЦДЭС-РАСЧЁТ → ВИРТУАЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ → HIL / РЕТОМ → ПИЛОТ / ОПЭ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Микрогрид и ИИ-ассистенты: от модели до опытно-промышленной эксплуатации

03 · Синтез микроэнергосистемы

Совместно: структура сети, дифзащита, управление и восстановление электроснабжения.

04 · АСУ Микрогрид в СберСити

ОПЭ; ML-прогноз и оптимизация ГПУ, ФЭМ, СНЭЭ, ЭЗС и нагрузки; ЦДЭС в основе цифрового моделирования и полигонной проверки.

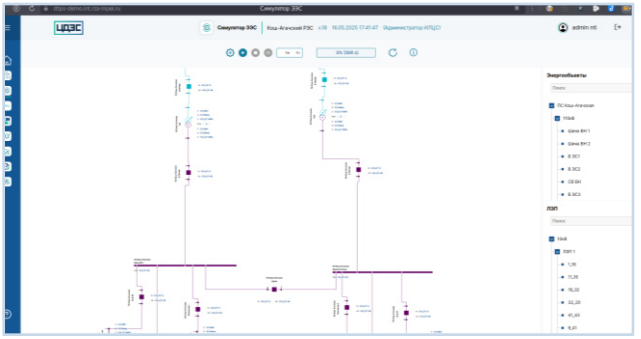
07 · G kidPilot

ИИ-ассистент диспетчера: НТД, инструменты и сценарии; рекомендация после проверки в ЦДЭС.

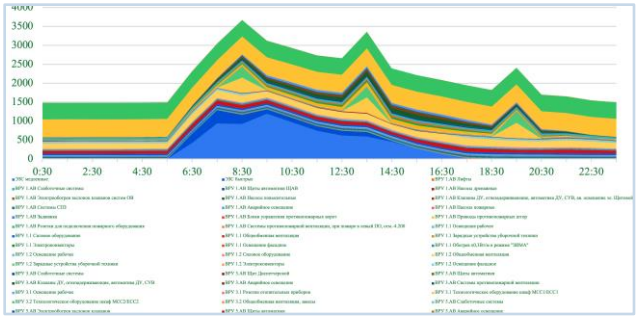
Один из наиболее широких интегрированных портфелей — по нашей оценке С. Подтверждаем зрелостью и глубиной верификации.



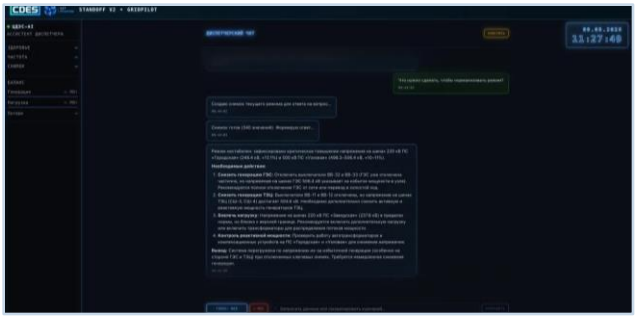
СберСити · объект АСУ Микрогрид



ЦДЭС-модель микрогрида



Прогноз и оптимизация ресурсов



Инженерный ИИ-ассистент

МОДЕЛЬ → ПРОГНОЗ → ОПТИМИЗАЦИЯ → ПОЛИГОН → ОПЭ

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

НИУ «МЭИ» + Сколково – миниMBA (ускоренный курс) от инженерной задачи до испытанного ИИ-решения

НИУ «МЭИ»

Энергосистемы · РЗА и ПА · режимные расчёты · ЦДЭС · виртуализация · HIL/PHIL · инженерные кейсы

Сколково

ML · RL · LLM · мультиагентные системы · данные · вычислительные методы



Проектная работа в инженерной лаборатории

ШЕСТЬ МОДУЛЕЙ · ЕДИНЫЙ ПРОЕКТНЫЙ КОНТУР

01	02	03	04	05	06
Электроэнергетика и РЗА	Данные и цифровой двойник	ИИ и ИИ-агенты	Интеграция и управление	Испытания и доверие	Проектная практика

Физические ограничения → модель и данные → прототип агента → контур «агент — ЦДЭС — устройства» → протокол → защита проекта

СПЕЦИАЛИСТ + ПРОТОТИП + ПРОТОКОЛ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Оцениваются корректность, безопасность, быстродействие, воспроизводимость и полнота документации.

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ “МЭИ”
ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Вопросы?

Спасибо за внимание

Волошин А.А.

Центр компетенций НТИ на базе НИУ «МЭИ»

voloshinaa@mpei.ru

Продолжение — отдельная презентация: российская практика интеллектуальных систем РЗА, цифровых двойников и ИИ