

Рабочая группа «Комплексы РЗА с гибкой функциональной архитектурой»

2024 год



cigre

For power system expertise

Волошин А.А.

14.12.2023

КОМПЛЕКСЫ РЗА С ГИБКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

1. В 2022 году международная рабочая группа завершила работу

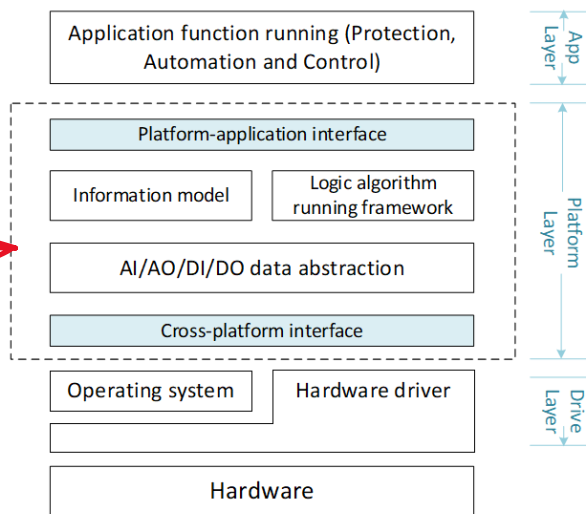
Опубликована Техническая Брошюра

Protection, Automation and Control Architectures with Functionality Independent of Hardware (TB 891)

РЗА с гибкой функциональной архитектурой

Общие подходы

- **Изоляция прикладных функций от аппаратного обеспечения путем предоставления уровня платформы**
- **Два возможных направления**
 - Архитектуры IED, основанные на платформенном программном обеспечении (middleware)
 - Серверные архитектуры
- **Общие черты**
 - Гармонизированная информационная модель (IEC 61850)
 - Абстрагирование данных ввода-вывода (IEC 61850 SV & GOOSE)
 - Инженерные инструменты, основанные на стандарте IEC 61850



РЗА с гибкой функциональной архитектурой

Архитектура устройств РЗА (IED) основанная на middleware (Центр НТИ МЭИ - ПТК ng.AIR)

Модули прикладного программного обеспечения, формирующие виртуальное устройство РЗА (vIED)

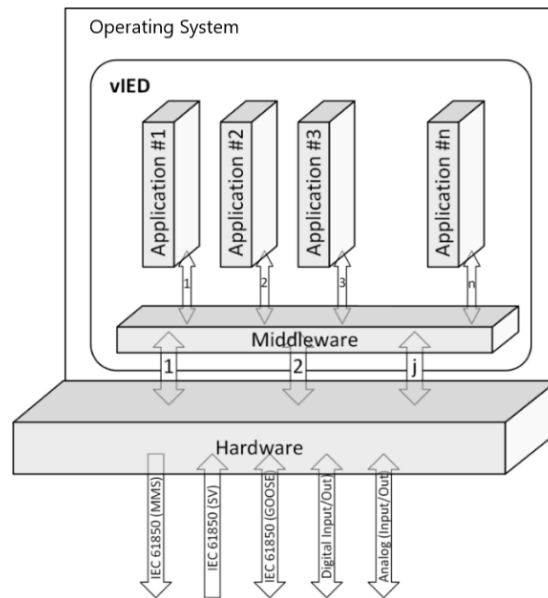
Платформенное программное обеспечение, обеспечивающее соединения между аппаратным обеспечением и прикладным программным обеспечением, предоставляющим общие коммуникационные услуги, предварительную обработку информации, ...

- Обмен информацией на основе стандарта IEC 61850

Оборудование

- Специализированное модульное оборудование
- Промышленное универсальное оборудование

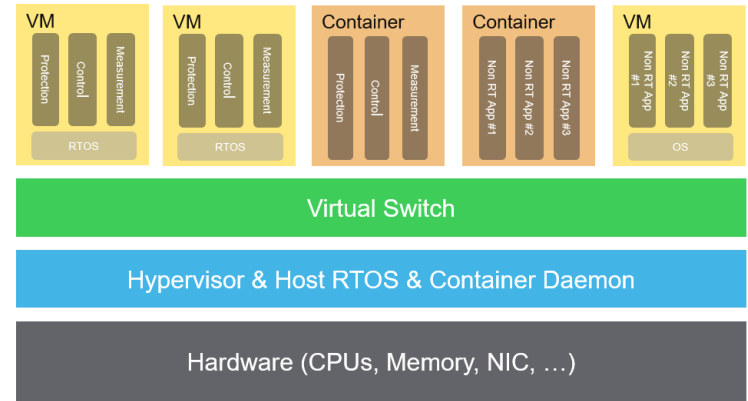
Масштабируемость от одиночных самодельных взрывных устройств до многоподающих самодельных взрывных устройств



РЗА с гибкой функциональной архитектурой

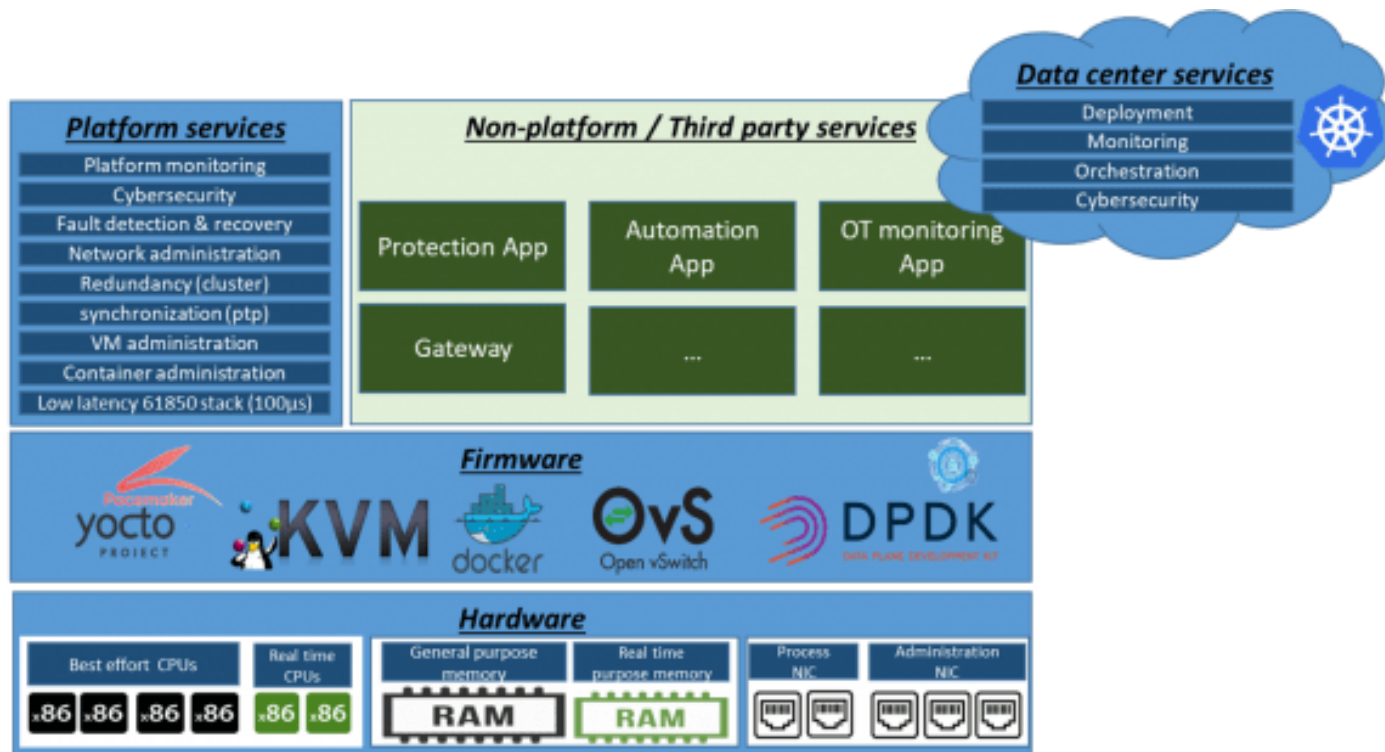
На базе высокопроизводительных серверов

- Прикладное программное обеспечение размещается на виртуальных машинах (VM) или контейнерах
 - Виртуальная машина: размещает собственную ОС (RT или не-RT) Контейнер: использует OCPB хоста
 - Масштабируемая степень детализации (например, одна виртуальная машина = 1 vIED)
 - Виртуальная машина или контейнер могут содержать приложения реального времени (защита) или приложения, не работающие в реальном времени (например, GTW, HMI).
- Коммуникационная инфраструктура, предоставляемая виртуальным коммутатором или программно-определяемой сетевой сетью (SDN)
- Платформа предоставляет гипервизор, OCPB и, при необходимости, контейнерный демон
- Аппаратное обеспечение: Серверное оборудование, соответствующее стандарту IEC 61850-3
- Требуется децентрализованный ввод-вывод с объединяющимися блоками (MU) или модулями PIU или BIVO, использующими связь по технологической шине IEC 61850
- Дополнительный инженерный уровень (оркестровка), необходимый для управления виртуальными машинами/контейнерами и коммуникационным уровнем
- Решение, часто называемое централизованной защитой и управлением



РЗА с гибкой функциональной архитектурой

На базе высокопроизводительных серверов – пример Linux Foundation Energy Project SEAPATH



РЗА с гибкой функциональной архитектурой



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

РЗА с гибкой функциональной архитектурой

Текущие задачи:

1. Пилотный проект в СИБУРе (Тобольск)
2. Разработка решений по обеспечению ИБ и импортонезависимости
3. Разработка и утверждение нормативных требований и стандартов
4. Аттестация и сертификация

Рабочая группа «Надежность комплексов РЗА»

2024 год



cigre

For power system expertise

Волошин А.А.

14.12.2023

Надежность комплексов РЗА

1. Существует международная рабочая группа WG B5.70 (рук. Волошин А.А.) (практически не работает, иностранные делегаты не проявляют активности, глава SC B5 проинформирована – поддержки не было).
2. Созданы несколько международных рабочих групп по схожим темам.
3. Российская рабочая группа работает.

Надежность комплексов РЗА

Результаты:

1. Разработана методика и мат.аппарат позволяющий рассчитывать проектные показатели надежности комплексов РЗА на основе проектной документации.
2. Разработана методика и мат.аппарат расчета показателей надежности распределенных и магистральных электрических сетей с учетом показателей надежности РЗА.
3. На базе ПАК ЦДЭС разработано приложение для автоматизированного расчета показателей надежности РЗА и электрических сетей
4. Совместно с компанией СИБУР и Релематика выполнена апробация методик и ПО для расчета показателей надежности различных архитектур комплексов РЗА

Надежность комплексов РЗА

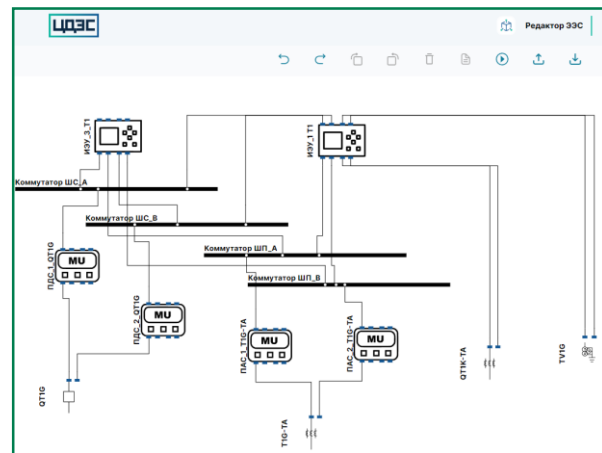
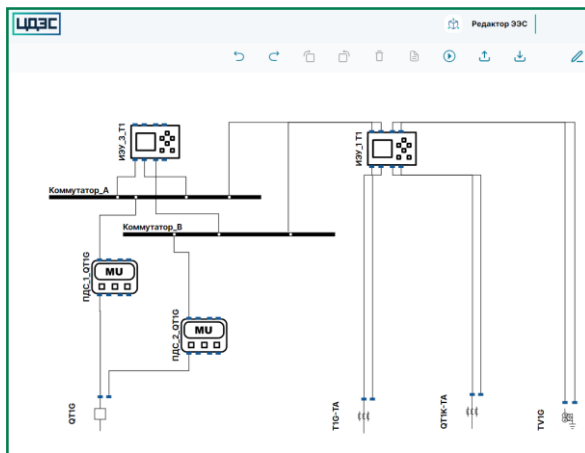
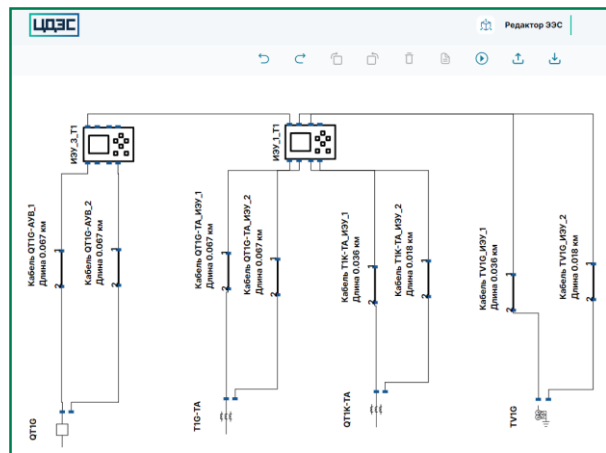
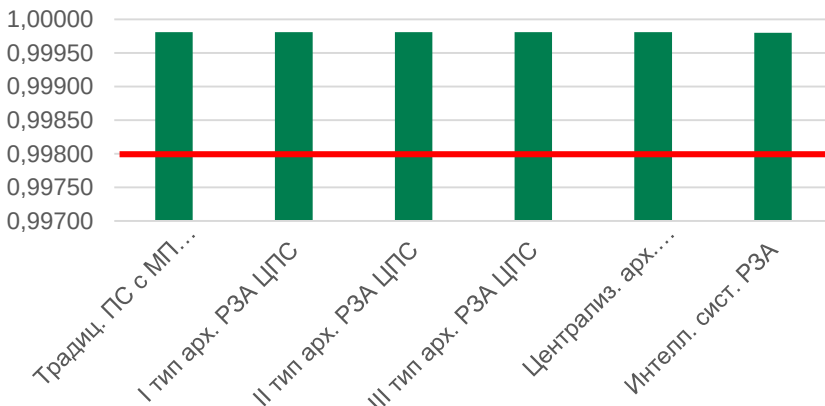


Таблица 14 – Результаты расчета вероятности безотказной работы функций РЗА

	Требуемое значение в соответствии с ГОСТ 25804.2	I тип архитектуры	II тип архитектуры	III тип архитектуры	Централизованная архитектура (централизация в части 110 кВ)	Интеллектуальная система релейной защиты
Функции защиты присоединений 10 кВ	0,998	0,99981	0,99981	0,99981	0,99981	0,99980
Комплекс защит трансформатора	0,998	0,99995	0,99992	0,99991	0,99991	0,99998



Надежность комплексов РЗА

Текущие задачи:

1. Придать разработанным методикам статус методических рекомендаций в виде СТО
2. Предложить компаниям использовать ПАК ЦДЭС для расчета показателей надежности при обосновании проектных решений
3. Разработать методику сбора и статистической обработки данных о работе РЗА для вычисления показателей надежности в эксплуатации

Рабочая группа «Требования к созданию САПР Цифровых систем РЗА»

2024 год



cigre

For power system expertise

Волошин А.А.

14.12.2023

Требования к созданию САПР Цифровых систем РЗА

Определены верхнеуровневые требования к САПР Цифровых систем РЗА нового поколения:

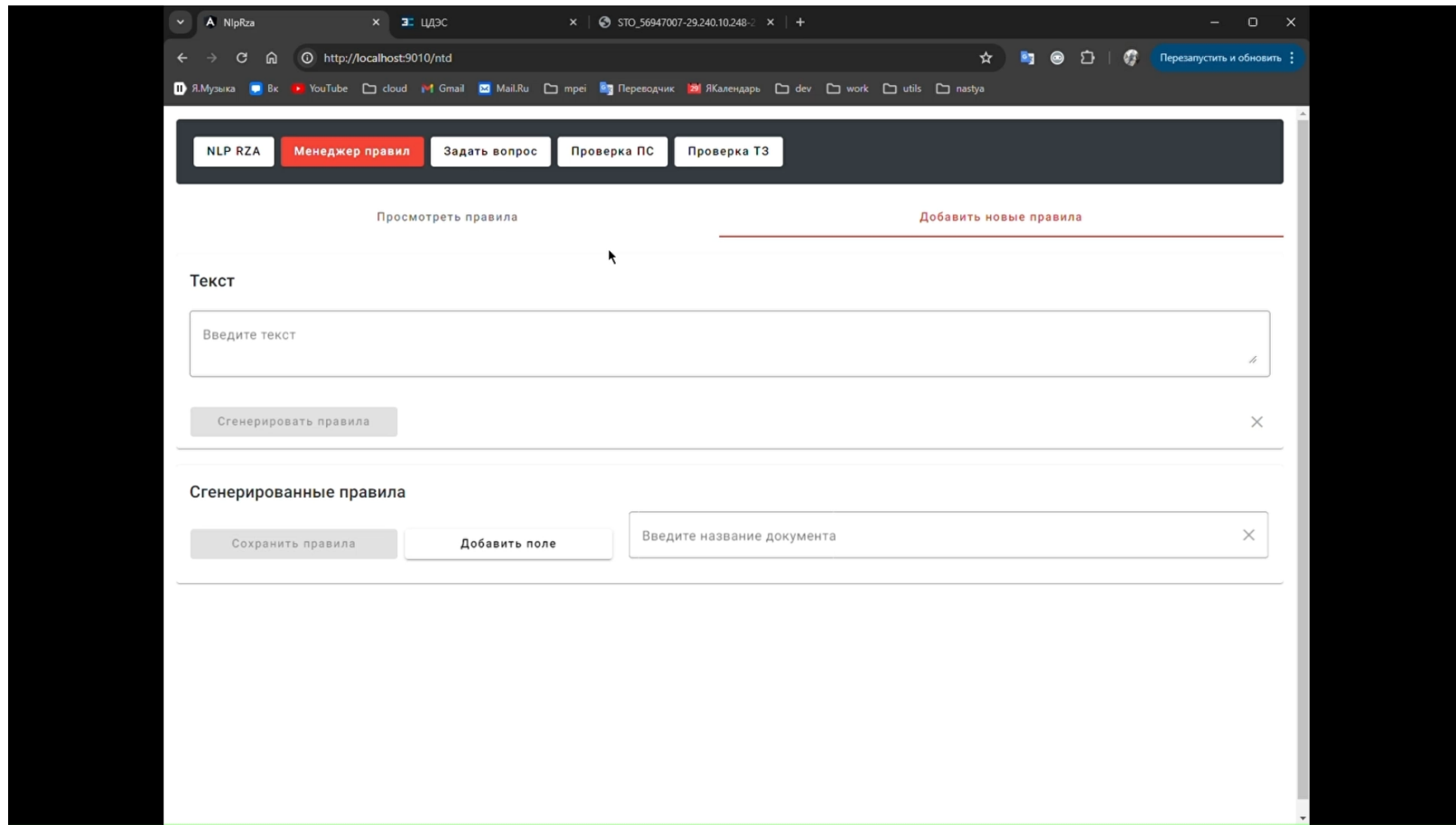
В САПР должно обеспечиваться:

1. Автоматический синтез схем ИТС (выбор состава защит, подключение защит к ТТ, ТН, выключателям)
2. Автоматический выбор состава МП устройств РЗА для реализации требуемого состава защит
3. Автоматический синтез структуры ЛВС для реализации необходимого информационного обмена по протоколам GOOSE, SV и MMS.
4. Автоматический расчет уставок
5. Формирование цифровых двойников устройств РЗА и защищаемого объекта,
6. Автоматическое тестирование проектных решений с использованием цифровых двойников
7. Автоматический расчет показателей надежности функций РЗА
8. Автоматический расчет CAPEX и OPEX
9. Автоматическое моделирование угроз и нарушителей ИБ
10. Автоматический синтез решений по обеспечению ИБ
11. Автоматическая генерация конфигурационных файлов для загрузки МП устройства РЗА
12. **Автоматический синтез решений должен выполняться на основе базы знаний НТД,СТО**
13. **База знаний НТД,СТО,ТЗ должна вводиться в систему на «натуральном языке»**
14. **САПР должен понимать требования пользователя записанные на натуральном языке**

Требования к созданию САПР Цифровых систем РЗА

Текущие результаты – разработаны ВСЕ необходимые технологии для выполнения требований.

См. <https://nggrace.com/> ; ЦДЭС.РФ



Рабочая группа «Интеллектуальная система РЗА» 2024 год



cigre

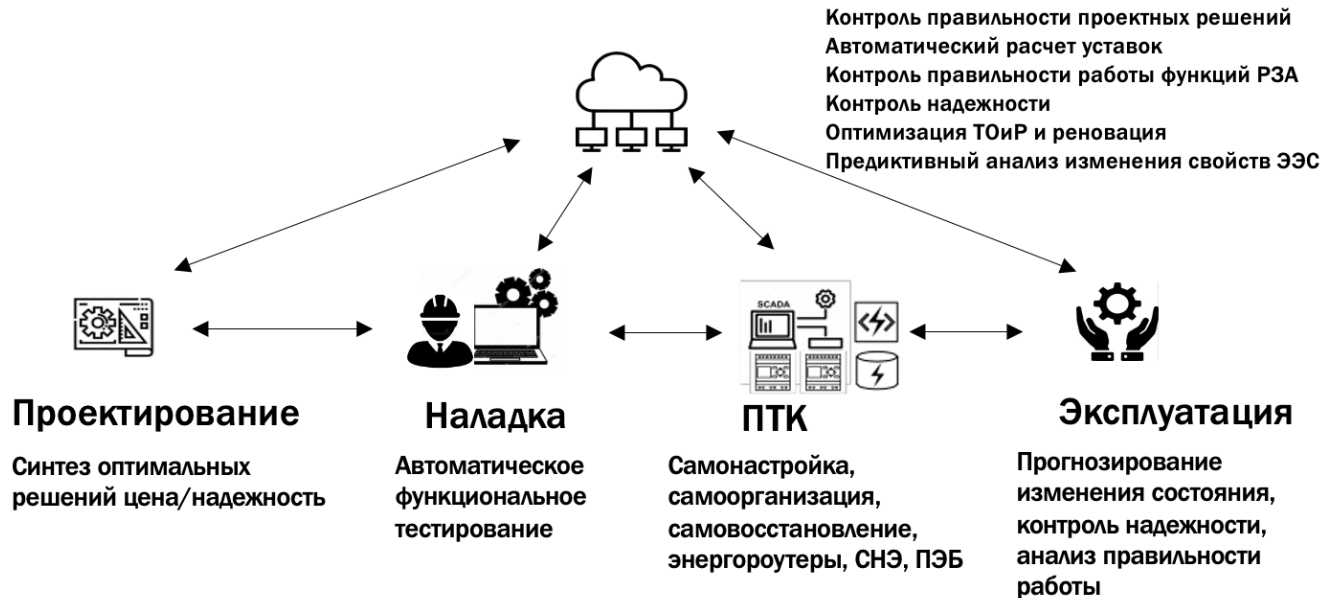
For power system expertise

Волошин А.А.

14.12.2023

Интеллектуальная система РЗА - это

- Автоматизация (роботизация) бизнес-процессов по контролю и управлению комплексами РЗА на всех стадиях жизненного цикла
- С применением методов ИИ



Интеллектуальная система РЗА

Для реализации такого подхода необходим Доверенный ИИ

Типы технологий Искусственного Интеллекта



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ ИТИ
на базе НИУ "МЭИ"

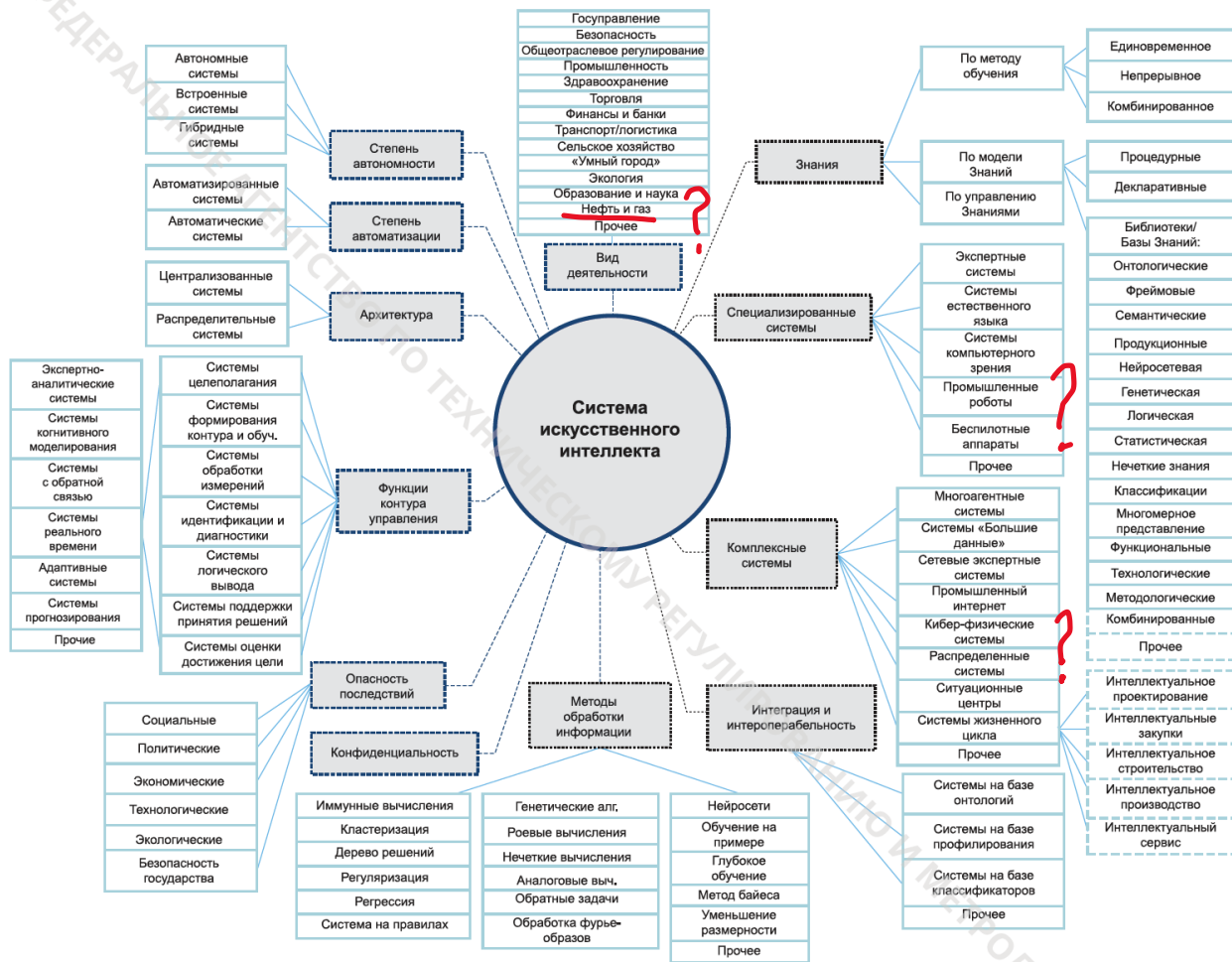
- машинное обучение;
- компьютерное зрение;
- обработка естественного языка;
- экспертные системы;
- распознавание речи;

- усовершенствованное планирование;
- робототехника.

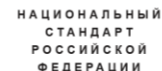
ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

Система искусственного интеллекта

- Степень автономности**
 - Госуправление
 - Безопасность
 - Общественное регулирование
 - Промышленность
 - Здравоохранение
 - Торговля
 - Финансы и банки
 - Транспорт/логистика
 - Сельское хозяйство
 - «Умный город»
 - Экология
 - Образование и наука
 - Нефть и газ
 - Прочее
- Степень автоматизации**
- Вид деятельности**
 - Экология
 - Образование и наука
 - Нефть и газ
 - Прочее
- Архитектура**
 - Автономные системы
 - Встроенные системы
 - Гибридные системы
 - Автоматизированные системы
 - Автоматические системы
 - Централизованные системы
 - Распределительные системы
- Специализированные системы**
 - Экспертные системы
 - Системы естественного языка
 - Системы компьютерного зрения
 - Промышленные роботы
 - Беспилотные аппараты
 - Прочее
- Комплексные системы**
 - Многоагентные системы
 - Системы «Большие данные»
 - Сетевые экспертные системы
 - Промышленный интернет
 - Кибер-физические системы
 - Распределенные системы
 - Ситуационные центры
 - Системы жизненного цикла
 - Прочее
- Интеграция и интероперабельность**
 - Системы на базе онтологий
 - Системы на базе профилирования
 - Системы на базе классификаторов
 - Прочее
- Методы обработки информации**
 - Генетические алг.
 - Роевые вычисления
 - Нечеткие вычисления
 - Аналоговые выч.
 - Обратные задачи
 - Обработка фьюри-образов
 - Нейросети
 - Обучение на примере
 - Глубокое обучение
 - Метод байеса
 - Уменьшение размерности
 - Прочее
- Функции контура управления**
 - Системы целеполагания
 - Системы формирования контура и обуч.
 - Системы обработки измерений
 - Системы идентификации и диагностики
 - Системы логического вывода
 - Системы поддержки принятия решений
 - Системы оценки достижения цели
- Опасность последствий**
- Конфиденциальность**
 - Иммунные вычисления
 - Кластеризация
 - Дерево решений
 - Регуляризация
 - Регрессия
 - Система на правилах
- Социальные**
- Политические**
- Экономические**
- Технологические**
- Экологические**
- Безопасность государства**



ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ГОСТ Р
59277—
2020

Системы искусственного интеллекта

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Издание официальное

Актуальные угрозы для ИИ

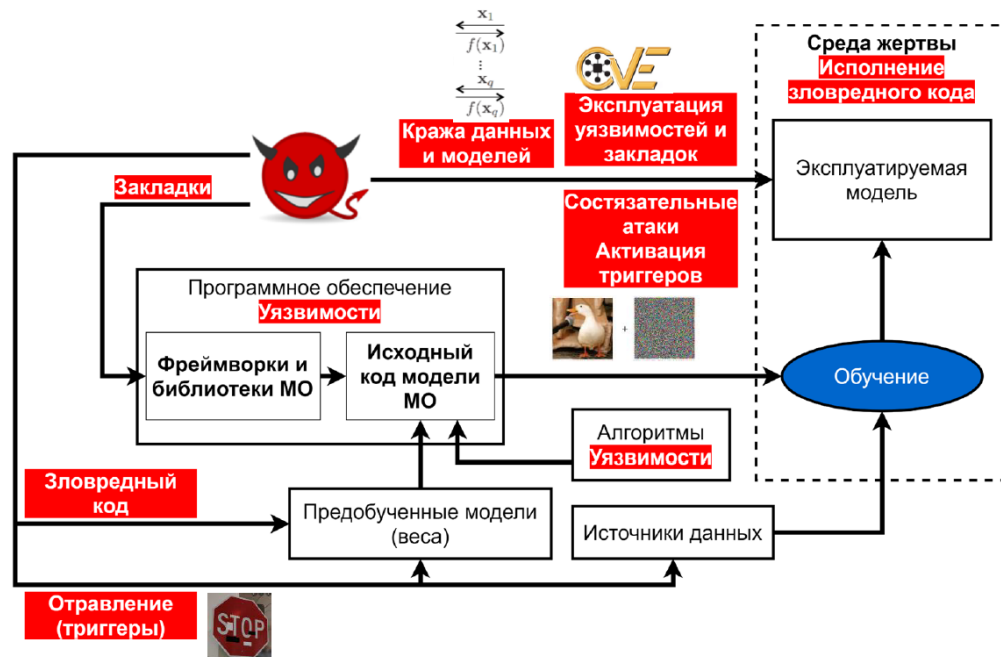
1. «Отравленные» данные для обучения
2. Скомпрометированные фреймворки (TensorFow, Pytorch и проч.)
3. небезопасная среда исполнения
4. «Галлюцинации»
5. Кража обученных моделей



Актуальные угрозы для ИИ

Угрозы на разных уровнях:

- **Исходный код инфраструктур машинного обучения** (уязвимости, закладки)
- **Данные** (отравление данных, кража из облачных сред)
- **Алгоритмы** (предобученные модели с закладками или вредоносным ПО)



Арутюн Аветисян
директор ИСП РАН
академик РАН
arut@ispras.ru
14 октября 2023 г.



Интеллектуальная система: - автоматизированная информационная система
- построена с применением различных методов ИИ
- имеет программное и аппаратное обеспечение

Доверенная
Интеллектуальная система: - безопасность
- интерпретируемость
- надежность
- контролируемость
- функциональная корректность

Для критически важных инфраструктур
+ РБПО
+ Доверенный ПАК

Важно:

Доверие обеспечивается **исследованием и подтверждением** соответствия требованиям

Для методов ИИ, таких как искусственные нейронные сети, еще не выработаны научно-обоснованные требования и методы исследования, подтверждающие безопасность, интерпретируемость, надежность, контролируемость, корректность функционирования.



Нормативное регулирование ИИ в РФ



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

№ п/п	Наименование стандарта	Форма	Номер
1.	Информационные технологии. Искусственный интеллект. Структура управления процессами для анализа больших данных (ИСО/МЭК 24668:2022)	ГОСТ Р	24668-2022
2.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Основные положения	ГОСТ Р	59921.0-2022
3.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Алгоритмы анализа медицинских изображений. Методы испытаний. Общие требования	ГОСТ Р	59921.7-2022
4.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 8. Руководящие указания по применению ГОСТ ISO 13485-2017	ГОСТ Р	59921.8-2022
5.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Алгоритмы анализа данных в клинической физиологии. Методы испытаний. Общие требования	ГОСТ Р	59921.9-2022
6.	Алгоритмы искусственного интеллекта в светолучевых установках с естественными и искусственными источниками излучения. Общие требования. Часть 1. Световое излучение	ГОСТ Р	70246-2022
7.	Алгоритмы искусственного интеллекта в светолучевых установках с естественными и искусственными источниками излучения. Общие требования. Часть 2. Лазерное излучение	ГОСТ Р	70247-2022
8.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Высокоавтоматизированные транспортные средства. Термины и определения	ГОСТ Р	70249-2022
9.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Варианты использования и состав функциональных подсистем искусственного интеллекта	ГОСТ Р	70250-2022
10.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов обнаружения и распознавания препятствий	ГОСТ Р	70251-2022
11.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов низкоуровневого слияния данных	ГОСТ Р	70252-2022
12.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов обнаружения и реконструкции структуры перекрёстков	ГОСТ Р	70253-2022
13.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов прогнозирования поведения участников дорожного движения	ГОСТ Р	70254-2022
14.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов обнаружения и распознавания дорожных знаков	ГОСТ Р	70255-2022
15.	Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов контроля обочины и полосы движения	ГОСТ Р	70256-2022
16.	Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний	ГОСТ Р	70321.1-2022
17.	Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения типов жилых зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний	ГОСТ Р	70321.2-2022
18.	Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для оценки площади жилых зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний	ГОСТ Р	70321.3-2022

Нормативное регулирование ИИ в РФ



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Форма

Номер

№ п/п	Наименование стандарта	Форма	Номер
20.	Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения характеристик древесно-кустарниковой растительности на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний	ГОСТ Р	70321.5-2022
21.	Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания объектов дорожно-транспортной сети на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний	ГОСТ Р	70321.6-2022
22.	Технологии искусственного интеллекта для данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения типов объектов дорожно-транспортной сети на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний	ГОСТ Р	70321.7-2022
23.	Информационные технологии. Интеллект искусственный. Оценка робастности нейронных сетей. Часть 1. Обзор (ISO/IEC TR 24029-1:2021	ГОСТ Р	70462.1-2022/ISO/IEC TR 24029-1-2021
24.	Информационные технологии. Интеллект искусственный. Управление рисками	ПНСТ	776-2022
25.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы Термины и определения	ПНСТ	779-2022
26.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм контроля целостности для приемников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Термины и определения	ПНСТ	780-2022
27.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм контроля целостности для приемников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Методы испытаний	ПНСТ	784-2022
28.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы Общие требования	ПНСТ	785-2022
29.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы Методы испытаний	ПНСТ	786-2022
30.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм оценки состояния бедствия воздушного судна. Методы испытаний	ПНСТ	787-2022
31.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм контроля целостности для приемников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Общие требования	ПНСТ	788-2022
32.	Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм оценки состояния бедствия воздушного судна. Общие требования	ПНСТ	789-2022
33.	Платформа «Автодата». Термины и определения	ГОСТ Р	59237-2020
34.	Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения	ГОСТ Р	59276-2020
35.	Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта	ГОСТ Р	59277-2020
36.	Информационная поддержка жизненного цикла изделий. Интерактивные электронные технические руководства с применением технологий искусственного интеллекта и дополненной реальности. Общие требования	ГОСТ Р	59278-2020
37.	Эргономика. Проектирование и применение испытаний речевых технологий. Методика определения показателей качества распознавания голосовых команд управления	ГОСТ Р	59879-2021
38.	Эргономика. Проектирование и применение испытаний речевых технологий. Методика определения показателей качества синтеза речи	ГОСТ Р	59880-2021

Нормативное регулирование ИИ в РФ



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

№ п/п	Наименование стандарта	Форма	Номер
39.	Технологии искусственного интеллекта в образовании. Общие положения и терминология	ГОСТ Р	59895-2021
40.	Образовательные продукты с алгоритмами искусственного интеллекта для адаптивного обучения в общем образовании. Требования к учебно-методическим материалам	ГОСТ Р	59896-2021
41.	Данные для систем искусственного интеллекта в образовании. Требования к сбору, хранению, обработке, передаче и защите данных	ГОСТ Р	59897-2021
42.	Оценка качества систем искусственного интеллекта. Общие положения	ГОСТ Р	59898-2021
43.	Образовательные продукты с алгоритмами искусственного интеллекта для адаптивного обучения в общем образовании. Технические требования	ГОСТ Р	59899-2021
44.	Системы искусственного интеллекта. Типовые требования к контрольным выборкам исходных данных для испытания систем искусственного интеллекта в образовании	ГОСТ Р	59900-2021
45.	Системы искусственного интеллекта. Системы искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Требования к обеспечению характеристик эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники	ГОСТ Р	59920-2021
46.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 2. Программа и методика технических испытаний	ГОСТ Р	59921.2-2021
47.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 3. Управление изменениями в системах искусственного интеллекта с непрерывным обучением	ГОСТ Р	59921.3-2021
48.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 4. Оценка и контроль эксплуатационных параметров	ГОСТ Р	59921.4-2021
49.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 6. Общие требования к эксплуатации	ГОСТ Р	59921.6-2021
50.	Информационные технологии. Большие данные. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению	ГОСТ Р	59925-2021
51.	Информационные технологии. Эталонная архитектура больших данных. Часть 2. Варианты использования и производные требования	ГОСТ Р	59926-2021
52.	Информационные технологии. Эталонная архитектура больших данных. Часть 1. Структура и процесс применения (ISO/IEC TR 20547-1:2020)	ГОСТ Р	70466-2022/ISO/IEC TR 205471:2020
53.	Средства мониторинга поведения и прогнозирования намерений людей. Аппаратно-программные средства с применением технологий искусственного интеллекта для колесных транспортных средств. Классификация, назначение, состав и характеристики средств фото- и видеофиксации	ГОСТ Р	59391-2021
54.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 5. Требования к структуре и порядку применения набора данных для обучения и тестирования алгоритмов	ГОСТ Р	59921.5-2022
55.	Средства мониторинга поведения и прогнозирования намерений людей. Термины и определения	ГОСТ Р	58776-2019
56.	Воздушный транспорт. Аэропорты. Технические средства досмотра. Методика определения показателей качества распознавания незаконных вложений по теневым рентгеновским изображениям	ГОСТ Р	58777-2019
57.	Информационные технологии. Искусственный интеллект. Ситуационная видеоаналитика. Термины и определения	ГОСТ Р	59385-2021
58.	Платформа «Автодата». Общие положения	ГОСТ Р	59236-2020
59.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 1. Клиническая оценка	ГОСТ Р	59921.1-2022
60.	Системы искусственного интеллекта в клинической медицине. Часть 10. Процессы жизненного цикла	ПНСТ	777-2022
61.	Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь	ГОСТ Р	ИСО/МЭК 20546-2021

ИИ в информационно-управляющих системах в электроэнергетике



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Электроэнергетика – критически важная инфраструктура, высокие требования к надежности и безопасности

ИИ может применяться на любом уровне иерархии, но ...

В настоящее время чаще всего ИИ применяется на уровне **MES** и **ERP**

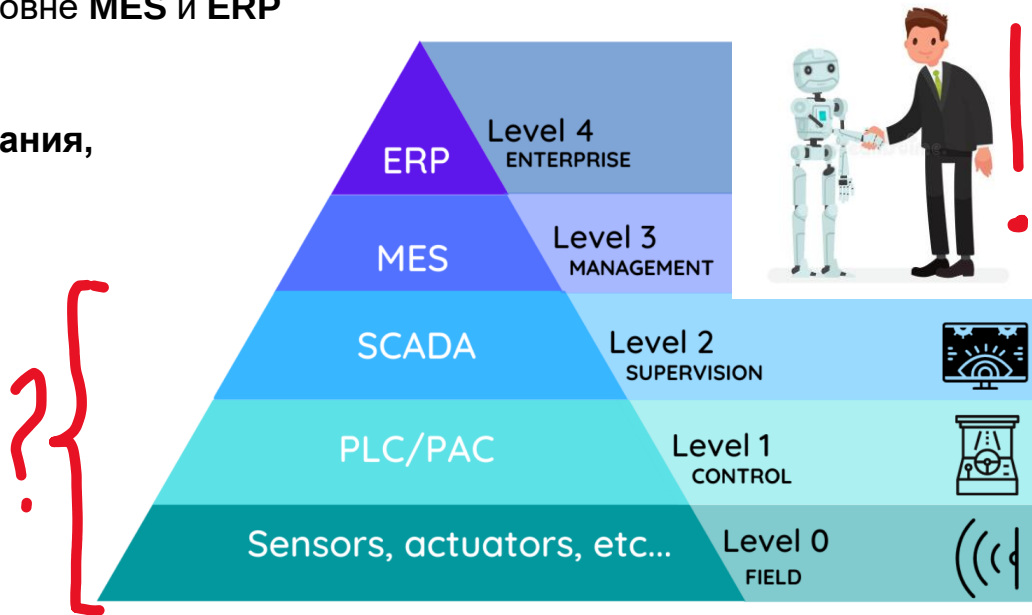
ИИ используется для прогнозирования изменения режимов и параметров оборудования, заменяя экспертные выводы Человека.

**Результаты работы ИИ
обрабатываются и используются
человеком**

Что делать на уровнях SCADA, PLC/PAC, FIELD ?

Здесь человек не может контролировать работу ИИ.

Т.е. можно ли ИИ доверить управление технологическим процессом?

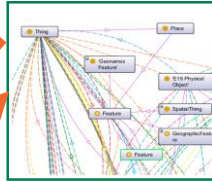


Методы обеспечения доверия и функциональной корректности ИИ в электроэнергетике



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ ИИ
на базе НИУ "МЭИ"

База знаний, онтология
Формальный логический вывод



ПАК ЦДЭС



Цифровой
двойник
электрической

Реальное оборудование

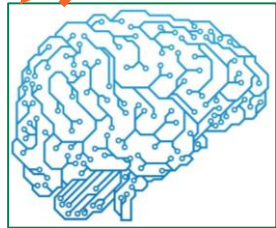


Состояние

Команды

Результат
выполнения
действий

План действий



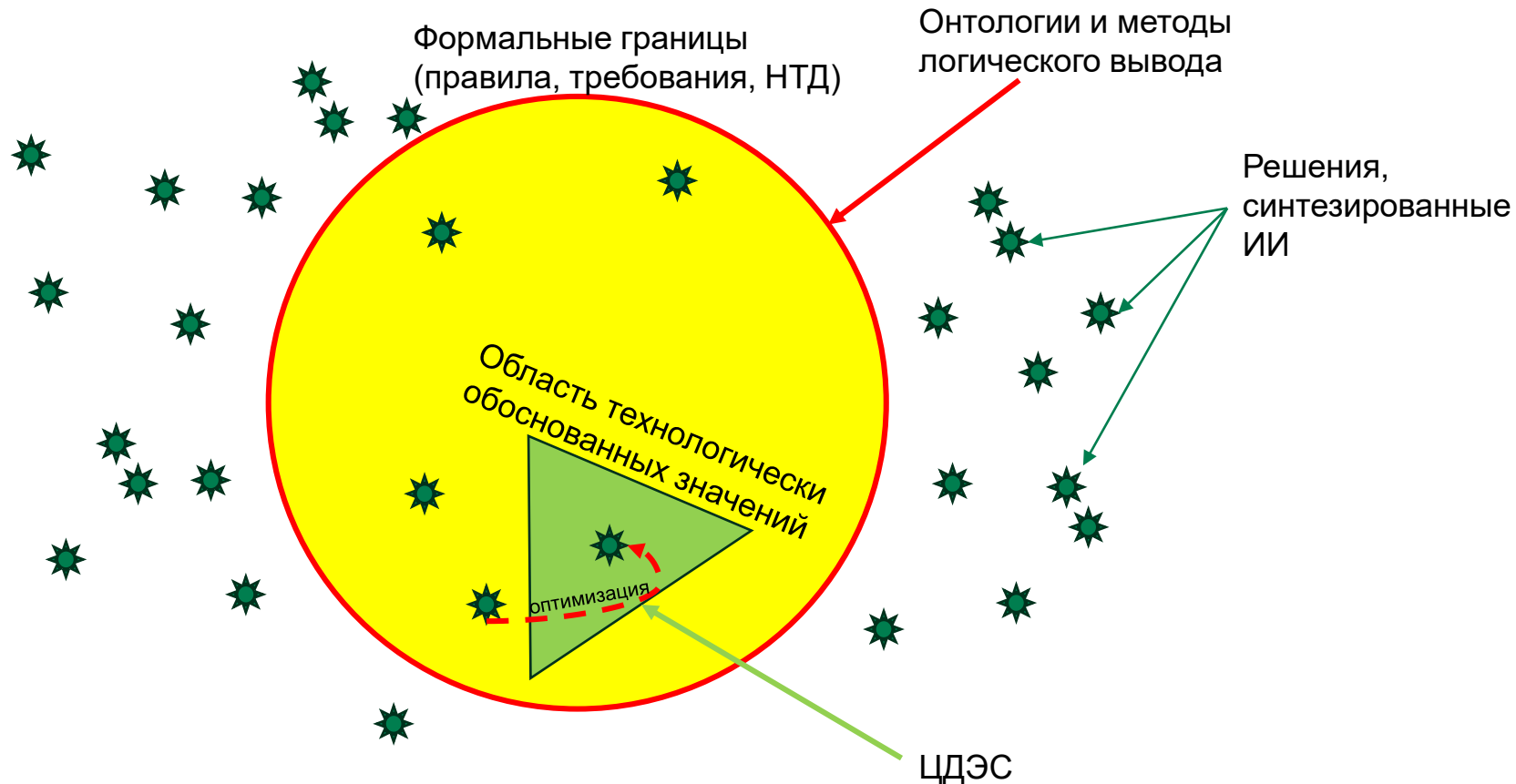
Нейронные сети

Энергоэффективность и масштабируемость?
Требуемые вычислительные мощности?
Ресурсов ПЛК хватит?

Методы обеспечения доверия и функциональной корректности ИИ в электроэнергетике



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ ИИ
на базе НИУ "МЭИ"



Методы обеспечения доверия и функциональной корректности ИИ в электроэнергетике



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ ИИ
на базе НИУ "МЭИ"

Есть еще одна проблема...

Энергопотребление ИИ

Model	# of Parameters	Chips (model x #)	Hours	Energy (MWh)	CO ₂ Emissions (metric tons)	Estimate Source
BERT	0.1B	V100x64	79	1.5	0.7	Strubell et al., 2019 ²²
GPT-2	1.5B	TPUv3x32	168	1.7*	0.7*	Strubell et al., 2019 ²³
Llama 2	7B	A100x(n/a)	N/A	74*	31.2	Meta, 2023 ²⁴
Llama 2	13B	A100x(n/a)	N/A	147*	62.4	Meta, 2023
Llama 2	70B	A100x(n/a)	N/A	688*	291.4	Meta, 2023
LaMDA	137B	TPUv3x1024	1,385	451	26	Thoppilan et al., 2022 ²⁵
GPT-3	175B	V100x10000	355	1,287	552	Patterson et al., 2021 ²⁶
OPT	175B	A100x992	N/A	N/A	75	Zhang et al., 2022 ²⁷
BLOOM	176B	A100x384	2,820*	433	24.7	Luccioni et al., 2022 ²⁸
Gopher	280B	TPUv3x4096	920	1,151*	380	Rae et al, 2022 ²⁹
PaLM	540B	TPUv4x6144 TPUv4x3072	1200 326	3,436*	271.4	Chowdery et al., 2022 ³⁰
GLaM	1,162B	TPUv4x(n/a)	N/A	456	40	Patterson et al., 2022 ³¹

Методы обеспечения доверия и функциональной корректности ИИ в электроэнергетике



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

1. Применение цифровых двойников



2. Комбинация различных методов ИИ



3. Использование ИИ в качестве адаптора для традиционных алгоритмов

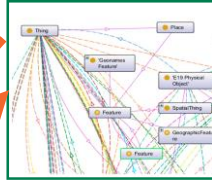


Методы обеспечения доверия и функциональной корректности ИИ в электроэнергетике



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

База знаний, онтология
Формальный логический вывод



ПАК ЦДЭС

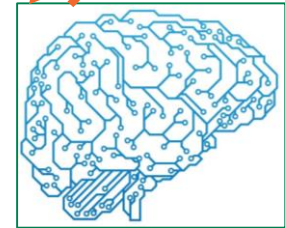


Нужна АСУТП с
открытой
архитектурой!

Локальная
автоматика и
защиты



Реальное оборудование



Нейронные сети

Результат
выполнения
действий

План действий

Алгоритмы
управления

Состояние

Команды

Алгоритмы
управления

Состояние

Команды

Цифровой
двойник
электрической

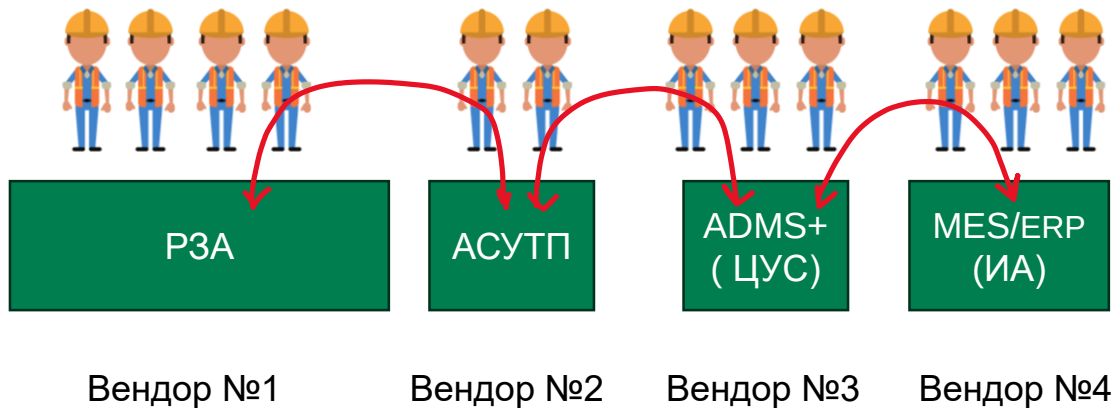
Доверенный ИИ в электроэнергетике = новая парадигма развития



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Как было?

Инженерно-технический персонал



Контроль и управление
осуществляется людьми

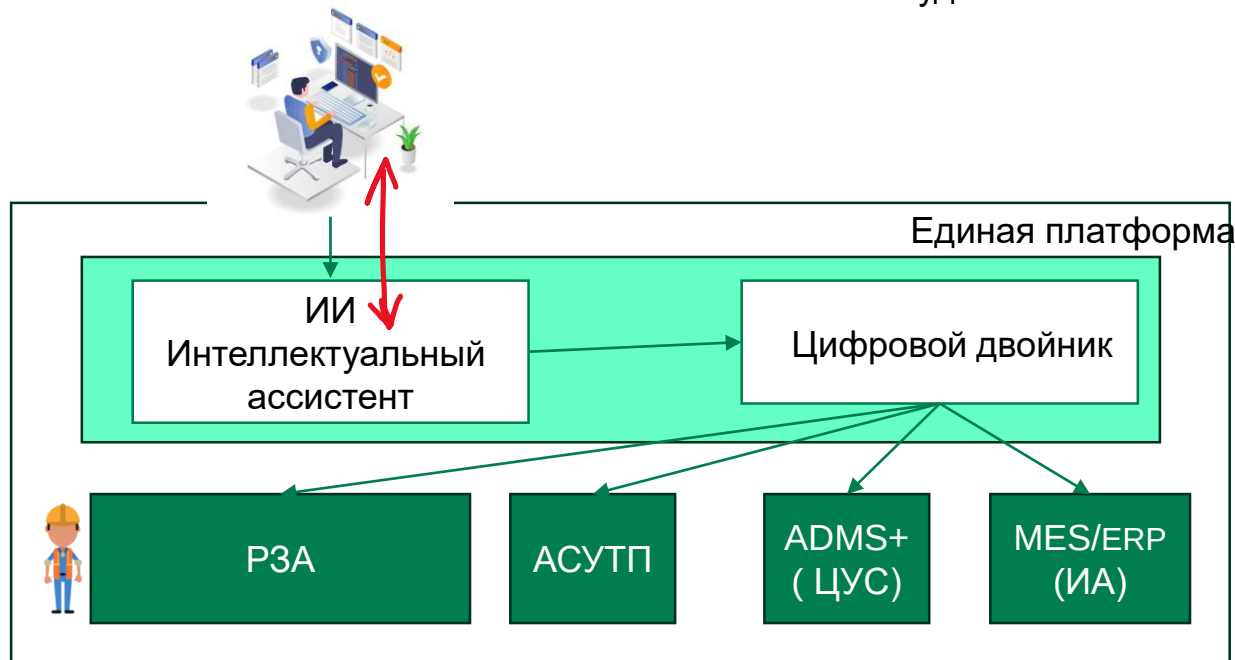
Проблемы: текучка кадров,
низкие компетенции, низкие
ЗП, много персонала, ошибки
персонала, субъективность
решений, ущербы, аварии

Доверенный ИИ в электроэнергетике = новая парадигма развития



ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"

Как будет?



Контроль и управление осуществляется посредством ИИ и цифровых двойников

Решение проблем: все знания о состоянии объекта остаются в системе, ИИ синтезирует оптимальные управляющие воздействия, более высокая эффективность и производительность труда - меньше количество персонала, но с большими компетенциями и ЗП, минимизация ошибок, ущербов и аварий

Техники – среднеспециальное образование

Только тех.обслуживание – ремонт и замена дефектного оборудования

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



cigre

For power system expertise

