



ЦЕНТР НТИ МЭИ

ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ  
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

# Опыт применения RTDS в проектах Центра НТИ МЭИ

**Волошин А.А.**

Директор Центра НТИ МЭИ

[WWW.NTI.MPEI.RU](http://WWW.NTI.MPEI.RU)



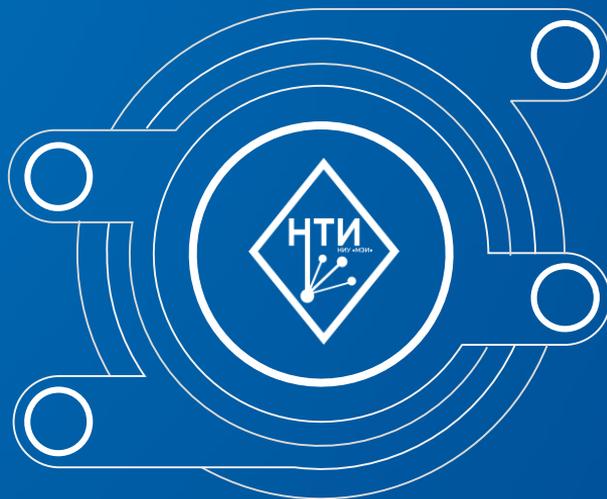
# НИОКР 2020

## РЗА ЦПС

Разработка и внедрение комплексов РЗА ЦПС с различными архитектурами (централизованная, децентрализованная, гибридная)

## РИСУ

Разработка распределенной интеллектуальной системы управления режимами ЭЭС по напряжению и реактивной мощности



## СМГ

Разработка программно-технического комплекса автоматизированного синтеза схем микроэнергосистем из заданного набора элементов, обеспечивающих минимизацию капитальных и операционных затрат при обеспечении заданных показателей надежности электроснабжения потребителей

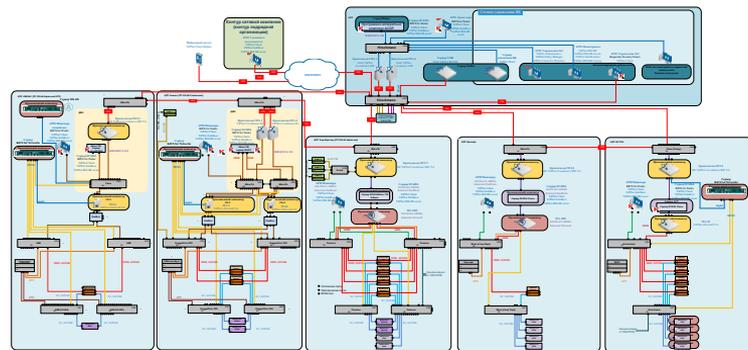
## АРПС

Автоматизированная система расчета параметров срабатывания РЗА в микроэнергосистеме в режиме он-лайн (сервис)

## НИОКР Разработка и внедрение комплексов РЗА ЦПС с различными архитектурами (централизованная, децентрализованная, гибридная)

### Исследования на средства гранта

- Создание комплексов РЗА ЦПС различных архитектур на базе лаборатории Центра НТИ «НИУ МЭИ»
- Программа и методика испытаний, проведение испытаний комплексов РЗА ЦПС с различными архитектурами
- Техническая документация пилотного проекта РЗА ЦПС



### Работы членов консорциума

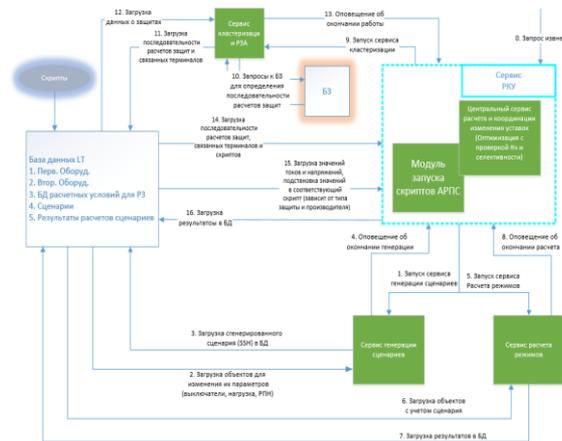
- Согласование технических и эксплуатационных характеристик ключевых элементов технологии РЗА ЦПС
- Экспериментальные образцы микропроцессорных устройств РЗА ЦПС
- Технико-экономическое обоснование и сметные расчеты для пилотного проекта
- Партнеры из состава консорциума: Элеси, ОРГРЭС, СГК, Прософт, ИНБРЕС, Радиус-Автоматика



# НИОКР Разработка автоматизированной системы расчета параметров срабатывания РЗА в микроэнергосистеме в режиме он-лайн (сервис)

## Исследования на средства гранта

- Проект архитектуры программных компонентов системы
- Алгоритмы создания и актуализации эквивалентов и их программная реализация
- Алгоритмы автоматического расчета и проверки параметров срабатывания РЗА и их программная реализация
- Разработка базы знаний требований к защите первичного оборудования микроэнергосистемы



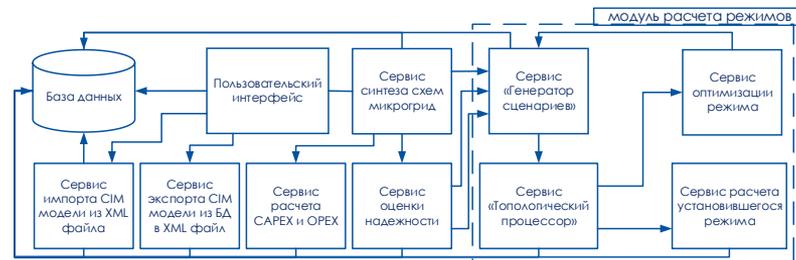
## План работ на 2021 год

- Алгоритмы скоординированного изменения параметров срабатывания устройств РЗА и их программная реализация
- Он-лайн сервис расчёта параметров срабатывания РЗА в микроэнергосистеме

# НИОКР Разработка программно-технического комплекса автоматизированного синтеза схем микроэнергосистем

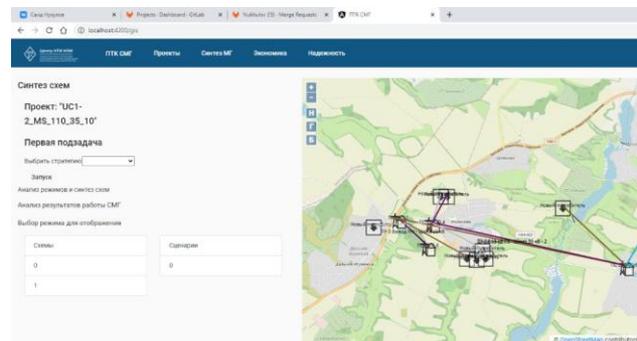
## Исследования на средства гранта

- Математические модели элементов микрогрид
- Программный модуль задания исходных данных с поддержкой формата CIM
- Методика синтеза схем микроэнергосистем
- Программный модуль расчёта установившегося режима микрогрид
- Алгоритмы синтеза схем микроэнергосистем
- ПТК синтеза микроэнергосистем



## Работы членов консорциума

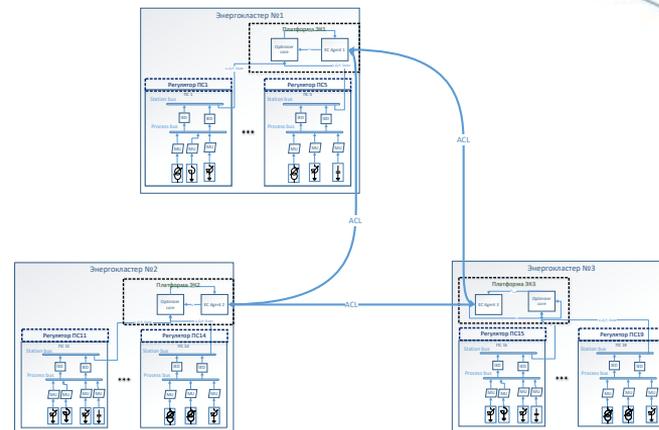
- Предоставление оборудования для реализации ПТК
- Партнеры из состава консорциума: ОРГРЭС



# НИОКР Разработка распределенной интеллектуальной системы управления режимами ЭЭС по напряжению и реактивной мощности

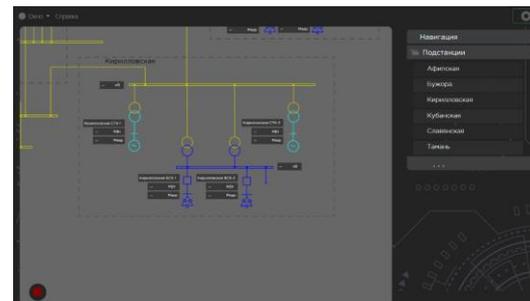
## Исследования на средства гранта

- Проект программного комплекса РИСУ НРМ
- Программная реализация сервисов сбора данных
- Алгоритм проведения распределенной оптимизации режимов по напряжению и реактивной мощности и его программная реализация
- Проект внедрения элементов ПТК РИСУ



## План работ на 2021 год

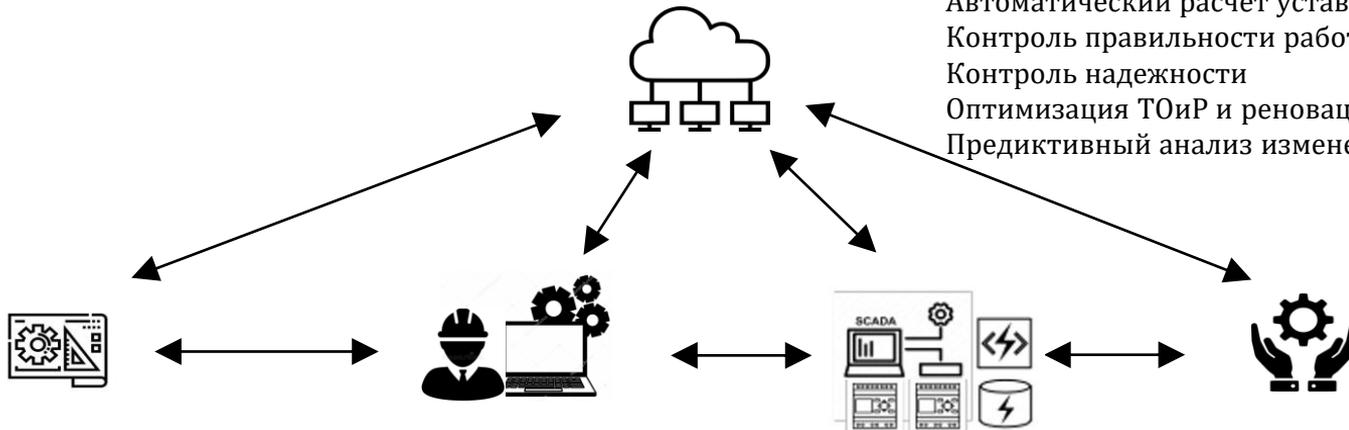
- Пилотное внедрение элементов ПТК РИСУ
- Участники консорциума: ИНБРЕС, НТЦ ФСК ЕЭС



# Взаимосвязи между выполняемыми НИОКР

## Цифровая платформа интеллектуальной энергетики

Контроль правильности проектных решений  
Автоматический расчет уставок  
Контроль правильности работы функций РЗА  
Контроль надежности  
Оптимизация ТОиР и реновация  
Предиктивный анализ изменения свойств ЭЭС



### Проектирование

Синтез оптимальных решений цена/надежность

### Наладка

Автоматическое функциональное тестирование

### ПТК

Самонастройка, самоорганизация, самовосстановление, энергороутеры, СНЭ, ПЭБ

### Эксплуатация

Прогнозирование изменения состояния, контроль надежности, анализ правильности работы



## Основные применяемые технологии

### Применяемые методы

- Алгоритмы оптимизации
- Мультиагентные системы
- Генетические алгоритмы
- Нейронные сети
- Базы знаний и механизмы логического вывода
- Генерация кода на основе моделей

### Инструменты разработки



### Поддержка стандартов и протоколов

- МЭК 61850
  - GOOSE
  - SV
  - MMS
- МЭК 60870-5-104
- IEEE C37.118
- OPC UA
- MQTT
- REST API
- FIPA
- CIM (МЭК 61970, МЭК 61968)

# Регистрация РИД 2020

В 2020 году были поданы заявки на регистрацию:

1. Программы для ЭВМ: 6
2. Базы данных для ЭВМ: 2
3. Патенты на изобретения: 4



# Применение результатов НИОКР в учебном процессе 2020

## 1. РЗА ЦПС:

### 1.1 «Разработка и проектирование комплекса РЗА ЦПС»

Методические указания по курсу «Основы проектирования релейной защиты и автоматики энергосистем»

1.2 «Основы анализа и синтеза требований кибербезопасности ИЭУ подсистемы релейной защиты» Учебное пособие по курсу «Основы кибербезопасности РЗА энергосистем»

## 2. ПТК ССФ:

2.1 «Разработка онтологий в электроэнергетике» Учебное пособие по курсу «Общие информационные модели и онтологии РЗА энергосистем»

## 3. ПТК СМГ:

3.1 «Применение программно-технического комплекса синтеза схем микроэнергосистем» Методические указания по курсу «Вычислительные комплексы в электроэнергетике»



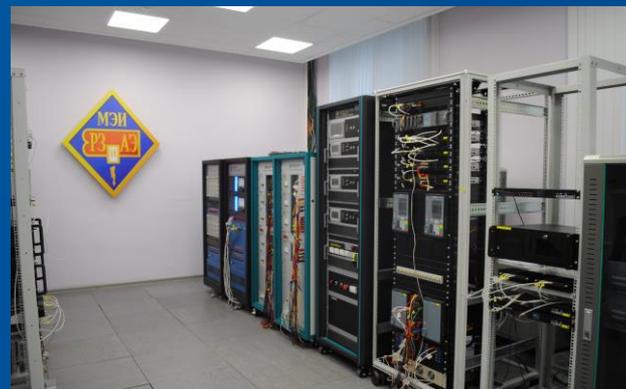
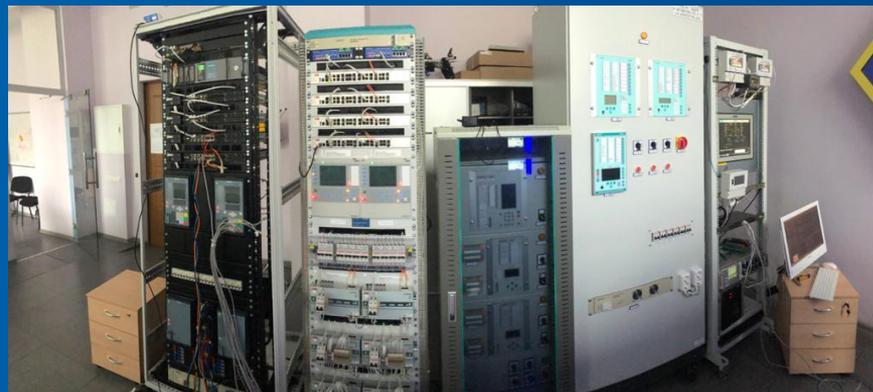
Центр НТИ МЭИ | Отдел научных исследований

# Применение RTDS





# ЦКП НТИ МЭИ





# Консорциум





Сектор Кибербезопасность: цели, задачи, результаты

# Состав компаний



## Перечень типов наложенных средств защиты информации

- Системы обнаружения вторжений уровня сети
- Системы обнаружения вторжений уровня хоста
- Межсетевые экраны
- Промышленные Межсетевые экраны
- Промышленные системы обнаружения вторжений
- Криптографические шлюзы
- Системы сбора и анализа событий безопасности
- Промышленный антивирус
- Программный модуль доверенной загрузки



## Перечень наименований СЗИ

- KICS for Networks
- KICS for Nodes
- PT ISIM
- PT SIEM
- InfoWatch ARMA FW
- VipNet IDS NS
- VipNet IDS HS
- VipNet Coordinator HW
- VipNet Coordinator IG
- UserGate FW



# Реализация стенда РЗА ЦПС



# Основные этапы программы и методики испытаний



Проверка выполнения базовых функций оборудования РЗА ЦПС



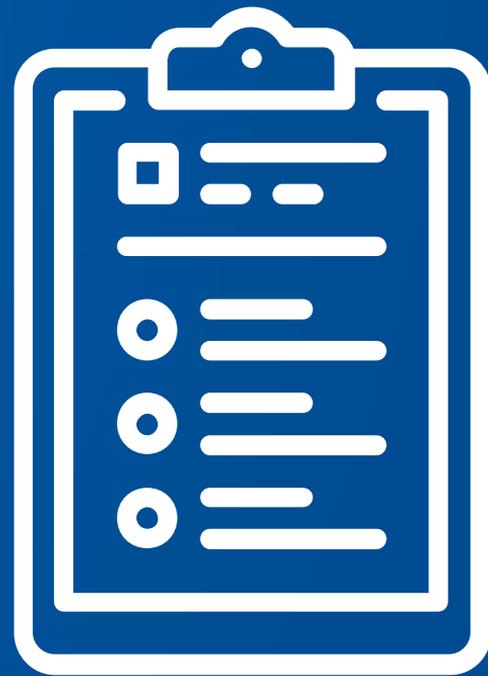
Исследования времени восстановления комплексов РЗА различных архитектур



Испытания работы комплексов РЗА ЦПС с учетом примерения средств информационной безопасности

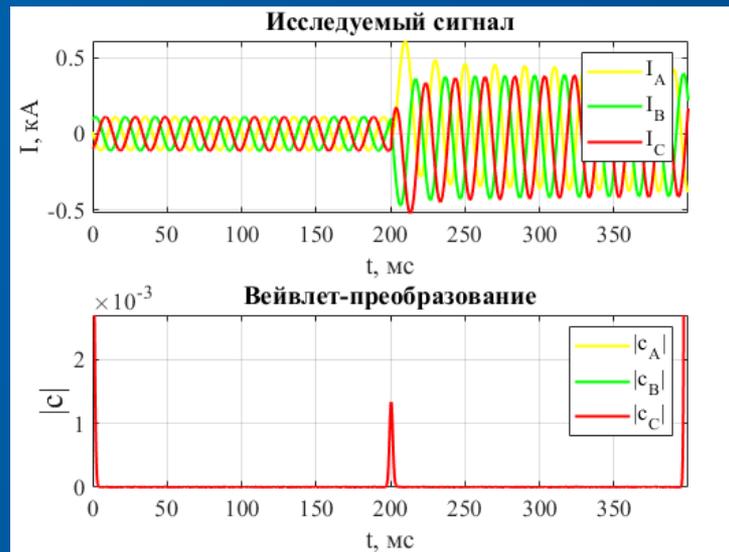
# Результаты испытаний

- **Подтверждено выполнение базовых функций оборудованием, входящим в состав стенда РЗА ЦПС**
- **Определено время восстановления работоспособности комплексов РЗА ЦПС различных архитектур при выявлении неисправностей**
- **Определены направления дальнейших исследования в части работы средств обеспечения информационной безопасности**



# Экспериментальный образец терминала РЗА ЦПС

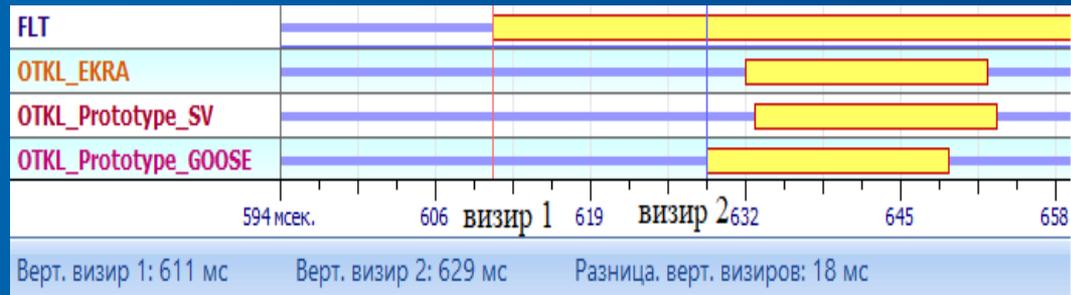
Терминал, использующий вейвлет преобразование по параметрам аварийного режима для синхронизации при потере сигналов синхронизации от внешнего источника



Подана заявка в ФИПС на получение патента на изобретение

# Экспериментальный образец терминала РЗА ЦПС

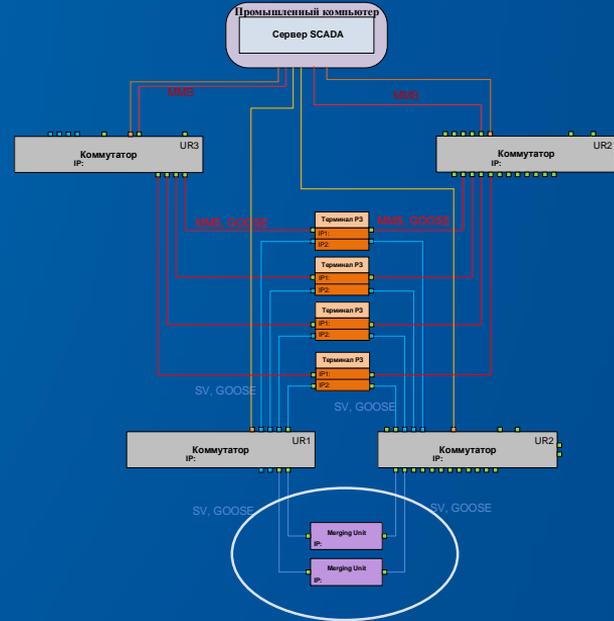
Микропроцессорные устройства, реализующие новые способы передачи измеренных значений токов и напряжений



Подана заявка в ФИПС на получение патента на изобретение

# Экспериментальный образец терминала РЗА ЦПС

Терминалы, реализующие алгоритмы, исключающие ложные отключения первичного оборудования в результате кибератак



ФИПС принято решение о выдаче патента

# Экспериментальные образцы терминалов РЗА ЦПС

---



# Развитие полигона

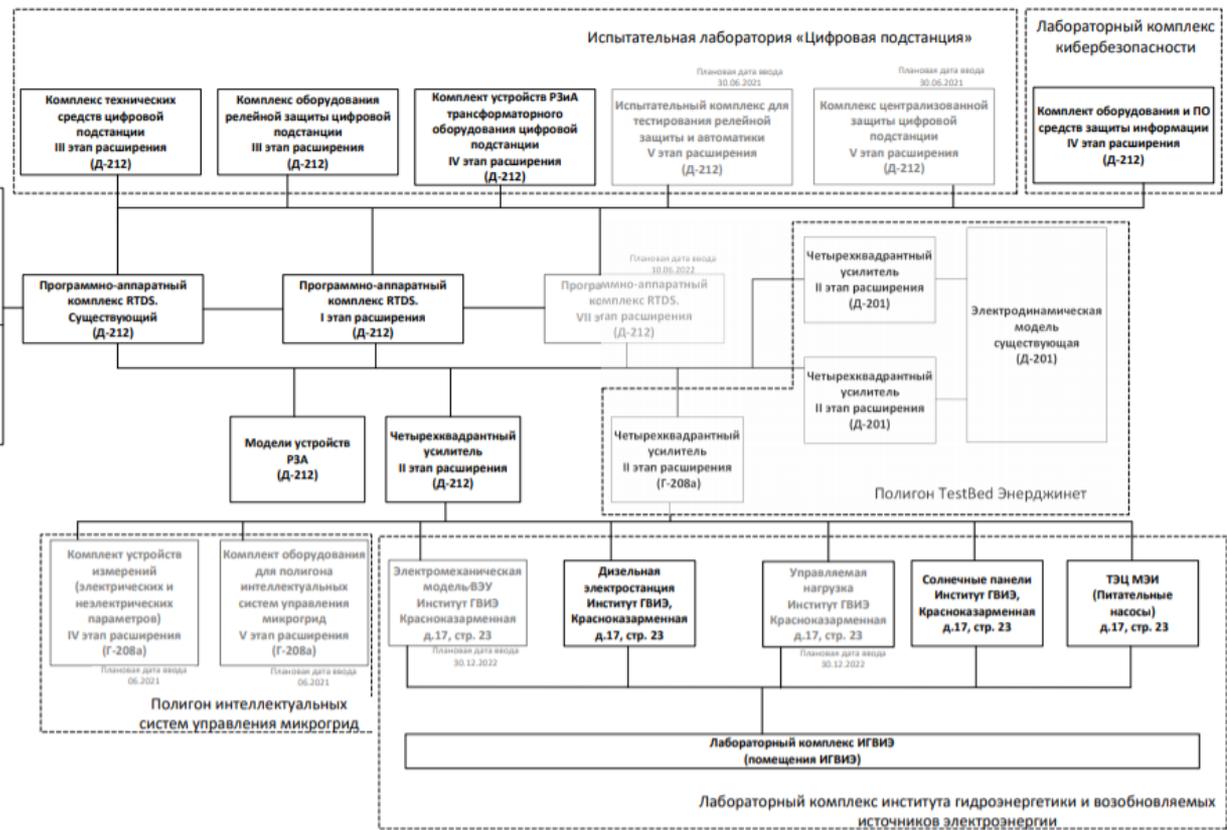
ПТК для предоставления удаленного доступа к оборудованию ЦКП НТИ МЭИ VIII этап расширения (Д-212)

Аппаратные платформы на выполнение научно-исследовательских работ с предустановленным ПО (Г-101а)

Автоматизированные рабочие места для выполнения научно-исследовательских работ (Д-212)

Рабочие места пользователей в учебной лаборатории (Д-105)

## Схема испытательного полигона технологий транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем Центра НТИ МЭИ с учетом перспективного развития до 31.12.2022



— Реализованная часть схемы испытательного полигона по состоянию на 31.12.2020  
 - - - - - Схема перспективного развития испытательного полигона до 31.12.2022



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ**

Волошин Александр  
Александрович  
Директора центра

Email: voloshinaa@mpei.ru

**WWW.NTI.MPEI.RU**

