



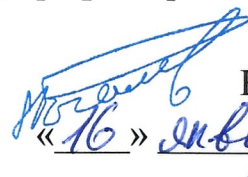
**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМЫ»**

---

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Президент НП «НТС ЕЭС»,  
д.т.н., профессор

  
Н.Д. Роголев  
«16» января 2018 г.

**ПРОТОКОЛ**

совместного заседания секции «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средств автоматического системного управления», секции «Управления режимами энергосистем, РЗА» по теме: «Обсуждение тем НИОКР центра компетенций НТИ на базе НИУ МЭИ на 2018-2019 годы».

17 декабря 2018 г.

г. Москва

**Присутствовало: 44 человек** (список представлен в Приложении 1).

**На заседании выступили:**

*С вступительным словом:*

- Председатель секции «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средства автоматического системного управления в ЕЭС России», к.т.н. – А.В. Жуков.

*С докладом:*

1. «Темы НИОКР центра компетенций НТИ на базе НИУ МЭИ на 2018-2019 годы» - А.А. Волошин (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ») (приложение 2).

*В обсуждении докладов и прениях выступили:*

А.В. Жуков, А.И. Расщепляев, А.А. Волошин, Е.А. Волошин, Т.Г. Бусыгин, Н.П. Грачева, М.Г. Линт, Д.М. Серов

**Заслушав доклады, выступления участников в дискуссии, заседание отмечает следующее:**

1. В 2018-2019 годах центр НТИ на базе НИУ МЭИ осуществляет выполнение трёх НИОКР:

1.1. 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.

1.2. Разработка программно-технического комплекса автоматизированного синтеза структурно-функциональных схема РЗА ЦПС, обеспечивающих требуемые показатели надежности и экономичности.

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

2. Представленные направления исследований центра НТИ на базе НИУ МЭИ являются актуальными и отражают потребности электроэнергетической отрасли в части систем РЗА и автоматического управления в рамках цифровой трансформации электроэнергетической отрасли, развития распределенной генерации и создания интеллектуальных электроэнергетических систем с активно-адаптивными элементами:

2.1. 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:

2.1.1. Разработка схем систем электроснабжения с применением ВИЭ, накопителей и потребителей с возможностью управления нагрузкой является технически сложной задачей, включающей в себя большой объем проектных работ. В состав работ входит выбор главной схемы системы электроснабжения (древовидная, кольцевая, сложнзамкнутая), подбор оборудования, обеспечивающего необходимые показатели капитальных и операционных затрат, надежности электроснабжения в различных режимах работы системы, расчёт токов короткого замыкания, расчёт режимов электроэнергетических параметров системы в различных схемно-режимных ситуациях.

2.1.2. Разрабатываемый в данной работе программный комплекс позволит значительно ускорить процесс проектирования систем электроснабжения за счёт применения алгоритмов синтеза топологии электроэнергетической сети с заданным составом оборудования и нагрузок, автоматического анализа вариантов топологии по критериям надежности, величине капитальных и операционных затрат.

2.1.3. Применение в сетях электроснабжения локальной генерации может приводить к увеличению токов короткого замыкания по сравнению со схемами с односторонним питанием, в связи с этим требуется проведение дополнительных расчётов для параметров аварийных режимов для обеспечения надежной работы систем РЗА.

2.1.4. Применение накопителей электроэнергии, устройств ВИЭ, подключаемых к сети электроснабжения через полупроводниковые преобразователи может приводить к уменьшению значений токов коротких замыканий в связи с ограничением силы тока в инверторах. В связи с этим требуется проведение моделирования работы систем электроснабжения для определения токов КЗ.

2.1.5. Микроэнергосистемы со значительной долей возобновляемых источников электроэнергии в составе генерирующих мощностей могут сталкиваться с проблемами устойчивости при работе механизмов поддержания частоты в связи отсутствием инерции в полупроводниковых преобразователях.

2.2. Разработка программно-технического комплекса автоматизированного синтеза структурно-функциональных схем РЗА ЦПС, обеспечивающих требуемые показатели надежности и экономичности:

2.2.1. Разработка структурно-функциональных схем РЗА для ЦПС является технически сложной задачей, включающей в себя большой объем проектных работ. В состав работ входит выбор реализации функций РЗА для защиты основного оборудования ЦПС, подбор оборудования, реализующего эти функции, разработка схемы технологической ЛВС для передачи данных между УСО, устройствами РЗА и АСУТП, оценка капитальных и операционных затрат комплекса РЗА.

2.2.2. Разрабатываемый в данной работе ПК ССФ РЗА ЦПС позволит значительно ускорить процесс синтеза структурно-функциональных схем РЗА для ЦПС путем автоматизации процесса проектирования за счёт применения баз знаний, описывающих требования по защите основного оборудования и основные требования НТД к комплексам РЗА.

2.2.3. Технологические ЛВС с применением «шины процесса» по МЭК 61850 должны проектироваться с учётом распределения потоков передачи мгновенных значений по протоколу SV и команд управления по протоколу GOOSE. При проектировании технологической ЛВС необходимо учитывать возможность разделения широковещательных потоков данных с помощью технологии VLAN. ПК ССФ РЗА ЦПС позволит в автоматическом режиме проводить синтез технологических ЛВС для комплексов РЗА на ЦПС с учётом пропускной способности каналов связи.

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

2.3.1. Существуют различные подходы к созданию комплексов РЗА ЦПС по степени централизации функций РЗА и вторичного оборудования. Наиболее характерными являются централизованная, распределённая и гибридная архитектуры РЗА ЦПС. Обоснование выбора конкретной архитектуры для применения на каждом электроэнергетическом объекте является сложной задачей, требующей проведения большого количества исследовательских работ.

2.3.2. Разработка комплектов технической документации (стадии ОТР, П и РД) для комплексов РЗА различных архитектур позволит типизировать проектные решения и подходы к выбору архитектуры комплекса РЗА для конкретного объекта.

2.3.3. Исследование функционирования комплексов РЗА с различной архитектурой позволит оценить надёжность функционирования РЗА ЦПС в нормальном и аварийном режиме работы на натуральных образцах комплексов РЗА.

2.3.4. Разрабатываемые в данной работе комплексы РЗА ЦПС позволят значительно ускорить процесс проектирования и внедрения РЗА для ЦПС.

3. Технические задания необходимо дополнить в части обоснования выбора направлений исследования: проведение патентного поиска и анализ публикаций по каждой теме НИОКР.

4. Технические задания необходимо скорректировать в части отчетных материалов: программы и методики испытаний (ПМИ), отчеты о проведении испытаний в соответствии с ПМИ должны входить в состав результатов выполненных работ.

5. Технические задания необходимо скорректировать в части требований к оформлению результатов НИОКР: перейти на использование актуальной редакции ГОСТ 7.32 от 2017 г.


Рассмотрев материалы НТС и заслушав докладчиков, совместное заседание секции «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средств автоматического системного управления», секции «Управления режимами энергосистем, РЗА» НП «НТС ЕЭС» приняло следующие решения:

1. Одобрить темы НИОКР центра НТИ на базе НИУ МЭИ на 2018-2019 г., представленные на НТС.

2. Рекомендовать скорректировать технические задания в соответствии с замечаниями, выдвинутыми во время дискуссии.

3. Рекомендовать центру компетенций НТИ на базе НИУ МЭИ докладывать на НТС о результатах проведения НИОКР по мере их выполнения.

Первый заместитель Председателя  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор

 В.В. Молодюк

Ученый секретарь  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.

 Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «Управление  
режимами энергосистем, РЗА»  
НП «НТС ЕЭС»

 А.Ф. Бондаренко

Ученый секретарь секции  
«Управление режимами  
энергосистем, РЗА» НП «НТС ЕЭС»

 А.Ф. Морозова

Председатель секции «Проблемы  
надежности и эффективности  
релейной защиты и средства  
автоматического системного  
управления в ЕЭС России» НП  
«НТС ЕЭС», к.т.н.

 А.В. Жуков

Ученый секретарь секции «Проблемы  
надежности и эффективности  
релейной защиты и средства  
автоматического системного  
управления в ЕЭС России» НП «НТС  
ЕЭС»

 А.И. Расщепляев

## Список участников заседания НТС ЕЭС 17 декабря 2018 г.

<b>ФИО</b>	<b>Организация</b>
1. Жуков Андрей Васильевич	АО «СО ЕЭС»
2. Морозова Антонина Федоровна	АО «СО ЕЭС»
3. Расщепляев Антон Игоревич	АО «СО ЕЭС»
4. Гусев Владимир Фёдорович	АО «СО ЕЭС»
5. Волков Александр Иванович	АО «СО ЕЭС»
6. Москаленко Вадим Васильевич	АО «СО ЕЭС»
7. Вергазов Сергей Юрьевич	ПАО «Россети»
8. Гусев Юрий Павлович	ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»
9. Кошкарева Людмила Александровна	АО «ОЭК»
10. Никольский Николай Вениаминович	АО «ОЭК»
11. Мирошниченко Дмитрий Иванович	АО «ОЭК»
12. Григорьев Денис Алексеевич	АО «ОЭК»
13. Балашов Виталий Васильевич	ОАО «ВНИИР»
14. Андрюхин Алексей Дмитриевич	ОАО «ВНИИР»
15. Еремеев Дмитрий Григорьевич	ОАО «ВНИИР»
16. Иванов Юрий Васильевич	ООО «Прософт-Системы»
17. Хохрин Александр Анатольевич	ООО «Прософт-Системы»
18. Порозков Максим Андреевич	ООО «Прософт-Системы»
19. Орлов Юрий Николаевич	ЦИЭ АО «Фирма ОРГРЭС»
20. Баев Дмитрий Николаевич	ЦИЭ АО «Фирма ОРГРЭС»
21. Сахаров Сергей Николаевич	ЦИЭ АО «Фирма ОРГРЭС»
22. Панин Олег Сергеевич	Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Центра
23. Смирнова Галина Викторовна	Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Центра
24. Герих Валентин Платонович	ПАО «Интер РАО»
25. Сорин Валентин Дмитриевич	ООО «ПиЭлСи Технолоджи»
26. Байбаков Юрий Владимирович	АО "Институт "ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"
27. Трубников Станислав Сергеевич	АО "Институт "ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

<b>ФИО</b>	<b>Организация</b>
28. Балашов Сергей Васильевич	ОАО «ВНИИР»
29. Журавлев Денис Михайлович	ОАО «ВНИИР»
30. Пестов Андрей Ильич	АО "ОЭК"
31. Горячих Антон Дмитриевич	АО "ОЭК"
32. Бондарев Александр Александрович	ООО «НПП ЭКРА»
33. Попов Сергей Григорьевич	АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
34. Бабыкин Владимир Викторович	НПЦ «Энергоавтоматика»:
35. Леонов Михаил Анатольевич	НПЦ «Энергоавтоматика»:
36. Илюшин Павел Владимирович	ФГАУ ДПО «ПЭИПК»
37. Кишиневский Давид Владимирович	ООО «ЛИСИС»
38. Линт Михаил Григорьевич	ООО «Релематика»
39. Фербиков Дмитрий Михайлович	РАСУ
40. Хлыстов Максим Алексеевич	АО «РАСУ»
41. Березовский Петр Константинович	АО «СО ЕЭС»
42. Ковалёв Сергей Протасович	
43. Лачугин Владимир Фёдорович	АО «ЭНИН»
44. Мальцев Максим Ильич	АБС Электро



# Темы НИОКР центра компетенций НТИ на базе НИУ МЭИ на 2018-2019 годы

Зав. Каф. РЗиАЭ НИУ «МЭИ», к.т.н. Волошин А.А.

# КРАТКО О НИУ «МЭИ»

- Координатор направления "Энергетика" в сетевом университете БРИКС.
- Координатор направления «Энергетика» Университета Шанхайской организации сотрудничества
- Базовая организация СНГ по подготовке, профессиональной переподготовке и повышению квалификации кадров в сфере электроэнергетики
- Лидер консорциума 11 энергетических ВУЗов России.
- Генеральный партнер ПАО «Россети», ПАО «Газпром энергохолдинг» по подготовке кадров

# НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЦК НТИ

1. Выполнение НИОКР
2. Инфраструктура
3. Образование
4. Управление РИД



# КОМПЕТЕНЦИИ

## ДК НТИ ЭнерджиНет

- Разработка технологий для надежных и гибких электросетей (ЦПС, цифровой РЭС и др.)
- Разработка технологий для распределенных интеллектуальных энергосистем
- Потребительские сервисы

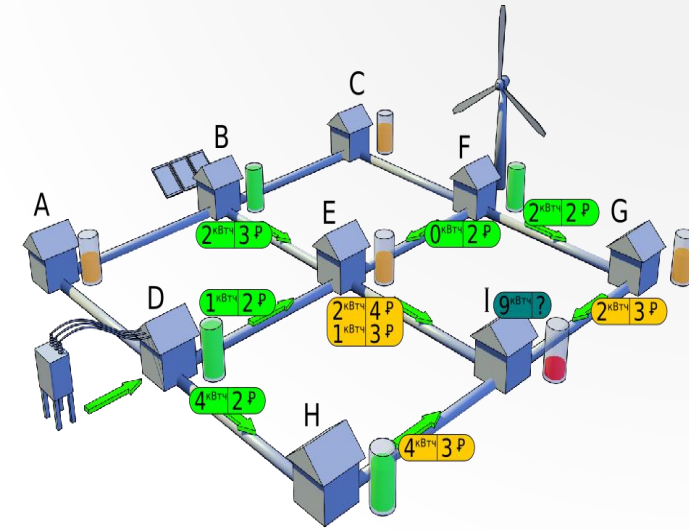
Центр НТИ  
ТТЭиРИЭ  
НИУ «МЭИ»

## Национальные проекты

- ЦПС
- Интеллектуальная электроэнергетическая система
- Энергоэффективная подстанция

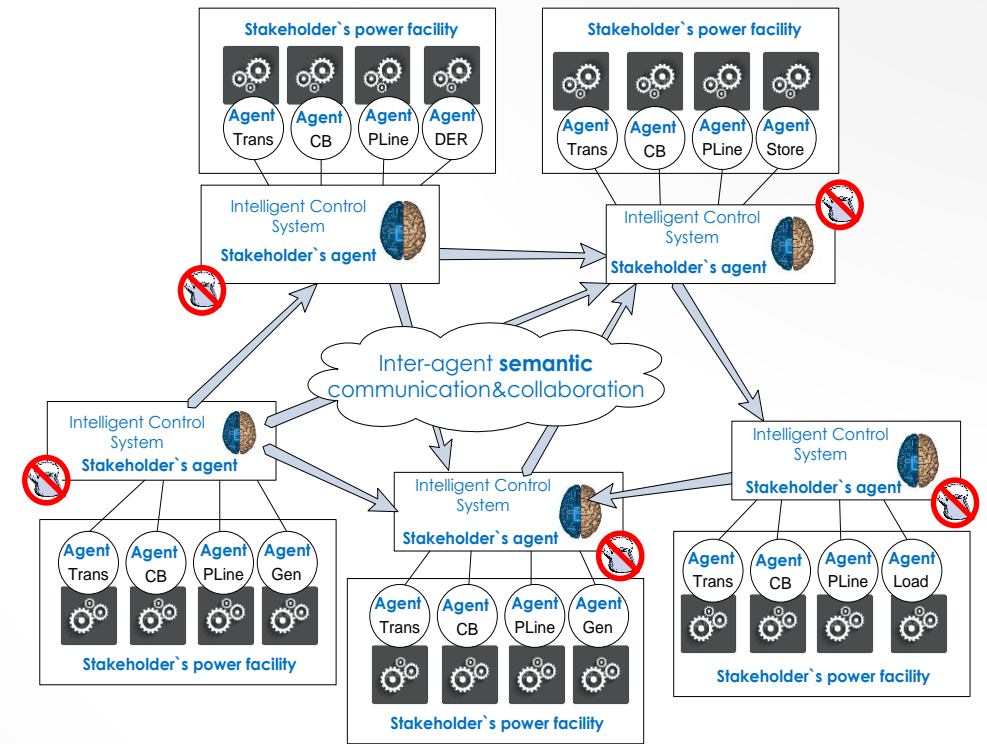
# ТЕМЫ НИОКР

1. Разработка ПТК для синтеза структурно-функциональных схем РЗА ЦПС обеспечивающих требуемые показатели надежности и экономичности
2. Разработка ПТК для синтеза схем микроэнергосистем из заданного набора элементов, обеспечивающих минимизацию капитальных и операционных затрат при обеспечении заданных показателей надежности электроснабжения потребителей.
3. Разработка системы автоматического расчета параметров срабатывания РЗА в микроэнергосистеме в режиме он-лайн (сервис)
4. Разработка системы автоматического планирования ТОиР на основе риск-ориентированной модели для оптимизации операционных затрат и обеспечения операционной надежности микроэнергосистем (сервис)



# ТЕМЫ НИОКР

5. Разработка и внедрение комплексов РЗА ЦПС с различными архитектурами (централизованная, децентрализованная, гибридная)
6. Разработка распределенных интеллектуальных систем управления режимами ЭЭС по напряжению и реактивной мощности
7. Разработка распределенных интеллектуальных систем управления распределительными электрическими сетями
8. Разработка и внедрение накопителей электроэнергии и ВИЭ в системах собственных нужд ПС



# ЛАБОРАТОРИИ НИУ «МЭИ»

РЗАЭ

- Моделирующие комплекс реального времени RTDS,
- оборудование релейной защиты и автоматики
- Измерительные преобразователи, устройства сбора и анализа данных

ГВИЭ

- Возобновляемые источники энергии
- Распределённая энергетика

ЭЭС

- Электродинамическая модель энергосистемы

# КАФЕДРА РЗИЭА



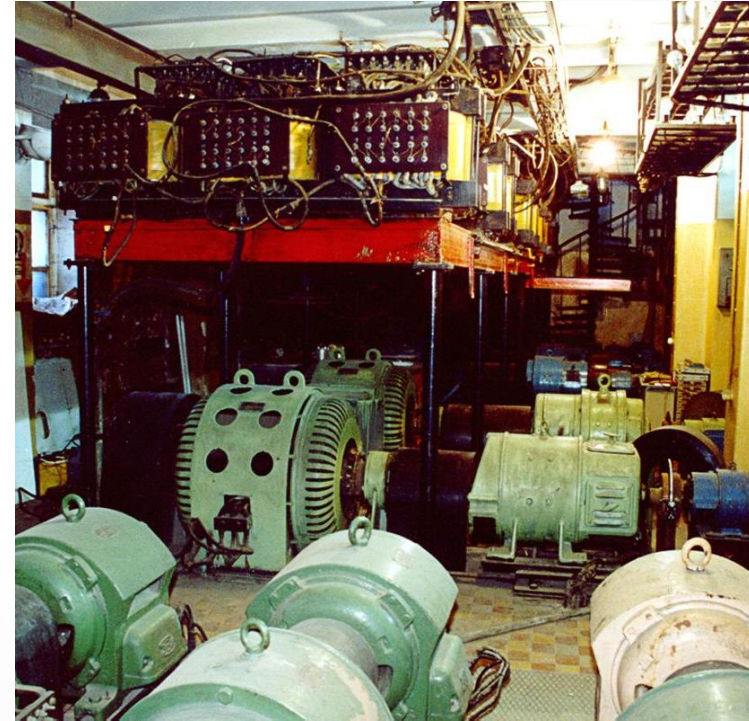
Кафедра релейной защиты и автоматики энергосистем обладает опытом проведения работ по испытанию цифровых устройств релейной защиты, традиционных систем управления, мультиагентных систем управления, регуляторов возбуждения генераторов и других устройств, непосредственно включаемых в контур моделирования.

# КАФЕДРА ГВИЭ

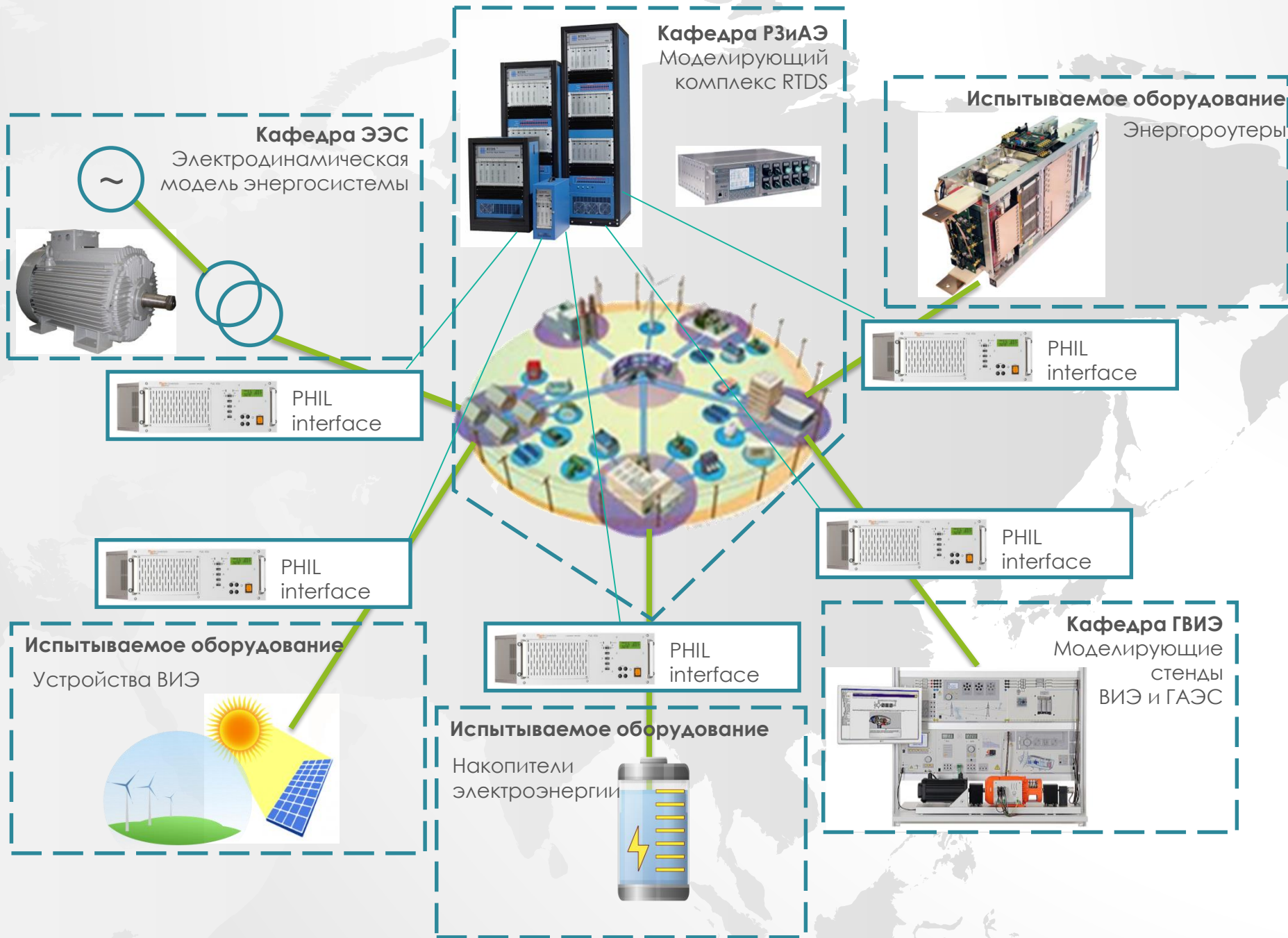


Кафедра гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии обладает опытом проведения исследований режимов работы ВИЭ, управления генерацией и распределением энергии, планирование и оптимизация режимов работы установок ВИЭ

# КАФЕДРА ЭЭС



Электродинамическая модель кафедры электроэнергетических сетей и систем позволяет осуществлять моделирование электрохимических переходных процессов в режиме реального времени.



**Кафедра ЭЭС**

Электродинамическая модель энергосистемы



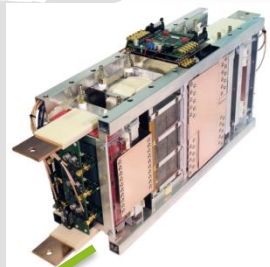
**Кафедра РЗиАЭ**

Моделирующий комплекс RTDS



**Испытуемое оборудование**

Энергорouterы



PHIL interface



PHIL interface



PHIL interface



PHIL interface



**Кафедра ГВИЭ**

Моделирующие стенды ВИЭ и ГАЭС



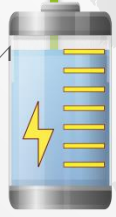
**Испытуемое оборудование**

Устройства ВИЭ



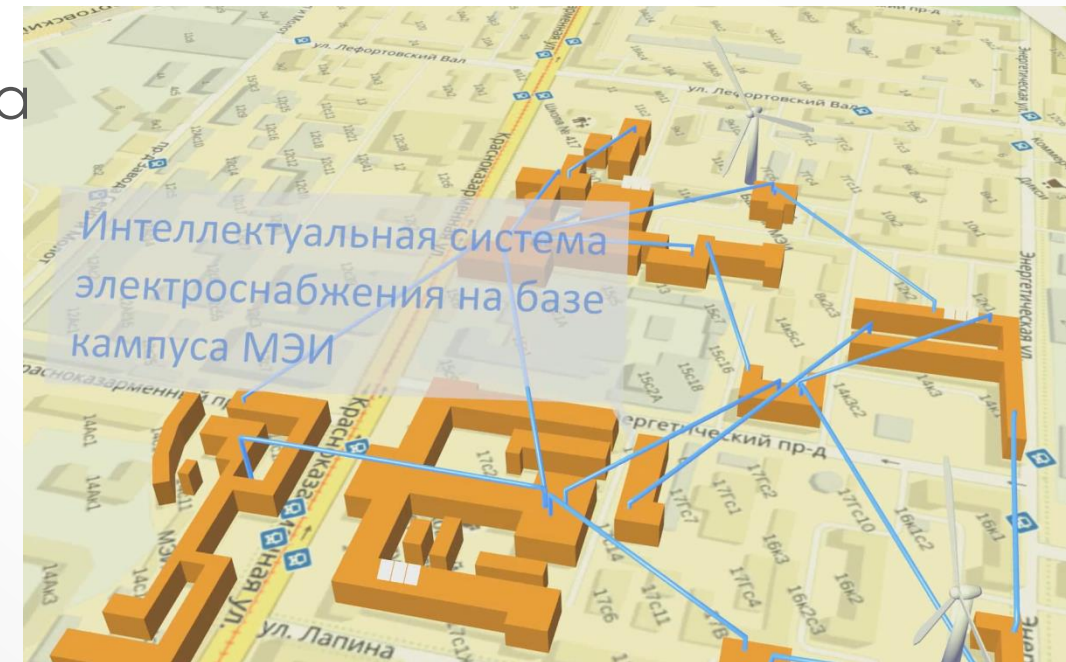
**Испытуемое оборудование**

Накопители электроэнергии



# ИНФРАСТРУКТУРА

- Расширение и модернизация испытательных полигонов (RTDS, ЭДМ, солнечные панели, накопители)
- Создание инструментов удаленного коллективного использования испытательных полигонов
- Создание постоянно функционирующей демо-зоны в сети электроснабжения кампуса НИУ «МЭИ» для опытной эксплуатации устройств и систем, разрабатываемых компаниями НТИ ЭнерджиНет
- Предоставление услуг по проведению исследований и испытаний (включая сертификационные) устройств и систем



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ИНФРАСТРУКТУРА



# ОБРАЗОВАНИЕ

1. Разработан проект новой образовательная программ магистратуры «Интеллектуальные системы защиты и управления энергообъектов»
2. Курсы повышения квалификации

(Основные заказчики: ПАО «ФСК ЕЭС», АО «СО ЕЭС», ПАО «Россети», ПАО «Русгидро»)



## **Разработка ПТК для синтеза структурно-функциональных схем РЗА ЦПС обеспечивающих требуемые показатели надежности и экономичности**

Разработка базы знаний требований по защите первичного оборудования ЦПС.

Разработка алгоритмов автоматического синтеза функциональной структуры РЗА.

Разработка базы знаний требований НТД к комплексу РЗА ЦПС.

Разработка алгоритмов автоматического распределения функций РЗА по устройствам, входящим в комплекс РЗА ЦПС (УСО, терминалы РЗА).

Разработка алгоритмов синтеза структурно-функциональных схем РЗА.

Разработка алгоритмов оценки надежности комплекса РЗА.

Разработка алгоритмов синтеза технологической ЛВС для комплекса РЗА ЦПС с учётом пропускной способности каналов связи.

Разработка алгоритмов экономической оценки (капитальные и операционные затраты) комплекса РЗА ЦПС.

Разработка ПК ССФ РЗА ЦПС.

Разработка технической и эксплуатационной документации на ПК ССФ РЗА ЦПС.

**Разработка ПТК для синтеза схем микроэнергосистем из заданного набора элементов, обеспечивающих минимизацию капитальных и операционных затрат при обеспечении заданных показателей надежности электроснабжения потребителей.**

Разработка методики синтеза схем сети электроснабжения с учётом заданных ограничений по составу используемого оборудования.

Разработка системы синтеза модели электроэнергетической сети для моделирования нормального и аварийных режимов работы энергосистемы.

Разработка алгоритмов оценки надежности системы электроснабжения с ВИЭ и накопителями электроэнергии.

Разработка алгоритмов экономической оценки (капитальные и операционные затраты) комплекса оборудования системы электроснабжения.

Разработка ПТК СМГ.

Разработка программной и эксплуатационной документации на ПТК СМГ.

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

Обзор мирового опыта создания комплексов РЗА с различной архитектурой.

Обзор программных и технических средств, применяемых при создании комплексов РЗА ЦПС с различной архитектурой.

Разработка технической документации стадий ОТР, П и РД по созданию комплекса РЗА ЦПС с централизованной архитектурой на базе лабораторий Центра НТИ «НИУ МЭИ».

Разработка технической документации стадий ОТР, П и РД по созданию комплекса РЗА ЦПС с децентрализованной архитектурой на базе лабораторий Центра НТИ «НИУ МЭИ».

Разработка технической документации стадий ОТР, П и РД по созданию комплекса РЗА ЦПС с гибридной архитектурой на базе лабораторий Центра НТИ «НИУ МЭИ».

Разработка программ  
мы и методики испытаний комплексов РЗА ЦПС с различной архитектурой.

Проведение испытаний комплексов РЗА ЦПС с различной архитектурой.

Оценка экономических параметров комплексов РЗА ЦПС с различной архитектурой.