

**Федеральная  
Сетевая Компания**



**Единой  
Энергетической  
Системы**

Взаимодействие с высшими учебными  
заведениями в рамках реализации Программы  
инновационного развития ОАО «ФСК ЕЭС» до 2016  
года с перспективой до 2020 года

Р.Н. Бердников  
Заместитель Председателя Правления

г. Москва, 18.04.2012





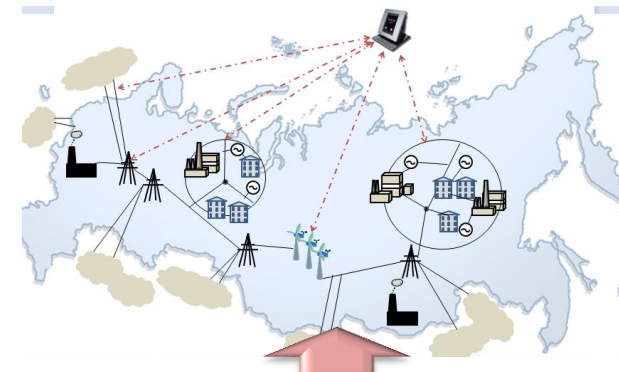
В ОАО «ФСК ЕЭС» утверждена в апреле 2011 года Советом Директоров компании комплексная Программа инновационного развития ОАО «ФСК ЕЭС» до 2016 года с перспективой до 2020 года.

## ЦЕЛЬ

Создание активно-адаптивной сети как основы интеллектуальной электроэнергетической системы России, обеспечивающей устойчивое повышение эффективности использования энергетического потенциала России, а также ее полноценная интеграция в мировой энергетический рынок, укрепление позиций Компании на нем и получение наибольшей выгоды для национальной экономики

- Качественная модернизация национальной электроэнергетики и повышение энергоэффективности функционирования ОАО «ФСК ЕЭС»;
- Оптимизация инфраструктуры ЕНЭС, диверсификация услуг и повышение качества услуг ОАО «ФСК ЕЭС»;
- Переход к интеллектуальной электроэнергетической системе на основе активно-адаптивной сети.

## «Умная энергетика»



**Инновационный сценарий** – ориентирован на функционирование ОАО «ФСК ЕЭС» в рамках модели «Большая энергетика» с подготовкой перехода к модели «Умная энергетика»

## Ключевые задачи





Совместно с институтами фундаментальной науки (РАН, ОИВТ РАН, СО РАН), ВУЗами (МЭИ, КГЭУ, МАИ, СпбГТУ) научно-исследовательскими и проектными институтами (НТЦЭ, ЭНИН, ВЭИ, СевЗапНТЦ) проводится мониторинг мировых инновационных технологий, разработка и внедрение базовых и «критических» технологий, развитие научного потенциала и подготовка кадров по созданию инновационных технологий.

## Направления научно-исследовательских работ (НИОКР):

Разработка концепции и теоретических основ создания умной сети

Новые типы силового оборудования подстанций и линий электропередачи для умной сети

Обеспечение надежности и безопасности функционирования ЕНЭС и качества предоставляемых услуг по передаче электроэнергии

Повышение энергоэффективности электрических сетей

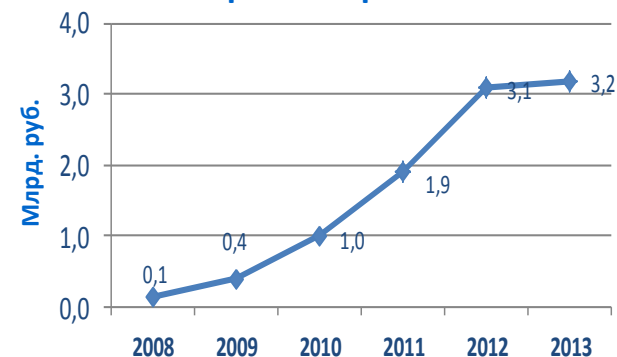
Новые типы средств управления, автоматики, защит и систем измерений для умной сети

Системы управления умной сети

Системы мониторинга и защиты электрических сетей от внешних воздействий



Объем финансирования НИОКР





**Прорывные технологии** обеспечивают создание качественно нового оборудования и технических систем, создающих новые рынки и категории оказываемых услуг.

## Прорывные технологии

Токоограничивающее устройство на основе взрывных коммутаторов для сетей 110 кВ и выше

Технологии аккумулирования электроэнергии (АББЭ, СПИНЭ, электромагнитные накопители)

Технологии сверхпроводимости (кабелей, ограничителей тока короткого замыкания, накопителей, компенсаторов и др.)

Технологии цифровой подстанции





# Создание ВТСП кабельной линии длиной 200м и системы криообеспечения для установки в опытно-промышленную эксплуатацию на ПС 110 кВ

Цель проекта, назначение

Проведение модернизации оборудования и ресурсных испытаний ВТСП КЛ длиной 200 м, обеспечивающие надёжное функционирование ВТСП КЛ при опытно-промышленной эксплуатации на ПС 110 кВ «Динамо» в составе распределительной сети ОАО «МОЭСК».

Основные результаты

- Модернизированная система криообеспечения (СК 002);
- Система мониторинга, сигнализации и защиты ВТСП КЛ длиной 200 м;
- Комплексные испытания СК 002 в сборе с ВТСП КЛ и штатными тоководами;
- Комплект рабочей документации на СК 002 в сборе с ВТСП КЛ и штатными тоководами;
- Комплект эксплуатационной документации на СК 002 в сборе с ВТСП КЛ длиной 200 м;
- Лицензионный договор о предоставлении права использования созданной научно-технической продукции;
- Патентная заявка на полезную модель СК 002.



ВТСП кабельная линия на стенде НТЦ

Криогенная система на стенде МАИ



Основные исполнители

**ЭНИН, ВНИИ КП, НТЦ «Электроэнергетики», МАИ, РНЦ КИ**

Статус

**Начало: 2011 г.; Окончание: 2012 г.**  
**Выполнены 1, 2 и 4 этапы.**

Ожидаемый эффект

- Создание и освоение новых технологий на основе сверхпроводимости:
- силовые кабели;
  - ограничители тока короткого замыкания, машины и трансформаторы;
  - увеличение пропускной способности кабельных линий при меньших массогабаритных характеристиках по отношению с обычным оборудованием;
  - снижение потерь электроэнергии при передаче;
  - сокращение установленной трансформаторной мощности и упрощение схем подстанций.
  - пожаробезопасность.



# Создание опытного образца токоограничивающего устройства на основе специального реактора и взрывных коммутаторов

Цель проекта, назначение	<b>Создание опытного образца токоограничивающего устройства напряжением 220 кВ на основе специального реактора и взрывных коммутаторов (ТОУ-220)</b>	
Основные результаты	<ul style="list-style-type: none"><li>• Опытный образец ТОУ-220;</li><li>• Пилотный объект внедрения в ЕНЭС опытного образца ТОУ-220;</li><li>• Комплект конструкторской документации на опытный образец ТОУ-220 в однофазном исполнении;</li><li>• Проект лицензионного договора с заводом-изготовителем ТОУ-220;</li><li>• Руководство по эксплуатации ТОУ – 220;</li><li>• Патентные заявки на изобретения и (или) полезные модели по результатам выполненных патентных исследований.</li></ul>	
Основной исполнитель	<b>ОИВТ РАН</b>	
Статус	<b>Начало работ: 2010 г.; Окончание работ: 2012 г. Выполнено 5 этапов.</b>	
Ожидаемый эффект	<p><b>Глубокое ограничение токов короткого замыкания в электрических сетях напряжением 220 кВ (в первую очередь в мегаполисах г. Москва и Санкт-Петербург) позволяет объединить секции шин РУ 220 кВ электрических станций и ПС, что приводит к следующему:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Экономии ресурса и удешевлению коммутационного оборудования электрических станций и подстанций;</li><li>• Снижению потерь электроэнергии в электрических сетях;</li><li>• Повышению статической и динамической устойчивости;</li><li>• Повышению термической стойкости электрической сети.</li></ul>	



# Создание опытного полигона "Цифровая подстанция"

Цель проекта, назначение

**Создание полигона Цифровой ПС (ЦПС) и отработка новых инновационных технологий перед их внедрением на действующие энергообъекты ЕНЭС, в том числе определение основных технических решений и требований, которым должны удовлетворять создаваемые сегодня подстанции.**

Основные результаты

- Технические требования к аппаратным и программным средствам информационно-технологических и управляющих подсистем ЦПС;
- Технические требования к основному электротехническому оборудованию ЦПС, в том числе к цифровым измерительным трансформаторам тока/напряжения;
- Общая проектная документация полигона ЦПС;
- Элементы полигона ЦПС;
- Полигон ЦПС, способный проводить отработку инновационных технологических решений.



Основной исполнитель

**ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»**

Статус

**Начало – 2010 г.; Окончание – 2013 г.  
Выполнено 3 этапа.**

Ожидаемый эффект

**Снижение затрат на создание цифровой подстанции:**

- проектирование – 5-10%
- строительно-монтажные работы – 5-10%
- себестоимость – 3-5%
- пусконаладочные работы-15-20%
- эксплуатация – 5-10%





**Улучшающие технологии** обеспечивают улучшение технических и экономических характеристик существующего оборудования, а также качество оказываемых услуг.

## Улучшающие технологии

Технология передачи энергии постоянным током (ВПТ и ППТ)

Технологии управляемых электропередач переменным током (УШР, СТАТКОМ, СТК, УПК)

Опоры с повышенной высотой подвеса провода

Высокотемпературные алюминиевые провода с малой стрелой провеса, в том числе с применением nano-композитов

Мультикамерные разрядники на 220-330 кВ

Технологии взрывозащищенного маслонаполненного оборудования





# Проведение комплексных системных испытаний СТАТКОМ ± 50 Мвар на ПС 400 кВ Выборгская

Цель проекта, назначение

**Проведение комплексных системных испытаний промышленного образца СТАТКОМ напряжением 15,75 кВ мощностью ± 50 Мвар на ПС 400 кВ «Выборгская»**

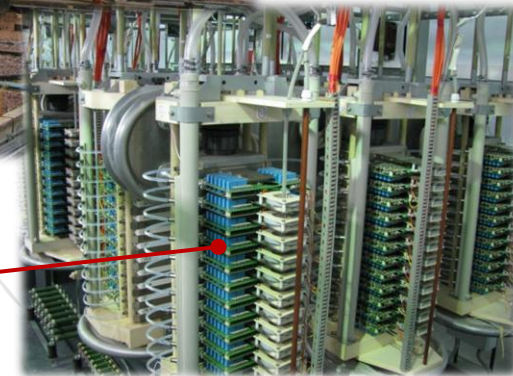
Основные результаты

- Программа и протоколы системных испытаний, заключение об эффективности работы СТАТКОМ ±50 Мвар на ПС 400 кВ Выборгская;
- Рекомендации по использованию СТАТКОМ ±50 Мвар на ПС 400 кВ Выборгская и в качестве базового элемента при разработке и создания устройств гибких управляемых линий.



Здание для СТАТКОМа, реакторная и конденсаторная часть СТАТКОМ

Тиристорные модули преобразователей СТАТКОМ



Основной исполнитель

**ОАО «НТЦ электроэнергетики»**

Статус

**Начало: 2011 г.; Работа выполняется.**

Ожидаемый эффект

Внедрение СТАТКОМов позволит обеспечить снятие ограничений на экспорт электроэнергии при ремонтах синхронных компенсаторов, а также снижение ограничений при аварийном отключении ВЛ 330 кВ. СТАТКОМ является базовым устройством, позволяющим выполнить ряд инновационных проектов, среди которых создание вставок несинхронной связи ОЭС Сибири и ОЭС Востока на ПС 220 кВ Могоча и ПС 220 кВ Хани.

# Создание гирлянды с использованием мультикамерных изоляторов-разрядников для ВЛ 220 кВ (ГИРМК)



Цель проекта, назначение	<b>Создание изоляторов-разрядников для воздушных линий электропередачи с отсутствием грозотросов для обеспечения надежного энергоснабжения потребителей</b>
Основные результаты	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Разработана ГИРМК для ВЛ 220 кВ;</li><li>▪ ВЛ 220 кВ ЦГЭС-Ш30 подготовлена к опытно-промышленной эксплуатации ГИРМК на участке длиной 30 км (от опоры № 277 до опоры № 375), фарфоровая изоляция заменена на ГИРМК;</li><li>▪ В МЭС Юга создан аварийный запас ГИРМК и передана технологическая оснастка для сборки ГИРМК;</li></ul>  
Основной исполнитель	<b>ОАО «НПО «Стример»</b>
Статус	<b>Начало: 2010 г.; Окончание: 2013 г. Выполнено 6 этапов.</b>
Ожидаемый эффект	<b>Применение на ВЛ ГИРМК позволит:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ повысить надёжность электроснабжения за счёт минимизации грозовых отключений ВЛ;</li><li>▪ отказаться от применения грозозащитного троса, снижая стоимость строительства ВЛ и эксплуатационные затраты.</li></ul>

# Разработка сверхпрочных композиционных алюминиевых проводов с повышенными механическими и электропроводными характеристиками с применением нано-композитов на основе многослойных углеродных нанотрубок

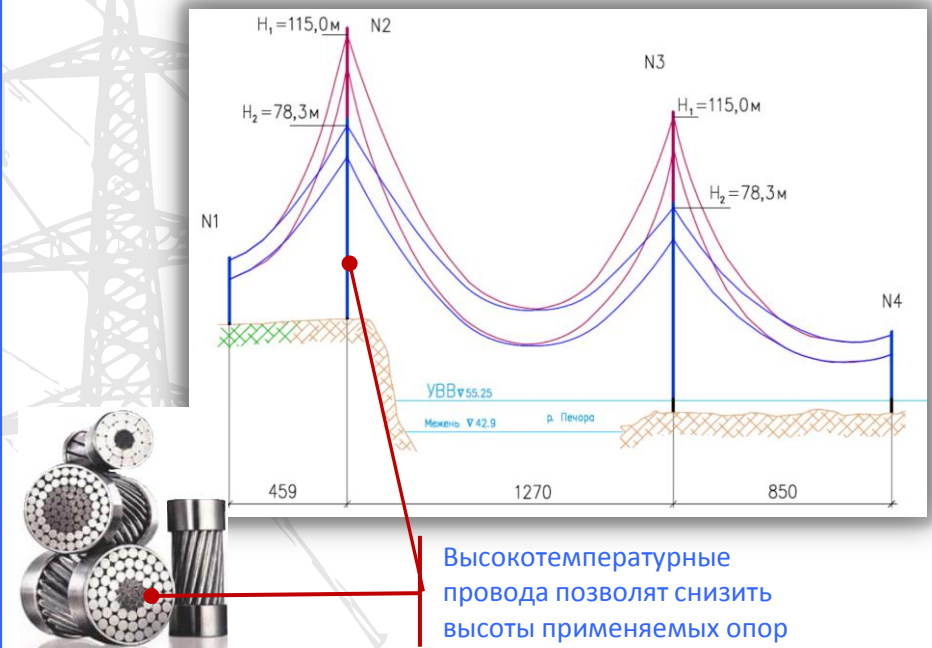


Цель проекта, назначение

**Разработка композиционных алюминиевых проводов с повышенными механическими и электропроводными характеристиками с применением нано-композитов на основе многослойных углеродных трубок.**

Основные результаты

- Опытно-промышленная партии алюминиевого провода на базе проволоки катанки с применением лигатуры МУНТ-алюминий;
- Техническое задание для производства алюминиевого провода на базе проволоки катанки с применением лигатуры МУНТ-алюминий;
- Проект патентной заявки на технологию получения алюминиевого провода на базе проволоки катанки с применением лигатуры МУНТ-алюминий;
- Патентный формуляр на изделие «МУНТ-содержащий алюминиевый провод».



Высокотемпературные провода позволят снизить высоты применяемых опор

Основной исполнитель

**НП «ИВЦ»**

Статус

**Начало: 2011 г.; Окончание: 2012 г.  
Выполняется первый этап.**

Ожидаемый эффект

- Снижение веса провода;
- Увеличение токовой нагрузки провода;
- Уменьшение коэффициента термического расширения, и как следствие увеличение токовой нагрузки при сохранении высоты стрелы провеса;
- Снижение затрат на строительство ВЛ.

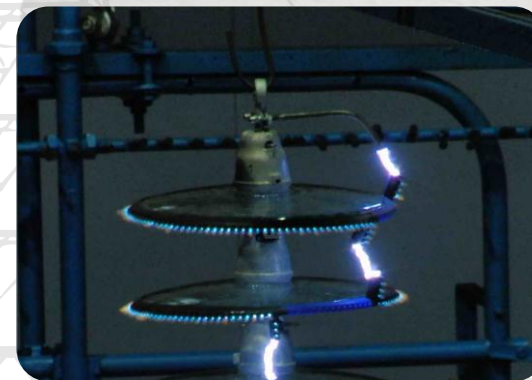


## Введено в опытную эксплуатацию более десятка типов инновационного оборудования:

- Многогранные опоры;
- СТАКОМ на ПС Выборгская;
- АСК ПС 500 кВ Бескудниково;
- УШР-500 кВ;
- УШРТ-110 кВ;
- ИРМК на ВЛ 220 кВ в Ростовской области;
- управляемая плавка гололеда;
- взрывобезопасное маслонаполненное оборудование и др.

## Планируется внедрение инновационных пилотных проектов:

- Вставки постоянного тока (ПС Могоча);
- Токоограничивающего реактора взрывного типа;
- Внедрение ВТСП кабельной линии на электросетевом объекте;
- Создание цифровой подстанции 220 кВ Надежда и др.



# Интеллектуальная сеть Северо-Запада и Востока – комплексные инновационные пилотные проекты ОАО «ФСК ЕЭС»



Реализация пилотных проектов на инновационном оборудовании, в том числе разработанном в рамках НИОКР ОАО «ФСК ЕЭС» (цифровые подстанции, системы управления и компенсации реактивной мощности и др.) направлена на получение максимального мультипликативного эффекта.

Интеллектуальная сеть Северо-Запада

Санкт-Петербург

Москва  
Центр

Северо-Запад

Волга

Урал

Юг

Сибирь

Восток

Интеллектуальная сеть Востока

Хабаровск

Владивосток

Энергокластеры Санкт - Петербурга  
«Малое кольцо» (срок 2013 г.)  
«Большое кольцо» (срок 2014 г.)

Энергокластер «Кола»  
(срок 2013 г.)

Энергокластер «Эльгауголь»  
(срок 2012 г.)

Энергокластер «Ванино»  
(срок 2013 г.)

Повышение пропускной способности линий электропередачи Приморья  
(срок 2013 г.)

Энергокластер «Коми»  
(срок 2014 г.)

Пилоты Востока обеспечивают:

- Качественное энергоснабжение разрабатываемых месторождений и нефтегазовой инфраструктуры;
- Резервирование выдачи мощности станций;
- Надежное электроснабжение Юга Приморья.

Пилоты Северо-Запада направлены на:

- Повышение надежности энергоснабжения мегаполиса;
- Создание эффективных сетей;
- Обеспечение резервирования перетоков электроэнергии.



## В области создания оборудования и технологий на основе высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП):

- Токоограничители на напряжение 110-220 кВ;
- Силовые трансформаторы на напряжение 110-220 кВ мощностью 50-100 МВА;
- Кабельные линии переменного тока на напряжение 110-220 кВ, включая системы криостатирования, кабель, соединительные муфты, токовводы;
- Кабельные линии постоянного тока на напряжение 10-110 кВ, включая системы криостатирования, кабель, соединительные муфты, токовводы, преобразователи.

## В области создания электросетевых накопителей электроэнергии большой мощности:

- Сверхпроводящий индуктивный накопитель электроэнергии энергоемкостью  $10^8 - 10^9$  Дж;
- Аккумуляторные батареи большой энергоемкости (NAS, Li-Ion, суперконденсаторы);
- Маховиковые накопители на базе АС-компенсатора энергоемкостью  $10^7$  Дж;
- ВТСП-синхронный компенсатор 160-320 МВА.

## В области создания оборудования и технологий защиты электрических сетей от внешних климатических воздействий:

- Системы мониторинга гололедообразования, предотвращения гололедно-ветровых аварий и перегрузки воздушных линий электропередачи;
- Инструментальные средства для определения мест повреждения полимерных изоляторов на ВЛ 110-750 кВ;
- Сверхпрочные композиционные алюминиевые провода с повышенными механическими и электропроводными характеристиками;
- Провода с антигололедным покрытием на металлической поверхности (в том числе с применением нанотехнологий).



## **В области создания релейной защиты, автоматики и систем управления ИЭС ААС:**

- Устройства синхронизированных измерений (PMU) при введении WACS/WAPS технологий в ИЭС ААС;
- Интегрированные системы релейной защиты и автоматики на базе векторных и гипервекторных измерений (WAPS);
- Интегрированные системы мониторинга переходных режимов ИЭС ААС в реальном времени;
- Сверхбыстродействующих оптических защит автотрансформаторов СВН;
- Цифровая подстанции на основе КРУЭ с цифровым интерфейсом, оптических цифровых трансформаторов тока напряжений, РЗА и АСУТПс цифровыми интерфейсами, мониторинг и диагностика силового оборудования с цифровыми интерфейсами;
- Программно-технический комплекс модели электроэнергетической сети для проведения расчетов установившихся режимов и переходных процессов для целей РЗА и управления режимами.

## **В области создания энергоэффективного оборудования для надежности и безопасности функционирования ЕНЭС:**

- Устройства ограничения токов короткого замыкания напряжением 110-220 кВ на основе полупроводниковых приборов и механических расцепителей;
- Провода с улучшенными электропроводными характеристиками;
- Фазопоротные устройства напряжением 220-500 кВ;
- Газонаполненные линии электропередачи 220-500 кВ для обеспечения глубоких вводов электроэнергии в мегаполисы;
- КРУЭ 110 - 220 кВ наружной установки с вакуумными выключателями;
- Взрывобезопасные маслонаполненные силовые трансформаторы напряжением 110-500 кВ;
- Оптические цифровые измерительные трансформаторы тока и напряжения 110-750 кВ.





# Сотрудничество с научными организациями

Взаимодействие ведется в рамках заключенных соглашений о сотрудничестве с научными организациями

**Заключено более 75 соглашений о сотрудничестве с организациями-подрядчиками НИОКР:**

- более 30 соглашений с научными организациями (ОИВТ РАН, ФГУП ВЭИ, ОАО «ЭНИН», ОАО «НИИПТ» и др.),
- 45 соглашений с ВУЗами (МЭИ, СПбГПУ, ИГЭУ и др.).

**Ключевые направления сотрудничества:**

- формирование и синхронизация научно-технической и инновационной политики;
- участие в выполнении проектов программы инновационного развития и реализации НИОКР;
- повышение квалификации персонала компании и качества подготовки кадров.

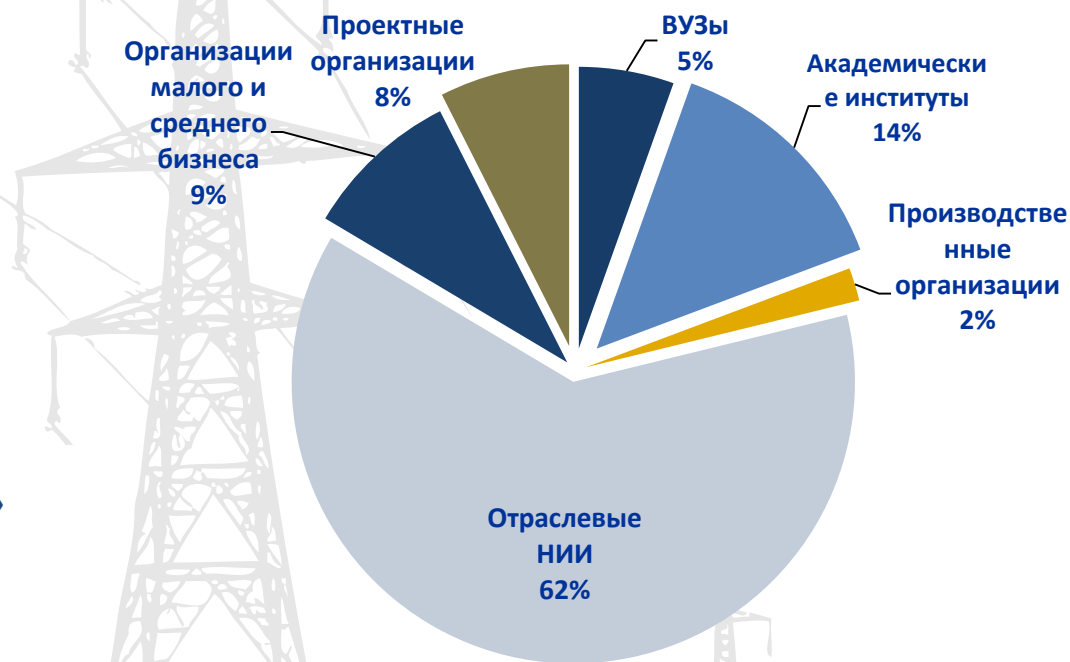




## Структура финансирования НИОКР

В рамках реализации Программы за 2011 г. НИОКР проводились коллективами 29 организаций:

- 8 академических и отраслевых научно-исследовательских институтов (в т. ч. ОИВТ РАН, ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», ФГУП ВЭИ, ОАО «ЭНИН», ОАО «НИИПТ» и др.);
- 2 высших учебных заведения (МЭИ ТУ, Казанский Государственный университет);
- 7 проектных организаций (ОАО «Институт «Энергосетьпроект», ОАО «Фирма ОРГРЭС» и др.);
- 12 производственно-научных организаций (ОАО «Электrozавод», ЗАО «ЗЭМ РКК «Энергия» им. С.П. Королева» и др.).





1. Формирование максимальной открытости и прозрачности ОАО «ФСК ЕЭС» в части актуальных направлений и разработок НИОКР, информирование участников инновационного процесса планах, стратегии развития компании.
2. Нарращивание компетенций в научных и образовательных организациях по повышению качества научно-исследовательских работ (формирование совместных научных и экспертных советов, проведение семинаров, курсов, конференций и пр.).
3. Создание центров компетенций - структуры, формирующей образцы новой инженерной практики за счет подготовки высококвалифицированных кадров, обмена знаниями и создания новых технологий.
4. Создание и полноценная реализация межотраслевых площадок для общения - центров рождения инноваций (как технологические платформы, конкурсы и др.).



## ОАО «ФСК ЕЭС»

117630, г. Москва, ул. Академика Челомея, 5А

### Телефоны:

Единый информационный центр: 8-800-200-18-81

Для звонков из стран

ближнего и дальнего зарубежья: +7 (495) 710-93-33

Факс: +7 (495) 710-96-55

E-mail: [info@fsk-ees.ru](mailto:info@fsk-ees.ru)

Сайт: [www.fsk-ees.ru](http://www.fsk-ees.ru)



Спасибо за внимание!