

# РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

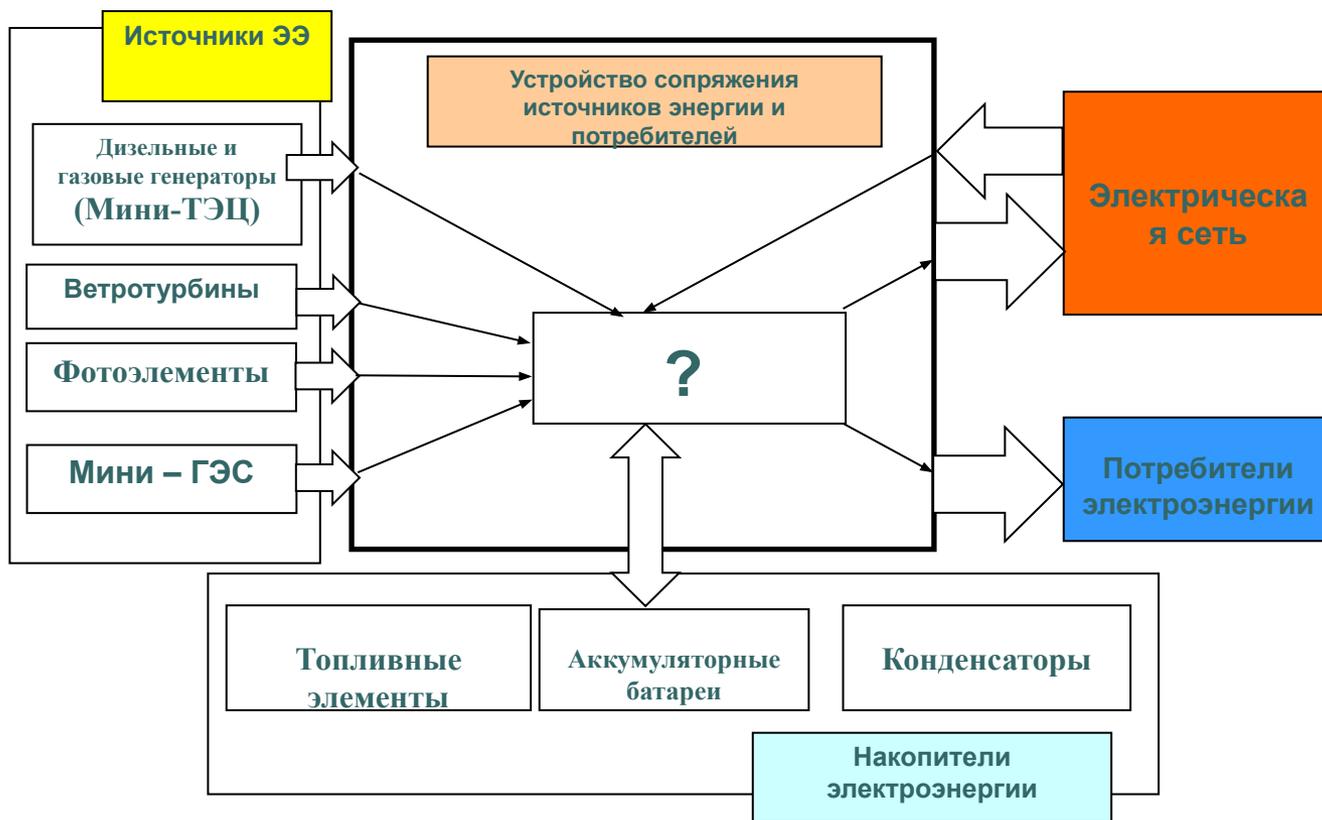
Государственный контракт № 02.516.11.6045 от 14.06.2007

(Шифр: 2007-6-1.6-31-04-034)

Научный руководитель – д.т.н., проф. **А.Б. Лоскутов**

# Поставлена цель

Разработка теоретических и технических решений, математических моделей и алгоритмов управления устройств, позволяющих производить преобразование параметров электрической энергии от источников различной природы и мощности, сопрягать любые источники электрической энергии с ее накопителями в единый энергетический модуль с целью эффективного использования, в том числе возобновляемых, источников энергии

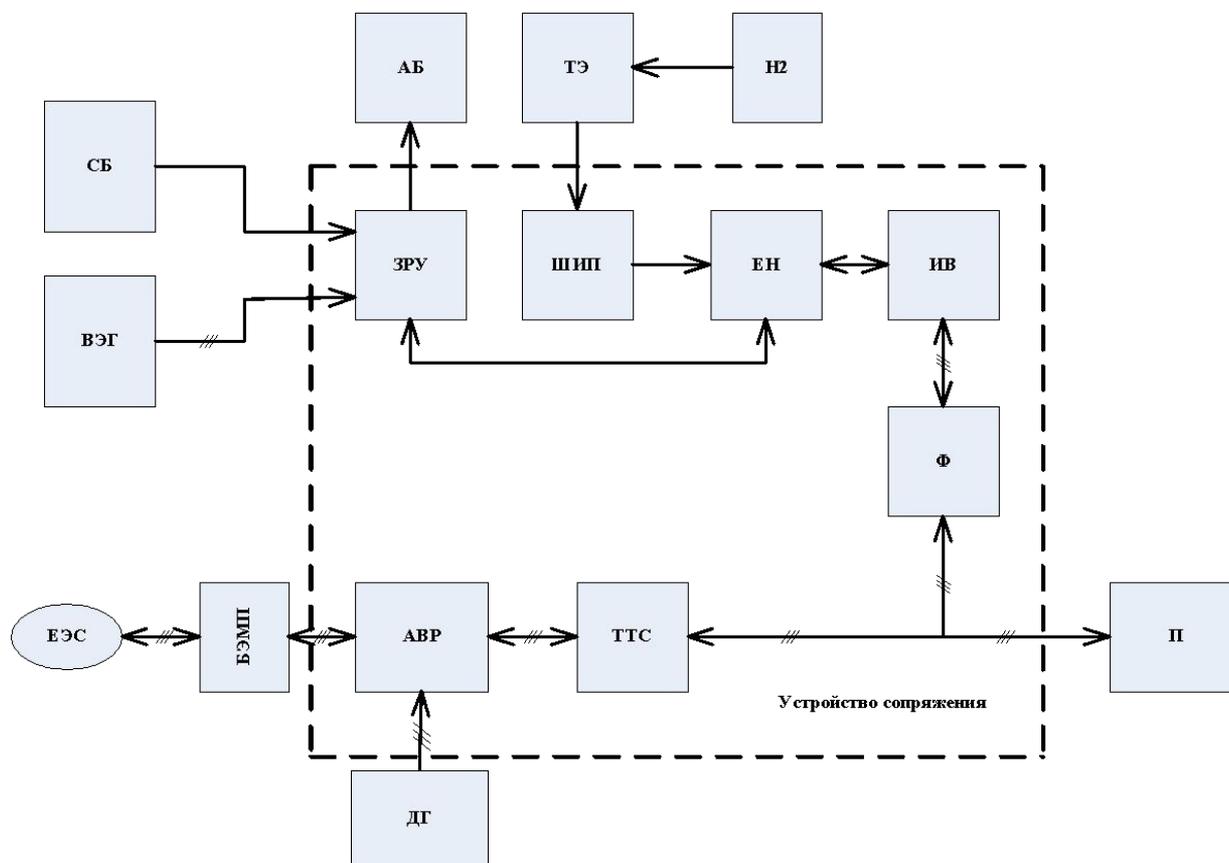




# Наименование разработанной научно-технической продукции

- ▣ Методика проектирования модульного устройства сопряжения
- ▣ Техническая документация на изготовление экспериментального образца устройства сопряжения
- ▣ Экспериментальный образец УС мощностью 10 кВА
- ▣ Техническое задание на проведение опытно-конструкторских работ по созданию типового ряда опытных образцов мощностью 10, 50, 100 кВА устройства сопряжения
- ▣ Методика расчета уставок защиты электрической части устройства сопряжения
- ▣ Руководящий документ «Условия подключения сопряженных автономных источников энергии к энергосистеме»
- ▣ Методика ТЭО применения УС потребителей и различных типов источников электроэнергии
- ▣ Программный продукт по конструированию устройств сопряжения с заданными характеристиками

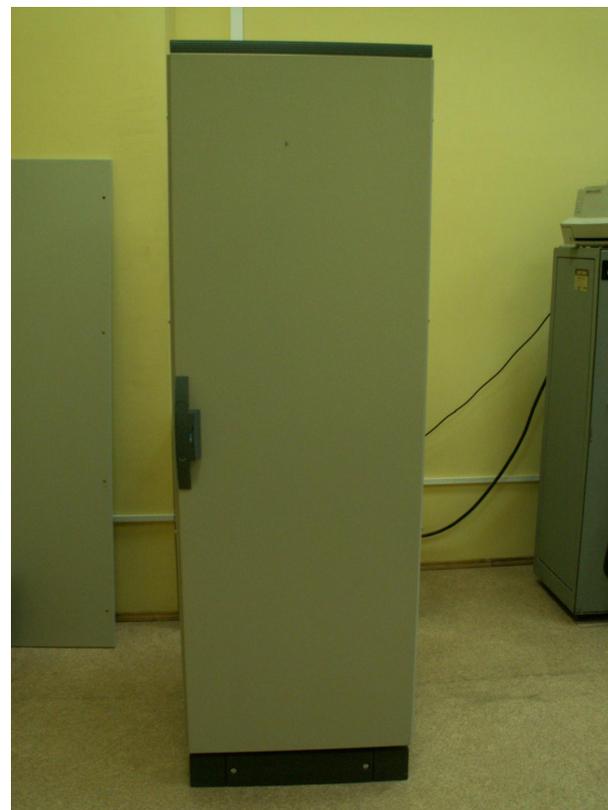
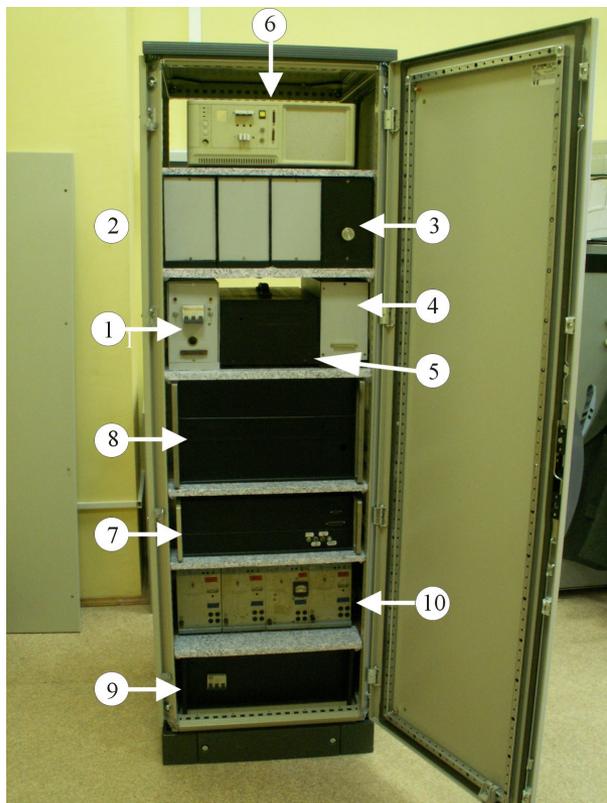
# Структурная схема устройства сопряжения



# Физическая модель устройства сопряжения



# Экспериментальный образец модульного устройства сопряжения мощностью 10 кВА



1 – АВР; 2 – три однофазных ТТРН; 3 – модуль управления ТТРН; 4 – ИВ; 5 – Ф; 6 – модуль управления и синхронизации ИВ; 7 – модуль конвертора СБ и реверсивного ШИП; 8 – ЕН; 9 – модуль коммутации входных присоединений; 10 – источники питания  $\pm 5$  В,  $\pm 15$  В

# Основные рабочие модули устройства

- модуль входных цепей переменного тока - устройство АВР. Обеспечивает переключение цепей основной и резервной питающей сети;
- модуль конвертора солнечных батарей (СБ). Формирует зарядный ток аккумуляторных батарей при питании от СБ с выходным напряжением 5 – 17 В. Допускает величину входного максимального напряжения 50 В.
- модуль реверсивного широтно-импульсного преобразователя (ШИП). Обеспечивает сопряжение цепей постоянного тока аккумулирующих элементов низкого напряжения ( $\pm 24$  В) с цепями постоянного тока емкостного накопителя напряжением  $\pm 350$  В (конструктивно модули конвертора СБ и реверсивного ШИП выполнены в одном корпусе);
- модуль ТТРН. Обеспечивает стабилизацию и регулирование напряжения на входе потребителя при изменении параметров выходных напряжений основной или резервной сети, а также инверторного выпрямителя, при переизбытке мощности нетрадиционных ИЭ (солнечных батарей, ВЭУ, топливных элементов);
- модуль ИВ. Обеспечивает сопряжение цепей постоянного тока с величиной емкостного напряжения и трехфазных цепей переменного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц.

# Вспомогательные модули устройства

- модуль системы управления модулей ТТРН;
- модуль системы управления модуля ИВ;
- модуль емкостного накопителя (конструктивно представляет самостоятельный блок, а функционально является составной частью реверсивного двухполярного преобразователя);
- модуль фильтров (только для параллельной работы ТТРН и ИВ), схемотехнически представляющий из себя LC-фильтр ( $L=3,5$  мГн,  $C=2$  мкФ). Обеспечивает шунтирование высокочастотных гармонических составляющих ИВ;
- модуль стандартных ИЭ системы управления устройства сопряжения ( $\pm 5$  В/3 А,  $\pm 15$  В/3 А);
- модуль коммутации входных межблочных присоединений.
- Экспериментальный образец устройства сопряжения позволяет объединить в единую цепь первичные ИЭ с различными параметрами (химические источники тока, топливные элементы, солнечные батареи, автономные генераторы, ветроэлектрогенераторы, общепромышленную питающую сеть). Это позволяет обеспечить бесперебойное электропитание по трехфазной цепи переменного напряжения величиной 380 В частотой 50 Гц общепромышленных и ответственных электропотребителей.



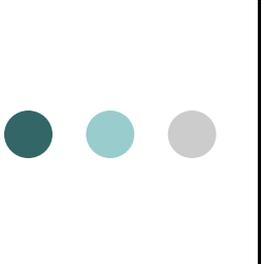
## Области применения разработанного устройства сопряжения

- Возможность эффективного использования нетрадиционных источников энергии в условиях энергоснабжения удалённых районов РФ, не подключенных к сетям энергосистем. Это особенно актуально для Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири, где проживает около 10 млн. человек, и куда ежегодно завозится 6 - 8 млн. т. дизельного топлива и мазута и 20 - 25 млн. тонн угля.
- для замены электромеханических преобразователей (генераторов) судовых энергоустановок при применении на них батарей топливных элементов.
- в атомной энергетике для обеспечения бесперебойного электроснабжения особо ответственных потребителей (систем контроля и защиты АЭС).
- УС может быть применено как комплексно, так и отдельными модулями (стабилизация напряжения общепромышленной питающей сети, регулирование стабилизации выходных напряжений химических источников тока, ВЭУ, солнечных батарей и т.п.).
- Модули УС могут выполняться как для промышленного применения, так и для бытовых целей.
- При комплексном использовании потребитель самостоятельно может определять архитектуру устройства сопряжения или дополнять ее в процессе эксплуатации.



## Предложения

- Созданный экспериментальный образец модульного устройства решает проблему сопряжения разнородных источников ЭЭ с потребителем и сетью в рамках 10 кВА. Увеличение мощности УС повлечет за собой изменение и элементной базы и систем управления.
- С целью выявления возможных отказов или определения времени наработки УС на отказ необходимо проведение эксплуатационных испытаний УС разной мощности и в реальных условиях производства. Для этого требуется изготовление типового ряда опытно-промышленных образцов в соответствии с установленными требованиями ГОСТ и нормативных документов
- Предлагается к разработке и созданию типовой ряд опытных образцов мощностью 10, 50 и 100 кВА устройства сопряжения потребителей и различных типов источников электрической энергии.



# Тема ОКР «Разработка и создание типового ряда опытных образцов мощностью 10, 50, 100 кВ·А устройства сопряжения потребителей и различных типов источников электрической энергии»

## Цель выполнения ОКР

- Разработка модульной конструкции и изготовление типового ряда опытных образцов устройства сопряжения мощностью 10, 50, 100 кВА, позволяющих производить преобразование параметров электрической энергии от источников различной природы и мощности, сопрягать любые источники электрической энергии с ее накопителями в единый энергетический модуль с целью эффективного использования новых и возобновляемых источников энергии

## План выполнения ОКР

- **1 этап.** Разработка технических требований и технических решений создания типового ряда мощностью 10, 50, 100 кВА устройства сопряжения модульного типа
- **2 этап.** Изготовление и испытания экспериментальных образцов мощностью 50, 100 кВА устройства сопряжения
- **3 этап.** Разработка конструкции опытных образцов мощностью 10, 50, 100 кВА устройства сопряжения
- **4 этап.** Изготовление опытных образцов типового ряда мощностью 10, 50, 100кВА устройства сопряжения разнородных источников электроэнергии
- **5 этап.** Разработка проектно- конструкторской и технологической документации проекта типового ряда устройств сопряжения мощностью 10, 50, 100 кВА



# Выполнение программных индикаторов

- **И.1.6.1.** Доля завершенных проектов научно-исследовательских работ по Программе, перешедших в стадию опытно-конструкторских работ с целью разработки конкурентоспособных технологий для последующей коммерциализации  
По ТЗ: 2007 г. – 0, 2008 г. – 1  
фактически: 2007 г. – 0, 2008 г. – 1  
Техническое задание на ОКР прилагается.
- **И.1.6.2** Число публикаций в ведущих научных журналах, содержащих результаты интеллектуальной деятельности, полученные в рамках выполнения проектов проблемно-ориентированных поисковых исследований  
По ТЗ: 2007 г. – 4, 2008 г. – 6  
фактически: 2007 г. – 6, 2008 г. – 14  
Список публикаций прилагается.
- **И.1.6.3** Число патентов (в том числе международных) на результаты интеллектуальной деятельности, полученные в рамках выполнения проектов проблемно-ориентированных поисковых исследований  
По ТЗ: 2007 г. – 0, 2008 г. – 2  
фактически: 2007 г. – 0, 2008 г. – 2  
Список прилагается.
- **И.1.6.4** Число диссертаций на соискание ученых степеней, защищенных в рамках выполнения проектов проблемно-ориентированных поисковых исследований  
По ТЗ: 2007 г. – 0, 2008 г. – 1  
фактически: 2007 г. – 0, 2008 г. – 2  
Авторефераты диссертаций прилагаются.



# Список патентов по проекту

- Патент РФ на изобретение №2337451 от 27.10.2008. Способ передачи электрической энергии трехфазного напряжения на переменном токе и система для его реализации. Авторы: Чивенков А.И., Крахмалин И.Г.
- Решение о выдаче патента на полезную модель. Заявка № 2008111081/22(011976) от 24.03.2008г. Название полезной модели: Система бесперебойного энергоснабжения. Авторы: Асабин А.А., Лоскутов А.Б., Чивенков А.И. Патентообладатель: ГОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

## Диссертации

- 1) Материалы НИР включены в диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук к.т.н., профессором НГТУ Кириенко В.П. на тему «Регулируемые преобразователи систем импульсного электропитания». Защита состоялась 17 октября 2008г. на заседании Диссертационного совета Д212.301.02 по научной специальности 05.09.12 «Силовая электроника». Место защиты диссертации – ФГОУ «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова.
- 2) Материалы НИР включены в диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук аспирантом НГТУ Ваняевым С.В. на тему «Преобразователи импульсных систем электропитания с регулируемым энерговыделением». Защита состоялась 10 октября 2008г. на заседании Диссертационного совета Д.212.165.02 в Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева по научной специальности 05.09.12 «Силовая электроника».