



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической
системы»**

109044 г.Москва, Воронцовский пер., дом 2
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Научно-технической
коллегии НП «НТС ЕЭС», д.т.н.,
профессор

 Н.Д. Роголев

«07» февраля 2020 г.

ПРОТОКОЛ

совместного заседания секции «Электротехническое оборудование»
НП «НТС ЕЭС» и НТС АО «НТЦ ФСК ЕЭС» по теме:

**Разработка и апробация инновационных технологий по снижению расхода
на собственные нужды подстанций в рамках реализации мероприятий
Дорожной карты Национального проекта «Энергоэффективная
подстанция», этап 1.**

10 января 2020г.

г. Москва

Присутствовали члены секции и НТС:

- | | |
|--|---|
| ДЕМЕНТЬЕВ
Юрий Александрович | - Советник Генерального директора
Председатель НТС АО НТЦ ФСК ЕЭС»; |
| ХРЕННИКОВ
Александр Юрьевич | - Начальник Отдела обеспечения деятельности
НТС и НТИ, Учёный секретарь НТС АО НТЦ
ФСК ЕЭС»; |
| МОРЖИН
Юрий Иванович | - Главный научный сотрудник Отдела
обеспечения НТС и НТИ, заместитель
Председателя АО НТЦ ФСК ЕЭС»; |

- ВОРОТНИЦКИЙ**
Валерий Эдуардович - Главный научный сотрудник Отдела обеспечения НТС и НТИ, **заместитель Председателя** АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- СМЕКАЛОВ**
Владимир Валентинович - Начальник Центра управления надежностью и активами, **заместитель Председателя** АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- СОКУР**
Павел Вячеславович - Заведующий сектором электрических машин Центра качества электроэнергии;
- ПЕШКОВ**
Максим Валерьевич - Заместитель начальника Центра качества электроэнергии;
- ТОКАРСКИЙ**
Андрей Юрьевич - Ведущий эксперт Отдела анализа и развития инновационных технологий;
- ЛЮБАРСКИЙ**
Юрий Яковлевич - Главный научный сотрудник Отдела обеспечения НТС и НТИ АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- ЛЬВОВ**
Юрий Николаевич - Главный научный сотрудник Отдела обеспечения НТС и НТИ АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- РАБИНОВИЧ**
Марк Аркадьевич - Главный научный сотрудник Отдела обеспечения НТС и НТИ АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- НОВИКОВ**
Николай Леонтьевич - Заместитель научного руководителя АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- АНТОНОВ**
Анатолий Викторович - Начальник Центра качества электроэнергии АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- МАТИНЯН**
Александр Маратович - Начальник Отдела моделирования и исследования управляемых электропередач переменного и постоянного тока Центра качества электроэнергии АО НТЦ ФСК ЕЭС».
- Приглашённые:**
- АРХИПОВ**
Игорь Леонидович - Начальник Департамента инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС»;
- ПОТАПЕНКО**
Антон Михайлович - Заместитель начальника Центра энергоэффективных технологий и снижения потерь АО НТЦ ФСК ЕЭС»;

- РЯБИН**
Иван Викторович - Начальник проектно-конструкторского отдела Центра энергоэффективных технологий и снижения потерь АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- ПАРИНОВ**
Илья Андреевич - Начальник Центра энергоэффективных технологий и снижения потерь АО НТЦ ФСК ЕЭС»;
- МЕДОВ**
Дмитрий Андреевич - ГИП ООО «Архитектурная мастерская Юсупова»;
- ВОРОБЬЕВ**
Евгений Александрович - Руководитель проекта ООО «Архитектурная мастерская Юсупова».

Слушали:

Доклад заместителя начальника Центра энергоэффективных технологий и снижения потерь АО «НТЦ ФСК ЕЭС» Потапенко Антона Михайловича о выполнении 1 этапа «Информационно-теоретические исследования» НИОКР по теме: «Разработка и апробация инновационных технологий по снижению расхода на собственные нужды подстанций в рамках реализации мероприятий Дорожной карты Национального проекта «Энергоэффективная подстанция».

Сведения о выполняемой работе:

Работа выполняется по договору от «22» августа 2019 г. № И-4-1902-19 с ПАО «ФСК ЕЭС».

Основная цель работы - разработка и апробация на объектах ПАО «ФСК ЕЭС ряда технических решений и нормативно-технических документов, позволяющих снизить расход электроэнергии на собственные нужды подстанции, повысить надежность и наблюдаемость оборудования, а также снизить капиталовложения при новом строительстве и реконструкции подстанций.

Основные задачи работы:

1. Задачи работы в области использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ):
 - Проведение исследований имеющихся и перспективных ВИЭ применительно к подстанциям ПАО «ФСК ЕЭС».
 - Анализ применяемого на ПС ПАО «ФСК ЕЭС» оборудования и режимов их работы (относительно внедрения ВИЭ). Разработка технических подходов к интеграции ВИЭ в имеющуюся инфраструктуру СН ПС.
 - Разработка и согласование общих технических решений.

- Разработка конструкторской документации.
 - Изготовление и монтаж на объекте опытного образца ВИЭ, интегрированного с системой аккумулирования электроэнергии ПС.
 - Проведение испытаний опытного образца.
 - Проведение опытно-промышленной эксплуатации.
 - Разработка рекомендации по применению элементов ВИЭ на ПС ПАО «ФСК ЕЭС», анализ эффекта от внедрения элементов ВИЭ на подстанциях ПАО «ФСК ЕЭС».
2. Задачи работы в области инновационных элементов системы резервного питания:
- Проведение исследований, обоснования и выбор технических решений по результатам патентного поиска, исследования и технико-экономического обоснования различных вариантов элементов питания для систем оперативного тока;
 - Разработка и согласование требований к аккумуляторным на новых и реконструируемых подстанциях;
 - Разработка конструкторской документации;
 - Изготовление макета или опытного образца;
 - Проведение испытаний макета или опытного образца;
 - Внедрение на объекте опытного образца;
 - Проведение опытно-промышленной эксплуатации;
 - Разработка нормативно-технических документов.
3. Задачи работы в области повышения энергоэффективности ТСН:
- Проведение анализа загрузки ТСН, схем включения ТСН, мощности токоприемников СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС».
 - Анализ действующих нормативных документов и требований, определяющих порядок и возможность ввода в работу и вывода из работы ТСН;
 - Анализ действующих нормативных документов и требований, определяющих технические характеристики, количество и мощность ТСН при новом строительстве и проектировании.
 - Расчет эффекта от применения ТСН с сердечником из аморфной стали;
 - Разработка алгоритма принятия решения об отключении ТСН и включении его в работу на основании показателей энергетической эффективности, режимов работы ТСН и суммарной нагрузки собственных нужд ПС;
 - Разработка технических решений, конструкторской документации на опытный образец автоматизированной системы отключения ТСН в режимах малых нагрузок;

- Разработка технических требований к высокоэффективным ТСН, в том числе с сердечником из аморфной стали, для применения на ПС ПАО «ФСК ЕЭС».
 - Изготовление опытного образца автоматизированной системы отключения ТСН в режимах малых нагрузок и применения высокоэффективных ТСН (далее объединение указанных технологий - «Энергоэффективный ТСН») для апробации на ПС;
 - Апробация разработанных технологий и рекомендаций, включая:
 - Выполнение монтажных и пуско-наладочных работ по установке опытного образца «Энергоэффективного ТСН» на подстанции ПАО «ФСК ЕЭС».
 - Проведение испытаний;
 - Проведение опытно-промышленной эксплуатации;
 - Разработка нормативно-технических документов по применению технологий «Энергоэффективного ТСН» в режимах малых нагрузок и ТСН с сердечником из аморфной стали;
 - Разработка рекомендаций по корректировке действующих нормативных документов и требований, определяющих технические характеристики, количество и мощность ТСН при новом строительстве и проектировании.
 - Разработка рекомендаций по внедрению технологий «Энергоэффективного ТСН» на ПС ПАО «ФСК ЕЭС».
4. Задачи работы в области повышения энергетической эффективности обогрева оборудования ПС:
- Разработка технических решений повышения эффективности систем обогрева оборудования, на основе анализа как уже применяемых на ПС ПАО «ФСК ЕЭС», так и новых систем обогрева электротехнического оборудования, разработка требований к таким системам;
 - Формирование альбома типовых решений по системам обогрева оборудования при новом строительстве и реконструкции ПС, дооснащении эксплуатируемого оборудования, не оснащенного устройствами управления обогревом, энергоэффективными системами обогрева, включая системы мониторинга и автоматизации;
 - Выбор объекта для апробации разработанных требований на этапе проектирования ПС ПАО «ФСК ЕЭС»;
 - Разработка разделов проектной документации и требований к системам обогрева оборудования проектируемой ПС;
 - Выбор объекта для апробации разработанных требований на эксплуатируемой ПС ПАО «ФСК ЕЭС»;
 - Апробация разработанных требований на эксплуатируемой ПС ПАО «ФСК ЕЭС»;

- Разработка корректировок к техническим требованиям на системы обогрева оборудования ПС, закупаемого для нужд ПАО «ФСК ЕЭС».

Задачи 1 этапа «Информационно-теоретические исследования»:

1.1. Информационно-теоретические исследования в области использования ВИЭ (этап 1.1).

1.1.1 Разработка Устава Договора.

1.1.2 Анализ существующих технических решений в области ВИЭ.

1.1.3 Анализ применимости ВИЭ для потребителей электрической и тепловой энергии, характерных для существующих и проектируемых подстанций.

1.1.4 Анализ эксплуатируемых на ПС ПАО «ФСК ЕЭС» токоприёмников, режимов их работы. Разработка технических подходов к интеграции ВИЭ в имеющуюся инфраструктуру СН ПС.

1.1.5 Разработка Эскизного проекта интеграции ВИЭ на подстанции.

1.1.6 Сбор предварительных данных о способе и масштабах использования результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта.

1.1.7 Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ;

1.1.8 Проведение тематического патентного поиска.

1.1.9 Подготовка обосновывающего отчета по выбору объекта внедрения ВИЭ на одной из подстанций ПАО «ФСК ЕЭС», в том числе на основе измерений фактического потребления электроэнергии токоприёмниками СН ПС.

1.1.10 Получение заключения о результатах выполненной по этапу 1.1 Работы внешней экспертной организацией.

1.1.11 Проведение внутренней экспертизы результатов этапа 1.1. Работы на заседании научно-технического (ученого) совета или секции научно-технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других заинтересованных организаций по решению Сторон.

1.1.12 Подготовка заключения экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов этапа 1.1 Работы.

1.1.13 Подготовка материалов этапа 1.1 Работы для вынесения на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС» в составе:

1.1.14 Презентация;

1.1.15 Пояснительная записка;

1.1.16 Проект решения Технического совета.

1.2. Информационно-теоретические исследования в области инновационных элементов системы резервного питания (этап 1.2).

1.2.1 Сравнительный анализ существующих технических решений в области инновационных элементов системы резервного питания.

1.2.2 Выбор наиболее оптимальной технологии инновационных элементов системы резервного питания для применения на ПС ПАО «ФСК ЕЭС».

1.2.3 Разработка Эскизного проекта системы оперативного тока на основе инновационных элементов системы резервного питания.

1.2.4 Сбор предварительных данных о способе и масштабах использования результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта.

1.2.5 Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ.

1.2.6 Проведение тематического патентного поиска.

1.2.7 Подготовка обосновывающего отчета по выбору объекта внедрения технологии инновационных элементов системы резервного питания на одной из подстанций ПАО «ФСК ЕЭС», в том числе на основе измерений фактического потребления электроэнергии токоприёмниками СН ПС.

1.2.8 Получение заключения о результатах выполненной по этапу 1.2 Работы внешней экспертной организацией.

1.2.9 Проведение внутренней экспертизы результатов этапа 1.2 Работы на заседании научно-технического (ученого) совета или секции научно-технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других заинтересованных организаций по решению Сторон.

1.2.10 Подготовка заключения экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов этапа 1.2 Работы.

1.2.11 Подготовка материалов этапа 1.2 Работы для вынесения на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС» в составе:

- Презентация;
- Пояснительная записка;
- Проект решения Технического совета.

1.3. Информационно-теоретические исследования в области отключения слаботяжелых трансформаторов собственных нужд и применения высокоэффективных трансформаторов собственных нужд (этап 1.3).

1.3.1 Анализ загрузки ТСН, схем включения ТСН, мощности токоприемников СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС».

1.3.2 Анализ целесообразности применения ТСН с сердечником из аморфной стали.

1.3.3 Анализ действующих нормативных документов и требований, определяющих порядок и возможность ввода в работу и вывода из работы ТСН.

1.3.4 Разработка алгоритма принятия решения об отключении ТСН и включении его в работу на основании показателей энергетической эффективности, режимов работы ТСН и суммарной нагрузки собственных нужд ПС.

1.3.5 Разработка Эскизного проекта.

1.3.6 Сбор предварительных данных о способе и масштабах использования результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта.

1.3.7 Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ.

1.3.8 Проведение тематического патентного поиска.

1.3.9 Подготовка обосновывающего отчета по выбору объекта внедрения опытного образца «Энергоэффективного ТСН» на одной из подстанций ПАО «ФСК ЕЭС», в том числе на основе измерений фактического потребления электроэнергии токоприёмниками СН ПС.

1.3.10 Получение заключения о результатах выполненной по этапу 1.3 Работы внешней экспертной организацией.

1.3.11 Проведение внутренней экспертизы результатов этапа 1.3 Работы на заседании научно-технического (ученого) совета или секции научно-технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других заинтересованных организаций по решению Сторон.

1.3.12 Подготовка заключения экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов этапа 1.3 Работы.

1.3.13 Подготовка материалов этапа 1.3 Работы для вынесения на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС» в составе:

- Презентация;
- Пояснительная записка;
- Проект решения Технического совета.

1.4. Информационно-теоретические исследования в области обогрева оборудования ПС (этап 1.4).

1.4.1 Разработка технических решений повышения эффективности систем обогрева оборудования с анализом применяемых на ПС ПАО «ФСК ЕЭС» систем обогрева электротехнического оборудования и современных систем обогрева электротехнического оборудования.

1.4.2 Сбор предварительных данных о способе и масштабах использования результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта.

1.4.3 Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ.

1.4.4 Проведение тематического патентного поиска.

1.4.5 Получение заключения о результатах выполненной по этапу 1.4 Работы внешней экспертной организацией.

1.4.6 Подготовка обосновывающего отчета по выбору объекта внедрения энергоэффективных технологий обогрева оборудования на одной из эксплуатируемых подстанций ПАО «ФСК ЕЭС», в том числе на основе измерений фактического потребления электроэнергии токоприёмниками СН ПС.

1.4.7 Проведение внутренней экспертизы результатов этапа 1.4 Работы на заседании научно-технического (ученого) совета или секции научно-

технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других заинтересованных организаций по решению Сторон.

1.4.8 Подготовка заключения экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов этапа 1.4 Работы.

1.4.9 Подготовка материалов этапа 1.4 Работы для вынесения на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС» в составе:

- Презентация;
- Пояснительная записка;
- Проект решения Технического совета.

Результаты работы 1 этапа:

Раздел 1 – Возобновляемые источники энергии

1. Устав Договора.

2. Научно-технический отчет, содержащий:

– Результаты анализа существующих технических решений в области ВИЭ.

– Результаты анализа применимости ВИЭ для потребителей электрической и тепловой энергии, характерных для существующих и новых подстанций.

– Результаты анализа применяемых на ПС ПАО «ФСК ЕЭС» систем аккумулирования электроэнергии, режимов их работы. Разработка технических подходов к интеграции ВИЭ в имеющуюся инфраструктуру аккумулирования электроэнергии ПС

– Предварительные данные о способе и масштабах использования результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта;

– Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ.

3. Отчет по результатам тематического патентного поиска.

4. Эскизный проект ВИЭ ПС.

5. Обосновывающий отчет по выбору объекта внедрения ВИЭ на одной из подстанций ПАО «ФСК ЕЭС».

6. Протокол внутренней экспертизы результатов этапа 1.1 Работы договора научно-технического (ученого) совета или секции научно-технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других заинтересованных организаций по решению Сторон.

7. Материалы для вынесения результатов этапа 1.1 на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС»:

- Презентация,
- Пояснительная записка,
- Проект решения Технического Совета.

8. Материалы экспертной организации по оценке отчетных материалов этапа 1.1.

9. Заключение экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов по этапу 1.1 Работы.

Раздел 2 – Инновационные элементы систем резервного питания

1. Научно-технический отчет, содержащий:

– Результаты анализа существующих технических решений в области инновационных элементов системы резервного питания;

– Выбор и обоснование оптимальной технологии инновационных элементов системы резервного питания для применения на ПС ПАО «ФСК ЕЭС»;

– Предварительные данные о способе и масштабах использования результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта;

– Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ.

2. Отчет по результатам тематического патентного поиска.

3. Эскизный проект системы оперативного тока на основе инновационных элементов системы резервного питания.

4. Обосновывающий отчет по выбору объекта внедрения технологии инновационных элементов системы резервного питания на одной из подстанций ПАО «ФСК ЕЭС»

5. Протокол внутренней экспертизы результатов этапа 1.2 Работы договора научно-технического (ученого) совета или секции научно-технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других заинтересованных организаций по решению Сторон.

6. Материалы для вынесения результатов этапа 1.2 на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС»:

– Презентация,

– Пояснительная записка,

– Проект решения Технического Совета.

7. Материалы экспертной организации по оценке отчетных материалов этапа 1.2.

8. Заключение экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов по этапу 1.2 Работы.

Раздел 3 – Энергоэффективный ТСН

1. Научно-технический отчет, содержащий:

– Результаты анализа загрузки ТСН, схем включения ТСН, мощности токоприемников СН ПС ПАО «ФСК ЕЭС».

– Результаты анализа действующих нормативных документов и требований, определяющих порядок и возможность ввода в работу и вывода из работы ТСН.

– Алгоритм принятия решения об отключении ТСН и включении его в работу на основании показателей энергетической эффективности, режимов работы ТСН и суммарной нагрузки собственных нужд ПС;

– Результаты анализа современных и перспективных технологий повышения эффективности ТСН, в том числе использования ТСН с сердечником из аморфной стали.

– Предварительные данные о способе и масштабах использования

результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта;

– Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ.

2. Отчет по результатам тематического патентного поиска.

3. Эскизный проект автоматизированной системы отключения ТСН в режимах малых нагрузок.

4. Обосновывающий отчет по выбору объекта внедрения технологии отключения слабонагруженных трансформаторов собственных нужд и применения трансформаторов собственных нужд с сердечником из аморфной стали на одной из подстанций ПАО «ФСК ЕЭС».

5. Протокол внутренней экспертизы результатов этапа 1.3 Работы договора научно-технического (ученого) совета или секции научно-технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других заинтересованных организаций по решению Сторон.

6. Материалы для вынесения результатов этапа 1.3 на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС»:

– Презентация,

– Пояснительная записка,

– Проект решения Технического Совета.

7. Материалы экспертной организации по оценке отчетных материалов этапа 1.3.

8. Заключение экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов по этапу 1.3 Работы.

Раздел 4 – Повышение энергоэффективности систем обогрева оборудования

1. Научно-технический отчет, содержащий:

– Технические решения повышения эффективности систем обогрева оборудования;

– Результаты анализа применяемых на ПС ПАО «ФСК ЕЭС» систем обогрева электротехнического оборудования;

– Результаты анализа современных систем обогрева электротехнического оборудования;

– Отчет по результатам тематического патентного поиска;

– Предварительные данные о способе и масштабах использования результатов Работ Заказчиком с оценкой планируемого экономического эффекта;

– Подтверждение конкурентоспособности продукции, планируемой к производству на основе результатов Работ.

2. Обосновывающий отчет по выбору объекта внедрения энергоэффективных технологий обогрева электротехнического оборудования на одной из эксплуатируемых подстанций ПАО «ФСК ЕЭС».

3. Протокол внутренней экспертизы результатов этапа 1.4 Работы договора научно-технического (ученого) совета или секции научно-технического (ученого) совета с участием Заказчика, или других

заинтересованных организаций по решению Сторон.

4. Материалы для вынесения результатов этапа 1.4 на Технический совет ПАО «ФСК ЕЭС»:

- Презентация,
- Пояснительная записка,
- Проект решения Технического Совета.

5. Материалы экспертной организации по оценке отчетных материалов этапа 1.4

6. Заключение экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов по этапу 1.4 Работы.

В обсуждении доклада приняли участие:

Дементьев Ю.А., Новиков Н.Л., Антонов А.В., Воротницкий В.Э., Рябин И.В., Смекалов В.В., Катанцев С.В.

На работу по 1 этапу получено положительное экспертное заключение от ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», Эксперт Русина А.Г. – заведующий кафедрой Электрические станции, д.т.н., профессор; ФГАОУ ВО Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Эксперт Кокин С.Е. – Заместитель директора Уральского энергетического института по науке и инновациям, д.т.н.

Отметили:

1. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, поставленные задачи решены в полном объёме.

2. Результаты НИОКР имеют отраслевое применение.

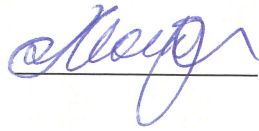
Совместное заседание решило:

1. Одобрить результаты 1 этапа 1 этапа «Информационно-теоретические исследования» НИОКР по теме: «Разработка и апробация инновационных технологий по снижению расхода на собственные нужды подстанций в рамках реализации мероприятий Дорожной карты Национального проекта «Энергоэффективная подстанция»».

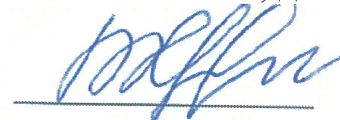
2. Отметить актуальность выполненных работ и соответствие техническому заданию.

3. Рекомендовать ПАО «ФСК ЕЭС» принять этап 1 работы «Разработка и апробация инновационных технологий по снижению расхода на собственные нужды подстанций в рамках реализации мероприятий Дорожной карты Национального проекта «Энергоэффективная подстанция»».

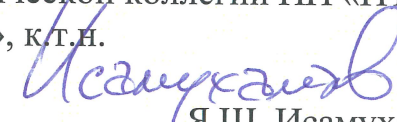
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


В.В. Молодюк


Председатель секции
«Электротехническое оборудование»
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


А.Ю. Хренников

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


Я.Ш. Исамухамедов

Ученый секретарь секции
«Электротехническое оборудование»
НП «НТС ЕЭС», д.т.н.


Ю.Я. Любарский