



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

111 250, Москва, проезд Завода Серп и Молот,
дом 10, офис 608, Тел. (495) +7 495 012 60 07
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757

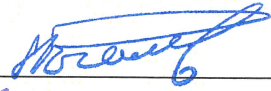


Основана в 1724 году

**Российская Академия Наук
Секция по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по
системным исследованиям в энергетике**

УТВЕРЖДАЮ

Президент, Председатель
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор

 Н.Д. Рогалев
«26» декабря 2022 г.

ПРОТОКОЛ № 13

совместного заседания Секций «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Малая и
нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», Секции по проблемам НТП в
энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике

15 декабря 2022 года

г. Москва

Присутствовали: члены секций «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», «Малая и
нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», сотрудники ФГБОУ ВО «НИУ
МЭИ», сотрудники НП «НТС ЕЭС», ПАО «Россети», АО «РАСУ», АО «НТЦ
ФСК ЕЭС», НИК С6 РНК СИГРЭ, ФГБУН «ИНЭИ РАН», ФГБУН «ИСЭМ СО
РАН», ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический
университет», ФГАОУ ВО «УрФУ», ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский политехнический университет», ФГБОУ ВО
«Новосибирский государственный технический университет (НЭТИ)», ФГБОУ
ВО «Нижегородский ГТУ им. Р.Е. Алексеева», ФГБОУ ВО «Сибирский
федеральный университет», Комитет ВИЭ РосСНИО, ООО «РЭНЕРА-Энертек»,
ООО «А2 Систем», ООО НПП «ЭКРА», ООО «РТСофт-СТ»,
ГК «Системотехника», ФГБОУ ВО «Калининградский государственный

технический университет», АО «Атомэнергопромсбыт», ООО «ИНПЭС», ООО «Феникс», АО «Электронмаш», ООО ГК «Энергоперспектива», филиала ПАО «Россети» – МЭС Урала, всего **82** человека.

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В.

Во вступительном слове было отмечено, что децентрализация генерирующих мощностей с внедрением объектов генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) требует повышения «гибкости» энергосистем. Ответом на этот вызов стало использование в энергосистемах систем накопления электрической энергии (СНЭЭ) для оказания услуг по нормированному первичному регулированию частоты. В настоящее время более 55% от всех введенных в эксплуатацию СНЭЭ в мире используются именно для этой цели. В ряде стран мира сложившаяся ситуация стала драйвером к стремительному развитию отрасли СНЭЭ для получения производственного, проектного и эксплуатационного опыта их использования. В результате были сформированы новые технологические рынки и разработаны рыночные механизмы для оплаты отдельных видов услуг СНЭЭ. Применение СНЭЭ с быстродействующими системами автоматического управления позволяет отвечать на текущие и перспективные вызовы.

С докладом **«Применение и особенности интеграции систем накопления электрической энергии в электроэнергетические системы в России»** выступил Нестеренко Глеб Борисович, руководитель проблемной рабочей группы (ПРГ) национального исследовательского комитета С6 РНК СИГРЭ, член НИК С6 РНК СИГРЭ. **Содокладчики:** Семенов Арсений Валерьевич – инженер департамента развития энергосистем ООО «ИНПЭС», Вольный Владислав Станиславович – старший преподаватель кафедры Гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии НИУ «МЭИ».

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прилагается (**Приложение 1**).

1. Представлена историческая справка по развитию систем накопления электрической энергии (СНЭЭ) в СССР и России. Отмечено, что по данной тематике активно проводились работы с 1970 по 1990 гг., затем была вынужденная пауза. Работы по теме снова интенсифицировались после 2010 г.

2. Представлены результаты анализа опроса производителей и заказчиков СНЭЭ:

2.1. Отмечено, что изготовлением СНЭЭ занимаются устойчивые компании; опыт работы в теме СНЭЭ коррелирует с появлением интереса к ВИЭ; декларируемые параметры продукции превышают параметры

реализованных проектов; компаний полного цикла нет.

2.2. Ключевая проблема участников проектов в области СНЭЭ – это молодой, неразвитый рынок СНЭЭ в России.

3. Рассмотрены вопросы надёжности СНЭЭ:

3.1. Отмечено, что проблемы обусловлены тем, что СНЭЭ – это новое и многофункциональное устройство.

3.2. В качестве путей повышения надёжности предложены: резервирование, отработка технологий, обеспечение ремонтпригодности, правильный выбор параметров СНЭЭ.

4. Представлены особенности внутренних информационных взаимодействий СНЭЭ. Направления их развития: применение открытых стандартов физических интерфейсов протоколов обмена; ускорение циклов сбора и обработки информации; применение интерфейсов обмена с повышенным уровнем защиты от помех, протоколов с обнаружением и коррекцией ошибок.

5. Представлены особенности внешних информационных взаимодействий СНЭЭ. Направления их развития: автоматизация и информационный обмен на основе протокола обмена информацией МЭК 61850; ускорение взаимодействия внешних устройств с технологической частью СНЭЭ; применение виртуальных, защищенных сетей с шифрованием.

6. Рассмотрены варианты интеграции СНЭЭ в цифровые структуры:

6.1. Отмечено, что «задел» для этого уже сейчас целесообразно предусматривать при создании СНЭЭ.

6.2. Возможна интеграция СНЭЭ на объектах, реализующих концепцию цифровой подстанции, но рекомендуется адаптация частей МЭК 61850 к применению в ЕЭС России.

6.3. Задача интеграции СНЭЭ в систему сбора и передачи данных в рамках цифрового РЭС не имеет принципиальных сложностей и может быть решена производителем оборудования.

6.4. СНЭЭ позволяет удовлетворить требования к активному энергетическому комплексу, интеграции в него может быть целесообразна.

7. Рассмотрены вопросы разработки ТЭО СНЭЭ. Отмечено, что ТЭО сводится к сравнению СНЭЭ с альтернативным вариантом на основе традиционных решений, но требует учета многофункциональности СНЭЭ.

8. Рассмотрены проблемные аспекты работы СНЭЭ в сегментах рынка в России:

8.1. До последнего времени в России не появились новые НПА или изменения в НПА, которые бы регламентировали порядок применения СНЭЭ субъектами электроэнергетики.

8.2. Такие изменения предложены Минэнерго России в проекте Постановления Правительства РФ 02/07/08-22/00130209. Они должны

ликвидировать большую часть пробелов и неопределенностей.

8.3. Помимо этого, авторами доклада предложено:

- рассмотреть введение понятия «оператор СНЭЭ», когда СНЭЭ принадлежит одному субъекту, а используется или управляется другим;
- рассмотреть необходимость применения АИИС КУЭ для СНЭЭ;
- рассмотреть вопрос разграничения управления (регулирования) СНЭЭ между владельцем СНЭЭ и Системным оператором;
- рассмотреть возможность принадлежности СНЭЭ к объектам микрогенерации, АЭК;
- установить требования к СНЭЭ для оказания системных услуг.

9. Рассмотрены вопросы подключения СНЭЭ к электрической сети. При выборе точки подключения следует учитывать: назначение СНЭЭ; зону балансовой принадлежности; тип объекта электроэнергетики; класс напряжения; категорию СНЭЭ.

10. Рассмотрены особенности РЗА СНЭЭ:

10.1. Все элементы, находящиеся внутри СНЭЭ, условно защищены базовыми защитами СНЭЭ.

10.2. СНЭЭ не оказывает значительного влияния на уровень тока КЗ в сети, т.к. при ближних КЗ СНЭЭ отключается, а при дальних КЗ есть ряд факторов, ограничивающих величину подпитки.

10.3. Преобразователи СНЭЭ имеют чувствительные настройки внутренних алгоритмов. Неправильная настройка ПА в сети может привести к излишнему срабатыванию защит преобразовательного оборудования СНЭЭ.

11. Указаны разночтения в применении терминов в области СНЭЭ: СНЭЭ/накопитель энергии; СНЭЭ/СНЭ; степень заряженности/уровень заряда.

12. Представлены особенности стандартизации СНЭЭ на основе серии ГОСТ Р 58092:

12.1. Приведены номинальные параметры СНЭЭ, типовая архитектура СНЭЭ, требования к режимам работы СНЭЭ, подсистема управления СНЭЭ.

12.2. Отмечены некоторые проблемные вопросы ГОСТ, связанные с отнесением элементов СНЭЭ к разным подсистемам.

13. Описана методика расчёта параметров СНЭЭ, которая сводится к выбору параметров согласующего трансформатора, подсистемы преобразования и подсистемы накопления СНЭЭ.

14. Представлены особенности моделирования СНЭЭ:

14.1. При расчёте установившихся режимов мощность СНЭЭ может моделироваться тем же образом, что и мощность нагрузки или традиционной генерации.

14.2. При расчёте электромеханических переходных процессов необходимо производить моделирование, опираясь на алгоритм системы

управления СНЭЭ (СНЭЭ как управляемый источник мощности).

14.3. В расчётах электромагнитных переходных процессов необходимо детальное моделирование преобразователя СНЭЭ и учёт множества факторов.

14.4. При расчёте ТКЗ упрощённый способ моделирования заключается в представлении СНЭЭ как источника тока с наибольшим допустимым значением тока СНЭЭ (обычно $2 I_{\text{ном}}$).

15. Рассмотрены вопросы формирования проектно-сметной документации на СНЭЭ:

15.1. Объём документации зависит от того, как оформлена СНЭЭ: объект капитального строительства, временная постройка или движимое имущество.

15.2. Экспертиза проектной документации проводится в форме государственной экспертизы или негосударственной экспертизы по выбору заказчика за исключением особых случаев.

16. Представлено описание особенности эксплуатации СНЭЭ:

16.1. Подсистемы СНЭЭ отвечают за различные фрагменты функциональной части. Анализ функций и своевременный контроль за их параметрами обеспечивает безаварийную и длительную эксплуатацию СНЭЭ.

16.2. Перспективные направления развития эксплуатационных характеристик СНЭЭ:

- в части подсистемы накопления: применение точных алгоритмов определения остаточной емкости аккумуляторных батарей (АКБ); периодическое и постоянное определение качественных параметров АКБ, предсказание предстоящих замен; применение новых типов АКБ;

- в части климатических режимов основного оборудования: применение канальных систем и точечных узлов отвода тепла и распределенных систем охлаждения; проведение теплотехнических расчетов и моделирования тепловых параметров;

- в части общих режимов и сценариев работы СНЭЭ: применение удаленных методов включения; уменьшение времени перехода между режимами; применение алгоритмов самодиагностики и удаленного доступа; глубокая интеграция в системы контроля и управления объекта.

В обсуждении доклада и прениях выступили:

Суслов К.В. (ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»), Родионов В.А. (ООО «РАСУ»), Фролов Р.А. (ООО «РЭНЕРА-Энертек»), Бык Ф.Л. (ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)»), Попов П.Г. (ООО ГК «Энергоперспектива»), Матисон В.А. (ООО НПП «ЭКРА»), Мышкина Л.С. (ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)»), Кондрашкин Д.А. (ООО «А2 Систем»), Шамонов Р.Г. (ПАО «Россети»), Ворошилов А.Н. (ООО «Феникс»), Шихин В.А., Тягунов М.Г. (ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»), Николаев В.Г. (АНО «НИЦ-АТМОГРАФ»), Грибков С.В. (Комитет ВИЭ РосСНИО).

Суслов К.В. – профессор кафедры Гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», д.т.н., доцент.

Обратил внимание, что резервирование СНЭЭ в целом – это слишком дорогое мероприятие, в отличие от резервирования отдельных элементов.

Отметил, что в России не принято использовать термин «энергетический арбитраж», а эффективность такого применения СНЭЭ сомнительна.

Родионов В.А. – главный эксперт ООО «РАСУ».

Обратил внимание, что в докладе раскрыты не все возможные направления применения СНЭЭ: накопители энергии и системы на их основе могут применяться повсеместно от гаджетов до объектов большой энергетики.

Отметил, что не во всех секторах применения СНЭЭ есть смысл гнаться за зарубежными успехами.

Обратил внимание, что в России имеется экономически успешный опыт применения СНЭЭ на промышленных предприятиях для снижения расходов на электроэнергию.

Фролов Р.А. – руководитель направления энергетика ООО «РЭНЕРА-Энертек».

Отметил, что срок окупаемости пилотных проектов применения СНЭЭ на промышленных предприятиях для снижения расходов на электроэнергию составляет около 10 лет. Для сокращения срока окупаемости необходимо работать над снижением стоимости СНЭЭ.

Обратил внимание на то, что ни один заказчик не приобретает дорогостоящее оборудование, в том числе СНЭЭ, без ТЭО.

Отметил, что негативное влияние резкопеременной нагрузки в автономных энергосистемах может быть полностью ликвидировано только с помощью СНЭЭ.

Обратил внимание на то, что комбинация СНЭЭ и ВИЭ в автономных энергосистемах дает очень хороший экономический эффект благодаря экономии дизельного топлива.

Бык Ф.Л. – доцент кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы», в.н.с. научно-образовательного центра «Интеллектуальная энергия» ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)», к.т.н., доцент.

Отметил, что:

- СНЭЭ могут быть полезны, но экономические эффекты от СНЭЭ не очевидны, многие эффекты не могут быть монетизированы;
- в докладе отсутствует обзор зарубежного опыта;
- описанный подход к ТЭО принципиально не отличается от традиционного подхода к ТЭО, принятого в энергетике;

- системы автоматического управления, используемые для управления СНЭЭ и другими элементами энергосистемы на базе силовой электроники, в аппаратной части идентичны;
- многофункциональность СНЭЭ на практике реализовать достаточно затруднительно и часто малоэффективно;
- серия ГОСТ Р 58092 разработана на основе МЭК и не в полной мере адаптирована к особенностям электроэнергетики России;
- в докладе не раскрыты особенности алгоритмов управления СНЭЭ для реализации тех или иных функциональных возможностей;
- в докладе не уделено внимание негативному опыту реализации проектов применения СНЭЭ на предприятиях и организациях в России;
- проблемы проектов внедрения СНЭЭ связаны не столько с рыночными аспектами, сколько в технической целесообразности их применения;
- применение инновационных решений часто невозможно обосновать на основании ТЭО, но это абсолютно нормально, так как монетизация эффектов от их внедрения – отложенная.

Попов П.Г. – главный специалист АСУ ТП технического отдела ООО ГК «Энергоперспектива».

Отметил, что основное различие между системами управления генерацией на основе ВИЭ и СНЭЭ заключается в алгоритмах работы, а также в значительно более высокой «гибкости» СНЭЭ, которые могут не только выдавать, но и потреблять мощность и таким образом решать множество различных задач.

Матисон В.А. – заместитель технического директора по цифровизации электроэнергетики ООО НПП «ЭКРА», к.т.н.

Обратил внимание, что однонаправленные преобразователи (для объектов генерации на основе ВИЭ) и двунаправленные преобразователи (для СНЭЭ) в аппаратной части мало отличаются друг от друга. Основные отличия имеются в алгоритмах работы и параметрах настройки.

Мышкина Л.С. – доцент кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)», к.т.н., доцент.

Отметила, что из представленной презентации неясно, что такое единая точка отказа СНЭЭ.

Кондрашкин Д.А. – технический директор ООО «А2 Систем».

Обратил внимание, что в России имеется богатый опыт успешных проектов по применению СНЭЭ в составе автономных гибридных энергоустановок и изолированных энергорайонов.

Шамонов Р.Г. – начальник управления сопровождения ОТУ и режимов Департамента оперативно-технологического управления ПАО «Россети», к.т.н.

Отметил, что в восточных регионах России имеются значительные проблемы с обеспечением качества электроэнергии, в частности из-за большой несимметрии нагрузки (10–15 %) от тяговых подстанций, питающих железную дорогу. Предприятия электросетевого комплекса могут быть заинтересованы в применении СНЭЭ, способных работать при таком уровне несимметрии с целью обеспечения нормируемых показателей качества электроэнергии.

Ворошилов А.Н. – ООО «Феникс».

Обратил внимание, что на рынке России есть специальные модификации преобразователей для СНЭЭ, способные работать при несимметрии и, более того, использоваться для компенсации несимметрии. Как правило, это четырехстоечные преобразователи. В частности, подобные преобразователи разработаны и опробованы ООО «Системы постоянного тока» совместно с Новосибирским государственным техническим университетом.

Шихин В.А. – руководитель научной группы кафедры Управления и интеллектуальных технологий ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», к.т.н., доцент.

Отметил, что в докладе в полной мере не отражена актуальность темы, а также зарубежный опыт применения СНЭЭ для решения широкого круга задач.

Обратил внимание, что подраздел про проектную документацию для СНЭЭ не несет практической пользы, так как ничем не отличается от традиционных подходов, применяемых при проектировании других объектов электроэнергетики.

Тягунов М.Г. – Председатель секции «Малая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», профессор кафедры Гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», д.т.н.

Отметил, что СНЭЭ обладают двойственностью: могут быть как потребителем, так и генератором.

Предложил рассматривать СНЭЭ не как потребителя и не как генератор, а как средство управления энергосистемой, обеспечивающее балансирование мощности, качество электроэнергии и надежность энергоснабжения.

Николаев В.Г. – директор АНО «НИЦ-АТМОГРАФ», д.т.н.

Обратил внимание, что данная работа еще не завершена, так как любая НИР должна завершаться обращением с указанием направления развития.

Грибков С.В. – ученый секретарь Комитета ВИЭ РосСНИО, к.т.н.

Отметил, что применение СНЭЭ начинается с автономных энергосистем,

так как в них СНЭЭ, априори, имеют экономическую эффективность.

Обратил внимание на то, что целесообразно резервировать отдельные модули внутри СНЭЭ, как это уже желают отдельные заводы-изготовители.

Заслушав выступления экспертов по результатам дискуссии, совместное заседание Секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», «Малая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике **отмечает:**

1. Важность и актуальность поднятых в докладе особенностей интеграции СНЭЭ в электроэнергетические системы.

2. Целесообразность и перспективность определения проблем, характерных для проектов СНЭЭ в России, и формирования рекомендаций по их устранению.

3. Относительную новизну СНЭЭ для отечественной электроэнергетики, сравнительно небольшое количество проектов, большинство из которых носит пилотный характер.

4. Наличие ряда проектов СНЭЭ в России, которые характеризуются экономической эффективностью применения. Прежде всего, в автономных энергосистемах, но также в централизованных энергосистемах (например, для снижения расходов на электроэнергию потребителей мощностью выше 670 кВт).

5. Несовершенство действующих на текущий момент НПА с точки зрения регламентации применения СНЭЭ субъектами электроэнергетики.

Совместное заседание Секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», «Малая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике **решило:**

1. Рекомендовать авторам продолжить исследования в области применения и особенностей интеграции СНЭЭ в электроэнергетические системы в России.

2. Рекомендовать авторам после завершения работы над аналитической частью разработать рекомендации по устранению выявленных проблем применения СНЭЭ, в том числе с учётом зарубежного опыта.

3. Рекомендовать участникам заседания при наличии у них полезных материалов по теме исследования направить их в адрес председателя секции – Илюшина П.В. и по возможности оказывать иное содействие авторам доклада.

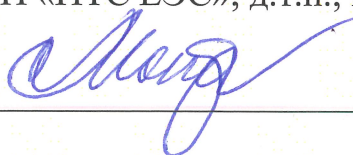
4. Рекомендовать производителям и заказчикам СНЭЭ предусматривать возможность для будущей интеграции СНЭЭ в цифровые системы управления электрическими режимами электроэнергетических систем.

5. Рекомендовать электроэнергетическому сообществу рассмотреть целесообразность внесения изменений и нововведений, указанных в п. 8.3 данного протокола, в действующие НПА.

6. Рекомендовать электроэнергетическому сообществу рассмотреть целесообразность отнесения СНЭЭ не к потребителям или генераторам, а к средствам управления энергосистемой.

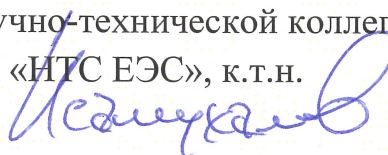
С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что работа ПРГ еще не завершена. Авторы доклада представили промежуточные результаты для обсуждения с целью последующей корректировки аналитических материалов, с учетом замечаний и рекомендаций, которые сегодня были даны. В настоящее время в России практически отсутствует научно-техническая литература по СНЭЭ, за исключением отдельных статей отечественных и зарубежных авторов. Задача ПРГ собрать максимально возможную информацию по эффективному применению СНЭЭ в России и других странах и сделать ее доступной широкому кругу заинтересованных специалистов в области электроэнергетики.

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



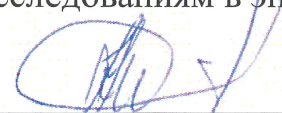
В.В. Молодюк

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



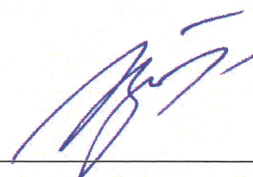
Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «АСРЭ и РЭР»
НП «НТС ЕЭС», ученый секретарь
Секции по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по системным
исследованиям в энергетике, д.т.н.



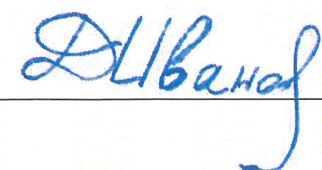
П.В. Илюшин

Председатель секции «Малая и
нетрадиционная энергетика»
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор



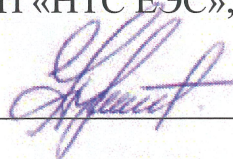
М.Г. Тягунов

Ученый секретарь секции
«АСРЭ и РЭР» НП «НТС ЕЭС»



Д.А. Ивановский

Ученый секретарь секции «Малая и
нетрадиционная энергетика»
НП «НТС ЕЭС», к.ф.-м.н.



Н.А. Рустамов