



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



Российская Академия Наук
Научный совет РАН по системным
исследованиям в энергетике

УТВЕРЖДАЮ

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

Н.Д. Рогалев

ПРОТОКОЛ

совместного заседания Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС»,
секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные
энергетические ресурсы», «Гидроэлектростанции, гибридные энергетические
комплексы и возобновляемые источники энергии» НП «НТС ЕЭС» и
секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным
исследованиям в энергетике на тему
**«Технологии интеллектуального управления режимами при интеграции
синхронной малой генерации и объектов на ее основе в распределительные
электрические сети и между собой»**

30 сентября 2025 г.

№ 4/25

г. Москва

Заседание подготовлено секциями «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и
«Гидроэлектростанции, гибридные энергетические комплексы и
возобновляемые источники энергии» НП «НТС ЕЭС» (председатели Секций
д.т.н. **Илюшин П.В.**, д.т.н., профессор **М.Г. Тягунов**).

Присутствовали: члены Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС»,
члены секций «Активные системы распределения электроэнергии и
распределенные энергетические ресурсы», «Гидроэлектростанции, гибридные
энергетические комплексы и возобновляемые источники энергии» НП «НТС
ЕЭС», секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по
системным исследованиям в энергетике, АО «СО ЕЭС», ПАО «РусГидро», ПАО
«Россети», АО «Россети Научно-технический центр», ФГБУН «ИНЭИ РАН»,
ФГБУН «ИСЭМ СО РАН», ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», Комитета ВИЭ РосСННО,
ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический

университет», ИСЭиЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина», ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», ООО НПП «ЭКРА», ООО «РТСофт-СГ» и другие, всего **104** человека.

Со вступительным словом выступил председатель Секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС», д.т.н., **П.В. Илюшин**.

Во вступительном слове **П.В. Илюшин** отметил, что надежность и экономичность являются основными свойствами, которые нужно обеспечивать при управлении развитием и эксплуатацией систем энергоснабжения потребителей. Бесперебойность и доступность поставок электрической и тепловой энергии являются важнейшими условиями для функционирования коммунально-бытовых, коммерческих и промышленных потребителей. В настоящее время в России наблюдается тенденция роста ввода в эксплуатацию синхронной малой генерации и объектов на ее основе с применением когенерационных установок различных видов. Они интегрируются в распределительные электрические сети, сети внутреннего электроснабжения, а также между собой для электроснабжения потребителей. Для обеспечения надежной работы указанных объектов в различных схемно-режимных ситуациях необходимо внедрение технологий интеллектуального управления нормальными, аварийными и послеаварийными режимами с реализацией алгоритмов противоаварийного, режимного управления и автооперирования. В докладе представлены две разработанные технологии. Первая имеет уровень готовности технологии (УГТ 10), а вторая УГТ 7. Тиражирование этих технологий позволяет обеспечить трансформацию электроэнергетики России за счет рационального использования местных энергоресурсов регионов, важность чего отмечается в Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года, а также эффективность функционирования и развитие экономики регионов России.

С докладом «**Технологии интеллектуального управления режимами при интеграции синхронной малой генерации и объектов на ее основе в распределительные электрические сети и между собой**» выступил **А.Г. Фишов**, д.т.н., профессор, профессор кафедры Автоматизированных электроэнергетических систем ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

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

Множество причин определяет масштабное развитие синхронной малой генерации и объектов на ее основе, работающих, как в составе распределительных электрических сетей, так и в удаленных районах страны, образуя изолированные энергосистемы (энергорайоны) малой мощности с распределенной генерацией.

Их особенность заключается не только в специфике и разнообразии используемого генерирующего оборудования, экономической и технической нецелесообразности использования «классических» технологий и систем управления режимами, но и в многообразии интересов собственников оборудования по его использованию при осуществлении общего электрического режима, участии в различных системных услугах, обеспечивающих качество и надежность энергоснабжения потребителей.

Как известно, основными недостатками работы локальных систем электроснабжения (ЛСЭ) в автономном режиме являются низкая надежность электроснабжения, качество электроэнергии и экономическая эффективность использования генерирующего оборудования. Эти недостатки могут быть устранены при прямом подключении ЛСЭ к энергосистеме с использованием предлагаемых в докладе технологий.

1. В докладе представлены две технологии интеллектуального управления режимами объектов с малой синхронной генерацией, позволяющих решить следующие задачи:

- малозатратной интеграции ЛСЭ с независимой системой управления в распределительные электрические сети централизованных систем энергоснабжения (ЦСЭ), обеспечивая при этом высокую надежность электроснабжения потребителей и повышение экономической эффективности использования генерирующих установок;

- малозатратной интеграции нескольких ЛСЭ в их локальные территориальные объединения с децентрализованным управлением режимами, обеспечивая при этом не только высокую надежность и экономичность системы в целом, но и живучесть при возникновении нерасчетных условий и возмущений;

- создание в составе существующих распределительных электрических сетей при интеграции малой генерации самобалансирующихся энергорайонов с повышенной надежностью электроснабжения и качеством электроэнергии.

Представлены определения объектам применения технологий:

- Локальная интеллектуальная энергосистема (ЛИЭС) – локальная система электроснабжения с источниками электрической энергии суммарной мощностью до 25 МВт, подключенная к внешней электрической сети напряжением до 110 кВ, работающая под управлением независимой от внешней системы автоматики, как в островном режиме, так и параллельно с внешней сетью, с устойчивыми и безопасными оперативными и противоаварийными переходами из островного режима в параллельный и обратно.

- Территориально интегрированные локальные интеллектуальные энергосистемы (ТИЛИЭС) – совокупность нескольких локальных интеллектуальных энергосистем с общим электроэнергетическим режимом и децентрализованным режимным и противоаварийным управлением.

- Локальный интеллектуальный самобалансирующийся энергорайон (СБЭР) – созданный на базе распределительных сетей напряжением 0,4-35 кВ сбалансированный по активной и реактивной мощности в нормальном режиме энергорайон с генерацией, децентрализованным режимным и

противоаварийным управлением, работающий как параллельно с сетью напряжением до 110 кВ включительно, так и в островном режиме.

2. *Технология 1.* Технология управления режимами ЛИЭС, включаемых на параллельную работу с энергосистемой.

Цель разработки заключалась в создании системной автоматики для ЛСЭ с собственной малой генерацией, обеспечивающей ее малозатратное безопасное объединение на параллельную работу с внешней электрической сетью, позволяющей работать, как автономно, так и в режимах выдачи избытков мощности во внешнюю сеть и потребления из сети. Автоматика соответствует основным технологическим трендам в энергетике: «Цифровизации» инфраструктуры; Глубокой децентрализации производства энергии; Перехода к Интеллектуальному управлению; Расширению инвестиционной базы.

Автоматика разработана, как для проектируемых ЛИЭС, где удастся продумать весь функционал и характеристики генерирующих установок (ГУ), схем выдачи их мощности на этапе проектирования, так и для уже существующих ЛСЭ, которые не предназначались для работы в параллельном режиме. Интеграция ЛИЭС с существующими распределительными сетями, как на технологическом, так и на информационном уровнях производится с минимальной реконструкцией последних.

Как известно, параллельная работа синхронной малой генерации с внешней электрической сетью при ее прямом включении имеет риски для оборудования и способна снижать надежность электроснабжения, как потребителей ЛИЭС, так и внешней электрической сети.

Для обеспечения безопасной параллельной работы ЛИЭС и возможностей эффективного использования ее синхронной малой генерации в автоматике реализован новый способ режимно-противоаварийного управления.

В основу способа положена идея «опережающего» сбалансированного отделения ЛИЭС от внешней электрической сети по априори фиксированным сечениям при нарушениях нормального режима с переходом в островной режим и последующим автоматическим восстановлением синхронизма и нормального режима с требуемой нагрузкой оборудования.

При этом ЛИЭС может работать синхронно с электрической сетью в одном из 3-х режимов:

- с выдачей значимой мощности во внешнюю сеть;
- без выдачи значимой мощности во внешнюю сеть;
- с потреблением значимой мощности из внешней сети.

3. Представлена структура и отличительные особенности автоматики.

Режимная автоматика обеспечивает регулирование напряжения, активной мощности и частоты в островном режиме работы ЛИЭС, как индивидуальное (при работе одного энергоблока), так и групповое (при параллельной работе нескольких энергоблоков). В групповом режиме один из энергоблоков является ведущим, остальные – ведомыми, принимая долевое участие в его активной и реактивной мощности. Одной из главных задач режимной автоматики является поддержание режима, позволяющего осуществить противоаварийное сбалансированное отделение ЛИЭС от внешней сети.

Автооператор осуществляет автоматическое реконфигурирование схемы (в том числе при переходах к параллельной и автономной работе с запусками и синхронизацией необходимых генераторов, частей ЛИЭС и внешней электрической сети), изменение состава работающего генерирующего оборудования, выбор сечений для сбалансированного отделения ЛИЭС, восстановление нормального режима после его нарушений. Безусловным предпочтением обладает режим параллельной работы с внешней сетью, обеспечивающий высокую надежность работы электростанции при сбросах/набросах нагрузки, экономичность за счет использования свободных генерирующих мощностей для выдачи электроэнергии во внешнюю сеть.

Противоаварийная автоматика выявляет факт нарушения нормального режима (по снижению ниже уставки напряжения прямой последовательности или появлению выше уставки напряжения обратной последовательности в электрической сети), несущего угрозу для оборудования и надежности энергоснабжения потребителей, и осуществляет опережающее (за время менее 0,1 с) сбалансированное отделение ЛИЭС от внешней электрической сети по заранее подготовленному для этого автооператором сечению. В зависимости от режима, предшествующего аварийному, деление может происходить по внешнему или внутреннему сечениям ЛИЭС. При этом, если по сечению мощность выдавалась в энергосистему, автоматика произведет отключение ГУ, работающих на это сечение.

Автоматика реализована на базе ПТК «Торнадо-N» производства компании ООО «Модульные Системы Торнадо».

4. Представлена пилотная реализации проекта создания ЛИЭС на базе локальной системы энергоснабжения микрорайона «Березовое» с помощью агента (ПТК) комплексного управления режимами осуществлена в г. Новосибирск в 2021 году.

Особенностью схемы выдачи мощности является присоединение ЛИЭС к подстанции внешней электрической сети через распределительный пункт. Эта особенность позволяет использовать для сбалансированности отделений ЛИЭС от внешней сети два сечения (до и после распределительного пункта).

Основу электрогенерации Мини-ТЭЦ составляют 5 газопоршневых энергоблоков фирмы Coterpillar суммарной мощностью 10 МВт (5*2 МВт), и резервные дизельные блоки мощностью 3,2 МВт (2*1,6 МВт). Суммарная мощность теплогенерации за счет когенерации и газовых котлов около 50 МВт.

Изначально ЛСЭ удаленного микрорайона на основе собственного источника создавалась, как альтернатива централизованному энергоснабжению.

За десятилетний период было реализовано три этапа ее развития:

- создание полностью изолированной (автономной) системы энергоснабжения;
- подключение ЛСЭ к сети внешнего централизованного энергоснабжения без права выдачи мощности во внешнюю сеть;
- создание на основе ЛСЭ полноценной ЛИЭС с возможностями, как островной, так и безопасной параллельной с внешней сетью работой, обменом

мощностью, надежными переходами из режима параллельной работы в островной и наоборот.

На первом этапе обеспечить надежное и качественное энергоснабжения с хорошими показателями экономичности при производстве электрической и тепловой энергии в автономном режиме работы не удалось. Причиной этого стали невыгодный профиль нагрузки, не экономичность режимов работы ГУ при активном регулировании частоты, неустойчивость работы ГУ в режимах минимальных нагрузок, отключения ГУ штатной автоматикой при больших сбросах/набросах нагрузки.

Реализация второго этапа позволила лишь частично решить одну проблему, а именно, надежности энергоснабжения части потребителей ЛЭС за счет ограниченного сетевого резерва, вводимого при погашении электростанции.

Реализация третьего этапа в 2021 году с созданием ЛИЭС на базе ЛЭС позволила решить проблемы надежности энергоснабжения и режимов работы электростанции, качества электроэнергии, экономической эффективности использования ГУ, потребности в сетевом резерве.

5. Представлены технические и экономические эффекты для собственников синхронной малой генерации при интеграции ЛИЭС в сеть ЦСЭ по предлагаемой технологии:

- повышение надежности и качества энергоснабжения потребителей ЛИЭС за счет локализации нарушений при авариях и автоматического восстановления нормального режима;
- увеличение межремонтного интервала ГУ за счет стабильности режима выработки электроэнергии при параллельной работе с сетью централизованного энергоснабжения;
- разгрузка выключателей внутренней сети ЛИЭС при отключении токов КЗ при параллельной работе за счет опережающего отключения подпитки от внешней электрической сети в подготовленных сечениях сети;
- получение дополнительных доходов от продажи избытков электроэнергии во внешнюю сеть, в т.ч. за счет заключения прямых договоров на розничном рынке, участия в рынке системных услуг, предоставления мощностей агрегаторам управления спросом для выравнивания графиков нагрузки;
- снижение затрат на собственный резерв генерации и поддержание частоты в ЛИЭС.

Технология представлена комплексом, обеспечивающим возможность расширения ее применения с участием разработчика, а также трансфера за счет поддерживающего комплекса, в состав которого входят:

- симулятор (цифровой двойник) управления режимами ЛИЭС, позволяющий решать ряд проектных и эксплуатационных задач;
- программа обучения оперативного и дежурного персонала;
- техническая документация по системной автоматике;
- стандарт организации по осуществлению деятельности по созданию ЛИЭС, содержащий достаточно полное описание как самих процессов

управления режимами ЛИЭС, так и моделей деятельности (технологические карты) по их созданию с использованием представленной технологии.

6. *Технология* 2. Технология децентрализованного мультиагентного управления (ДМАУ) режимами территориально интегрированных локальных энергосистем и самобалансирующихся энергорайонов электрических сетей.

Техническими преимуществами децентрализованного управления являются отсутствие необходимости в развитой информационно-коммуникационной сети, специализированных дорогостоящих центров диспетчерского управления, централизованных систем противоаварийного управления, высокая живучесть систем энергоснабжения с распределенными объектами с малой генерацией и киберзащищенность их систем управления.

Систему управления режимами ТИЛИЭС, СБЭР целесообразно создавать в виде двух подсистем:

- централизованной подсистемы планирования режимов, работающей в режиме off-line;
- децентрализованной мультиагентной подсистемы режимного и противоаварийного управления (ДМАУ), работающей в режиме on-line.

Назначением первой подсистемы является создание условий эффективной работы подсистемы децентрализованного on-line управления режимами ТИЛИЭС, СБЭР путем профилирования (ввода в работу/вывода из работы различных функций управления), определения и задания настроек агентов системы. Выполнение данных функций осуществляется Администратором ДМАУ off-line, используя информационные сети общего назначения.

Назначением второй подсистемы является непосредственное on-line осуществление режимного и противоаварийного управления.

Подсистема децентрализованного on-line управления после первоначальной настройки способна работать независимо от первой, однако, корректировки по мере необходимости со стороны первой способствуют повышению ее эффективности.

В фокусе децентрализации управления выделены и решены основные системные задачи управления общим режимом ТИЛИЭС, СБЭР:

- поддержание баланса активной мощности (регулирование частоты) в нормальных режимах;
- поддержание баланса реактивной мощности (регулирование напряжения) в нормальных режимах;
- противоаварийное управление при больших возмущениях нормального режима;
- сохранение работоспособности системы энергоснабжения в послеаварийных режимах;
- сборка системы при начальном запуске и восстановление целостности и нормального режима сети после ее аварийного или противоаварийного распада на части.

Интеллектуальные модули агентов ЛИЭС по контролируемым локальным параметрам осуществляют распознавание системных условий и событий.

Представлены технические решения по способам децентрализованного режимного управления ТИЛИЭС:

- децентрализованное вторичное регулирование частоты электрической сети с реализацией переназначений ведущей электростанции и участия остальных в третичном регулировании;
- децентрализованное поддержание баланса реактивной мощности в сети за счет активных узлов с контролем режима прилегающего района;
- противоаварийная автоматика в целом основывается на комплексе специализированных способов противоаварийного управления режимами активных электрических сетей и последующего восстановления нормального режима, в частности:
 - способ противоаварийного опережающего сбалансированного отделения энергорайонов по одному из априори фиксированных сечений сети при возникновении аварийных возмущений с переходом в островной режим;
 - способ двухэтапного восстановления целостности и нормального режима сети с децентрализованной синхронизацией активных частей на удаленных сетевых выключателях.

При децентрализованной удаленной синхронизации активных частей предложено использовать специальное управление возбуждением и скоростью ГУ для создания условий срабатывания автоматического повторного включения с улавливанием синхронизма на удаленных сетевых выключателях.

По результатам стендовых испытаний прототипов семейства устройств ДМАУ на цифро-физическом моделирующем комплексе энергосистем ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» сделаны выводы о ее работоспособности и эффективности.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Стадников А.Н. (АО «Россети Научно-технический центр»), **Хазиахметов Р.М., Шихин В.А., Тягунов М.Г.** (ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»), **Безруких П.П.** (Комитета ВИЭ РосСНМО), **Бузаев Л.В.** (ПАО «Россети»), **Вольный В.С.** (НП «НТС ЕЭС»), **Шубин Н.Г.** (ООО «РТСофт-СГ»), **Илюшин П.В.** (ФГБУН «ИНЭИ РАН»).

Совместное заседание отмечает:

1. Развитие распределенной синхронной малой генерации в условиях реализации программы газификации российских регионов, развития нефтегазового и агропромышленного комплекса, необходимости обеспечения энергоснабжения удаленных территорий является одним из направлений развития электроэнергетики страны. Автономная работа локальных систем энергоснабжения на основе синхронной малой генерации неэффективна, как в отношении качества электроэнергии и надежности энергоснабжения, так и экономической эффективности, что не устраивает потребителей и инвесторов.

2. Технологические барьеры на пути интеграции синхронной малой генерации в распределительные электрические сети обусловлены малой электромеханической постоянной инерции генерирующих установок малой

мощности и низким уровнем развития и особенностями систем автоматического/автоматизированного управления сетями. Преодоление этих барьеров нуждается в эффективных технологиях интеграции объектов на основе синхронной малой генерации в существующие распределительные электрические сети и между собой. Представленные в докладе инновационные технологии позволяют обеспечить малозатратную интеграцию объектов на основе синхронной малой генерации в существующие сети, а также между собой и децентрализованное автоматическое управление их режимами.

3. Реализовать малозатратную интеграцию объектов на основе синхронной малой генерации в существующие сети и между собой возможно за счет применения интеллектуальных способов режимного, противоаварийного управления и автооперирования. При этом в качестве основного противоаварийного управления при возникновении угроз нарушения устойчивости параллельной работы или ударных моментов на валах синхронных генераторов используется автоматическое опережающее отделение сбалансированной по мощности ЛИЭС от внешней сети за время не более 0,1 с, обеспечивающее устойчивый переход ЛИЭС в островной режим.

4. Создание в составе существующих распределительных электрических сетей самобалансирующихся энергорайонов на основе синхронной малой генерации, придающих им свойства ЛИЭС, позволяет обеспечить не только повышение качества электроэнергии и надежности электроснабжения потребителей, но и живучести системы электроснабжения в целом, т.к. при авариях в сети сохраняются в работе отдельные энергорайоны, способствующие быстрому восстановлению системы после аварии.

5. Применение систем децентрализованного управления режимами электрических сетей с распределенными объектами синхронной малой генерации позволяет обеспечить живучесть и киберзащищенность системы электроснабжения потребителей.

6. Разработка цифрового двойника системы децентрализованного управления режимами, программы обучения оперативного и дежурного персонала и стандарта организации «Интеграция малой синхронной генерации и объектов на её основе в электрические сети централизованных систем энергоснабжения и между собой» с моделями осуществления деятельности по созданию ЛИЭС, ТИЛИС и СБЭР содействует возможности широкомасштабного внедрения предложенных технологий.

Совместное заседание решило:

1. Одобрить выполненный в ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» комплекс работ по теоретическому обоснованию и практической реализации технологий создания и децентрализованного управления режимами интегрированных в распределительные электрические сети и между собой объектов на основе синхронной малой генерации.

2. Рекомендовать автору расширить работы по применению на практике готовой к промышленному использованию технологии создания локальных

интеллектуальных энергосистем, интегрированных в существующие распределительные электрические сети.

3. Рекомендовать автору довести разработку системы децентрализованного мультиагентного управления режимами объединений из объектов с синхронной малой генерацией до опытных образцов с проведением сертификационных испытаний.

4. Рекомендовать научному сообществу изучить материалы по представленным технологиям, в том числе опыту их практического применения, подготовить свои замечания и предложения по их совершенствованию и продвижению в реальные проекты.

5. Рекомендовать субъектам электроэнергетики и предприятиям с собственной синхронной малой генерацией изучить представленный стандарт организации «Интеграция малой синхронной генерации и объектов на её основе в электрические сети централизованных систем энергоснабжения и между собой» и подготовить свои предложения по его корректировке для дальнейшего использования в качестве добровольно принимаемой нормативной основы для упрощения и ускорения процедур согласования проектов по интеграции синхронной малой генерации и объектов на ее основе в существующие распределительные электрические сети и между собой.

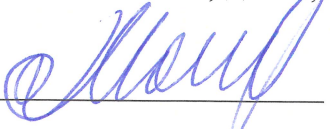
6. Рекомендовать автору предпринять усилия по продвижению представленных технологий в рамках международных проектов с участием России.

С заключительным словом выступил д.т.н. **П.В. Илюшин**, председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований Российской академии наук».

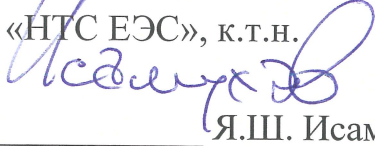
П.В. Илюшин отметил, что в регионах России с суровыми климатическими условиями создание ЛИЭС и ТИЛИЭС на основе современных когенерационных установок позволяет осуществлять выработку электрической и тепловой энергии с высокой энергоэффективностью и экономической выгодой при минимальных экологических последствиях. Это будет содействовать сдерживанию роста тарифов на электрическую и тепловую энергию для всех видов потребителей, обеспечивая доступность энергоснабжения, и способствовать энергетической безопасности регионов России, что особенно актуально в современных условиях. Опыт реализации проекта создания ЛИЭС показал его технико-экономическую эффективность, что позволяет тиражировать данное техническое решение. Реализация одного или нескольких пилотных проектов ТИЛИЭС позволит довести данную технологию до УГТ 10 с целью ее дальнейшего применения в удаленных и изолированных энергорайонах, где данное решение будет наиболее эффективным. Реализованные на современном научно-техническом уровне технологии интеллектуального управления режимами при интеграции синхронной малой генерации и объектов на ее основе в распределительные электрические сети и

между собой имеют отраслевое значение, затрагивая интересы всех групп потребителей, потенциальных инвесторов, распределительных сетевых компаний, а также региональных органов исполнительной власти.

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


В.В. Молодюк

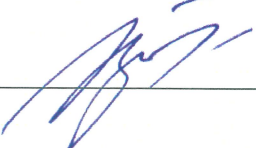
Ученый секретарь
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


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

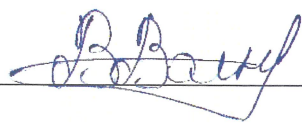
Председатель секции
«Гидроэлектростанции, гибридные
энергетические комплексы и
возобновляемые источники энергии»
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


М.Г. Тягунов

Ученый секретарь секции
«Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные
энергетические ресурсы»
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


Д.А. Ивановский

Ученый секретарь секции
«Гидроэлектростанции, гибридные
энергетические комплексы и
возобновляемые источники энергии»
НП «НТС ЕЭС»


В.С. Вольный