



**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

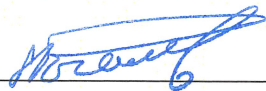


Основана в 1724 году

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
«14» декабря 2022 г.

ПРОТОКОЛ № 11

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

15 ноября 2022 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», сотрудники
НП «НТС ЕЭС», ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», НИК С6 РНК
СИГРЭ, ФГБУН «ИНЭИ РАН», ГБОУ ВО «Нижегородский государственный
инженерно-экономический университет», ФГАОУ ВО «УрФУ», ФГБОУ ВО
«Новосибирский государственный технический университет (НЭТИ)», ФГБОУ
ВО «Нижегородский ГТУ им. Р.Е. Алексеева», ФГБОУ ВО «Сибирский
федеральный университет», ООО «Инженерный центр «Энергосервис», Комитет
ВИЭ РосСНИО, ООО НПП «ЭКРА», ООО «РТСофт-СГ», всего **46** человек.

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 в России на протяжении последнего десятилетия массово внедряются распределенные энергоресурсы, которые интегрируются в распределительные сети среднего и низкого напряжения. Величина перетоков мощности и уровни напряжений в узлах сети при этом определяются в основном режимами генерации и потребления. Следует констатировать, что сети среднего напряжения на текущий момент слабо наблюдаемы и в них отсутствуют системы автоматического управления режимами. Управление режимами осуществляется в ручном режиме либо оперативно-технологическим персоналом, при наличии средств телемеханизации, либо персоналом оперативно-выездных бригад. Внедрение устройств, обеспечивающих повышение наблюдаемости и управляемости режимами, позволяет обеспечить надежность функционирования распределительных сетей. Поэтому, применение устройств синхронизированных векторных изменений (УСВИ) в распределительных сетях является перспективным направлением их развития. Следовательно, рассматриваемые на сегодняшнем заседании вопросы являются актуальными.

С первым докладом **«Исследование различных модификаций дискретного преобразования Фурье в устройствах синхронизированных векторных измерений»** выступил Ревякин Владимир Андреевич, аспирант кафедры Релейной защиты и автоматизации энергосистем ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» (научный руководитель – к.т.н., доцент Климова Татьяна Георгиевна).

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

1. Представлен анализ текущего состояния и перспектив развития технологии синхронизированных векторных измерений в системах мониторинга ЕЭС России.

2. Рассмотрены общие вопросы по точности оцениваемых параметров электроэнергетического режима для различных классов М (measurement) и Р (protection) устройств синхронизированных векторных измерений.

3. Рассмотрено специальное устройств, которое применяется в распределительных сетях для увеличения эффективности мониторинга и анализа динамического поведения распределительной энергосистемы, основанное на разработках классического УСВИ – микроУСВИ. Приведены основные отличия микроУСВИ от традиционных УСВИ:

- более высокая точность измерений фазового угла ($\Delta\delta \leq 0,01^\circ$);
 - повышенная помехоустойчивость в связи с наличием с более высокого уровня гармоник в распределительных сетях;
 - более низкая стоимость по сравнению с традиционными УСВИ.
4. Рассмотрены основные алгоритмы, которые могут быть использованы

в качестве математического инструмента для реализации в устройствах синхронизированных векторных измерений. Для основного и наиболее часто используемого алгоритма, дискретного преобразования Фурье, представлены различных модификации классического метода:

- классическое полупериодного дискретное преобразование Фурье;
- интеллектуальное дискретное преобразование Фурье (smart discrete Fourier transform);
- модификация полупериодного дискретного преобразования Фурье, основанного на разделении входной последовательности на четные и нечетные выборки.

5. Предложен новый вариант модернизации дискретного преобразования Фурье, который обладает необходимой точностью и быстродействием в динамически-меняющихся условиях электроэнергетического режима.

6. Представлены основные сценарии тестирования рассматриваемых алгоритмов согласно стандарту АО «СО ЕЭС» – СТО 59012820.29.020.011-2016 в статических условиях:

- сценарий тестирования УСВИ при различных значениях амплитуды;
- сценарий тестирования УСВИ при различных значениях фазового угла;
- сценарий тестирования УСВИ при различных значениях частоты;
- сценарий тестирования УСВИ при гармоническом искажении сигнала;
- сценарий тестирования УСВИ при интеграломонических помехах с частотами, близкими к основной.

7. Представлены основные сценарии тестирования рассматриваемых алгоритмов согласно стандарту АО "СО ЕЭС" СТО 59012820.29.020.011-2016 в динамических условиях:

- сценарий тестирования УСВИ при модуляции амплитуды;
- сценарий тестирования УСВИ при модуляции фазы;
- сценарий тестирования УСВИ при линейном изменении частоты.

8. Представлены результаты моделирования работы рассматриваемых алгоритмов при наличии дополнительных видов воздействий, не описанных в основных сценариях тестирования согласно стандарту АО «СО ЕЭС» – СТО 59012820.29.020.011-2016. Рассмотренные виды воздействий:

- наличие апериодической составляющей в исходном сигнале;
- «белый шум» — смоделирован согласно дополнительному сценарию тестирования стандарта АО «СО ЕЭС» – СТО 59012820.29.020.011-2016. Значения среднеквадратичного отклонения и математического ожидания приняты равными 1% и 0% соответственно;
- «кибератака» – смоделировано в виде воздействия, амплитуда которого случайна, диапазон варьируется в пределах $\pm 1\%$ от номинального значения амплитуды исходного сигнала, интервал между импульсами случаен, ширина

шага задается заранее известной в один период промышленной частоты.

9. Предложено применение разработанного алгоритма для оценки гармонических составляющих. Рассмотрен диапазон гармоник 2–12 при частоте дискретизации в 24 кГц. Показано, что для гармоник, частоты которых не кратны частоте дискретизации сигнала, наблюдаются колебательные процессы. Для нивелирования данного недостатка возможно использование наименьшего общего кратного значения для всего спектра гармоник, что является трудоемкой задачей с точки зрения вычислительных ресурсов оборудования. Поэтому в качестве решения предлагается усреднение колебательной погрешности на периоде колебаний. Были продемонстрированы результаты точности полученных оценок.

10. Рассмотрен анализ параметров субгармонических составляющих в исходном сигнале номинальной частоты. Предложен один из способов определения субгармонической составляющей, заключающийся в предварительном анализе спектра и последующего уточнения параметров разделяемых колебаний. На основе опыта выделения одной гармонической составляющей из исходного сигнала сделан вывод по оценке данного воздействия:

- необходима база статистических данных для возможности выбора предварительного окна наблюдения для расчета спектра;
- составление алгоритма выбора предварительного окна наблюдения для расчета спектра на основе собранной статистики;
- обеспечение автоматического выбора предварительного окна наблюдения для расчета оценки параметров.

Со вторым докладом «**Технологии автоматизации и мониторинга по данным синхронизированных векторных измерений**» выступил Тепикин Ярослав Евгеньевич, аспирант кафедры Релейной защиты и автоматизации энергосистем ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» (научный руководитель – к.т.н., доцент Климова Татьяна Георгиевна).

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прилагается (**Приложение 2**).

1. Анализ научных исследований, изложенных в публикациях из наукометрических баз данных Scopus, Web of Science и РИНЦ показывает, что расширение технологии СВИ в ЭЭС направлено на развитие автоматизации принятия оперативных решений и мониторинг различных объектов ЭЭС, в частности синхронных генераторов (СГ). Повышение уровня информативности с использованием СВИ достигается путем обработки этих данных: применяются алгоритмы на основе математического описания СГ и его систем автоматического регулирования (система возбуждения; приводная турбина). Появляется возможность последовательно и автоматизировано решать ряд задач,

таких как: верификация динамических математических моделей элементов, идентификация параметров этих моделей, расчет внутренних параметров режима СГ, в частности, угла нагрузки СГ (угла между вектором ЭДС ротора и обобщенным вектором напряжения).

Задача верификации динамических моделей элементов решается службами электрических режимов в филиалах АО «СО ЕЭС». Допускается, что сами модели и их параметры, передаваемые собственниками объектов генерации СО по Приказу Минэнерго России №102, по различным причинам могут быть некорректными. Ввиду того, что корректность этих параметров и моделей напрямую влияет на эффективность и надежность функционирования, задача их верификации видится крайне актуальной. Обзор литературы показал, что верификация моделей элементов ЭЭС может быть произведена локально от энергосистемы путем воспроизведения режимов по данным СВИ. Стоит отметить, что данный подход в службах электрических режимов филиалов АО «СО ЕЭС» на данный момент не применяется.

Задача идентификация параметров математических моделей приобретает актуальность в ситуациях, когда либо часть параметров отсутствует, либо результаты верификации демонстрируют некорректный результат. При этом существующие методы, с точки зрения математического аппарата, можно классифицировать на три категории: аналитические, с использованием численных методов решения, с использованием обученной нейронной сети.

На этапе, когда математические модели и их параметры валидны, возникает возможность дорасчитывать на их основе внутренние режимные параметры СГ, в частности, угол нагрузки. Он позволяет оценить текущий режим работы на предмет устойчивой СГ, оценить корректность работы систем автоматического регулирования, что актуально в задаче поиска источника низкочастотных колебаний (НЧК).

2. На текущий момент верификация параметров и моделей элементов генерирующего оборудования, выполняемая службами электрических режимов, не регламентирована нормативными документами по ряду причин, которые в целом связаны со сложностью и оригинальностью этой процедуры в каждом конкретном случае. Сам алгоритм имеет следующий вид: формируется модель энергосистемы и эквивалентных связей, определяется точная причина аварии и место повреждения, моделируется аварийная ситуация, с учетом работы устройств РЗА, производится сбор и подготовка измерений с моделируемых СГ и эквивалентных связей. С использованием собранных данных измерений указанные элементы инициализируются, модели СГ верифицируются в рамках полномасштабной модели энергосистемы. Сложность и оригинальность может быть вызвана отсутствием данных измерений на всех входящих в состав энергосистемы объектах, модели которых необходимо проинициализировать, что может привести к некорректному расчету при рассматриваемом

возмущающем воздействии. Кроме того, точность расчета зависит от функционала моделирующего ПО, которое, как правило, приближенно способно смоделировать такие возмущения, как КЗ с изменяющимся сопротивлением шунта, перемежающееся КЗ и др. Верификация моделей СГ по измерениям электрического режима только лишь на выводах статора не имеет смысла по причине наличия систем автоматического регулирования, которые путем завышения или занижения напряжения возбуждения и механической мощности турбины все равно стабилизируют режим вне зависимости от того, какие параметры заданы в модели. Данный факт был доказан опытным путем. Основным недостатком существующего подхода является то, что при наличии как минимум двух некорректно заданных элементов в модели, взаимовлияющих друг на друга, точно определить некорректно заданный элемент невозможно. На основе указанных особенностей можно сделать вывод, что для корректной верификации методом, применяемым в службах электрических режимов, необходим глубокий анализ и предварительная подготовка.

3. Альтернативным подходом можно считать поэлементную верификацию объектов, входящих в модель энергосистемы. Она основана на воспроизведении реальных режимов, зарегистрированных УСВИ. Наличие сигналов на выводах статора СГ позволяет отдельно рассматривать модель элементов генерирующего оборудования, в состав которого входит турбина, система возбуждения, СГ. При измерении скорости вращения и напряжения возбуждения появляется возможность верифицировать отдельно модель турбины, отдельно модель системы возбуждения, отдельно модель СГ и точно указать, в структуре или параметрах какого элемента присутствует ошибка. Инструмент верификации был апробирован на СГ Ванкорской ГТЭС, что позволило выявить некорректное заполнение формы Приказа Минэнерго России №102 в части параметров СГ, упрощенное представление модели системы возбуждения и некорректность ее параметров, что приводило к значительным расхождениям при верификации модели элементов СГ.

4. Выявленные в процессе верификации неточности в параметрах моделей могут быть откалиброваны с применением методов идентификации.

Аналитические методы позволяют идентифицировать ограниченное количество параметров СГ: X_d , X_q , H . За основу этих методов берутся допущения, которые могут внести погрешность величиной до 2-3%, однако, они обеспечивают единственное решение, что является их преимуществом.

Методы на основе алгоритмов оптимизации не обеспечивают единственного решения, для уменьшения погрешности количество параметров ограничивают путем проведения предварительного анализа чувствительности и анализа корреляций. Избыточность событий также позволяет снизить вероятность нахождения альтернативного решения (попадания алгоритма в локальный минимум).

Методы на основе машинного обучения нейронной сети обладают оптимальным сочетанием точности и количества одновременно идентифицируемых параметров. Кроме того, для идентификации всех параметров трехконтурной модели СГ достаточно одного режима с КЗ вблизи генератора. В отличие от методов с использованием алгоритмов оптимизации, обученная нейронная сеть не останавливает расчет при попадании в локальный минимум, то есть обеспечивает таким образом единственность решения.

5. В результате проверки метода идентификации на основе машинного обучения нейронной сети на валидационной выборке с использованием синтетических данных средняя погрешность по всем параметрам составила 2,8%. Наименьшая погрешность была зафиксирована по параметру $X_d - 0,96\%$, наибольшая погрешность была зафиксирована по параметру $T'_{q0} - 5,76\%$.

6. По результатам разработки инструмента верификации и методики идентификации был сформулированы предложения: для продолжения исследований необходимо получить доступ и апробировать инструмент и методику на реальном СГ, работающем синхронно с ЕЭС России; формализовать требования к режимам для идентификации параметров СГ; провести многократную проверку методов на моделях различных СГ с использованием реальных данных для обоснования полученных погрешностей и определения их статистических показателей; оценить уровень качества банка существующих моделей; сформулировать критерии качества, а также стандартизировать процесс верификации и идентификации.

7. Были рассмотрены два алгоритма для определения угла нагрузки по данным СВИ с использованием валидной модели СГ: алгоритм на основе классической модели генератора без учета демпферных контуров, алгоритм с применением полной трёхконтурной модели СГ. Для первого алгоритма достаточно наличия СВИ только на выводах статора СГ, для второго – СВИ тока и напряжения возбуждения, скорости вращения ротора СГ, которая в ситуации анализа НЧК может быть заменена частотой напряжения сети. Методы были апробированы на реальных НЧК, наблюдаемых в 2022 г. на СГ Краснодарской ТЭЦ и СГ Калининградской ТЭЦ-2. Погрешность угла нагрузки, определяемого методом на основе классической модели СГ в режиме НЧК по фазе незначительна, по амплитуде составила около 10-15%. Метод на основе трехконтурной модели СГ оказался более ресурсозатратным в среднем на 36%.

8. По результатам разработки алгоритма расчета угла нагрузки были сформулированы следующие предложения: оптимизировать алгоритм расчета угла нагрузки на основе трехконтурной модели СГ; для продолжения исследований необходимо получить доступ и апробировать алгоритмы на реальном СГ, работающем синхронно с ЕЭС России; провести многократную проверку алгоритма на моделях различных СГ с использованием реальных данных для обоснования полученных погрешностей и определения их

статистических показателей; применить разработанный алгоритм в задаче идентификации источника НЧК в ЕЭС России.

9. В результате был разработан инструмент поэлементной верификации моделей элементов генерирующего оборудования, в состав которых входят модель СГ, системы возбуждения, турбины и систем автоматического регулирования, на основе метода идентификации параметров трехконтурной модели СГ с использованием обученной нейронной сети, а также два алгоритма определения угла нагрузки.

В обсуждении докладов и прениях выступили:

Первый доклад: Суслов К.В. (ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»), Куликов А.Л. (ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»), Пискунов С.А. (ООО «Инженерный центр «Энергосервис»»), Жуков А.В. (АО «СО ЕЭС»), Бердин А.С. (ФГАОУ ВО «УрФУ»), Дони Н.А. (ООО НПП «ЭКРА»).

Суслов К.В. – профессор кафедры «Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии» ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», д.т.н., доцент.

Обратил внимание на то, что развитие технологий синхронизированных векторных измерений является перспективным направлением развития современных активных распределительных сетей с распределенными энергоресурсами, поэтому это направление должно совершенствоваться.

Отметил, что в докладе было бы правильно отметить, какие компании в России были первыми в разработке и внедрении УСВИ на энергообъектах, что позволило создать систему мониторинга переходных режимов (СМПР) и в настоящее время эффективно ее использовать для выявления источников НЧК.

Куликов А.Л. – профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», д.т.н., профессор.

Отметил, что необходимо уточнение названий для рассматриваемых алгоритмов, в частности для «Интеллектуального преобразования Фурье», также необходимо представлять более точные математические описания рассматриваемых алгоритмов. Для лучшего понимания сущности предлагаемого алгоритма требуется большее раскрытие его математических особенностей, в частности, связанных с определением корректирующих коэффициентов.

Обратил внимание, что для опыта по определению параметров колебаний при наличии в сигнале шумовой составляющей, первоначально необходимо уточнить тип шума, а также его статистическое распределение. Кроме того, представленному воздействию в виде «кибератаки» необходимо уточнение в части физической его реализации, то есть реальному воздействию на устройство.

Отметил, что для увеличения разрешающей способности по частоте возможно применение более современных быстродействующих методов спектрального анализа.

Пискунов С.А. – инженер группы комплексного проектирования ООО «Инженерный центр «Энергосервис».

Обратил внимание, что рассматриваемые алгоритмы на сегодняшний день не применяются для реализации в устройствах синхронизированных векторных измерений, но не раскрыл содержание используемых алгоритмов.

Отметил, что для увеличения точности оценки параметров субгармонических колебаний возможно использование оконной функции, отличающейся от классического прямоугольного окна.

Жуков А.В. – советник директора АО «СО ЕЭС», к.т.н.

Отметил, что необходима более четкая постановка задачи научного исследования, а также корректное использование терминологического аппарата.

Обратил внимание, что с компании АО «РТСофт» в России началась разработка УСВИ, а также внедрение именно ими разработанных устройств на большинстве электростанций.

Бердин А.С. – профессор кафедры «Автоматизированных электрических систем» УралЭНИН ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», д.т.н., профессор.

Отметил, что современные тенденции и перспективы развития электроэнергетики требуют анализа динамических процессов в энергосистемах. Для этого необходимо проводить работу с сигналами, которые были получены не с модели, а с реальных физических устройств.

Дони Н.А. – директор по науке – заведующий отделом систем РЗА ООО НПП «ЭКРА», к.т.н.

Обратил внимание, что необходимо более тщательно рассмотреть стандартные алгоритмы по оценке параметров и их свойства в части переходных процессов при скачке амплитуды и других сценариев тестирования. Это нужно для стандартизации всех оцениваемых параметров во всех схемно-режимных ситуациях.

Второй доклад: Илюшин П.В. (ФГБУН «ИНЭИ РАН»), Куликов А.Л. (ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»), Шاپеев А.А. (ООО «НПП Бреслер»), Жуков А.В. (АО «СО ЕЭС»), Климова Т.Г. (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»).

Илюшин П.В. – Председатель секции «АСРЭ и РЭР», руководитель

Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н.

Обратил внимание, что технические характеристики СГ меняются в пределах единиц процентов в процессе эксплуатации, что незначительно, однако, присутствие «человеческого фактора» в процессе снятия характеристик, расчета параметров, заполнения формы Приказа Минэнерго России №102 и передаче данных может стать причиной более существенных ошибок.

Отметил, что настройки устройств АРВ и АРЧВ могут изменяться в процессе текущей эксплуатации значительно, по сравнению с параметрами СГ, таким образом идентификация алгоритмов работы и параметров настройки устройств АРВ и АРЧВ представляется наиболее перспективной задачей.

Отметил, что ввиду упрощенного представления в технической документации от заводов-изготовителей элементов генерирующих установок распределенной генерации инструмент верификации и методика идентификации имеет возможность эффективно проявить себя в задаче по уточнению и калибровке параметров их математических моделей.

Обратил внимание, что целесообразнее использовать алгоритм расчета угла нагрузки в задаче поиска источника НЧК, нежели чем в предложенных докладчиком задачах противоаварийного управления.

Куликов А.Л. – профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», д.т.н., профессор.

Отметил, что важно сформировать критерии к точности алгоритма расчета угла нагрузки для задачи анализа НЧК.

Обратил внимание, что для верификации имеет смысл сформулировать критерии к точности модели для того, чтобы однозначно говорить о корректности модели.

Шапеев А.А. – руководитель департамента технической аналитики ООО «НПП Бреслер».

Предложил обратиться к ГОСТ Р 57700.37-2021 для уточнения терминологии, используемой в докладе.

Жуков А.В. – советник директора АО «СО ЕЭС», к.т.н.

Отметил, что важно точнее формулировать постановку задачи и цели исследования для улучшения понимания сути работы.

Обратил внимание на то, что важно конкретнее формулировать критерии к режимам работы для идентификации и верификации параметров модели СГ.

Отметил, что важно рассмотреть более широкий спектр количественных

метрик для верификации.

Климова Т.Г. – доцент кафедры «Релейная защита и автоматизация энергосистем» ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», к.т.н., доцент.

Отметила, что использовались открытые публикации, в которых указывались основные алгоритмы, применяемые при реализации УСВИ. Поддержала интерес к сопоставлению характеристик рассмотренных алгоритмов и промышленных образцов УСВИ. При этом необходимо учесть дополнительные элементы, возникающие при реализации теоретических алгоритмов.

Подчеркнула важность задачи непрерывного мониторинга состояния электроэнергетических объектов.

Обратила внимание на то, что заседание было полезным для подготовки к защите диссертаций аспирантами, которые представили свои доклады.

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

1. Важность и актуальность поднятой в первом докладе проблемы выбора алгоритма для реализации УСВИ, связаны с особыми требованиями, предъявляемыми к данным устройствам при работе в распределительных сетях. МикроУСВИ должны быть более быстродействующими, более точными, обладать большей помехоустойчивостью, по сравнению с УСВИ стандартной разработки и иметь меньшую себестоимость.

2. Необходимость и перспективность непрерывного мониторинга состояния объектов электроэнергетики, в том числе для определения предельных сроков эксплуатации различных видов и типов электрооборудования.

3. Необходимость использования для проведения научных исследований данных не только модельных объектов, но и полученных с реальных энергообъектов, находящихся в эксплуатации в ЭЭС.

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

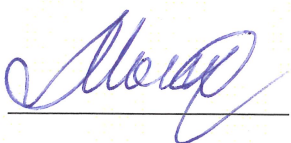
1. Рекомендовать авторам более широко использовать информацию из баз данных, полученных на реальных объектах электроэнергетики для проведения дальнейших исследований и разработок.

2. Рекомендовать авторам продолжить исследования в части

эффективного использования устройств синхронизированных векторных измерений для решения задач мониторинга состояния ЭЭС.

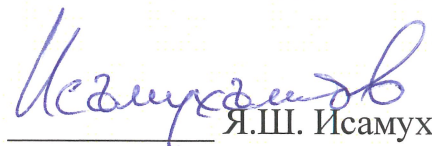
С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что применение УСВИ в активных распределительных сетях получает все большее применение как во многих странах мира, так и в России. Эффективное использование данных от УСВИ для решения различных задач в ЭЭС дает возможность эксплуатационному персоналу принимать максимально обоснованные решения. Широкое применение УСВИ в ЭЭС сдерживается различными техническими и экономическими факторами, однако проведение научных исследований в области использования УСВИ должно продолжаться.

Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор



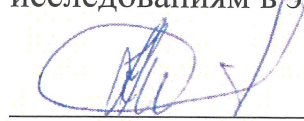
В.В. Молодюк

Ученый секретарь Научно-
технической коллегии, к.т.н.



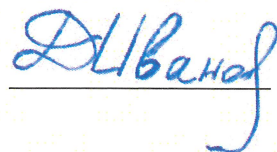
Я.И. Исамухамедов

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



П.В. Илюшин

Ученый секретарь секции «Активные
системы распределения ЭЭ и РЭР»
НП «НТС ЭЭС»



Д.А. Ивановский