



**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

«22» декабря 2021 г.

ПРОТОКОЛ № 8

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 на тему: **«Анализ качества
электрической энергии в узлах промышленной нагрузки с применением
цифровых методов обработки данных»**

07 декабря 2021 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», сотрудники
НП «НТС ЕЭС», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», ФГБУН «ИИЭИ РАН», ФГБОУ ВО
«НИУ МЭИ», АО «РАСУ», ООО «Интеллэнергия», ФГАОУ ВО «УрФУ», ГБОУ
ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»,
ФГБОУ ВО «Нижегородский ГТУ им. Р.Е. Алексеева», ПАО «Россети ФСК
ЕЭС», ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», ООО
«ВИЭСХ – ВИЭ», ООО НПП «ЭКРА», всего **31** 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 современные системы электроснабжения имеют тенденцию к усложнению за счет интеграции в них различных видов генерирующих установок распределенной генерации, в том числе на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), систем накопления электроэнергии и нелинейной нагрузки с элементами силовой электроники (устройства плавного пуска, частотно-регулируемый привод, источники бесперебойного питания и др.). При этом должно обеспечиваться надежное электроснабжение электроприемников потребителей, как в установившихся (квазиустановившихся) режимах, так и в переходных процессах. При широком внедрении ВИЭ, имеющих стохастический характер выработки электроэнергии, а также учитывая то, что включение/отключение мощных электроприемников осуществляется в соответствии с условиями технологического процесса, в системах промышленного электроснабжения фиксируется существенное увеличение амплитуды случайных флуктуаций режимных параметров. Значительные отклонения показателей качества электроэнергии от нормативных значений фиксируются чувствительными к нарушениям синусоидальности токов и напряжений ответственными электроприемниками промышленных потребителей – современными технологическими линиями, вызывая повышенный износ их элементов и приводя к их отключениям технологическими защитами. В указанных условиях вопрос анализа качества электроэнергии в узлах промышленной нагрузки является особенно актуальным.

С докладом «Анализ качества электрической энергии в узлах промышленной нагрузки с применением цифровых методов обработки данных» выступил Севостьянов Александр Александрович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

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

1. Целью данной работы является определение направлений в решении задачи управления качеством электрической энергии в узлах промышленной нагрузки. Указанная задача может быть решена посредством разработки методов и средств обеспечения комплексной оценки качества электрической энергии (КЭЭ) и адаптации систем промышленного электроснабжения к различным возмущениям во внешней электрической сети. В связи с этим были рассмотрены алгоритмы анализа КЭЭ с применением методов цифровой обработки данных, позволяющие обеспечить, как анализ отдельных показателей качества

электроэнергии (ПКЭЭ), так и анализ обобщенного показателя, характеризующего комплексное действие нескольких ПКЭЭ на электроустановки промышленных потребителей.

2. В настоящее время в системах промышленного электроснабжения происходят существенные изменения, связанные с появлением в их структуре источников распределенной генерации (ИРГ), а также внедрением технологий информационного обмена между различными цифровыми устройствами, установленными в них. Это приводит к значительному изменению режимных параметров, появлению двунаправленных потоков мощности, реализации реконфигурации сети в зависимости от режимов генерации/потребления, что приводит к расширению диапазона изменений ПКЭЭ.

3. Около 90% искажений ПКЭЭ является результатом функционирования электроприемников на промышленных предприятиях. Результаты исследований ПКЭЭ показывают, что в системах электроснабжения промышленных предприятий в среднем в 30% случаях ПКЭЭ не соответствуют установленным нормативным требованиям. При этом, комплексное действие на электроустановки потребителей нескольких ПКЭЭ может приводить к нарушениям в работе отдельных видов технологического оборудования и, как следствие, к сбою технологического процесса в целом.

4. Основные требования к организации контроля и мониторинга КЭЭ в системах электроснабжения общего назначения приведены в ГОСТ 33073–2014, где при построении систем мониторинга КЭЭ рекомендуется осуществлять непрерывный мониторинг ПКЭЭ. Однако, для промышленных систем электроснабжения, работающих в нормальном (стационарном) режиме, данный вид мониторинга может быть избыточным. В связи с этим, для систем мониторинга КЭЭ предлагается реализовать механизм выборочного контроля, в том числе с использованием метода контрольных карт, что позволяет перейти от непрерывного к периодическому выборочному контролю КЭЭ. Использование обобщенного ПКЭЭ позволит обеспечить комплексную оценку влияния искажений КЭЭ на электроустановки потребителей. В качестве обобщенного ПКЭЭ предлагается использовать коэффициент корреляции, характеризующий когерентность контролируемых показателей и их нормируемых значений.

5. Оценка когерентности ПКЭЭ при использовании взаимной корреляционной функции (ВКФ) позволяет провести оценку корреляционных свойств между двумя случайными осцилограммами, т.е. фактическим значением ПКЭЭ и его нормированной величиной. Использование автокорреляционной функции (АКФ) позволяет проводить оценку степени искажения между отдельными фрагментами осцилограмм тока или напряжения. При определении данных функций используются окна данных,

имеющих различную ширину.

Так, при анализе осцилограмм аварийных событий использование короткого окна данных при вычислениях АКФ позволяет четко зафиксировать только факт и момент начала переходного процесса. Применение длинного окна данных позволяет зафиксировать как начало, так и конец переходного процесса, при этом, анализ осцилограмм, искаженных шумовыми составляющими, необходимо проводить с применением длинного окна данных. Определение ВКФ при анализе когерентности токов или напряжений с частотой, отличной от промышленной – 50 Гц, является нецелесообразным.

6. В анализируемых системах электроснабжения (СЭС), следует отметить, что используемые алгоритмы управления и автоматики, в том числе и алгоритмы определения места повреждения (ОМП), рассчитаны на отсутствие искажений токов и напряжений в различных точках СЭС. Однако, в системах электроснабжения промышленных предприятий с ИРГ и другим технологическим оборудованием с элементами силовой электроники, искажение ПКЭЭ может быть существенным, что является причиной некорректной работы перечисленных алгоритмов.

Анализ результатов моделирования величины отклонения расчетной точки повреждения ЛЭП при ОМП, вызванные нарушением синусоидальности тока и напряжения, показал, что коэффициент взаимной корреляции может быть выбран в качестве численной характеристики, позволяющей оценить степень искажения КЭЭ и охарактеризовать нарушения требований когерентности. Имеется прямая зависимость между величиной нормированного коэффициента взаимной корреляции и ошибкой оценки ОМП ЛЭП.

7. При цифровой обработке сигналов токов и напряжений, имеющих в своем составе гармонические составляющие с частотой более 50 Гц, реализация процесса снижения частоты дискретизации, в сравнении с требованиями стандарта МЭК 61850, может привести к потере достоверной информации о токах и напряжениях, а, как следствие, к возникновению ошибок при работе устройств релейной защиты и автоматики. Моделирование результатов цифровой обработки сигнала напряжения со снижением частоты дискретизации до 20 отсчетов на период промышленной частоты, позволило выявить эффект «просачивания» гармонических составляющих напряжений 21 и 42 порядка. Эти гармонические составляющие воспринимаются как гармоника основной частоты, что подтверждается результатами расчета коэффициента взаимной корреляции. При этом изменение коэффициента взаимной корреляции будет характеризовать искажения сигнала и наличие ошибок измерительных органов систем автоматики и управления.

8. Одна из основных проблем, связанная с организацией

синхронизированных измерений в системах промышленного электроснабжения, обусловлена топологией сети – короткие длины фидеров, шины, расположенные на малых расстояниях друг от друга и имеющие малую угловую разницу измерений комплексов токов и напряжений. Для оценки степени достоверности параметров режима (величины передаваемой по сети активной и реактивной мощности) при проведении синхронизированных векторных измерений, с учетом нормированной величины ошибки измерений, проведено имитационное моделирование для различной протяженности фидеров в сети внутреннего электроснабжения. Результаты моделирования показали, что максимальная величина ошибки при вычислении активной и реактивной мощности превышает 100% и имеется тенденция к увеличению ошибки вычисления при сокращении протяженности фидеров. При этом фиксировались случаи отрицательных значений активной и реактивной мощности, которые можно охарактеризовать, как изменения направлений потока мощности, что является ошибкой. Следует отметить, что с учетом возможностей по управлению режимами в системах электроснабжения с ИРГ, результаты имитационного моделирования выявили потребность в повышении точности почти на порядок при реализации синхронизированных векторных измерений.

9. При создании полноценной автоматизированной системы управления КЭЭ нормативными документами рекомендуется организация непрерывного мониторинга КЭЭ. Для оценки стационарности процесса рассмотрен один из методов оценки качества выпускаемой продукции, используемый на производстве – метод контрольных карт Шухарта.

Применение контрольных карт при оценке динамики изменения КЭЭ, на основании данных непрерывного мониторинга ПКЭЭ, выявило выполнение признаков стационарности процесса, что позволяет сделать вывод о его стабильности и исключения фактов превышения нормированной величины анализируемого ПКЭЭ допустимых значений при перспективном прогнозе. Данное положение позволяет перейти от непрерывного мониторинга КЭЭ к периодическому мониторингу, при этом метод контрольных карт предлагается как один из инструментов организации системы автоматического выявления нарушения КЭЭ с последующей реализацией управляющих воздействий.

10. Вторым инструментом для организации системы автоматизированного контроля КЭЭ является механизм выборочного контроля, который может быть осуществлен как для мониторинга отдельных ПКЭЭ, так и для мониторинга комплексного (группового) показателя.

Введенная в России нормативными документами система контроля ПКЭЭ определяет лишь состав и допустимые диапазоны отклонений отдельных показателей. На практике имеет место комплексное воздействие ПКЭЭ на

электроприемники промышленных потребителей. При этом совокупность отклонений ПКЭЭ, находящихся на границе области допустимых значений, может вызвать серьезные негативные последствия у потребителей.

11. При реализации процедуры выборочного контроля стандартами предусматривается несколько вариантов контроля (одноступенчатый, двухступенчатый и пр.), при этом возможен контроль по количественному или качественному признакам. Целесообразно использование инструмента последовательного контроля, в связи с минимальным числом выборочных отсчетов, что оказывает влияние на скорость реализации процедуры.

Для реализации данного инструмента необходимо определение граничных областей принятия решения о допустимости или недопустимости уровня помех для конкретной точки СЭС. Данные области могут быть определены с использованием имитационного моделирования, с учетом специфики оборудования, подключенного к точке контроля. При этом уровень искажения КЭЭ, полученный в результате моделирования, может отличаться от значений ПКЭЭ установленных ГОСТ и учитывать структуру промышленной СЭС.

12. Реализация логических устройств с использованием механизмов контрольных карт и выборочного контроля позволяет реализовать автоматизированную систему контроля КЭЭ с реализацией управляющих воздействий на СЭС с целью нормализации ПКЭЭ. При этом для различных режимов функционирования СЭС необходимо учитывать результаты предварительного имитационного моделирования, обеспечивающие формирование базы данных допустимых отклонений отдельных или обобщенного ПКЭЭ в точках присоединения электроприемников потребителей.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Гусев Ю.П., Вольный В.С. (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»), Родионов В.А. (АО «РАСУ»), Бык Ф.Л. (ООО «Интеллэнергия»), Паздерин А.В. (ФГАОУ ВО «УрФУ»), Гельфанд А.М. (НП «НТС ЕЭС»), Папков Б.В. (ГБОУ ВО «НГИЭУ»), Воротницкий В.Э. (АО «НТЦ ФСК ЕЭС»), Шамонов Р.Г. (ПАО «Россети ФСК ЕЭС») Кивчун О.Р. (ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»), Шеповалова О.В. (ООО «ВИЭСХ – ВИЭ»), Матисон В.А. (ООО НПП «ЭКРА»), Куликов А.Л. (ФГБОУ ВО «НГТУ им Р.Е. Алексеева»), Илюшин П.В. (председатель секции),

Гусев Ю.П. – Профессор кафедры «Электрические станции» НИУ МЭИ, к.т.н., профессор.

Обратил внимание, что обеспечение контроля КЭЭ может быть реализовано в точках коммерческого учета электроэнергии с использованием возможностей контроля ПКЭЭ современными приборами учета, при этом,

данное положение может быть использовано при определении взаимоотношений между электроснабжающей организацией и потребителями при возникновении факта искажения КЭЭ по вине поставщика или потребителя.

Выразил мнение, что анализ КЭЭ в промышленных системах электроснабжения необходимо сопоставить с задачами технической диагностики оборудования. Появление в сети искажающих помех может явиться следствием аномального режима работы какой-либо единицы электротехнического оборудования, а выявление источника помех позволит определить отклонения в режиме его работы, от номинальных значений, обеспечив диагностирование развивающегося повреждения на ранней стадии.

Родионов В.А. – Главный эксперт АО «РАСУ».

Отметил, что помимо централизованных энергосистем, в настоящее время получили развитие изолированные энергосистемы, где наблюдается более динамичное изменение ПКЭЭ, в связи с этим, внедрение систем автоматизированного мониторинга и управления КЭЭ для изолированных энергосистем должно учитывать особенности функционирования данных энергосистем.

Бык Ф.Л. – Директор ООО «Интеллэнергия», к.т.н., доцент.

Обратил внимание, что реализация инструмента выборочного контроля ПКЭЭ позволяет зафиксировать факт и степень искажения КЭЭ, но для выявления источника искажения, необходима проработка дополнительных алгоритмов анализа КЭЭ.

Выразил мнение, что вопросы обеспечения надежности в промышленных системах электроснабжения должны иметь отражение при мониторинге КЭЭ.

Паздерин А.В. – Заведующий кафедрой «Автоматизированных электрических систем» ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», д.т.н., профессор.

Отметил, что при анализе КЭЭ необходимо провести оценку юридической стороны данного вопроса, поскольку механизм финансового воздействия на виновника искажения КЭЭ на данный момент до конца не проработан.

Гельфанд А.М. – Член секции АСРЭ и РЭР НП «НТС ЕЭС», заслуженный работник ЕЭС России.

Отметил, что значения токов и напряжений для системы промышленного электроснабжения имеют случайный характер, при этом результат обработки данных величин будут представлены в виде временных рядов, имеющих также

случайный характер.

Обратил внимание, что достоверность результатов оценки моментных функций непосредственно связана с длиной выборки, используемой для получения расчетных оценок.

Папков Б.В. – Профессор кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», д.т.н., профессор.

Обратил внимание, что применение для задач оценки КЭЭ математического аппарата теории случайных функций позволяет определить значение дисперсии и коэффициента корреляции, и может быть рассмотрен при оценки стационарности режима работы систем электроснабжения.

Воротницкий В.Э. – Главный научный сотрудник АО «НТЦ ФСК ЕЭС», д.т.н., профессор.

Выразил мнение, что вопрос выбора метода мониторинга КЭЭ должен быть обоснован технико-экономической оценке, с учетом величины ущерба полученного от нарушения КЭЭ. Следствием этого является реализация обратной связи в виде внедрения необходимых организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение требуемых уровней ПКЭЭ.

Отметил, что задачи мониторинга и анализа КЭЭ тесно связаны с задачами мониторинга надежности и потерь, и отрывать решение задач мониторинга качества от других видов мониторинга не следует.

Вольный В.С. – Старший преподаватель кафедры «Релейная защита и автоматизация энергосистем» НИУ МЭИ.

Обратил внимание, что необходимо обеспечить формализацию требований, предъявляемых к расчетам при моделировании систем промышленного электроснабжения, с целью определения допустимых диапазонов искажения КЭЭ в точках подключения электроприемников, с учетом их технологических особенностей функционирования.

Выразил мнение, что на КЭЭ оказывают влияние не только технологические потребители промышленных предприятий, но и генерация, при этом КЭЭ взаимосвязано с надежностью систем электроснабжения.

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

Высказал мнение, что для выявления источника искажения КЭЭ, анализ

ПКЭЭ, имеющий отношение к напряжению и определяемый ГОСТ 32144-2013 является недостаточным, необходимо обеспечить анализ факторов, влияющих на степень искажения тока.

Отметил, что оценка КЭЭ на базе группового показателя может быть положена в основу реализации экономических механизмов взаимодействия между электросетевой и сбытовой компаниями, а также потребителем при рассмотрении вопросов неудовлетворительного КЭЭ.

Кивчун О.Р. – доцент Института физико-математических наук и информационных технологий ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», к.т.н., доцент.

Отметил, для решения проблемы управления КЭЭ необходима разработка концептуальной модели автоматизированной системы мониторинга КЭЭ, включающей алгоритмы анализа ПКЭЭ, алгоритмы принятия решений о граничных значениях индивидуальных или групповых ПКЭЭ, а также алгоритмы управления системой электроснабжения, обеспечивающие снижение негативного воздействия помех на параметры технологического процесса.

Шеповалова О.В. – Генеральный директор ООО «ВИЭСХ – ВИЭ», к.т.н.

Выразила мнение, что в связи с интеграцией объектов РГ в энергосистему необходимо рассмотреть вопрос об определении точки мониторинга КЭЭ применительно к генерирующему установкам.

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

Обратил внимание, что при разработке устройств мониторинга КЭЭ необходимо обеспечить адаптацию программного обеспечения систем мониторинга к особенностям промышленной системы электроснабжения без изменений аппаратной части данной системы.

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 применение имитационного моделирования позволяет не только выявить специфику системы электроснабжения потребителей, с точки зрения критичности воздействия отдельных ПКЭЭ, но и определить сочетание весовых коэффициентов, учитывающих степень воздействия ПКЭЭ, при принятии решения о необходимости реализации управляющих воздействий.

Имитационное моделирование является также важным элементом для определения состоятельности различных статистических методов, которые могут быть применены для анализа КЭЭ при мониторинге.

Илюшин П.В. – Председатель секции «АСРЭ и РЭР», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н.

Отметил, что с точки зрения искажения КЭЭ в изолированных энергосистемах диапазон отклонений ПКЭЭ и динамика изменения ПКЭЭ являются более широкими по сравнению с централизованной энергосистемой. При этом целесообразно обеспечить внедрение систем мониторинга КЭЭ в первую очередь в тех изолированных энергосистемах, в которых уровень ПКЭЭ может быть критичным для нормального функционирования электроприемников особо ответственных и социально-значимых потребителей.

Обратил внимание, что системы мониторинга КЭЭ позволяют выявлять не только проблемы соблюдения нормативных требований к ПКЭЭ, но и источники искажений КЭЭ, хотя алгоритмы выявления источников помех могут быть достаточно сложными.

Отметил, что внедрение систем постоянного мониторинга КЭЭ является дорогостоящим мероприятием и принятие решения по вопросу реализации данного вида мониторинга должно сопровождаться технико-экономический оценкой эффективности их внедрения. Для систем промышленного электроснабжения, имеющих частые отклонения ПКЭЭ от нормированных значений, реализация постоянного мониторинга будет оправдана, для других систем электроснабжения, достаточно внедрение выборочного контроля ПКЭЭ.

Поддержал мнение докладчика о необходимости рассмотрения инструментов оценки искажений КЭЭ и прогнозирования динамики изменения ПКЭЭ для внедрения автоматизированных систем мониторинга КЭЭ.

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 докладе проблемы мониторинга качества электрической энергии в системах промышленного электроснабжения.
2. Необходимость обмена в научно-техническом сообществе, с выходом на представителей субъектов электроэнергетики и промышленности, актуальной информацией практического характера для совместного обсуждения и решения

текущих инженерно-технических задач в области мониторинга КЭЭ.

3. Важность получения для последующего рассмотрения и анализа информации от реальных измерительных комплексов об уровнях искажений показателей качества электрической энергии на промышленных предприятиях различных отраслей промышленности.

4. Необходимость выявления причин искажения качества электрической энергии в системах промышленного электроснабжения, разработки способов и средств выявления их источников, а также создания набора эффективных технических решений, позволяющего минимизировать их негативное воздействие на электротехническое оборудование.

5. Важность обновления базы нормативно-правовых и нормативно-технических документов для решения проблемы соблюдения требований к показателям качества электрической энергии, с учетом технологических особенностей функционирования систем электроснабжения потребителей, и идентификации источников искажений.

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 автору продолжить исследования в области анализа качества электрической энергии и разработки механизмов мониторинга в системах промышленного электроснабжения.

2. Рекомендовать распределительным сетевым компаниям и промышленным предприятиям рассмотреть возможности использования устанавливаемых устройств синхронизированных векторных измерений для решения проблемы идентификации источников искажений показателей качества электрической энергии.

3. Рекомендовать организациям, занятым вопросами проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию систем промышленного электроснабжения, проводить моделирование режимов работы данных систем с целью определения допустимости искажения качества электрической энергии и обеспечения нормативных условий функционирования современного технологического оборудования.

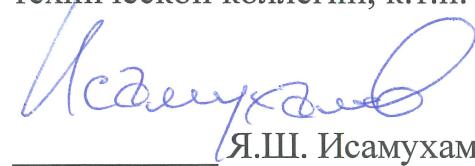
4. Рекомендовать ТК 30 «Электромагнитная совместимость технических средств» Росстандарта рассмотреть вопрос о корректировке действующих ГОСТ Р для совершенствования системы информационного обеспечения с целью организации мониторинга качества электрической энергии.

С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», д.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что в условиях, когда современные системы электроснабжения имеют тенденцию к усложнению, а потребители становятся более чувствительны к отклонениям показателей качества электроэнергии, необходимо обеспечивать надежное электроснабжение потребителей как в установившихся режимах, так и в переходных процессах. Внедрение автоматизированных систем мониторинга показателей качества электроэнергии с применением цифровых методов обработки данных в узлах промышленной нагрузки становится в современных условиях необходимостью. Реализация предложенных автором подходов позволит содействовать повышению надежности электроснабжения электроустановок потребителей и предотвращению ущербов за счет своевременной реализации организационно-технических мероприятий по результатам анализа качества электроэнергии.

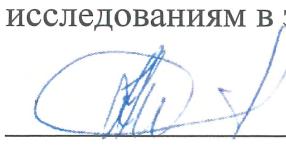
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор


V.B. Молодюк

Ученый секретарь Научно-
технической коллегии, 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

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


Д.А. Ивановский