

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по науке
КГТУ им. И. Раззакова
Арзыбаев А.М.



2024г.

ВЫПИСКА

из протокола расширенного заседания кафедры «Электроэнергетика» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова по рассмотрению и обсуждению диссертационной работы Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны на тему: «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» по специальности 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

г. Бишкек

от «04» июня 2024г.

Председатель:

Бакасова А.Б.- доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой "Электроэнергетика" им. Апышева Дж. А. КГТУ им. И. Раззакова (05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации, 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы (по трудам)).

Секретарь:

Эралиева Г.Ш.- старший преподаватель кафедры «Электроэнергетика» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова.

Присутствовали: 18 человек, среди них 5 докторов наук, 7 кандидатов наук, 6 преподавателей кафедры "Электроэнергетика" им. Апышева Дж. А. КГТУ им. И. Раззакова д.т.н.проф. Обозов А.Д. (05.14.08 - энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии), д.т.н. проф. Бочкарев И.В. (05.09.01 – электромеханика и электрические аппараты, 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы (по трудам)), д.т.н.проф. Галбаев Ж.Т. (05.13.05 -элементы, устройства вычислительной техники и систем управления, 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы (по трудам)), д.ф-м.н. Султаналиева Р.М. (01.02.04 – механика твердого деформируемого тела), к.т.н. доц. Куржунбаева Р.Б. (05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы) , к.т.н. доц. Рырсалиев А.С. (05.14.01- энергетические системы и комплексы), к.т.н. Сандыбаева А.Р. (05.09.01 – электромеханика и электрические аппараты), к.т.н. Калматов У.А. (05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы), к.т.н. доц. Джунуев Т.Т. (05.13.18 математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы), к.т.н.доц. Тентиев Р.Б. (05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы), к.т.н. доц. Жабудаев Т.Ж. (05.14.08 энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии) , Молдобаева Т.Р. ст.преп. каф. «ЭЭ», Жолдошева Б.М.

ст.преп. каф. «ЭЭ», Абдылдаева М.Т. ст.преп. каф. «ЭЭ», Конушбаева А.Т. ст. преп.каф. «ЭЭ», Кабаев Т. преп.каф. «ЭЭ».

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. Рассмотрение и обсуждение кандидатской диссертационной работы соискателя кафедры «Электроэнергетика» ст. преподавателя Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны на тему «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы. Диссертационная работа выполнялась на кафедре «Электроэнергетика» КГТУ им. И. Раззакова.
2. Рассмотрение и обсуждение дополнительной программы кандидатского экзамена по специальности 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы соискателя кафедры «Электроэнергетика» Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны

Заседание открыла д.т.н. зав. кафедры «Электроэнергетика» Бакасова А.Б., которая ознакомила присутствующих с повесткой дня, представила назначенных рецензентов и научного руководителя.

Бакасова А.Б. сообщила, что на заседании УС КГТУ им. И. Раззакова протоколом №5 от 30 января 2008 была утверждена тема «Исследование влияния изменения структуры электропотребления на структуру тарифов и наоборот» и научный руководитель к.т.н. Тохтамов С.С. соискателя кафедры «Электроэнергетика» Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны.

На заседании УС КГТУ им. И. Раззакова протоколом №4 от 26 декабря 2018 была утверждена новая тема «Исследование влияния качества электрической энергии в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования», где научным руководителем утвержден к.т.н. Сатаркулов К.

На заседании УС КГТУ им. И. Раззакова протоколом №5 от 25 января 2023 г. была утверждена частично измененная тема диссертации «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» с назначением научного руководителя к.т.н. Сатаркулова К.

Назначенные рецензенты присутствуют.

1. д.т.н.проф. Галбаев Ж.Т. (05.13.05 -элементы, устройства вычислительной техники и систем управления, 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы (по трудам))
2. к.т.н., доцент Тентиев Р.Б.- директор Энергетического института (05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы)

Научный руководитель: к.т.н. доцент Сатаркулов Калмурза

Слушали: Бузурманкулова Ч.М. выступила с докладом по теме диссертации «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования».

Актуальность темы. Вопросы обеспечения качества электроэнергии (КЭ) систематически возникают в электроэнергетических системах (ЭЭС) разных стран мира. Связано это с увеличением доли электроприемников (ЭП) с нелинейной вольт-амперной характеристикой (ВАХ) (далее «нелинейная нагрузка») в ЭЭС, которые приводят к возникновению гармонических и интергармонических составляющих в составе тока нагрузки и к увеличению потерь электроэнергии в сетях.

Важнейшими количественными показателями технического состояния электрических сетей и уровня их эксплуатации являются величина потерь электроэнергии и тенденция её изменения. Успешное решение задачи поддержания их на минимальном уровне – залог повышения энергоэффективности электрических сетей. Поэтому проблемы исследования и снижения потерь электроэнергии в электрических сетях на основе научных изысканий, направленных на разработку методов исследования процессов в распределительных сетях с целью поиска путей снижения потерь ЭЭ в элементах распределительной сети, дополнительно подтверждает актуальность темы.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в развитие методов исследования, теории и практических подходов к обеспечению КЭ внесли такие зарубежные ученые как Дж. Арриллага, Д. Брэдли, Р. Дрехслер, М. Масум, Э. Фукс и др. В России и странах бывшего Советского Союза вопросами обеспечения КЭ занимались В.Э. Воротницкий, И.В. Жежеленко, Ю.С. Железко, И.И. Карташев, В.Г. Кузнецов, Л. И. Коверникова., Ю.К. Розанов, В.Г. Сальников, А.К. Шидловский, Ф.А. Зыкин, В.Я. Майер., В.Г. Курбатский, Л.А. Кучумов., С.С. Смирнов, Г.Г. Трофимов и др. В области КЭ множество исследований выполнено в следующих ведущих научно-исследовательских институтах: ВНИИЭ, институт электродинамики АН Украины, ИСЭМ СО РАН и НИУ «МЭИ». Разносторонне обсуждают проблемы КЭ на Международной конференции по системам распределения электроэнергии (CIREN), Международном совете по большим электрическим системам (CIGRE), проводятся исследования под управлением комитета качества электроэнергии международного Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE). При этом в опубликованных материалах перечисленных конференций на недостаточном уровне уделено внимание влиянию токов высших интергармонических составляющих на потери мощности в токопроводящих элементах ЭП и ЭО и дальнейшему развитию инструментов исследования. Поэтому данная научная работа посвящена исследованиям в этом направлении.

Объектом исследования являются токопроводящие элементы (провода, кабели, шинопроводы) промышленных сетей, содержащих ЭП с нелинейной ВАХ.

Предметом исследования является влияние токов высших гармоник и интергармоник на потери электроэнергии в объекте исследования.

Методы и средства исследований. В работе использованы методы теории электрических цепей и численного эксперимента на основе компьютерного моделирования в среде LabVIEW и системы Matlab с пакетом расширений Simulink и библиотеки SimPowerSystems.

Достоверность полученных результатов исследований обеспечена корректным применением математического аппарата, моделирующих программных комплексов, обоснованностью принятых допущений и подтверждается удовлетворительным совпадением результатов моделирования и данных эксплуатации промпредприятия.

Цель исследования. Разработка инструментария для моделирования и исследования, тока нелинейной нагрузки с гармоническими и интергармоническими составляющими, с целью оценки добавочных потерь электроэнергии в токопроводящих элементах промышленной сети.

Для достижения цели исследования в диссертационной работе необходимо решить следующие **задачи**:

1. Анализ причин ухудшения качества электроэнергии при различных режимах работы ЭП;
2. Анализ методов моделирования, программных средств, используемых для достижения поставленной цели;
3. Разработка компьютерных моделей исследуемой промышленной сети в среде Simulink/SimPowerSystems, предназначенных для исследования влияния различных факторов на дополнительные потери мощности и электроэнергии в проводящих элементах промышленных сетей, а также для установления коррелированности между характером вольтамперной характеристикой нелинейных элементов и возможностью появления интергармоник;
4. Анализ характера взаимодействия между основной гармоникой и интергармоническими составляющими в токопроводящих элементах промышленной сети с помощью инструментария в виде виртуального прибора в среде LabVIEW;

5. Разработка виртуального прибора для автоматизации расчета реального коэффициента активных потерь во внешней сети промпредприятия.

Научная новизна полученных результатов состоит в том, что:

1. На базе программного комплекса Matlab/Simulink/SimPowerSystems и LabVIEW разработана структурная схема в среде Simulink и имитационная модель (ИМ) исследуемой промышленной сети в среде SimPowerSystems. ИМ позволяет воспроизвести работу электротехнических устройств во временной области, а также выполнять различные виды их анализа по определению добавочных потерь электроэнергии в исследуемой сети от гармонических и интергармонических составляющих в нагрузочном токе.
2. Разработанные компьютерные модели нелинейных элементов (НЭ) позволило исследовать, влияние вида характеристик НЭ на спектральный состав сгенерированных ими высших гармоник включая и интергармоники.
3. Предложено аналитическое описание несинусоидального тока в составе интергармоник. Результат аналитического описания показал, что, на амплитуду одной интергармоники накладываются синусоидальные колебания усреднённой частотой модулированной амплитудой смещения, что дает значительное увеличение общей амплитуды. Этим результатом можно обосновать одно из возможных причин увеличение потерь в проводнике за счет возникновения дополнительных потерь мощности.
4. На базе графической среды программирования LabVIEW, ориентированной на решение задач из области АСНИ, разработан инструментарий в виде ВП для моделирования мгновенных значений тока нагрузки с высшими гармониками и интергармониками с возможностью статистической их обработки и оценки потерь электроэнергии в токопроводящих элементах промышленной сети. Результаты численного эксперимента и их графическое представление, а также статистическая обработка полученных результатов позволили, установить еще одну из возможных причин возникновения дополнительных потерь мощности от интергармонических составляющих в сигнале (ток, напряжение) обусловленную нелинейной нагрузкой.
5. Результаты численного эксперимента показали, что когда на каноническую гармонику накладываются, ряд интергармоник одной из причин увеличение потерь мощности, за счет добавочных потерь связан с появлением постоянной составляющей в составе сигнала (ток, напряжение). Численный эксперимент проводился на примере сигнала состоящих из следующих частот (50, 92, 167, 270, 273, 276, 279, 282, 285, 288, 291) [Гц] с соответствующими амплитудными значениями (220, 40, 40, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20) [В]. Как известно, когда несинусоидальность обусловлена только гармониками, кратные 50 Гц, постоянная составляющая отсутствует, разумеется, при отсутствии постоянной составляющей в исходном несинусоидальном сигнале.
6. Численный эксперимент также показал, что сумма основной гармоники и интергармоник ведет себя как случайный процесс, тогда как каждая из слагаемых временных функций детерминированы. Интересным является тот факт, что при отсутствии некоторых интергармоник (276 Гц выше приведенном примере) процесс преобразуется в устойчивую функцию со случайно изменяющейся амплитудой в сторону возрастания времени и представляющей одну из реализаций случайного процесса.
7. Разработан ВП для автоматизации расчета реального коэффициента активных потерь во внешней сети промпредприятия, с учетом, что в составе нагрузочного тока возможны интергармоники.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Структурная схема в среде Simulink и имитационная модель исследуемой промышленной сети в среде SimPowerSystems, с результатами численного эксперимента;
2. Многофункциональный виртуальный прибор на основе LabVIEW, предназначенный для исследования влияния различных факторов на потери мощности и электроэнергии в проводящих элементах промышленных сетей и имеющий возможность рассчитать электрическую нагрузку исследуемого элемента сети;

3. Инструментарий в виде ВП для моделирования мгновенных значений тока нагрузки с высшими гармониками и интергармониками с возможностью статистической их обработки и оценки потерь электроэнергии в токопроводящих элементах промышленной сети;
4. Виртуальный прибор для автоматизации расчета реального коэффициента активных потерь во внешней сети промпредприятия;
5. Результаты анализа влияния различных факторов на потери в проводящих элементах на основе компьютерного моделирования режимов с использованием LabVIEW и Simulink/SimPowerSystems.

Практическая значимость и реализация результатов

Разработанные виртуальные приборы позволяют обосновать и исследовать влияние дополнительных, ранее трудно учитываемых факторов на потери мощности и энергии в проводящих элементах промышленных сетей, что должно использоваться при оценке потерь в процессе эксплуатации промышленных сетей, содержащих нелинейные нагрузки.

Результаты диссертационной работы рекомендованы для анализа возможных добавочных потерь в службе эксплуатации промышленных сетей, а также используются для проведения исследовательских работ на кафедре «Электроэнергетика» КГТУ им. И. Раззакова при анализе степени влияния различных, трудно учитываемых факторов на величину технических потерь в проводящих элементах промышленных сетей.

Разработанные методы моделирования ГЭН используются в дипломном и курсовом проектировании на выше указанной кафедре.

Личный вклад соискателя. Все результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. Из работ, которые опубликованы в соавторстве, использованы только те положения и идеи, которые являются результатом собственных исследований соискателя.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на

- VII международной научно-практической конференции «Интеграционные прогрессы в научно-техническом и образовательном пространстве» (Москва-Бишкек КГТУ-НИУ МЭИ, 2021 г.);
- Международной научной конференции «Региональный вуз – основа развития региона» (Токмок, 2022 г.);
- Международной научно-практической конференции посвященной 70-летию известного ученого М.Дж. Джаманбаева (Бишкек, 2022);
- Международной научно-практической конференции «Роль науки и инновационных технологий в устойчивом развитии горных территорий и экосистем» (Бишкек, 2022);
- 65-ой международной сетевой научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов магистрантов и студентов «Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации» (Бишкек, 2023);
- 30-ой международной научно-технической конференции студентов и аспирантов. Радиоэлектроника, электротехника и энергетика (Бишкек, 2024).

По докладу были заданы следующие вопросы:

Бочкарев И.В. – д.т.н., профессор

Вопрос: Как вы подтверждаете правильность, обоснованность предложенной вами научной гипотезы?

Ответ: Был выполнен расчет электрических нагрузок. Это было обосновано по результатам численного эксперимента проведенного с помощью программного обеспечения LabVIEW.

Вопрос: Для какого элемента промышленной сети используется рассмотренное вами нелинейное дифференциальное уравнение ?

Ответ: Для всех токопроводящих элементов сети.

Джунуев Т.Т. – к.т.н., доцент

Вопрос: Что вы исследуете потери или качество ЭЭ? Показаны ли у вас структурная схема элементов промышленных сетей?

Ответ: Мы исследовали потери электроэнергии связанные с качеством электроэнергии. Да, показана в 4 главе в виде схемы внешнего электроснабжения промпредприятия.

Куржунбаева Р.Б. – к.т.н., доцент

Вопрос: В старых ГОСТ-88 были ли рассмотрены показатели интергармоник? Назовите показатели интергармоник и что такое ЭМС?

Ответ: Полного понимания природы электромагнитных возмущений, ассоциирующихся с интергармониками, еще нет. Способность технических средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных электромагнитных помех и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам

Вопрос: Назовите что такое интергармоники и причины их появления?

Ответ: Интергармониками являются токи или напряжения, не кратные основной частоте переменного тока. Источники интергармоник. Два механизма способствуют появлению интергармоник.

Первый заключается в возникновении составляющих в частоте питающего напряжения и его гармониках в результате изменения их амплитуд и углов фаз. Это вызывается быстрым изменением значений токов в электроустановках и оборудовании, которые могут быть причиной перепада напряжения

Вторым механизмом является асинхронное переключение полупроводниковых устройств статических преобразователей.

Обозов А.Д.- д.т.н., профессор

Вопрос: Вы можете сказать процентную достоверность вашего моделирования и была ли выполнена количественная оценка исследования?

Ответ: Да, около 5%.

Жолдошева Б.М. – ст.преп.

Вопрос: Сколько гармоник было рассмотрено в вашей работе?

Ответ: В данной диссертационной работе было рассмотрено 20 гармоник.

ВЫСТУПИЛИ :

Первый рецензент- Галбаев Ж.Т. д.т.н.проф. кафедры «Электромеханика»

Диссертационная работа Ч.М. Бузурманкуловой «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» содержит оригинальные результаты одновременно из трех областей: компьютерного моделирования (график электрических нагрузок потребителей), компьютерных методов решения нелинейных дифференциальных уравнений (разработка блок-диаграмм) и комплекса программ в виде виртуальных инструментов в среде LabVIEW (решение практически значимых задач). С точки зрения повышения точности расчета нагрузок и потерь электроэнергии, наиболее важным результатом можно считать разработанные виртуальные приборы позволяющие учитывать интергармонические и гармонические составляющие при их определении.

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлено тем, что практика эксплуатации современных электрических сетей и последние открытия новых явлений (хаотическое изменение токов и напряжений) в работе нелинейной электроэнергетической

системы показывают, что необходимы дальнейшие исследования в направлении создания новых инструментов исследования, таких явлений.

Цель исследования. Разработка инструментария для моделирования и исследования, тока нелинейной нагрузки с гармоническими и интергармоническими составляющими, с целью оценки добавочных потерь электроэнергии в токопроводящих элементах промышленной сети.

Для достижения цели исследования в диссертационной работе необходимо решить **следующие задачи:**

1. Анализ причин, ухудшения качества электроэнергии в различных режимах работы ЭП;
2. Анализ методов моделирования, программных средств, используемых для достижения поставленной цели;
3. Разработка компьютерных моделей исследуемой промышленной сети в среде Simulink/SimPowerSystems, предназначенных для исследования влияния различных факторов на дополнительные потери мощности и электроэнергии в проводящих элементах промышленных сетей, а также для установления коррелированности между характером вольтамперной характеристикой нелинейных элементов и возможностью появления интергармоник;
4. Анализ характера взаимодействия между основной гармоникой и интергармоническими составляющими в токопроводящих элементах промышленной сети с помощью инструментария в виде виртуального прибора в среде LabVIEW;
5. Разработка виртуального прибора для автоматизации расчета реального коэффициента активных потерь во внешней сети промпредприятия.

Общая характеристика работы. Диссертационная работа включает введение, 4 главы, заключение, список литературы и приложения. В целом диссертационная работа оформлена на 138 страницах, включает 54 рисунков и 13 таблиц.

Во введении определены объект и предмет исследования, сформулированы задачи и методы их решения приведены основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации основных результатов.

В первой главе приведен обзор научной литературы по современному состоянию рассмотренной диссертации в диссертации проблем. Изложены некоторые особенности энергетических процессов в системах электроснабжения с нагрузками, ухудшающими качество электроэнергии.

Отмечено достоинство компьютерных экспериментов, когда на основе моделирования появляется возможность совместного расчета потери электроэнергии и расчетного значения электрической нагрузки с учётом возможного ухудшения качества электроэнергии. При этом можно учитывать сколь угодно большое количество факторов, обеспечивая тем самым полный контроль влияния всех входных параметров на результат, что не всегда возможно в реальном эксперименте.

Во второй главе содержится различные методы, используемые для решения поставленных в диссертации проблем. Глава состоит из двух частей, в первой приведены результаты анализа обзора научных публикаций, касающихся материалов и методов исследования и измерения потерь (выбрано калориметрический способ измерения), а во второй части приведены результаты собственной разработки, т.е. в программной среде LabVIEW разработаны соответствующие виртуальные приборы (ВП) для решения некоторых задач связанных с расчетом электрических нагрузок.

В третьей главе с использованием технологии компьютерного моделирования изучена влияние нелинейных элементов сети на качество электроэнергии и проведено оценка его последствий с использованием компьютерного моделирования. Используя достоинство Simulink и SimPowerSystems (SPS), комбинируя возможности, заложенные в этих пакетах, можно имитировать работу электротехнических устройств во временной области, а также выполнить различные виды их анализа. Отмечено, что SimPowerSystems (SPS) позволяет моделировать сложные электротехнические системы, сочетая методы имитационного и структурного моделирования. В этом разделе диссертации созданы модели нелинейных

резисторов и индуктивностей (насыщающегося реактора), которые использованы при разработке SPS – модели исследуемой сети.

В четвертой главе рассматриваются вопросы, связанные с автоматизацией определения коэффициента активных потерь в системе внешнего электроснабжения потребителя. В современных условиях при проектировании новых промышленных предприятий, где планируется выпуск изделий, основанных на новых технологических операциях, для решения необходимых проектных задач широко используется технология компьютерного моделирования, например, при заданных исходных данных о режимах работы ЭП графики электрических нагрузок получают методом имитационного моделирования.

В главе обращено внимание на то, что важным составляющим энергосберегающих мероприятий промышленного предприятия является снижение потерь электроэнергии ΔW во внешней сети его электроснабжения.

Проанализированы существующая методика и формулы определения потерь электроэнергии во внешней сети предприятия. Ограниченностью рассмотренного метода «ручного» расчета является то, что коэффициенты заполнения K_z и формы K_f графика полной мощности в общем случае изменяются во времени случайным образом, а так как значение ΔW зависит от этих коэффициентов, то при проведении уточняющих расчетов ΔW во внешней сети предприятия необходимо учитывать эти влияющие факторы.

Работа прошла соответствующую апробацию, основные результаты отражены в 14 публикациях, среди которых 12 публикаций в изданиях, рекомендованных НАК ПКР. Получено 3 патента на изобретения.

Научные положения, выводы и результаты диссертационной работы корректны и научно обоснованы.

Диссертация соответствует специальности 05.14.02 – электростанции и электроэнергетические системы.

Научная новизна, практическая ценность и достоверность результатов. Новизна полученных результатов и их научная ценность заключаются:

1. На базе программного комплекса Matlab/Simulink/SimPowerSystems и LabVIEW разработана структурная схема в среде Simulink и имитационная модель (ИМ) исследуемой промышленной сети в среде SimPowerSystems. ИМ позволяет воспроизвести работу электротехнических устройств во временной области, а также выполнять различные виды их анализа по определению добавочных потерь электроэнергии в исследуемой сети от гармонических и интергармонических составляющих в нагрузочном токе.
2. Разработанные компьютерные модели нелинейных элементов (НЭ) позволило исследовать, влияние вида характеристик НЭ на спектральный состав сгенерированных ими высших гармоник включая и интергармоники.
3. Предложено аналитическое описание несинусоидального тока в составе интергармоник. Результат аналитического описания показал, что, на амплитуду одной интергармоники накладываются синусоидальные колебания усреднённой частотой модулированной амплитудой смещения, что дает значительное увеличение общей амплитуды. Этим результатом можно обосновать одно из возможных причин увеличение потерь в проводнике за счет возникновения дополнительных потерь мощности.
4. На базе графической среды программирования LabVIEW, ориентированной на решение задач из области АСНИ, разработан инструментарий в виде ВП для моделирования мгновенных значений тока нагрузки с высшими гармониками и интергармониками с возможностью статистической их обработки и оценки потерь электроэнергии в токопроводящих элементах промышленной сети. Результаты численного эксперимента и их графическое представление, а также статистическая обработка полученных результатов позволили, установить еще одну из возможных причин возникновения дополнительных

потерь мощности от интергармонических составляющих в сигнале (ток, напряжение) обусловленную нелинейной нагрузкой.

5. Результаты численного эксперимента показали, что когда на каноническую гармонику накладываются, ряд интергармоник одной из причин увеличения потерь мощности, за счет добавочных потерь связан с появлением постоянной составляющей в составе сигнала (ток, напряжение). Численный эксперимент проводился на примере сигнала состоящих из следующих частот (50, 92, 167, 270, 273, 276, 279, 282, 285, 288, 291) [Гц] с соответствующими амплитудными значениями (220, 40, 40, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20) [В]. Как известно, когда несинусоидальность обусловлена только гармониками, кратные 50 Гц, постоянная составляющая отсутствует, разумеется, при отсутствии постоянной составляющей в исходном несинусоидальном сигнале.
6. Численный эксперимент также показал, что сумма основной гармоники и интергармоник ведет себя как случайный процесс, тогда как каждая из слагаемых временных функций детерминированы. Интересным является тот факт, что при отсутствии некоторых интергармоник (276 Гц выше приведенном примере) процесс преобразуется в устойчивую функцию со случайно изменяющейся амплитудой в сторону возрастания времени и представляющей одну из реализаций случайного процесса.
7. Разработан ВП для автоматизации расчета реального коэффициента активных потерь во внешней сети промпредприятия, с учетом, что в составе нагрузочного тока возможны интергармоники.

Замечание по диссертационной работе:

1. Обзорная часть работы не позволяет ясно определить место предложенных методов анализа тепловых переходных режимов работы проводниковых элементов сети при стохастическом характере тока нагрузки в подходах уже сформулированных другими авторами;
2. Разработка ряда виртуальных приборов излагается сжато, что затрудняет чтение диссертационной работы;
3. В пункте 3.4 «Виртуальный прибор в среде LabVIEW для качественного анализа взаимодействий гармонических и интергармонических колебаний» желательно бы довести возможности виртуального прибора для анализа взаимодействия гармоник до сорока;
4. В тексте диссертации рисунки 3.4.2, 3.4.3 малоинформативны. Не ясно назначения входов и выходов блок-диаграмм.

Заключение. Выказанные выше замечания не снижает высокого уровня проведенной соискателем работы, из чего следует, что диссертационная работа Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» является завершенной научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты являются достаточно новыми, обоснованными и достоверными. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Работа полностью соответствует требованиям НАК ПКР

КР предъявляемым к кандидатским диссертациям, и после устранения указанных замечаний может быть представлена в диссертационный совет для официальной защиты на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – электростанции и электроэнергетические системы.

Ответ соискателя: Уважаемый Жалалидин Токтобаевич! Разрешите поблагодарить Вас за большой труд по рецензированию моей диссертации, все ваши замечания и пожелания в дальнейшей нашей работе будут учтены.

Второй рецензент – Тентиев Р. Б. -к.т.н. доцент, директор Энергетического института

Актуальность избранной темы. Актуальность темы заключается в том, что важнейшими количественными показателями технического состояния электрических сетей и уровня их эксплуатации являются величина потерь электроэнергии и тенденция её изменения. Успешное решение задачи поддержания их на оптимальном уровне – залог повышения энергоэффективности электрических сетей. Поэтому проблемы исследования и снижения потерь электроэнергии в электрических сетях на основе научных изысканий, направленных на разработку методов исследования процессов в распределительных сетях с целью поиска путей снижения потерь ЭЭ в элементах распределительной сети, являются актуальными.

Новизна научных положений и их степень обоснованности в диссертации.

Научное положение, связанное с математической моделью в виде аналитического описания взаимодействия двух интергармонических составляющих тока нагрузки, характеризуется новизной, так как подобных математических соотношений до сих пор отсутствовало. По мнению рецензента, этот результат обосновывает причины увеличения добавочной потери электроэнергии в проводящем элементе электрической сети при появлении в сети интергармонических составляющих тока нагрузки.

Причины возникновения добавочных потерь в проводящих элементах сети, от гармонических составляющих тока автором диссертации также строго обоснован, так как автор применил математической аппарат теории электромагнитных полей при определении плотности тока в сечении проводника.

Разработанные новые расчетные компьютерные модели в виде виртуальных приборов в среде LabVIEW и SimPowrSystems позволяют исследовать, влияния различных факторов в различных сочетаниях на увеличения потерь в элементах электрической сети, тогда как проведение таких исследований с помощью традиционных методов затруднительно.

Замечание по диссертации:

1. Из материалов раздела диссертации представленная на рис.2.2.2.1 гистограмма, пронумерованная цифрой 2 неясно, к какой теоретической плотности распределения она соответствует.

2. В разделе 3.1 диссертации автор приводит результаты численного эксперимента, полученные в результате компьютерного моделирования, однако не четко изложена сама технология проведения численного эксперимента, что затрудняет установление взаимосвязи параметров модели и результатов эксперимента.

3. Имеют место ссылки на устаревшие литературные источники.

Заключение. Выше приведенные замечания не снижает научный уровень работы соискателя и является завершенной научно-квалификационной работой.

Основные положения диссертации достаточно полно отражены в 14 опубликованных работах. Работа прошла широкую апробацию на научных конференциях. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и в ней отражены все основные положения работы.

Работа отвечает требованиям Положения НАК ПКР предъявляемым к кандидатским диссертациям, и после устранения указанных замечаний может быть представлена в диссертационный совет для официальной защиты на соискание ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.14.02 – электростанции и электроэнергетические системы.

Ответ соискателя: Уважаемый Ренат Бектурганович ! Разрешите поблагодарить Вас за большой труд по рецензированию моей диссертации, мы полностью согласны с Вашими замечаниями они будут устранены.

ВЫСТУПИЛИ:

Обозов А.Дж.- д.т.н. проф. член-корреспондент НАН КР

Замечания и пожелания по диссертации

1. по каким основным критериям получены результаты, какие новые научные результаты были получены надо обязательно акцентировать
2. обязаны вашу модель сопоставить с реальными какими-нибудь экспериментами и делать не только качественную картину, но и количественную.
3. о патентах не было сказано ни слово
4. обязательно повторите сколько опубликовали, где докладывались. Для пользы дела переделать автореферат, доклад.

Джунуев Т.Т. – к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетика»

Диссертационная работа Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны на тему «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» действительно имеет актуальное значение в научных исследованиях в области энергетики. По работе имеется подтверждение новизны, патенты. Рекомендую диссертацию к публичной защите.

Куржунбаева Р.Б. – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение»

Диссертационная работа Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны является законченным исследованием, представляет научную и практическую ценность. Автору желаю успехов, удачи и после исправления сделанных замечаний рекомендую представить диссертационную работу к публичной защите.

Заключительное слово председателя:

Данная работа заслуживает внимания, так как потери в элементах промышленных сетей связанные с интергармониками являются актуальной и современной проблемой в электрических сетях. В предыдущих ГОСТ интергармоники не рассматривались. В настоящее время в сетях имеются большое количество нагрузок с нелинейными характеристиками, что значительно ухудшает качество электрической энергии.

Соискателю и руководителю необходимо учесть замечания, возникшие в процессе обсуждения и внести изменения. Рекомендую представить данную работу в диссертационный совет Института машиноведения и автоматики НАН КР

Прошу присутствующих проголосовать за предложение.

ГОЛОСОВАНИЕ:

Присутствовало	«за»	«против»	«воздержавшиеся»
18	18	нет	нет

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Диссертационная работа Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны на тему: «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» по специальности 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, является завершённым научным исследованием, имеющее важное научное-практическое значение. Она удовлетворяет основным требованиям НАК ПКР, предъявляемым к кандидатским диссертациям.
2. Диссертационную работу Бузурманкуловой Ч.М. на тему «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» по специальности 05.14.02 -

электростанции и электроэнергетические системы, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, представить в диссертационный совет Института машиноведения и автоматики НАН КР для публичной защиты.

3. Утвердить дополнительную программу специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе Бузурманкуловой Чолпон Мейманалыевны на тему «Исследование влияния качества электрической энергии на потери в элементах промышленных сетей с использованием компьютерного моделирования» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - электростанции и электроэнергетические системы.

Председатель

д.т.н., зав. кафедры «Электроэнергетика»
Кыргызского государственного
технического университета им. И. Раззакова

А.Б. Бакасова

Секретарь

ст.преп. кафедры «Электроэнергетика»
Кыргызского государственного
технического университета им. И. Раззакова

Г.Ш. Эралиева

04.06.2024 года

