

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Закировой Альфии Резавановны на тему: «Система защиты электротехнического персонала при аддитивном воздействии электрических и магнитных полей», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.10.3. – «Безопасность труда».

1. Актуальность темы

Диссертация Закировой Альфии Резавановны отражает важность создания эффективных методов защиты электротехнического персонала от воздействия электромагнитных полей (ЭМП) в условиях эксплуатации тяговых сетей, которые из-за электромагнитной неуравновешенности создают сравнительно большие напряженности ЭМП. Современные электроэнергетические системы отличаются значительной долей потребителей с нелинейными вольтамперными характеристиками. Генерируемые ими высшие гармоники усложняют картину поляризации и могут приводить к повышению напряженностей ЭМП. Проведённые автором исследования учитывают сложность электромагнитных полей с гармоническими составляющими до 1 кГц, что показывает глубинный подход к проблеме. Эта работа не только позволит повысить уровень безопасности персонала, но и будет способствовать развитию новых методов и технических решений в области электромагнитной безопасности.

2. Содержание диссертационной работы

Введение обосновывает важность исследования, подчёркивая отсутствие методов оценки и контроля электромагнитных полей до 1 кГц, что создаёт вероятность негативных воздействий на здоровье работников.

В первой главе рассматриваются вопросы безопасности труда, связанные с воздействием ЭМП, анализируются условия труда машинистов электропоездов и приводится статистика вредного влияния на персонал. Рассмотрена существующая система защиты электротехнического персонала от воздействия электрических и магнитных полей 50 Гц.

Во второй главе исследуются энергетические нагрузки ЭМП, предлагаются предельно безопасные уровни и методика аддитивной дозовой оценки параметров ЭМП на рабочих местах.

Третья глава содержит теоретические исследования, включающие разработанную программу на Python для анализа энергетических характеристик ЭМП в электроподвижном составе (ЭПС).

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие необходимость доработки существующей системы защиты электротехнического персонала.

Пятая глава описывает систему защиты, основанную на установленных закономерностях изменений ЭМП, которая учитывает специфику работы

электроустановок и может применяться на подвижном составе и вблизи контактной сети. В ней определена социально-экономическая эффективность внедрения прибора «ИМП УРГУПС-1».

Заключение подводит итоги исследования, подчёркивая его научную и практическую ценность для повышения уровня безопасности труда, в том числе и электробезопасности персонала.

3. Новизна исследований и полученных результатов

Новизна проведённых исследований заключается в том, что соискателем разработана система защиты электротехнического персонала **при аддитивном воздействии электрических и магнитных полей**. Также предложены решения для моделирования, оценки и контроля энергетических характеристик ЭМП в ЭПС. Уникальность предлагаемых решений подтверждена патентами и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

4. Достоверность и обоснованность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием методов математического моделирования и теории электромагнитных полей, основанных на фундаментальных и прикладных исследованиях в области электроэнергетики, биофизики и электробезопасности, разработанных ведущими учёными, которые изучали влияние ЭМП на биологические объекты. Также учитываются статистические материалы, авторские методики и обобщение собственного практического опыта. Дополнительным подтверждением является совпадение результатов моделирования электромагнитных полей с данными, полученными в программе ELCUT.

5. Практическая и теоретическая значимость работы и реализация результатов

В диссертационной работе разработана система защиты электротехнического персонала при аддитивном воздействии электрических и магнитных полей. Основное внимание уделено закономерностям изменения энергетических характеристик ЭМП, математическим моделям и методам защиты. В работе представлен метод определения вероятности негативных воздействий на здоровье электротехнического персонала, протестированный в ЭПС переменного тока. Установлены закономерности изменения параметров ЭМП, что позволило создать эффективную систему защиты. Также разработана математическая модель для оценки среднесменной энергетической нагрузки ЭМП, учитывающая аддитивное воздействие на персонал, и методика для оценки, контроля и нормирования вредного воздействия электрических и магнитных полей с частотой от 25 Гц до 1 кГц. Подготовлен проект ГОСТ Р, касающийся вероятности повреждения здоровья персонала, а также предложены категории вероятности повреждения в зависимости от энергетической нагрузки ЭМП. Предложены и обоснованы методы и устройства защиты, защищённые патентами РФ, включая устройство для исследования аддитивного вредного воздействия низкочастотных ЭМП на биологические объекты.

Результаты работы имеют значительное значение для повышения безопасности электротехнического персонала в условиях аддитивного воздействия электрических и магнитных полей.

6. По диссертации имеются следующие замечания и дискуссионные положения:

6.1. Так как тяговые сети железных дорог из-за электромагнитной неуравновешенности создают сравнительно сильные электромагнитные поля, автор правильно оценивает аддитивное воздействие через вектор Умова-Пойнтинга. Однако не указаны возможные последствия такого воздействия для персонала.

6.2. На странице 182 представлен рисунок 3.10 – «Изменение суммарной среднесменной энергетической нагрузки ЭМП в кабине ЭПС в зависимости от величины зигзага контактного провода». При этом не прописаны ток и напряжение в контактной сети.

6.3. В работе не рассмотрены вопросы, связанные с одним из перспективных направлений — возможным внедрением трехфазной системы тягового электроснабжения (СТЭ) с двумя контактными подвесками и линейным напряжением 25 кВ.

6.4. В целом, соглашаясь с предложенной автором системой защиты электротехнического персонала, остаётся нераскрытым вопрос использования СТЭ с кабелем, которая характеризуется меньшими электрическими и магнитными воздействиями на смежные линии.

6.5. В работе не уточнено, каким образом автор предполагает снижать сопротивление тяговой сети.

6.6. В ИрГУПС разработана программа ПК Fazonord, позволяющая задавать любое пространственное расположение параллельных проводов. Возможно ли реализовать подобное и в программе, которую создал автор для моделирования энергетических характеристик ЭМП?

6.7. На странице 202 автор привёл уравнения регрессионных моделей для электрической составляющей ЭМП. Возникает вопрос: как эти модели были учтены при разработке системы защиты персонала?

Вышеуказанные отмеченные замечания и дискуссионные вопросы не снижают научной ценности и положительную оценку работы.

7. Заключение по диссертационной работе

7.1. Диссертационная работа Закировой А.Р. «Система защиты электротехнического персонала при аддитивном воздействии электрических и магнитных полей» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная проблема безопасности труда.

7.2. Содержание диссертации соответствует её названию и паспорту специальности 2.10.3. – «Безопасность труда».

7.3. Основные положения диссертации в достаточной мере отражены в 62 научных работах, включая 20 статей в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ (из них 17 – по научной специальности: 2 статьи – в квартале К1, 5 – в К2; 7 публикаций, индексируемых в базе Scopus, из кото-

рых одна – в квантиле Q3, одна – в Q4). Также зарегистрировано пять патентов РФ на изобретения, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, две монографии и 27 публикаций (в том числе 20 – по теме диссертации) в иных изданиях.

7.4. Автореферат достаточно отражает основные положения и содержание диссертации.

7.5. На основании изложенного считаю, что данная диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ и «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор Закирова Альфия Резавановна заслуживает присуждения ей учёной степени доктора технических наук по специальности 2.10.3. – «Безопасность труда».

Доктор технический наук,
профессор, профессор кафедры
«Электроэнергетика транспор-
та» федерального государ-
ственного бюджетного образо-
вательного учреждения выс-
шего образования «Иркутский
государственный университет
путей сообщения»
664074, г. Иркутск,
ул. Чернышевского 15
Тел: 8-902-513-87-23
and_kryukov@mail.ru

 Андрей Васильевич Крюков

02.09.2025

Докторская диссертация Крюкова А.В. защищена по специальности 05.14.02-
«Электрические станции и электроэнергетические системы».

Подпись Крюкова А.В. заверяю

