

## ОТЗЫВ

официального оппонента,  
доктора технических наук,  
профессора Зацепиной Виолетты Иосифовны

на диссертацию Серикова Владимира Александровича на тему:

**«Повышение качества электроэнергии активными фильтрокомпенсирующими устройствами в промышленных электротехнических комплексах с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками при резонансных режимах»**,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

### 1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Серикова В.А. посвящена повышению качества электрической энергии в промышленных системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками компенсации реактивной мощности в резонансных режимах. Из множества отечественных и зарубежных научных публикаций известно, что ряд существующих технических средств и решений, включая пассивные и активные фильтрокомпенсирующие устройства, не позволяет эффективно осуществлять компенсацию высших гармоник тока и напряжения в резонансных режимах.

Также в современных промышленных системах электроснабжения при резонансных режимах необходимо учитывать и обеспечивать возможность совместной эффективной работы на разных ступенях напряжения разных по своим функциям и структуре устройств, таких как активные фильтрокомпенсирующие устройства и конденсаторные установки. При этом в ряде зарубежных научных трудов указывается невозможность эффективной работы активных фильтров при наличии в сети конденсаторных установок. Таким образом, на настоящий момент не в полной мере изучены особенности и закономерности совместной работы активных фильтров и конденсаторных установок при резонансных режимах в промышленных системах электроснабжения.

Помимо этого проблеме повышения качества электрической энергии посвящено большое количество отечественных и зарубежных научных трудов ведущих ученых.

Указанные факторы определяют актуальность темы диссертационного исследования Серикова В.А.

### 2. Научная новизна диссертации

Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в их получение. Научная новизна работы заключается в следующем:

- Выявленные в работе зависимости и закономерности, связанные с вариацией амплитуд высших гармоник тока нелинейной нагрузки, уровня искажения напряжения при изменении мощности конденсаторных установок и коэффициента их перегрузки гармониками тока при резонансе, а также обоснованные на их базе ограничения и допущения являются теоретической основой моделирования и анализа сложных несинусоидальных режимов для надлежащего выбора технического средства или решения с целью повышения качества электрической энергии в промышленных системах электроснабжения.

ОТЗЫВ

ВХ.№9-267 от 12.09.23

- Получены закономерности, отражающие влияние параметров активно-емкостного пассивного фильтра, установленного на выходе активного фильтрокомпенсирующего устройства, на степень эффективности компенсации высших гармоник тока и напряжения в условиях резонанса в системах электроснабжения с нелинейной, линейной нагрузками и конденсаторными установками компенсации реактивной мощности.

- Установлено свойство пассивного активно-емкостного фильтра, установленного на выходе параллельного активного фильтра, сдвигать резонансные частоты в область между основной составляющей и минимальным порядком канонической гармоники, создаваемой нелинейной нагрузкой, что позволяет обеспечить надлежащий уровень качества электрической энергии при наличии конденсаторных установок компенсации реактивной мощности в резонансных режимах.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, подтверждается корректным применением известных теорий и методов силовой преобразовательной техники, математического моделирования электротехнических комплексов и систем электроснабжения, анализа несинусоидальных режимов при резонансных явлениях, а также качественной сходимостью результатов имитационного моделирования и экспериментальных исследований на физической модели.

### **4. Научные результаты, их ценность**

В диссертации представлен ряд новых научных результатов, среди которых наиболее важными являются:

- полученные зависимости и закономерности, отражающие характер и особенности протекания резонансных явлений в промышленных системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками, служащие теоретической основой анализа сложных несинусоидальных режимов;

- выявленное свойство активно-емкостного пассивного фильтра, установленного на выходе параллельного активного фильтра, влиять на характер сдвига резонансных частот для повышения эффективности компенсации высших гармоник тока и напряжения.

Указанные результаты представляют научную и практическую ценность при системном планировании, организации и реализации технических мероприятий по повышению качества электрической энергии в современных промышленных системах электроснабжения.

Научные результаты диссертации в достаточной степени освещены в 11 печатных работах, в том числе в 4 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

### **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Выявленные закономерности, ограничения и допущения являются теоретической основой анализа и моделирования сложных несинусоидальных режимов в промышленных системах электроснабжения с нелинейной и линейной нагрузками и конденсаторными установками с учетом наличия резонансных явлений.

Разработана программа для ЭВМ, которая по заданным значениям линейной нагрузки, коэффициенту мощности и диапазону изменения частоты сети позволяет построить график амплитудно-частотной характеристики системы, определяющий резонансную частоту между сетью и конденсаторной установкой. Данная программа может быть использована для практических расчетов при проектировании и эксплуатации промышленных систем электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками.

#### **6. Рекомендации по использованию результатов работы**

Разработан алгоритм выбора параметров активно-емкостного фильтра на выходе параллельного активного фильтра при резонансных режимах в промышленных системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками, который в качестве технических предложений может быть рекомендован к внедрению для реализации методик расчета и моделирования несинусоидальных режимов работы систем электроснабжения.

Результаты работы также могут быть использованы для учебного процесса при изложении вопросов повышения качества электрической энергии в дисциплинах, связанных с электрооборудованием и электроснабжением промышленных предприятий и производств.

#### **7. Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из оглавления, введения, четырех глав, с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 171 наименование, трех приложений. Диссертационная работа изложена на 177 страницах машинописного текста, который поясняется 80 рисунками и 24 таблицами.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

#### **8. Оценка содержания диссертационной работы**

Тема и содержание диссертации **Серикова Владимира Александровича** соответствует следующим областям исследования паспорта специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы:

- п. 1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования»;

- п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления»;

- п. 4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов.

## 9. Замечания и вопросы по работе

Вместе с тем, по работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В диссертации на странице 19 приведена таблица 1.7, в которой показаны показатели качества электроэнергии китайских и российских стандартов. В таблице отображены допустимые значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения, необходимые для выполнения исследования. Однако там же приведены допустимые показания по отклонению частоты сети, медленным изменениям напряжения в точке передачи энергии, коэффициентов несимметрии и колебания напряжения, которые в дальнейшем не рассматриваются при написании диссертации.

2. В работе рассматриваются три типовые схемы электроснабжения, в том числе низковольтная схема, с рядом мощных потребителей на стороне среднего напряжения и с расщепленной обмоткой питающего трансформатора среднего напряжения. На странице 41 диссертации приведена формула (2.6), по которой определены мощности конденсаторных установок, сведенные в таблицу 2.2, при которых возникают резонансные режимы на характерных гармониках для низковольтной типовой схемы электроснабжения промышленных предприятий. Однако для двух других рассматриваемых схем электроснабжения не приведены выражения, по которым можно было бы определить относительные мощности конденсаторов при резонансных режимах.

3. В диссертации приводятся результаты физического моделирования режимов работы системы электроснабжения. Целесообразно пояснить, по каким параметрам, характеристикам, закономерностям и в какой степени результаты физического моделирования имеют качественное совпадение с результатами компьютерного моделирования.

4. В разделе 2.4 диссертации приведено имитационное моделирование режимов системы электроснабжения трансформатора 10/0,4 кВ по однофазной схеме замещения. В работе показано, что при имитационном моделировании однофазная модель дает более завышенные значения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и коэффициента токовой перегрузки в резонансных режимах по сравнению с трехфазной моделью. В исследовании приводится выражение (2.9), которое учитывает внутреннее сопротивление источника тока в однофазной модели и тем самым дает более адекватные результаты моделирования к трехфазной модели. Необходимо пояснить, как было получено выражение (2.9)?

5. По каким параметрам и характеристикам в работе оценивались резонансные явления?

6. Применимы ли результаты, полученные в диссертационной работе, к системам электроснабжения металлургических предприятий, где основной нелинейной нагрузкой являются электродуговые печи?

7. Целесообразно пояснить конкретную методику выбора параметров пассивного активно-емкостного фильтра, устанавливаемого на выходе параллельного активного фильтра, как при этом учитываются параметры подключенной нелинейной нагрузки, питающей сети и конденсаторной установки.

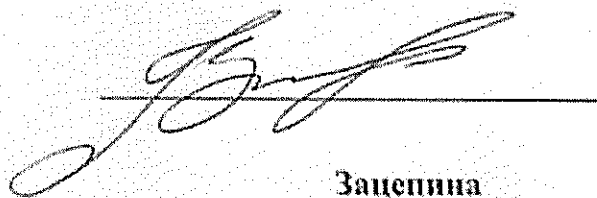
Приведенные вопросы и замечания не снижают положительной оценки представленной к защите диссертации и носят рекомендательный характер.

#### 10. Заключение по диссертационной работе

Диссертация Серикова Владимира Александровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышения качества электрической энергии в промышленных электротехнических комплексах с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками при резонансных режимах путем внедрения новых научно обоснованных технических решений и разработок по применению активных фильтрокомпенсирующих устройств с выходным пассивным емкостным фильтром.

Диссертация «Повышение качества электроэнергии активными фильтрокомпенсирующими устройствами в промышленных электротехнических комплексах с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками при резонансных режимах», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Сериков Владимир Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент,  
Профессор кафедры электрооборудования  
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный  
технический университет»,  
доктор технических наук по специальности  
05.09.03 – Электротехнические комплексы и  
системы, профессор



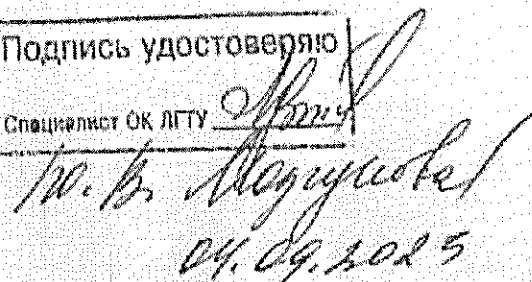
Зацепина

Виолетта Иосифовна

« 4 » 09 2023 г.



Подпись удостоверяю  
Специалист ОК ЛГТУ



04.09.2023



**Сведения об официальном оппоненте:**

Зацепина Виолетта Иосифовна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры электрооборудования

**Почтовый адрес:** Россия, 398046, Россия, г. Липецк, ул. Водопьянова, д. 33

**E-mail:** [vizatsepina@yandex.ru](mailto:vizatsepina@yandex.ru), **телефон (факс):** +7 (4742) 328-048

**Полное наименование организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ЛГТУ»)

**Почтовый адрес:** Россия, 398055, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д. 30

**Официальный сайт в сети Интернет:** <http://www.stu.lipetsk.ru>

**E-mail:** [mailbox@stu.lipetsk.ru](mailto:mailbox@stu.lipetsk.ru), **телефон (факс):** +7 (4742) 328-000, +7 (4742) 310-473