

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук

Шевырёва Юрия Вадимовича на диссертационную работу

Лисовской Татьяны Александровны на тему: «Компенсация реактивной мощности в питающей сети посредством активных выпрямителей напряжения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы

### Актуальность темы диссертационной работы

Широкое распространение в современных электротехнических комплексах получили регулируемые электроприводы переменного тока на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями напряжения (АВН). Применение АВН позволяет обеспечить генерацию и потребление реактивной мощности в питающей сети без применения дополнительных устройств компенсации реактивной мощности. Однако опыт эксплуатации преобразователей частоты с АВН выявил, что их применение для компенсации реактивной мощности может приводить к повышению уровня напряжения в звене постоянного тока превышающем напряжение на вторичной обмотке трансформатора, увеличению уровня высших гармоник в питающей сети и максимального значения полного тока АВН. Поэтому исследование закономерностей компенсации реактивной мощности на базе преобразователей частоты с АВН с учётом указанных выше ограничений является актуальной научной задачей.

На основе анализа научных работ, посвящённых исследованию компенсации реактивной мощности, в диссертационной работе Лисовской Т. А. сформулированы задачи, направленные на разработку способа компенсации реактивной мощности в питающей сети на основе активных выпрямителей напряжения в составе частотно-регулируемых электроприводов среднего напряжения, что позволяет снизить уровень реактивной мощности в точке общего подключения к питающей сети без применения дополнительных устройств компенсации реактивной мощности.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «ИГТУ им. Г.И. Носова»	
за № _____	_____
Дата регистрации	19.02.24
Фамилия регистратора	_____

Основными задачами поставленными и решенными в диссертационной работе являются: теоретический анализ принципа работы АВН в режимах генерирования и потребления реактивной мощности; разработка способа управления АВН для генерации и потребления реактивной мощности в зависимости от уровня напряжения в звене постоянного тока, обеспечивающий постоянный коэффициент модуляции; разработка математических моделей для проведения исследований по генерированию и потреблению реактивной мощности АВН; оценка показателей качества электроэнергии в режимах генерирования и потребления реактивной мощности; проведение экспериментальных исследований на лабораторном оборудовании для проверки адекватности разработанных математических моделей и доказательства работоспособности предложенного способа управления АВН в режимах генерирования и потребления реактивной мощности.

Решение поставленных задач позволит обеспечить компенсацию реактивной мощности посредством АВН в питающей сети без применения дополнительных устройств компенсации реактивной мощности.

### **Достоверность и новизна основных результатов работы**

Автором получены следующие новые научные результаты:

– разработан способ управления АВН на основе программной широтно-импульсной модуляции (ПШИМ) с избирательным удалением гармоник (ИУГ), отличающийся от известных тем, что позволяет обеспечить генерирование или потребление реактивной мощности при постоянстве номинального коэффициента модуляции;

– разработана математическая модель системы «Питающая сеть – трёх-уровневый АВН», отличающаяся наличием системы управления реактивной мощностью, содержанием алгоритмов ПШИМ с ИУГ и учитывающая многопульсность схем подключения к питающей сети;

– разработан метод определения уровней гармоник спектров напряжений и токов АВН при ПШИМ и ИУГ на полном интервале изменения коэффициента модуляции.

Достоверность результатов научных исследований в данной диссертационной работе подтверждается: критическим анализом литературы, посвящённой обзору наиболее распространённых схем подключения трёхуровневых АВН к питающей сети, способов программной широтно-импульсной модуляции (ПШИМ) с избирательным удалением гармоник (ИУГ) и существующих проблем обеспечения качества преобразуемой мощности; результатами моделирования; результатами экспериментальных исследований; апробацией основных научных результатов на научно-технических конференциях, опубликованием статей в научных реферируемых журналах, в том числе международных.

### **Ценность для науки и практики**

Ценность диссертационной работы для науки и практики заключается в:

- разработке способа управления АВН, с помощью которого можно регулировать уровень напряжения в звене постоянного тока в зависимости от заданной реактивной мощности и коэффициента модуляции и осуществить компенсацию реактивной мощности при постоянном номинальном коэффициенте модуляции ПШИМ с ИУГ;

- разработке математической модели системы управления АВН для исследования режимов генерирования и потребления реактивной мощности, учитывающей трехуровневую топологию преобразователя, схему подключения к сети и алгоритмы ПШИМ с ИУГ, позволяющей проводить оценку качества регулирования реактивной мощности, уровней гармонических составляющих токов и напряжений;

- определении наиболее благоприятного диапазона значений коэффициента модуляции от 1,05 до 1,1 при различных алгоритмах ПШИМ для режимов регулирования реактивной мощности;

- доказательстве необходимости исключения 5 и 7 гармоник для ПШИМ с ИУГ, что способствует улучшению синусоидальной формы тока на вторичной стороне трансформатора.

## **Публикации по работе**

Основные положения диссертации в достаточном объеме опубликованы в 11 статьях, в том числе 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 5 статей в изданиях, индексируемых в международных системах цитирования WoS и Scopus.

## **Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации**

Автореферат в полной мере отражает основные положения, идеи и выводы диссертации. Материалы автореферата дают полное представление о научных результатах работы.

## **Замечания**

1. В работе недостаточно подробно представлено описание способа управления АВН в режимах генерирования и потребления реактивной мощности, при котором обеспечивается постоянство номинального значения коэффициента модуляции и регулирование уровня напряжения в звене постоянного тока.

2. Отсутствует описание разработанных компьютерных моделей предложенного способа программной широтно-импульсной модуляции (ПШИМ) с избирательным удалением гармоник (ИУГ), что не позволяет проверить его работоспособность и затрудняет верификацию полученных результатов.

3. В работе следовало бы уделить внимание вопросу о возможности применения разработанного способа управления реактивной мощностью активных выпрямителей напряжения различных фирм производителей на действующих промышленных предприятиях.

4. Рассмотренный алгоритм модуляции с избирательным удалением гармоник не является единственно возможным. В диссертации не приводится сравнение с другими алгоритмами ШИМ. На данный момент широко используются оптимальные алгоритмы ШИМ, которые необходимо было проанализировать в диссертации.

5. В цели диссертации указывается трехуровневый АВН и в самой работе внимание уделяется только трёхуровневой топологии построения преобразователей, однако в названии диссертации об этом не уточняется. Исходя из названия диссертации, следовало бы рассмотреть больше топологий построения активных выпрямителей, а не ограничиваться только трёхуровневой.

### **Заключение**

Диссертационная работа Лисовской Татьяны Александровны «Компенсация реактивной мощности в питающей сети посредством активных выпрямителей напряжения» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научно-технической задачи по компенсации реактивной мощности в питающей сети на основе активных выпрямителей напряжения без применения дополнительных устройств компенсации реактивной мощности в точке общего подключения к питающей сети.

Диссертационная работа Лисовской Т.А. соответствует пунктам 1,3,4 паспорта научной специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (п.1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение систем изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем; п.3. Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов энергоэффективного управления; п.4. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях).

Представленная диссертационная работа «Компенсация реактивной мощности в питающей сети посредством активных выпрямителей напряжения» соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с пунктами 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней»

в редакции постановления правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Лисовская Татьяна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент –

доктор технических наук по специальности

05.09.03 Электротехнические комплексы и системы,

доцент, профессор кафедры

«Энергетика и энергоэффективность

горной промышленности» НИТУ МИСИС,

Шевырев Юрий Вадимович



14 февраля 2024 г.

**Сведения об организации:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Адрес: 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1.

Тел./факс: +7 (495) 955-00-32/ +7 (499) 236-21-05

E-mail: [kancela@misis.ru](mailto:kancela@misis.ru)

Сайт: <https://misis.ru/>

Подпись Шевырёва Юрия Вадимовича заверяю:

ПОДПИСЬ ШЕВЫРЁВА ЮРИЯ ВАДИМОВИЧА ЗАВЕРЯЮ  
И.М. Исаев

