

О Т З Ы В

официального оппонента

доцента, доктора технических наук Носа Олега Викторовича

на диссертацию Добуш Юлии Владимировны на тему:

**“Выявление вкладов потребителей в искажения тока и напряжения в электротехнических комплексах промышленных предприятий”,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы**

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время одним из обязательных требований, предъявляемых к современным электротехническим комплексам и системам промышленного назначения, является обеспечение нормированных показателей качества потребляемой электрической энергии в процессе их эксплуатации, текущие значения которых могут существенно отличаться от установленных величин. Данный факт объясняется широким распространением различного рода элементов и устройств с нелинейными характеристиками как в составе технологического оборудования, задействованного в производственном процессе, в число которых входят мощные тиристорные электроприводы, сварочные агрегаты, электролизеры и т. д., так и в коммунально-бытовом секторе (офисная оргтехника, системы кондиционирования, люминесцентные лампы). При этом в существующих нормативно-правовых документах Российской Федерации однозначно определены только предельно допустимые уровни соответствующих гармоник напряжения в процентном отношении к основной и не даны практические рекомендации по их выявлению, а также количественной оценке конкретных вкладов нелинейных нагрузок и системы электроснабжения в суммарную несинусоидальность. Помимо этого, всё многообразие разработанных к настоящему времени способов и подходов к идентификации и локализации источников гармонических искажений имеют либо существенные ограничения на область практического применения, либо обладают большой погрешностью в получаемых результатах, приводящих к некорректным выводам и заключениям.

В этой связи диссертационное исследование Добуш Ю. В., посвященное решению данной научно-прикладной задачи на основе применения специальных коэффициентов оценки процентного вклада потребителей/системы электроснабжения в мгновенные искажения тока и напряжения в точке общего присоединения

ОТЗЫВ

с последующей выработкой предложений по их дальнейшей компенсации, является актуальной.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна

Достоверность сформулированных Добуш Ю. В. научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректным применением методов анализа процессов в трехфазных электрических цепях переменного тока, стандартных программных пакетов для численного расчета и цифрового моделирования, а также фундаментальных законов электротехники.

Практическая верификация полученных в работе научно-прикладных результатов была выполнена с использованием специализированного лабораторного стенда, на базе которого при помощи анализатора “FLUKE” производилось измерение напряжений в точке общего присоединения и выделение из мгновенных временных зависимостей токов нечетных гармоник для различных режимов исследуемой трехфазной системы, а также типов силовых фильтрокомпенсирующих устройств и трехфазных линейных/нелинейных нагрузок.

Научная новизна предложенного в работе алгоритмического подхода к идентификации доминантных источников мультигармонических искажений отличается простотой сбора и обработки полученных данных по отношению к существующим аналогам, что свидетельствует о потенциальной возможности применения результатов диссертационного исследования в отечественном энергетическом комплексе, а структура закона декомпозиции вклада нелинейных потребителей в процентном отношении защищена патентом № 2752765 “Способ оценки вклада нелинейных потребителей в искажение напряжения в точке общего присоединения” от 10.12.2020 г.

3. Научные результаты, их ценность

В диссертации Добуш Ю. В. получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

– теоретически и экспериментально подтверждено, что практическое использование предложенного в работе коэффициента $K_D^{(n)}$, представляющего собой проекцию вектора тока высшей гармоники потребителя на вектор тока высшей гармоники по отношению к модулю вектора тока высшей гармоники в точке об-

щего присоединения, позволяет достоверно выявить степень негативного влияния конкретной нелинейной нагрузки на качество электрической энергии в точке общего присоединения;

– теоретически и экспериментально доказано, что практическое использование предложенного в работе коэффициента $K_D^{(h)}/\Phi$, вычисляемого в виде проекции вектора тока системы электроснабжения или потребителя на вектор тока силового фильтра высших гармоник на резонансной частоте по отношению к модулю вектора тока силового фильтра высших гармоник на резонансной частоте, позволяет в рамках принятых ограничений достоверно определить доминирующий вклад системы электроснабжения в суммарное ухудшение качества электрической энергии;

– алгоритмический принцип распределения ответственности за генерацию искажений в мгновенной форме трехфазных переменных между потребителями и электроснабжающей организации;

– экспериментальные зависимости разработанных коэффициентов вкладов, характерных для типовых трехфазных линейных/нелинейных нагрузок производственных предприятий в различных отраслях промышленности.

Представленные в диссертации научно-прикладные результаты, которые являются новыми, обоснованными с теоретической точки зрения и верифицированными на экспериментальной установке, позволяют получить полную информацию обо всех источниках несинусоидальности и, таким образом, произвести покомпонентную оценку влияния внешней системы электроснабжения и внутренних нелинейных нагрузок на качество электрической энергии в точке общего присоединения.

Основное содержание диссертации и ее отдельные положения достаточно полно изложены в 18-ти печатных работах, включающих в себя 2-е статьи из перечня ведущих рецензируемых журналов и изданий, определенных Высшей аттестационной комиссией, и в 4-х публикациях, включенных в международную базу данных и цитирования “Scopus”. Автором также получен один патент на изобретение по теме диссертационного исследования.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

К основным результатам выполненных научно-прикладных исследований, характеризующихся теоретической и практической значимостью, можно отнести:

- обзор существующих способов и подходов к идентификации источников искажений в мгновенной форме трехфазных переменных, а также анализ действующих международных и российских стандартов качества, на базе которого была обоснована необходимость изменения нормативно-правовой базы в области регулирования электрической энергии;
- программно-аппаратный комплекс для декомпозиции в процентном отношении вкладов системы электроснабжения и различного рода потребителей в гармонический состав напряжений в точке общего присоединения;
- взаимосвязь между введенным коэффициентом вклада системы электроснабжения относительно пассивного фильтра высших гармоник $K_D^{(h)}_{СЭС/Ф}$ и эффективностью мгновенной компенсации искажений тока и напряжения с помощью данного типа силовых фильтрокомпенсирующих устройств;
- использование результатов диссертационного исследования в учебном процессе Санкт-Петербургского горного университета и производственной деятельности ООО “АСТЕРО”.

5. Замечания и вопросы по работе

1. В рукописи пояснительной записки имеется ряд незначительных ошибок и опечаток. Так, например, в качестве десятичного разделителя используется как запятая, так и точка; на рисунке 3.8 б изображен минимум коэффициента вклада фильтра, а не максимум, как это указано на стр. 64; на принципиальных электрических схемах в местах соединения ветвей электрической цепи отсутствуют точки и т. д.
2. Как отмечено во вводной части работы, ее целью является “развитие общей теории связанных распределительных систем среднего напряжения”, в связи с чем возникает вопрос о применимости разработанной методики к распределительным сетям общего назначения низкого класса до 1 кВ.
3. Утверждение из раздела 2.1 о том, что “большой вклад в суммарный вектор тока оказывает большой по модулю вектор тока потребителя вне зависимости от взаимного расположения векторов” является справедливым только в частном случае подключения к системе электроснабжения двух автономных электроприемников.
4. В работе отсутствует обоснование выбора численного значения 50% в качестве граничной величины, на основании которой в разработанном алгоритме (см.

рисунок 2.15) определяется доминирующий источник искажений мгновенной формы напряжений в точке общего присоединения и, далее, делается выбор о конкретном месте установки силового фильтрокомпенсирующего устройства.

5. Из осциллограммы, изображенной на рисунке 3.4 а, следует, что при закрытом состоянии полупроводниковых вентилях тиристорного регулятора мощности ток источника превышает ток единственного электроприемника, в качестве которого выступает трехфазный асинхронный двигатель, а на изображенной типовой зависимости тока светодиодной лампы во времени, представленной на рисунке 4.3, максимальное мгновенное значение на периоде основной гармоники достигает величины близкой к 100 А.

6. В диссертации не сформулированы завершённые практические предложения и рекомендации по исключению основного недостатка разработанного подхода к анализу качества электрической энергии, заключающегося в ошибочной идентификации, как, например, в случае рисунка 3.17 в, чисто линейных нагрузок, как нелинейных потребителей.

7. При цифровом моделировании в программном продукте “MATLAB/Simulink” системы электроснабжения промышленного предприятия не раскрыто содержание элемента, представляющего собой исполнительный двигатель с преобразователем частоты, так как от топологии силовой части входного комплекта полупроводникового устройства существенно зависит конкретный вид гармонических искажений.

Вышеприведенные замечания являются несущественными и носят рекомендательный характер, **не снижая общей положительной оценки** представленной к защите диссертационной работы.

6. Заключение по диссертации

По содержанию, новизне, практической значимости и целостности полученных результатов диссертация Добуш Ю. В. является законченной научно-квалификационной работой, посвященной развитию общей теории качества электрической энергии связанных распределительных систем среднего класса напряжений с нелинейной нагрузкой.

С учетом вышеизложенного считаю, что диссертация “Выявление вкладов потребителей в искажения тока и напряжения в электротехнических комплексах промышленных предприятий”, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические ком-

плексы 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 Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Добуш Юлия Владимировна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Профессор кафедры проектирования технологических машин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Новосибирский государственный технический университет”

доцент, д-р техн. наук



Нос Олег Викторович

23.05.2022г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Новосибирский государственный технический университет”

Почтовый адрес: 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, д. 20

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.nstu.ru/>

e-mail: rector@nstu.ru

Телефон: +7 (383) 346 08 43

Подпись **Носа Олега Викторовича** заверяю

М.П.



И. И. Акулиничев