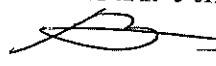


УТВЕРЖДАЮ

Ректор Федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования Санкт-
Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина), доцент, д.т.н.


В.Н. Шелудько

«27 05 2022 г.»



О Т З Ы В

ведущей организации 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 состав современных электротехнических комплексов промышленных предприятий все чаще входит нелинейная нагрузка, повышающая энергоэффективность технологических процессов, но снижающая качество электрической энергии. Многочисленные исследования в области компенсации искажений, созданных нелинейной нагрузкой, привели к разработке различных типов фильтров высших гармоник, позволяющих снижать уровень искажений до предельно допустимых значений. Однако вопрос определения источников искажений и их вкладов в искажения в точке общего присоединения нескольких потребителей не раскрыт до конца. Существующие методы имеют ряд недостатков, описанных в диссертации, что в настоящее время не позволило выработать единых подход к оценке вкладов потребителей и снабжающей организации в искажения

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-287 от 10.06.22
А У М С

тока и напряжения в точке общего присоединения. В то же время, этот вопрос важен как с точки зрения обеспечения надлежащего качества электроэнергии, так и с точки зрения обоснованного распределения ответственности за генерацию и компенсацию токов высших гармоник. В этой связи, тема диссертации Добуш Ю.В. является актуальной.

2. Научная новизна диссертации

К научной новизне диссертации следует отнести следующее:

1) Предложено использование коэффициента вклада $K_D^{(h)}$, рассчитываемого как проекция вектора тока высшей гармоники потребителя на вектор тока высшей гармоники в ТОП по отношению к модулю вектора тока высшей гармоники в ТОП, а также выявлены зависимости коэффициентов вкладов $K_D^{(h)}$ от режима работы электроприемников, характерные для типичных видов нагрузок промышленных предприятий.

2) Предложено использование коэффициента вклада $K_{D/\Phi}^{(h)}$, рассчитываемого как проекция вектора тока СЭС или потребителя на вектор тока фильтра высших гармоник на резонансной частоте по отношению к модулю вектора тока фильтра высших гармоник на резонансной частоте, а также выявлены зависимости коэффициентов вкладов $K_{D/\Phi}^{(h)}$, от режима работы электроприемников, характерные для типичных видов нагрузок промышленных предприятий.

3) Разработан алгоритм распределения ответственности за генерацию искажений между потребителями и СЭС, отличающийся тем, что вначале определяется вклад СЭС на основании коэффициента вклада $K_{D/\Phi}^{(h)}$, а затем рассчитываются вклады потребителей, подключенных к ТОП, на основании коэффициента $K_D^{(h)}$.

4) Установлены границы применимости коэффициентов вкладов $K_D^{(h)}$, а именно, определено, что при коэффициенте вклада СЭС $K_{D/\Phi}^{(h)}$, превышающем 44,3%, коэффициенты вкладов $K_D^{(h)}$ могут не коррелироваться с реальными вкладами потребителей.

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

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается использованием стандартных методов математического и имитационного моделирования, базирующихся на фундаментальных законах электротехники. Подтверждение результатов, полученных в ходе теоретических исследований, проводилось в рамках лабораторных исследований. Лабораторный стенд включал в свой состав линейную нагрузку в виде асинхронного двигателя и нелинейную нагрузку в виде тиристорного регулятора мощности и тиристорного выпрямителя, что является характерными видами нагрузки для промышленных предприятий. Также использовались фильтр высших гармоник и компенсатор реактивной мощности, которые также являются распространенными техническими решениями для повышения качества электроэнергии на промышленных предприятиях. Измерения токов и напряжений проводились при помощи поверенного анализатора качества электроэнергии Fluke 125B, позволяющего определять амплитуды и фазы измеряемых напряжений и токов с 1-ой по 40-ую гармонику.

4. Научные результаты, их ценность

К научным результатам относится разработанный алгоритм распределения ответственности за генерацию токов высших гармоник между электроснабжающей организацией и потребителями, подключенными к одной точке общего присоединения на основании введенных коэффициентов вкладов.

Применение разработанного алгоритма выявления вкладов в искажения тока и напряжения позволит определить точки присоединения компенсирующих устройств в связанной системе электроснабжения предприятия на основании коэффициента вклада системы электроснабжения относительно фильтра, который указывает на эффективность использования компенсирующего устройства с точки зрения синусоидальности тока и напряжения в рассматриваемом узле.

Полученные научные результаты являются новыми.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 18 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, в 4 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получен 1 патент.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации, рекомендации по использованию результатов работы

С точки зрения теории, значимость диссертации заключается в том, что разработанный способ на основании введенных коэффициентов вкладов является базой для дальнейших исследований в области расчетов, связанных с высшими гармониками токов и напряжений. Рекомендуется продолжить исследования в данной области с точки зрения поиска и обоснования интегрального показателя вклада потребителей по всем высшим гармоникам по аналогии с суммарным коэффициентом гармонических составляющих напряжения K_U , используемом в ГОСТ 32144-2013, или коэффициентом искажения синусоидальности напряжения (THDu).

С практической точки зрения диссертация имеет значимость как непосредственно для промышленных предприятий, включающих в состав моделей нелинейную нагрузку, так и для снабжающей организации, так как разработанный алгоритм определения вкладов потребителей в искажения тока и напряжения в точке общего присоединения потенциально может стать средством регулирования взаимоотношений между потребителями и снабжающей организацией в области генерации и компенсации высших гармоник тока и напряжения. Однако, для этого необходимо провести обширные исследования как лабораторные, так и непосредственно на предприятиях. Необходимо исследовать зависимости предложенных коэффициентов вкладов от режимов работы оборудования для нагрузок, не рассмотренных в рамках проведенных исследований, рассмотреть возможность и целесообразность использования интегрального коэффициента по всем гармоникам, перейти от оценки мгновенных значений вкладов к осредненным

значениям за различные периоды времени, оценить оптимальное время осреднения, учитывая разнообразие нагрузок и непостоянство режимов работы. Также следует изучить влияние сопротивления системы на расчет коэффициентов вкладов.

6. Замечания и вопросы по работе

1) Исследования проводилось до 40-й гармоники. Почему не оценивалось влияние гармоник более высокого порядка? Уменьшалось ли влияние гармоник с увеличением их номера? Устанавливалась ли связь между спектральным составом сигналов и нелинейными свойствами моделей?

2) В работе уделено особое внимание исследованию 5-й гармоники. Почему именно ей, а не другим?

3) При воздействии шумов, возможно появление высоких интермодуляционных спектральных составляющих. Исследовался ли этот факт при спектральном анализе?

4) В качестве комплексных сопротивлений предприятий использовалась величина $Z^{(h)}$, при этом нагрузка нелинейная, и в ней возможны воздействия спектрального характера (несоответствие имеющихся гармоник напряжения гармоникам тока). Как решен этот вопрос в диссертации?

5) Какая именно модель применялась при математическом моделировании в MATLAB: готовые блоки, математическое описание или использование структурных элементов, из которых собирались блоки?

6) Учитывался ли при математическом моделировании профиль промышленных предприятий и особенности их нагрузки для определения меры ответственности потребителей за вносимые искажения?

7) Как учтены различия в искажениях, вносимых потребителями, выявленными при математическом моделировании, и фактически работающими предприятиями?

7. Заключение по диссертации

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 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 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.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации **Добуш Юлии Владимировны** обсужден и утвержден на заседании кафедры теоретических основ электротехники **Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**, протокол № 5 от 26.05.2022 года.

Заведующий кафедрой «теоретических основ электротехники»
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

доцент, д.т.н.

Секретарь заседания

к.т.н., доцент

М.П.



Соловьева Елена Борисовна

Лановенко Елена Викторовна

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Почтовый адрес: 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5
литера Ф

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

e-mail: info@etu.ru

Телефон: +7 812 234-46-51