

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора

Назарычева Александра Николаевича

на диссертационную работу **Белицкого Антона Арнольдовича**
«Оптимизация режимов работы электротехнического комплекса
предприятия по критерию минимума тока в нулевом проводе»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

На отзыв представлены:

- диссертация общим объемом 123 страницы, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 113 наименований и двух приложений;
- автореферат диссертации на 20 страницах с общей характеристикой работы, кратким изложением основного содержания результатов, полученных в диссертации, и списком публикаций по теме диссертации из 7 наименований.

1. Соответствие работы специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и установленным критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней.

В соответствии с паспортом специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» (технические науки), область исследований диссертации Белицкого А.А. имеет научную новизну и практическую значимость в части:

- п. 2 «Обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем»;
- п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления».

Диссертационная работа Белицкого А.А. соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней.

– По п. 9. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития электроэнергетической отрасли знаний в области обеспечения бесперебойной работы оборудования системы электроснабжения предприятий на основе оптимизации величины тока в нулевом проводе.

– По п. 10. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приведены сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

– По п.п. 11 – 13. По теме диссертационной работы опубликовано 7 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, входящих в список рекомендуемых в перечне ВАК (Электротехнические комплексы и системы управления, Известия Тульского государственного университета. Технические науки, Естественные и технические науки), в которых изложены основные научные результаты. Содержание опубликованных работ в полной мере отражает содержание автореферата и диссертации.

– По п. 14. В диссертации сделаны необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов.

2. Актуальность темы диссертации.

Развитие современных систем электроснабжения предприятий и потребителей с мощными электропринимающими устройствами сопровождается необходимостью решения комплекса масштабных задач по обеспечению качества электрической энергии и параметров низковольтной четырехпроводной электрической сети. Поэтому проведение исследований в данной области являются актуальными.

Диссертация работа Белицкого А.А. посвящена важным для электроэнергетической отрасли вопросам выработки научно обоснованных рекомендаций по оптимизации величины тока в нулевом проводе, что позволит обеспечить бесперебойную работу оборудования электротехнического комплекса предприятия.

Перспективным направлением развития электротехнического комплекса предприятия является также создание интеллектуальных активно-адаптивных сетей, где будут реализованы адаптивные алгоритмы оптимального управления режимов работы электрооборудования.

На современном этапе развития систем электроснабжения и электротехнических комплексов предприятий отмечается значительное искажение в напряжение питающей электросети, которое вносят мощные электроприемники. При этом, такие электроприемники, требуют высококачественного электропитания для безотказной работы, особенно в случае наличия асимметрии нагрузки по фазам.

Дополнительной проблемой для эксплуатации четырехпроводной сети с нелинейной нагрузкой электроприемников является увеличение нагрузки на нулевой провод. Это значительно влияет на срок службы кабельных линий и надежность электроснабжения. При переходе на новые нормативно-технические документы возникла ситуация, когда ток нулевого провода в четырехпроводной системе может в несколько раз превышать фазный ток.

Для решения задач обеспечения надежности электроснабжения потребителей и повышения эффективности работы систем электроснабжения применяются компенсирующие устройства по подавлению высших гармоник, различные способы компенсации несимметрии, а также увеличение сечения нулевого провода.

В работе для решения задач повышения энергоэффективности функционирования предприятий и обеспечения бесперебойной эксплуатации оборудования, предлагается учитывать влияние всех определяющих факторов на величину тока в нулевом проводе, что определяет актуальность темы диссертации.

3. Общая характеристика работы и ее научных положений

Во введении обоснована актуальность темы работы. Сформулированы цели и задачи исследования, отражена научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе рассмотрены режимы работы трехфазной четырехпроводной низковольтной системы электроснабжения предприятия с нелинейной и несимметричной нагрузкой. На основе обзора литературных источников выполнен анализ применяемых в настоящее время подходов к выбору устройств компенсации тока нулевого провода в условиях работы несимметричной и нелинейной нагрузки. Установлено, что для обеспечения бесперебойной работы оборудования электротехнического комплекса предприятия необходима оптимизация величины тока в нулевом проводе. В главе выполнена постановка задач исследования.

Во второй главе приведены результаты исследования влияния различных факторов на величину тока в нулевом проводе в четырехпроводной сети. Показано, что для предприятия любой мощности и

нагрузки в разной степени на величину тока могут влиять как несинусоидальность электроприемников, так и несимметрия нагрузки. Выявлено, что на ток нулевого провода влияют также несколько факторов, таких как: сечение нулевого провода, уровень напряжения и конфигурация сети. Установлено, что к основным факторам, изменяющим ток в нулевом проводе относятся: несинусоидальность тока нулевого провода; несимметрия токов фаз по нулевой последовательности; параметры нагрузки; параметры распределительной сети; уровень напряжения нагрузки.

В третьей главе выявлено, что одной из основных проблем, связанных с током нулевого провода в четырехпроводных сетях низкого напряжения, является проблема перегрузки нулевого провода в связи с изменением нагрузки, которая может быть нелинейной и несимметричной. Определена зависимость величины тока нулевого провода от коэффициентов несимметрии и несинусоидальности с учетом взаимовлияния состава и параметров нагрузки, параметров распределительной сети, уровня напряжения, конфигурации сети и сечения нулевого провода. Установлено, что имеется возможность определить для конкретного электроприемника степень взаимовлияния несинусоидальности и несимметрии на ток в нулевом проводе в четырехпроводной трехфазной системе электроснабжения.

В четвертой главе представлены результаты моделирования режимов работы электротехнического комплекса с целью выбора эффективного способа уменьшения тока в нулевом проводе. Сформирован алгоритм выбора средств компенсации тока нулевого провода. Выполнена оценка экономической эффективности применения средств компенсации несинусоидальности и несимметрии.

Исходя из анализа содержания диссертационной работы, можно заключить, что диссертация обладает внутренним единством, а по своему объему, структуре и направленности полученных результатов для решения поставленных задач является законченным исследованием, и соответствует предъявляемым требованиям.

4. Оценка научной новизны, степени обоснованности и достоверности положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Научная новизна основных результатов диссертационной работы состоит в решении научно-технической задачи, имеющей существенное значение для электроэнергетической отрасли и заключающейся в разработке научно обоснованных рекомендаций по выбору технических решений и параметров компенсирующих устройств, позволяющих минимизировать

степень влияния на бесперебойность работы оборудования гармонического состава тока и несимметрии нагрузки:

1. Выявлены основные факторы, влияющие на величину тока нулевого провода в низковольтной четырехпроводной сети с учетом изменчивости нагрузки предприятия;

2. Выявлена взаимозависимость основных факторов, определяющих величину тока нулевого провода, в виде универсальных аналитических выражений;

3. Разработан критерий выбора параметров компенсирующих устройств, обеспечивающих бесперебойность работы электрооборудования при наличии значительных величин тока нулевого провода;

4. Разработан алгоритм выбора параметров технических устройств, обеспечивающих устойчивую работу электрооборудования при изменении его характеристик.

Достоверность выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждается применением апробированных методов математического и имитационного моделирования и достаточной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований значения тока в нулевом проводе.

5. Практическая ценность диссертационной работы и рекомендации по использованию ее результатов.

Научные и практические результаты полученные в диссертации можно рекомендовать к использованию их в электросетевых компаниях, научно-исследовательских и проектных организациях, в системах электроснабжения промышленных предприятий, содержащих вновь подключаемую несимметричную и (или) нелинейную нагрузку при выборе оптимального технического решения для минимизации влияния тока в нулевом проводе на бесперебойность работы электрооборудования предприятия, а также в учебном процессе образовательных организаций для электроэнергетических специальностей.

За счет внедрения метода по разработанному в работе алгоритму можно исключить перерывы в электроснабжении, вызванные превышением допустимого значения тока в нулевом проводе. Алгоритм применения критерия выбора параметров компенсирующих устройств, обеспечивающих минимальное значение тока в нулевом проводе, апробирован на четырехпроводной трехфазной системе электроснабжения СЗГМУ им. И. И. Мечникова.

6. Апробация работы и подтверждение опубликования основных положений работы.

Основные теоретические положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на двух международных и всероссийских научно-технических конференциях. По теме диссертационной работы опубликовано 7 статей, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

7. Основные вопросы и замечания по работе.

1. В п. 1.6 при анализе вариантов схем электроснабжения различных предприятий на рисунках 1.6.1 – 1.6.6 не везде показаны высоковольтные выключатели, разъединители, заземляющие ножи, измерительные трансформаторы тока и напряжения, различные типы нагрузок, схемы соединения обмоток трансформаторов, наличие систем РПН или ПБВ, и других обязательных для анализа режимов элементов схем электрических соединений. В связи с этим необходимо пояснить какое влияние может оказывать высоковольтная часть схемы электроснабжения предприятия на решение задач рассматриваемых в диссертации?

2. В табл. 1.6.2. (стр. 49) автором приведены показатели качества электроэнергии трехфазных нелинейных и несимметричных нагрузок для различных промышленных предприятий. Как эти показатели согласуются с данными приведенными в нормативных документах, и можно ли их принять в качестве нормированных значений различных видов потребителей на напряжении 0,38, 6, 10, 20 кВ для предприятий аналогичных отраслей промышленности?

3. В диссертационной работе часто используются известные классические положения, графики и формулы, без приведения которых диссертация не потеряла бы своей научной ценности. Например, на рис. 1.1.2. (стр. 11) и на рис. 1.2.2 (стр. 14) показаны векторные диаграммы, а на стр. 66 приведены подробные выражения для определения тока в нулевом проводе. Эти векторные диаграммы и математические выражения можно найти в любом учебнике.

4. В диссертации встречаются неточности в формулировках, в подрисуночных подписях и т.п. Например, рис. 4.3.7 (стр. 14) – Алгоритм выбора средств компенсации тока нулевого провода. Как можно компенсировать ток нулевого провода? Также часто приводится словосочетание нулевой ток провода, а что это за ток?

5. В главе 4 (раздел 4.3) на стр. 94 представлен алгоритм выбора средств компенсации. Следует пояснить, какому компенсатору высших гармоник следует отдать предпочтение – активному, пассивному или другому виду компенсатора при выборе наиболее эффективного решения?

6. В диссертационной работе указано, что на величину тока нулевого провода кроме коэффициентов несимметрии фазных токов по нулевой последовательности и несинусоидальности тока нулевого провода также оказывают влияние уровень напряжения нагрузки, параметры распределительной сети и параметры нагрузки. Однако в работе это влияние нигде не показано в численном выражении, что обуславливает некоторую неопределенность влияния указанных факторов на ток нулевого провода?

7. В диссертационном исследовании неоднократно упоминается, что полученные результаты позволяют минимизировать влияния тока в нулевом проводе на бесперебойность работы электротехнического комплекса предприятия, запитанного от низковольтной четырехпроводной сети. Однако, количественно автором не была сделана оценка показателей бесперебойности электроснабжения потребителей 0,38 кВ. Какие можно сделать экспертные оценки по значениям частоты перерыва электроснабжения и по времени его восстановления в случае внедрения результатов работы на конкретных промышленных предприятиях?

8. Заключение.

Представленная диссертационная работа Белицкого А.А. на тему «Оптимизация режимов работы электротехнического комплекса предприятия по критерию минимума тока в нулевом проводе» полностью соответствует научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», выполнена на достаточно высоком уровне, обладает внутренним единством, и является законченной научно-квалификационной работой. Результаты исследований и выводы, полученные в диссертации, свидетельствуют, что работа имеет большое практическое значение для систем электроснабжения промышленных предприятий электротехнического комплекса России в части решения проблемы выбора параметров компенсирующих устройств, обеспечивающих минимальное значение тока в нулевом проводе в четырехпроводной трехфазной системе электроснабжения предприятий.

Сделанные замечания не снижают общее положительное мнение о выполненной работе и полученных результатах.

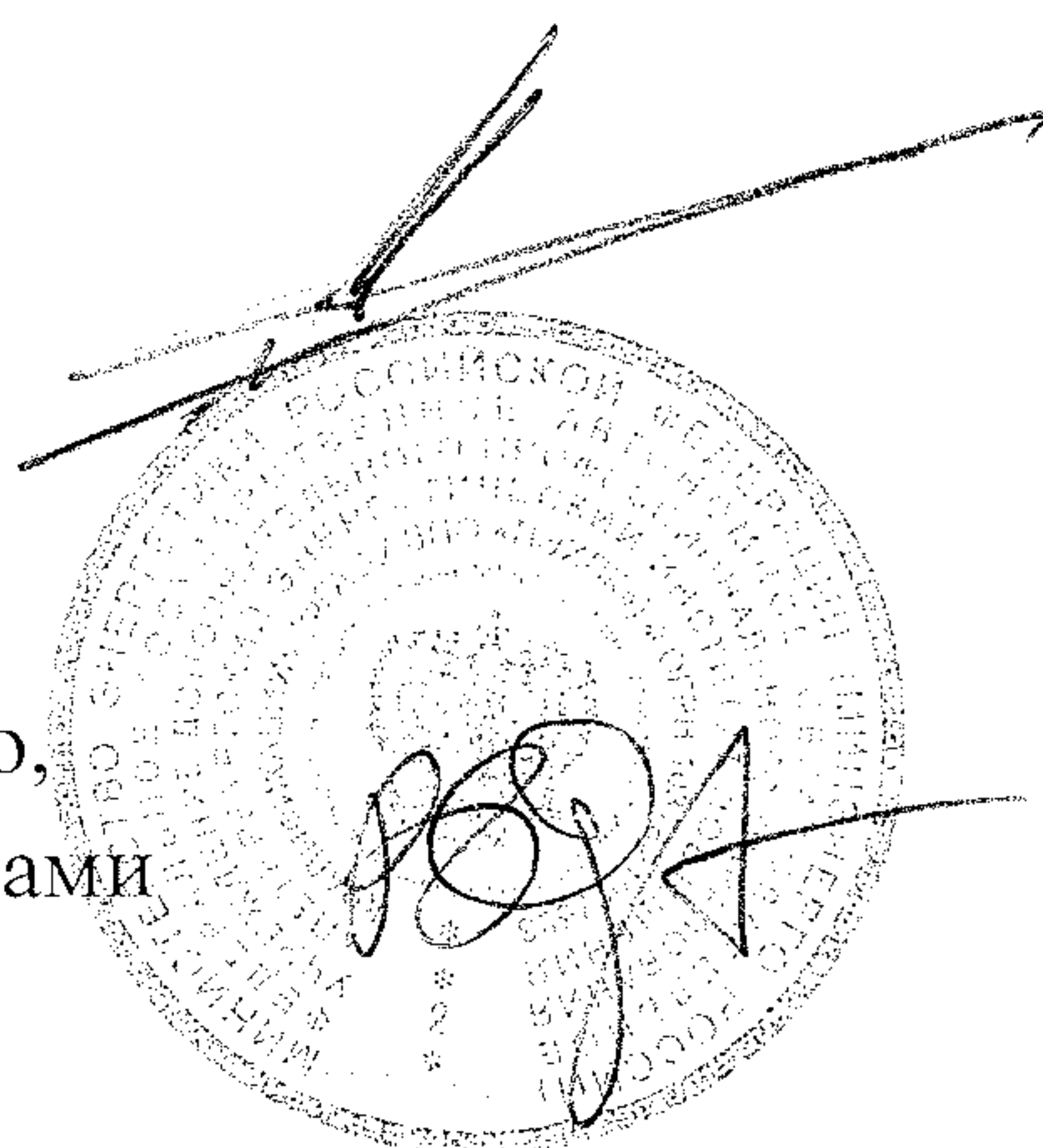
Считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор Белицкий Антон Арнольдович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
ректор ФГАОУ ДПО
«Петербургский энергетический институт
повышения квалификации»
Министерства энергетики
Российской Федерации.

А.Н. Назарычев

Подпись А.Н. Назарычева заверяю,
Начальник отдела управления делами

В.В. Одноконный



10.05.2017 г.

196135, г. Санкт-Петербург, ул. Авиационная, 23

тел: +7 (812) 708-48-46

E-mail: rector@peipk.spb.ru

федеральное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного профессионального образования
«Петербургский энергетический институт повышения квалификации»