

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента

Мельниковой Ольги Сергеевны

на диссертационную работу Орла Евгения Александровича

на тему

«Повышение энергоэффективности автономных электротехнических комплексов с возобновляемыми источниками энергии путем адаптивной регулировки режимов их работы» на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

2.4.2. – «Электротехнические комплексы и системы»

1. Актуальность темы диссертации

На территории Российской Федерации в отсутствии централизованного электроснабжения в труднодоступных и отдалённых районах северных и сибирских регионов существует необходимость применения децентрализованного автономного электроснабжения. Организация и повышение эффективности выработки электроэнергии является неотъемлемой частью развития таких территорий.

Существующие источники автономного электроснабжения, в том числе возобновляемые, имеют ряд ограничений, таких как:

- необходимость обеспечения запаса топлива, сопряженная с логистическими трудностями его доставки, при использовании дизель-генераторных установок;
- нестабильность генерации при использовании возобновляемых источников энергии;
- высокая стоимость и несовершенство технологий устройств накопления электроэнергии.

Перспективным решением является использование гибридных автономных электротехнических комплексов, совмещающих работу дизель-генераторных установок с возобновляемыми источниками энергии и накопительными устройствами. Согласование электроустановок в таких комплексах осуществляется посредством полупроводниковых преобразователей электроэнергии. Однако, при этом суммарные электрические потери в преобразователях могут достигать до четверти от общей сгенерированной электроэнергии. Поэтому проблема сокращения электрических потерь в полупроводниковых преобразователях, решаемая соискателем, является актуальной.

2. Научная новизна диссертации

Соискателем Орлом Е.А. установлены зависимости потерь электроэнергии в полупроводниковых преобразователях автономного электротехнического комплекса от емкости аккумулятора и доли

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-336 от 04.07.21
АУ УС

возобновляемых источников в энергопотреблении с учетом соотношений номинальных мощностей ветро- и фотоэлектрических установок, что позволяет обосновать структуру и выбор параметров комплекса, обеспечивающего бесперебойность электроснабжения потребителей.

При помощи разработанной математической модели установлена зависимость электрических потерь в полупроводниковых преобразователях электроэнергии автономного электротехнического комплекса с отдельной работой дизель-генераторной установки с возобновляемыми источниками энергии, связанной согласующей шиной постоянного тока, от фиксированного рабочего напряжения шины с учетом вариации профилей генерации возобновляемых источников.

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

Достоверность защищаемых научных положений, рекомендаций и выводов подтверждается применением известных теорий и методов из области электротехники, физики, математического анализа. Используются методы имитационного компьютерного моделирования в лицензированной программной среде Matlab/Simulink. Результаты расчетов подтверждены натурным лабораторным экспериментом.

4. Научные результаты, их ценность

В диссертации соискателем получены научные результаты, среди которых наиболее значимыми являются:

1. Сравнительный анализ пяти обобщенных структурных схем построения автономного электротехнического комплекса с возобновляемыми источниками энергии по критерию электрических потерь в полупроводниковых преобразователях; алгоритм расчета потерь электроэнергии в преобразователях в зависимости от доли возобновляемых источников в энергопотреблении с учетом соотношений номинальных мощностей фото- и ветроэлектрических установок и емкости аккумулятора; программа для ЭВМ на языке программирования Python на основе разработанного алгоритма.

2. Полученная математическая модель для расчета суммарных потерь мощности полупроводниковых преобразователей относительно уровня напряжения согласующей шины постоянного тока.

Научные результаты представляют теоретическую и практическую значимость для развития возобновляемой энергетики. Тематика исследований соответствует приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации по п. 8 «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» (утвержден Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899).

Научные результаты исследования представлены соискателем в 7 печатных работах, в том числе в 2 статьях в изданиях из Перечня ВАК и в 2 статьях в изданиях, входящих в международную систему цитирования Scopus, в 1 патенте на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Соискателем предложен метод адаптивного регулирования уровня напряжения согласующей шины постоянного тока в автономном электротехническом комплексе с отдельной работой дизель-генераторной установки с фото- и ветроэлектрической установками, в зависимости от величины текущей мощности генерации фотоэлектрической и ветроэлектрической установок и мощности потребления нагрузки, дана оценка экономического и экологического эффекта от его внедрения.

Орлом Е.А. разработан алгоритм и программа для ЭВМ для расчета электрических потерь в полупроводниковых преобразователях электроэнергии, учитывающие долю возобновляемых источников в энергопотреблении, соотношения номинальных мощностей ветроэлектрических, фотоэлектрических установок и емкости аккумуляторной батареи. Алгоритм и программа могут быть использованы для ускорения процесса проектирования автономных электротехнических комплексов с возобновляемыми источниками энергии.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Полученные автором результаты могут быть использованы в качестве теоретической основы и практического руководства при модернизации и создании новых автономных электротехнических комплексов с возобновляемыми источниками энергии, используемых для электроснабжения маломощных потребителей на изолированных труднодоступных территориях Российской Федерации.

7. Замечания и вопросы по работе

К материалу, изложенному в диссертации, возникли следующие вопросы и замечания:

1. В разделе «Теоретическая и практическая значимость работы» указано, что предложенный соискателем алгоритм адаптивной регулировки режимов работы полупроводниковых преобразователей может быть использован при модернизации существующих автономных электротехнических комплексов с возобновляемыми источниками энергии. При этом в разделе 4.1 диссертации (стр. 121) указано, что внедрение алгоритма необходимо осуществлять на этапе проектирования и сборки электротехнического комплекса. Как осуществлять модернизацию в уже

работающем комплексе, если этапы проектирования и сборки на нем были пройдены?

2. На рисунке 2.12 (стр. 55) определено среднее арифметическое значение потерь электроэнергии в полупроводниковых преобразователях. Известно, что если выборка данных имеет смещение влево или вправо, то медиана даст более точное представление о центральной тенденции. Почему было рассчитано среднее арифметическое значение?

3. На рисунке 2.6 (стр. 49) не понятно, где в процессе выполнения алгоритма определения минимальных установленных мощностей фото-, ветроэлектрической установок и емкости аккумулятора учитывается КПД аккумуляторной батареи.

4. В диссертации встречаются небрежности оформления. В формуле 1.2 (стр. 39) размерность величины себестоимости электроэнергии указана как «руб.», хотя правильно использовать «руб./кВт·ч». Похожая неточность допущена на рисунке 2.14б, где указана размерность «руб/кВт» вместо «руб/кВт·ч».

Отмеченные замечания и вопросы не снижают общей научной ценности работы соискателя и могут быть учтены при продолжении исследований в данном направлении. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, результаты которой могут быть использованы в практической деятельности. Автореферат в полной мере соответствует диссертации.

8. Заключение по диссертации

Диссертационная работа «Повышение энергоэффективности автономных электротехнических комплексов с возобновляемыми источниками энергии путем адаптивной регулировки режимов их работы» соискателя Орла Евгения Александровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение актуальной научно-технической задачи по снижению уровня электрических потерь в полупроводниковых преобразователях электроэнергии.

Диссертационная работа Орла Евгения Александровича «Повышение энергоэффективности автономных электротехнических комплексов с возобновляемыми источниками энергии путем адаптивной регулировки режимов их работы», 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 императрицы Екатерины II» (утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 №953 адм.), а ее автор, Орел Евгений Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,
Старший научный сотрудник
Лаборатории энергетического оборудования и систем
Центра промышленной энергетики
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
к.т.н., доцент,
научная специальность
05.14.02 – «Электрические станции и
электроэнергетические системы»



Мельникова
Ольга Сергеевна

«1» июля 2025 г.

E-mail: Vniigaz@vniigaz.gazprom.ru
Тел.: +7 (812) 704-01-47

Полное наименование организации:
Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт
природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ»
Адрес организации: 195112, Россия, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр-кт, 45.
Телефон организации: +7 (812) 704-01-01
Адрес электронной почты организации: Vniigaz@vniigaz.gazprom.ru
Web-сайт организации: <https://vniigaz.gazprom.ru/>

Подпись Мельниковой О.С. заверяю:



 Савина Н.Н.