

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль _____ 13.06.01- электро- и теплотехника
05.09.03 Электротехнические комплексы и системы _____
Школа _____ Инженерная школа энергетики _____
отделение _____ Электроэнергетика и электротехника _____

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Исследование режимов системы автономного электроснабжения типа microgrid с полупроводниковыми преобразователями напряжения

УДК 621.31.031:004.896

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А6-28	Абуэлсауд Раиф Сиам Сайед Ахмед		

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гарганеев А.Г.	д.т.н. профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, руководитель отделения	Ивашутенко А.С.	к.т.н. доцент		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Гарганеев А.Г.	д.т.н., профессор		

Томск – 2020 г.

Актуальность темы исследования.

Несмотря на интенсивное развитие средств силовой электроники, устройств фотовольтаики и современных химических источников, многочисленные территории многих стран, включая Россию, испытывают большой дефицит в электроэнергии. Так, например, в Египте, откуда родом автор данной научной работы, достаточно много отдалённых городов и сельских населённых пунктов, где электроснабжение осуществляется только от автономных источников энергии

Автономные системы электроснабжения (СЭС), как правило, работают в условиях ограничения мощности входного источника, а также «непредсказуемости» нагрузок, что определяет их случайный характер, как по величине активной мощности, так и по характеру – нагрузки могут быть одно- или трёхфазными, сбалансированными (симметричными) или несбалансированными, линейными или нелинейными. Несимметрия и гармонические искажения напряжения могут вызывать серьёзные проблемы с оборудованием, такие как вибрация, перенапряжение, перегрев и т. д.

Основными силовыми электронными устройствами в СЭС являются инверторы, которые используются в качестве интерфейсов для подключения источника питания к нагрузкам переменного тока. Основной функцией инверторов является передача и управление мощностью. Кроме того, путём правильного управления инверторами могут быть решены проблемы дисбаланса напряжений, а также компенсации высших гармоник.

При большой распространённости полупроводниковых СЭС в энергетике промышленных и автономных объектов, поиск новых технических решений таких СЭС, позволяющих повысить качество и надёжность их работы, является актуальной задачей.

Объектом исследования является система автономного электроснабжения на основе инвертора напряжения.

Предметом исследования являются режимы и электромагнитные процессы в полупроводниковой СЭС на основе прогнозного управления.

Целью научно-квалификационной работы является разработка и исследование режимов и электромагнитных процессов в полупроводниковой СЭС на основе прогнозного управления.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить и проанализировать особенности применения полупроводниковых СЭС при работе на различные виды нагрузок и в составе автономных сетей, в частности, microgrid.
2. Проанализировать структуры построения автономных полупроводниковых СЭС и методов формирования и регулирования выходных электрических переменных в соответствии с заданными показателями качества.
3. Провести исследования по особенностям применения метода прогнозного управления в структуре полупроводниковой СЭС и разработать алгоритмы управления СЭС при нагрузках.

4. Провести сравнительные исследования СЭС с прогнозирующей моделью с СЭС на основе алгоритмов ПИД-регуляторов.
5. Исследовать аварийные режимы работы полупроводниковой СЭС с прогнозирующей моделью.
6. Разработать алгоритмы аварийной защиты полупроводниковой СЭС с прогнозирующей моделью по току нагрузки.
7. Для подтверждения теоретических исследований провести экспериментальные исследования СЭС с прогнозирующей моделью.

Методы исследований. В диссертационной работе применяются математические методы с применением интегро-дифференциальных и матричных уравнений, имитационное моделирование с применением пакета *Matlab Simulink*, а также экспериментальные исследования.

Научная новизна

данного исследования состоит в том, что были
работы заключается в следующем:

1. Разработан алгоритм работы автономной системы электроснабжения, реализующий прогнозное управление её выходным напряжением с высокими показателями качества.
2. Проведён сравнительный анализ применимости алгоритмов прогнозного управления автономной системой электроснабжения с алгоритмами, реализующими ПИД-регулирование.
3. Разработан алгоритм работы автономной системы электроснабжения, реализующий прогнозное управление её выходным током в режиме перегрузки.
4. Разработан алгоритм аварийной защиты полупроводниковой СЭС с прогнозирующей моделью по току нагрузки.

Практическая ценность работы:

1. Разработанная имитационная модель полупроводниковой СЭС с четвёртой стойкой и прогнозным управлением позволяет исследовать и оптимизировать её статические и динамические режимы в процессе проектирования.
2. Разработанный на основе прогнозного управления алгоритм защиты от короткого замыкания позволяет не только эффективно защищать автономный инвертор СЭС от аварийных режимов работы, но и формировать заданное значение выходного тока в аварийных режимах.

Публикации. Основные моменты и результаты исследований неоднократно докладывались и обсуждались на различных международных конференциях, они отражены в 19 публикациях, в том числе в 5-ти статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 14 статьях, индексируемых в наукометрических базах SCOPUS и WoS.