Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Ненюк Вероника Владиславовна

Разработка электронного устройства для снижения пиковой нагрузки на электрическую сеть

Направление подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Научный руководитель

Кандидат технических наук, доцент

Марущенко Сергей Григорьевич

Рецензент

Менеджер по поддержке производства УАО «Талес АВС Франция САС»

Круговой Роман Николаевич

Защита состоится «25» июня 2021 года в 9-00 часов на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, корпус 3, аудитория 311.

Автореферат разослан 18 июня 2021 г.

Секретарь ГЭК

Общая характеристика работы

Актуальность темы магистерской диссертации: В настоящее время как в Российской федерации, так и в мире существует проблема покрытия пиковых нагрузок на электрическую сеть, возникающих в определенное время суток.

Одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ является повышение эффективности и надежности энергосистемы, поэтому решение данной проблемы за счет внедрения передовых методов и технологий имеет высокую значимость.

Использование накопителей энергии для смещения и уменьшения пиковых нагрузок набирает популярность во всем мире. Рынок систем накопления энергии имеет перспективы роста и развития, поэтому предлагаемое устройство соответствует нынешним трендам, будет актуально и практически значимо.

Цель и задачи магистерской диссертации: разработка электронного устройства для снижения пиковой нагрузки на электрическую сеть.

Для поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- теоретически и экспериментально исследовать негативное влияние пиковых нагрузок на электрическую сеть;
 - изучить и проанализировать методы снижения пиковых нагрузок;
- сделать обзор накопителей энергии и выбрать наиболее подходящий для реализации устройства;
 - сравнить схемы аналогов разрабатываемого устройства;
 - разработать структурную и функциональную схемы устройства;
- разработать математическую модель устройства в среде MATLAB & Simulink и исследовать ее при различных мощностях нагрузки и режимах работы;
- сравнить суточные графики нагрузки на электрическую сеть без использования устройства и с ним и оценить снижение средней мощности;

- разработать принципиальную схему устройства, рассчитать и выбрать ее элементы.

Научная новизна магистерской диссертации заключается в:

- 1) теоретическом и экспериментальном исследовании проблемы неполного покрытия пиковых нагрузок на электрическую сеть;
- 2) разработке и исследовании математической модели устройства с целью оценки эффективности предлагаемого метода снижения пиковых нагрузок на электрическую сеть;
- 3) разработке принципиальной схемы предлагаемого устройства, в которой используются современные комплектующие и схемотехнические решения: мостовой выпрямитель и трехуровневый инвертор напряжения на МОП-транзисторах, имеющие по сравнению с традиционными решениями большую энергоэффективность и лучшую форму выходного напряжения и тока, а также универсальное зарядное устройство с интеллектуальным алгоритмом заряда, ускоряющее зарядку и продлевающее срок службы аккумуляторов.

Теоретическая и практическая значимость: использование разработанного устройства даст следующие положительные эффекты:

- 1) снижение максимальной пиковой нагрузки на сеть при массовом внедрении данного устройства;
- 2) повышение качества и стабильности поставляемой электроэнергии, и, как следствие, увеличение сроков службы электроприемников;
- 3) экономия «на ночном тарифе» за счет накопления электроэнергии в период ее низкой стоимости (ночью) и выдачи в период высокой стоимости (днем);
- 4) возможность использования в качестве источника бесперебойного питания для важных потребителей;
- 5) возможность накопления электроэнергии из возобновляемых источников (солнечных панелей, ветрогенераторов и т.п.) или бензиновых и дизельных генераторов.

Устройство легко масштабируется под нужды потребителя: можно изменять емкость и тип накопителя энергии и подключать различные источники электроэнергии.

Личный вклад автора: мною была исследована проблема пиковых нагрузок на электрическую сеть и проведены экспериментальные измерения значений и частоты сетевого напряжения в жилом секторе для оценки влияния пиковых нагрузок на качество поставляемой электроэнергии.

Были проанализированы варианты решения этой проблемы, и выбран вариант, использующий накопитель электроэнергии.

Были разработаны структурная и функциональная схемы устройства.

На их основе была разработана модель, результаты исследования которой подтверждают работоспособность и применимость предлагаемого метода снижения пиковых нагрузок.

Была разработана принципиальная схема устройства, и рассчитаны и выбраны ее элементы.

Характеристика объекта и предмета исследования: объектом исследования является пиковая нагрузка на электрическую сеть, предметом исследования является электронное устройства для снижения пиковой нагрузки на электрическую сеть.

Характеристика методологического аппарата:

- 1 Анализ и синтез;
- 2 Эксперимент;
- 3 Моделирование;
- 4 Среда моделирования MATLAB & Simulink.

Предполагаемое внедрение (использование результатов магистерской диссертации): разработанное устройство может быть внедрено в жилищно-коммунальном хозяйстве и в малых хозяйствах.

Оно нацелено в основном на индивидуальных потребителей электроэнергии с многотарифной системой оплаты, так как дает им максимальную выгоду при использовании.

Структура и объем магистерской диссертации

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы из 28 наименований. Работа изложена на 97 страницах и содержит 33 рисунка.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы, изложены цели и основные задачи магистерской диссертации.

В первой главе приводится теоретический анализ существующих видов пиковых нагрузок и обзор аналогов разрабатываемого устройства. Для оценки влияния ежедневных пиковых нагрузок на качество поставляемой электроэнергии представлены результаты экспериментальных измерений характеристик электроэнергии в жилом секторе.

Во второй главе приводится обзор накопителей энергии с целью выбрать наиболее подходящий под разрабатываемое устройство.

Третья глава содержит обзор существующих структур источников бесперебойного питания и принципов их работы.

В четвертой главе разрабатывается структурная схема устройства.

В пятой главе на основе структурной схемы разрабатывается функциональная, уточняется выбор компонентов устройства и их соединения.

В шестой главе приводится математическая модель устройства, разработанная в среде MATLAB & Simulink, и результаты моделирования со сравнением графиков потребления, затрат электроэнергии и средней мощности.

Седьмая глава посвящена разработке принципиальной схемы устройства, расчету и выбору используемых компонентов.

Опубликованные работы по теме диссертации

1 Ненюк, В.В. Разработка электронного устройства для снижения пиковой нагрузки на электрическую сеть / В.В. Ненюк, С.Г. Марущенко // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 06-10

- апреля 2020 г. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. Ч. 1. С. 316-318.
- 2 Nenuyk, V.V. Development of electronic device for reducing electrical network peak load / V.V. Nenuyk, S.G. Marushchenko, D.S. Marushchenko // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020. 2020. ct. № 9271517.
- 3 Ненюк, В.В. Разработка функциональной схемы электронного устройства для снижения пиковой нагрузки на электрическую сеть / В.В. Ненюк, С.Г. Марущенко // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 12-16 апреля 2021 г. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. Ч. 2. С. 325-326.