

Разработка и экспериментальная апробация технических решений по созданию автономных полупроводниковых управляющих устройств продольной компенсации для повышения надёжности воздушных линий электропередачи

Работа проведена в 2019 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» в период с 1 января 2019 г. по 31 декабря 2019 г.

Соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидии № 075-15-2019-1204 от 31 мая 2019 г. (ранее - соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0140 от 26 сентября 2017 г.) (Этап 3).

Уникальный идентификатор соглашения RFMEFI57417X0140

Научный руководитель проекта: доцент кафедры Промышленной электроники,
к.т.н. Рашитов Павел Ахматович

Ответственный исполнитель: доцент кафедры Промышленной электроники,
к.т.н. Асташев Михаил Георгиевич.

1 Цели выполнения ПНИ

1.1 Разработка и исследование новых технических решений по созданию автономных управляющих устройств продольной компенсации (АУУПК) в линиях электропередачи (ЛЭП) на основе силовых полупроводниковых преобразователей с применением отечественной элементной базы с возможностью введения регулируемого сопротивления индуктивного и емкостного характера в широком диапазоне изменения токов электрической сети, предназначенных для установки на опорах ЛЭП.

1.2 Разработка имитационных и математических моделей и создание экспериментального образца для отработки основных технических решений по силовой схеме и микропроцессорной системе управления АУУПК с дистанционным и автономным управлением.

1.3 Развитие отечественного производства высокотехнологичной полупроводниковой продукции с высоким экспортным потенциалом на основе отечественной компонентной базы и полной локализацией производства на территории страны.

1.4 Защита интеллектуальной собственности по основным инновационным аспектам предлагаемой технологии.

2. Основные результаты ПНИ

В 2019 году в рамках 3 этапа в период с 1 января 2019 г. по 31 декабря 2019 г. выполнены следующие работы:

1. Разработано программное обеспечение системы управления силовым преобразователем автономного полупроводникового управляющего устройства продольной компенсации (АУУПК).

2. Разработаны эскизные конструкторские документации экспериментальных образцов АУУПК.

3. Изготовлены и налажены экспериментальные образцы АУУПК.

4. Разработаны экспериментальные стенды для проведения исследования характеристик экспериментальных образцов АУУПК.

5. Проведено исследование параметров, внешних и регулировочных характеристик экспериментальных образцов различных видов АУУПК.

6. Проведено исследование и апробация разработанных алгоритмов управления силовым преобразователем каждого вида АУУПК.

7. Проведены испытания на экспериментальных образцах каждого вида АУУПК программного обеспечения системы управления и модуля дистанционного управления АУУПК.

8. Проведены испытания на электромагнитную совместимость экспериментальных образцов каждого вида АУУПК.

9. Проведены маркетинговые исследования с целью изучения перспектив коммерциализации интеллектуальной деятельности, полученных при выполнении текущего ПНИ.

10. Проведены дополнительные патентные исследования на поданные заявки РИД и оформлены в соответствии с ГОСТ 15.011-96.

При этом были получены следующие результаты:

1. Разработаны эскизные конструкторские документации экспериментальных образцов для двух видов АУУПК: трансформаторный АУУПК и распределенный АУУПК.

2. Изготовлены и налажены экспериментальные образцы трансформаторного АУУПК и распределенного АУУПК.

3. Разработано программное обеспечение системы управления силовым преобразователем трансформаторным АУУПК и распределенным АУУПК. Программное обеспечение системы управления силовым преобразователем трансформаторного АУУПК описывает алгоритмы управляющих воздействий на тиристоры в различных режимах работы АУУПК, а также алгоритмы фиксации аварийных режимов АУУПК. Программное обеспечение системы управления силовым преобразователем распределенного АУУПК описывает алгоритмы стабилизации вводимого напряжения, регулирования величины вводимого напряжения и смены характера вводимого сопротивления в линию.

4. Проведено исследование параметров, внешних и регулировочных характеристик экспериментальных образцов трансформаторного АУУПК и распределенного АУУПК.

5. Проведено исследование алгоритмов управления силовым преобразователем трансформаторного АУУПК и распределенного АУУПК.

6. Проведены маркетинговые исследования с целью изучения перспектив коммерциализации интеллектуальной деятельности, полученных при выполнении текущего ПНИ.

7. Проведённые в соответствии с перечнем работ по текущему этапу дополнительные патентные исследования не выявили документов, препятствующих применению результатов работ, проводимых в настоящем ПНИ, в Российской Федерации и других странах.

Проведена популяризация промежуточных результатов ПНИ на следующих мероприятиях:

1) 1st IEEE 2019 International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE), (IEEE REEPE 2019).

2) «2019 26th International Workshop on Electric Drives: Improvement in Efficiency of Electric Drives (IWED)», Москва, Россия. Дата проведения 30 января – 2 февраля 2019 г.

3) «2019 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/ I&CPS Europe)», Генуя, Италия. Дата проведения – 11-14 Июня 2019 г.

4) «2019 20th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM)», Эрлагол, Россия. Дата проведения – 29 июня – 3 июля 2019г.

Подано 3 заявки на получение результата интеллектуальной деятельности:

- 1) «Способ управления выходным напряжением регулятора переменного синусоидального напряжения» № 2019125752. Дата подачи заявки 15.08.2019;
- 2) «Регулятор вольтодобавочного переменного напряжения» № 2019125753. Дата подачи заявки 15.08.2019;
- 3) «Фазоповоротное устройство» № 2019126348. Дата подачи заявки 21.08.2019.

Получено 2 патента:

- 1) «Способ управления фазоповоротным устройством», № 2682852, дата 21.03.2019;
- 2) «Способ управления фазоповоротным устройством при коротком замыкании в линии электропередачи» № 2686012; дата 23.04.2019.

По результатам проекта в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus, опубликовано 4 статьи:

1. Gorchakov A.V., Rashitov P.A. High-efficiency power supply for distributed flexible alternative current transmission system devices. 2019 International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). DOI: 10.1109/REEPE.2019.8708843.

2. Panfilov D.I., Petrov M.I., Astashev M.G.. Application of AC Voltage Regulators for Asynchronous Motors Connection to the Power Supply. 2019 26th International Workshop on Electric Drives: Improvement in Efficiency of Electric Drives (IWED). Pp.6403-6407 DOI: 10.1109/IWED.2019.8664380.

3. Rashitov P.A., Vershanskiy E.A., Gorchakov A.V.. Development of Control Algorithms to Ensure Optimal Thermal Modes of Semiconductor Switches in Distributed Static Synchronous Series Compensators. 2019 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/ I&CPS Europe). DOI:10.1109/EEEIC.2019.8783647.

4. Panfilov D.I., Astashev M.G., Zhuravlev I.I.. Distributed Series Impedance Devices Based on Controlled Transformer. 2019 20th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). DOI: 10.1109/EDM.2019.8823483.

3. Область применения результатов ПНИ. Оценка элементов новизны полученных результатов работ по третьему этапу.

Оценка элементов новизны результатов работ по третьему этапу.

В рамках третьего этапа разработаны эскизные конструкторские документации экспериментальных образцов автономных полупроводниковых управляющих устройств продольной компенсации каждого вида. Изготовлены экспериментальные образцы каждого вида АУУПК. Для распределенного типа АУУПК разработан экспериментальный образец бестрансформаторного АУУПК. Для АУУПК с последовательным многообмоточным трансформатором и реактивным элементов разработан экспериментальный образец АУУПК с многообмоточным трансформатором и полупроводниковым коммутатором. Изготовлен экспериментальный образец источника питания собственных нужд АУУПК. Разработано программное обеспечение для системы управления силовым преобразователем каждого вида АУУПК.

4. Оценка перспектив продолжения работ по проекту

Все обозначенные в Плане-графике работы выполнены в полном объеме. Полученные результаты полностью соответствуют требованиям технического задания, и позволяют перейти к дальнейшим исследованиям, запланированным на IV этап реализации проекта.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.