

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

Работа проведена в 2017 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» в период с 26 сентября 2017 г. по 29 декабря 2017 г.

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0140 от 26 сентября 2017 г. (Этап 1).

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 2017 году в рамках 1 этапа в период с 26 сентября 2017 г. по 29 декабря 2017 г. выполнены следующие работы:

1. Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ.

2. Проведено обоснование выбора направления исследований, методов и средств разработки автономного полупроводникового управляющего устройства продольной компенсации (АУУПК) для повышения надежности воздушных линий электропередачи.

3. Проведено исследование характеристик ЛЭП классов напряжения 0,4-35 кВ с целью определения требований к характеристикам и функциональным возможностям АУУПК.

4. Разработаны новые технические решения по построению автономных полупроводниковых управляющих устройств продольной компенсации.

5. Разработаны новые технические решения по построению силового трансформатора в составе АУУПК.

6. Получено оптимальное техническое решение и конструкция силового трансформатора в составе АУУПК по массогабаритным и энергетическим характеристикам.

7. Разработана имитационная модель силового трансформатора в составе АУУПК с учетом кривой намагничивания материала сердечника;

8. Проведена верификация разработанной имитационной модели силового трансформатора в составе АУУПК.

9. Проведен сравнительный анализ различных топологий построения АУУПК по функциональным и технико-экономическим показателям;

10. Сформулированы требования к системе управления АУУПК и её элементной базе.

11. Выполнены патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96.

При этом были получены следующие результаты:

1. Проведен обзор и анализ научных публикаций в области устройств, предназначенных для управления потоками мощности энергосистемы с помощью введения последовательно в линию электропередачи регулируемого вольтодобавочного напряжения, показывающий актуальность исследований в данной области и перспективы разработки автономных управляющих устройств продольной компенсации.

2. Разработаны новые технические решения для АУУПК в двух исполнениях – в трансформаторном и в виде распределенного устройства продольной компенсации.

4. Разработана методика определения оптимальной конфигурации АУУПК в трансформаторном исполнении, соответствующей заданным требованиям.

5. Разработаны способы построения силового трансформатора АУУПК для исполнения в виде распределенного устройства продольной компенсации

6. Разработана и верифицирована имитационная модель трансформатора АУУПК с учетом нелинейности кривой намагничивания сердечника.

7. Получены функциональные и технические характеристики АУУПК для каждого возможного исполнения.

8. Проведен сравнительный анализ различных топологий АУУПК по функциональным, массо-габаритным и технико-экономическим показателям. Показано, что распределительного типа АУУПК с установкой в разрез провода на опоре обладают рядом преимуществ, чем распределенного типа АУУПК с установкой непосредственно на проводе.

9. Проведённые в соответствии с перечнем работ по текущему этапу 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:

а) международной научно-практической конференция «Наука сегодня: проблемы и перспективы развития», Вологда. Дата проведения – 29 ноября 2017г.

б) V ежегодной национальной выставке «ВУЗПРОМЭКСПО – 2017», Москва, ЦВК «Экспоцентр», дата проведения 13 – 14 декабря 2017г.

Подана 1 заявка на получение результата интеллектуальной деятельности:

Изобретение, заявка №2017146320 от 27.12.2017 «Регулятор вольтодобавочного переменного напряжения», РФ.

По результатам проекта в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus, опубликовано 2 статьи:

1. D. I. Panfilov, P.A. Rashitov, M. I. Petrov. Optimization of weight and dimensions of longitudinal compensation devices for electric transmission lines 110-220 kV. 2017 IEEE 58th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON).

DOI: **10.1109/RTUCON.2017.8124797**

2. D. I. Panfilov, A. N. Rozhkov, M. G. Astashev. Phase shifters application for controlling transmission line operation modes under variation of power grid parameters. 2017 IEEE 58th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON).

DOI: **10.1109/RTUCON.2017.8124803**

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

Область применения результатов ПНИ – развитие и модернизация электроэнергетики в рамках концепции интеллектуальной энергетической системы с активно-адаптивной сетью.

В рамках первого этапа разработаны новые технические решения по построению автономных полупроводниковых управляющих устройств продольной компенсации. Для разработанного трансформаторного исполнения АУУПК разработана методика определения оптимальной конфигурации согласно заданным требованиям. Разработана новая топология распределенного типа АУУПК с управляемой индуктивностью намагничивания силового трансформатора.

4. Оценка перспектив продолжения работ по проекту

Все обозначенные в Плане-графике работы по этапу 1 выполнены в полном объеме. Полученные результаты полностью соответствуют требованиям технического задания, и позволяют перейти к дальнейшим исследованиям, запланированным на 2 этапе реализации проекта.

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