

В результате выполнения 1 этапа Соглашения № 14.577.21.0276 о предоставлении субсидий от 26.09.2017 г. по теме «Мультифункциональная система на основе цифровых трансформаторов тока и напряжения для цифровых подстанций» получены следующие результаты.

Глубокий аналитический обзор научно технической литературы позволил выполнить анализ направлений развития в области создания интеллектуальных энергетических систем с высокой степенью надежности, экономичности и информативности. Анализ научно-информационных источников и результатов теоретических и экспериментальных исследований продемонстрировал и позволил сделать вывод об уникальности выбранного направления исследования и поставленных задач, в частности в настоящее время не существует высоковольтных измерительных преобразователей тока и напряжения способных не только измерять параметры электрической энергии, но и осуществлять диагностику собственных параметров, включая состояние собственной изоляции. Анализ алгоритмов работы релейной защиты и автоматики, а также алгоритмов обработки цифровой информации, получаемой от первичных преобразователей позволяет сделать вывод о том, что данные алгоритмы могут быть адаптированы на использование полученной информации от цифровых трансформаторов тока и напряжения, а за счет новых возможностей могут быть существенно улучшены основные показатели надежности работы энергетического оборудования электросетевых объектов.

Кроме того, сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований позволило сделать вывод о том, что разработанные математические модели тепловых и электромагнитных полей первичных преобразователей напряжения адекватно описывают физические процессы в них и могут быть использованы для разработки систем диагностики, так и в учебных целях.

Оценка достижения поставленной цели первого этапа ПНИ и полноты решения задач позволила сделать вывод о полном решении задач. Поставленная цель первого этапа ПНИ достигнута – выполнен аналитический обзор современной научно-технической литературы, подробно проанализировано более 200 источников технической литературы и документации. В рамках патентных исследований выполнен анализ патентов в направлении совершенства цифровых трансформаторов, реализации решений в области релейной защиты, автоматики и учета электроэнергии с применением цифровых трансформаторов, а также в области диагностики состояния изоляции электроэнергетических объектов в том числе и изоляции цифровых трансформаторов. По результатам исследований подана одна заявка на полезную модель, а также выполненные исследования позволяют гарантировать получение ряда патентно-чистых решений и закрепление на них прав при выполнении работы на следующих этапах. Выбор и обоснование методов и средств дальнейших исследований, способов решения задач осуществлен на основе теоретических и экспериментальных исследований, выполненных авторским коллективом. Существенный задел был выполнен в области разработки имитационных математических моделей, включающих исследования электромагнитных полей высоковольтных цифровых трансформаторов тока и напряжения, переходных процессов, происходящих в электроэнергетических

системах в направлении создания устройств, реализующих функции автоматики и релейной защиты. Разработка алгоритмов диагностики цифровых трансформаторов была выполнена на основе результатов, полученных в экспериментальных исследованиях на специально созданных экспериментальных образцах трансформаторов тока и напряжения, выполненных на различные классы напряжения 6- 110 кВ не имеющие аналогов, а также на изготовленных имеющихся экспериментальных установках.

Все выполненные работы по первому этапу полностью соответствуют техническому заданию и условиям Соглашения. Выбранные методы и способы решения поставленных задач в рамках проекта осуществлялись на основе теоретических и математических исследований в сочетании с натурным экспериментом для достижения максимального качества полученных результатов.

Оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем позволила заключить, что выбранное направление по созданию multifunctionальной системы на основе цифровых трансформаторов для цифровых подстанций имеет значительные технико-экономические преимущества по сравнению с подходами, основанными на использовании аналоговых трансформаторов тока и напряжения.

Следует также отметить, что новизна подходов и решений, а также практическая значимость получила высокую оценку специалистами Министерства энергетики Российской Федерации, ПАО «Россети», кластера энергоэффективных технологий фонда «Сколково» и Агентства стратегических инициатив в рамках многостадийного конкурса Энергопрорыв 2017, где проект стал победителем Конкурса в номинации "Технологии прорыва. Критические технологии и компоненты интеллектуальных энергосистем".

Все запланированные показатели результативности выполнены полностью, кроме того следует отметить, что в целях достижения максимального результата имеется превышение запланированных показателей, в частности при проведении исследований была использована уникальная научная установка. Для целей демонстрации и популяризации результатов достижений науки результаты работы были представлены на 3 мероприятиях международного уровня (по плану 1 мероприятие), в которых приняли участие более 25 тыс. специалистов и экспертов (по плану 500 человек).

Высокая эффективность использования средств субсидий обусловлена объемами выполненных работ, в частности наряду с теоретическими исследованиями был выполнен значительный объем практических работ по созданию экспериментальной базы нацеленной на выполнение проекта, а именно созданы уникальные экспериментальные образцы высоковольтных цифровых трансформаторов тока и напряжения, собраны экспериментальные установки, выполнено более 100 экспериментов (в том числе многочасовых и круглосуточных), результаты которых отражены в отчете.

Средства, выделенные Индустриальными партнёрами, были полностью направлены на выполнение работ в соответствии утвержденным планам и целям проекта. Также следует отметить, что Индустриальные партнеры принимали непосредственное участие в организации работ и реализации проекта. В целом работы по проекту, выполненные получателем субсидии и Индустриальными партнерами были максимально эффективно согласованы, что позволили получить достигнутые результаты.

Состав выполненных работ и отчетной документации удовлетворяет условиям Соглашения о предоставлении субсидии, в том числе техническому заданию и плану-графику исполнения обязательств.

Достигнутые значения показателей результативности соответств