

Результаты выполнения 1 этапа Соглашения № 14.577.21.0215 о предоставлении субсидии от 3 октября 2016 года

В результате выполнения 1 этапа Соглашения № 14.577.21.0215 о предоставлении субсидии от 3 октября 2016 года по теме «Разработка комплекса научно-технических решений по автоматической локализации однофазных замыканий на землю в распределительных кабельных сетях напряжением 6–10 кВ» получены следующие результаты:

1 Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИЭР, включающий обзор более 300 научно-информационных источников за период 1970–2016 гг.

2 Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96. По результатам обработки информационного массива, включающего порядка 1360 единиц патентной научно-технической документации, отобрано 116 патентных документов, наиболее полно соответствующих теме исследования, которые в совокупности дают достаточно полное представление о современном состоянии уровня техники в области способов и устройств, используемых для защиты от однофазных замыканий на землю и для определения места (зоны) повреждения в кабельных электрических сетях напряжением 6–10 кВ.

3 На основе аналитического обзора информационных научно-технических источников и патентных исследований установлено, что в России и других странах отсутствуют комплексные решения проблемы селективной защиты и сигнализации от ОЗЗ и определения места (зоны) повреждения для кабельных линий, находящихся под рабочим напряжением, подтвердившие свою эффективность опытом внедрения и эксплуатации, позволяющие обеспечить повышение эксплуатационной надежности распределительных кабельных сетей среднего напряжения в режимах

однофазных замыканий на землю, что делает актуальными дальнейшие исследования и разработки в данном направлении.

4 На основе аналитического обзора информационных научно-технических источников показано, что эффективное комплексное решение проблемы защиты от ОЗЗ и ДОМЗЗ, обеспечивающее повышение эксплуатационной надежности кабельных сетей 6–10 кВ, может быть получено только на основе многофункциональных микропроцессорных устройств, использующих различные алгоритмы определения поврежденного присоединения при всех применяемых режимах заземления нейтрали (изолированная нейтраль, высокоомное заземление нейтрали через резистор, компенсация емкостных токов) распределительных кабельных сетей 6–10 кВ и всех разновидностях ОЗЗ (устойчивых, дуговых прерывистых и перемежающихся, кратковременных самоустраняющихся).

5 С учетом цели ПНИИЭР сформулированы основные функциональные требования, предъявляемые к комплексному устройству автоматической локации всех разновидностей ОЗЗ в распределительных кабельных сетях 6–10 кВ.

6 Дана сравнительная оценка вариантов возможных решений исследуемой проблемы с учётом результатов исследований, проводившихся по аналогичной тематике. На основе сравнительной оценки показано, что ни одна из известных комплексных разработок в части селективной защиты от ОЗЗ и локации места повреждения на КЛ под рабочим напряжением не удовлетворяет в полной мере сформулированным основным функциональным требованиям к устройствам подобного назначения по п. 5.

7 Дано обоснование выбора направления, задач и методов исследований. Показано, что основным направлением дальнейших исследований должна стать разработка комплекса научно-технических решений по автоматической локации ОЗЗ в распределительных кабельных сетях напряжением 6–10 кВ, обеспечивающего селективное определение поврежденного присоединения, возможность распознавания опасных и

неопасных разновидностей замыканий для выбора эффективного способа действия защиты (сигнал или отключение) и автоматическое дистанционное определение места (зоны) повреждения на кабельных линиях, находящихся под рабочим напряжением, для повышения эксплуатационной надежности контролируемой сети.

8 Индустриальным партнером проекта (ООО НПП «ЭКРА») выполнены патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96 по п. 2.

9 Индустриальным партнером проекта выполнены исследования уровней составляющих тока ОЗЗ (емкостной, активной, гармонической) в распределительных кабельных сетях 6–10 кВ для определения условий гашения однофазных дуг в месте замыкания на землю. На основе исследований установлено, что наличие активной составляющей в токе ОЗЗ практически не оказывает влияния на условия гашения заземляющей дуги. Наличие высших гармоник в токе ОЗЗ может оказывать существенное влияние на условия гашения заземляющей дуги в кабельных сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью, увеличивая длительность горения дуги, величину перенапряжений на неповрежденных фазах и эффективное значение тока в месте повреждения при дуговых ОЗЗ.

9 Индустриальным партнером проекта выполнен сравнительный анализ систем для организации режима заземления нейтрали в распределительных кабельных сетях 6–10 кВ и влияния их особенностей на условия гашения дуги в месте ОЗЗ, на основе которого показано, что резонансное заземление нейтрали кабельных сетей через ДГР и комбинированное заземление нейтрали через ДГР, а также высокоомное заземление нейтрали существенно уменьшают влияние ВГ на условия гашения заземляющей дуги и сопровождающие пробой изоляции перенапряжения на неповрежденных фазах по сравнению с кабельными сетями, работающими с изолированной нейтралью. Проведенные исследования подтвердили эффективность указанных выше наиболее широко применяемых в распределительных кабельных сетях

режимов заземления нейтрали, что должно учитываться при выборе принципов выполнения комплексного многофункционального устройства автоматической локации ОЗЗ.

10 С учетом результатов аналитического обзора и патентных исследований сформулированы основные задачи дальнейших исследований и разработок по теме ПНИИЭР:

– разработка аналитических и имитационных математических моделей для исследования переходных и установившихся режимов ОЗЗ в распределительных кабельных сетях напряжением 6–10 кВ с различными режимами заземления нейтрали;

– проведение исследований на математических моделях переходных и установившихся режимов при ОЗЗ в распределительных кабельных сетях напряжением 6–10 кВ в целях обоснования и разработки эффективных способов селективного определения поврежденного присоединения, распознавания вида замыкания и дистанционного определения места (зоны) повреждения на кабельных линиях, находящихся под рабочим напряжением, для использования в составе функций комплексного устройства автоматической локации ОЗЗ;

– разработка способов повышения технического совершенства токовых защит от ОЗЗ, основанных на использовании составляющих рабочей частоты и высших гармоник, в кабельных сетях 6–10 кВ с различными режимами заземления нейтрали, используемых в составе функций комплексного устройства автоматической локации ОЗЗ;

– разработка способов повышения технического совершенства направленных защит от ОЗЗ, основанных на использовании электрических величин переходного процесса и высших гармоник, в кабельных сетях 6–10 кВ с различными режимами заземления нейтрали, используемых в составе функций комплексного устройства автоматической локации ОЗЗ;

– разработка эффективных способов дистанционного определения места (зоны) ОЗЗ на кабельных линиях 6–10 кВ, находящихся под рабочим напряжением;

– разработка и исследование на имитационных математических моделях принципы выполнения и алгоритмы основных функциональных блоков и узлов комплексного устройства автоматической локации ОЗЗ в кабельных сетях 6–10 кВ;

– исследование на математических имитационных моделях эффективности разработанных технических решений и алгоритмов селективного определения поврежденного присоединения, вида ОЗЗ и места (зоны) ОЗЗ в кабельных сетях 6–10 кВ с различными режимами заземления нейтрали.

– разработка физической модели перемежающегося дугового замыкания для имитационного моделирования переходных процессов при ОЗЗ в кабельных сетях 6–10 кВ;

– проведение исследования электрических величин нулевой последовательности при ОЗЗ в кабельных сетях 6–10 кВ с различными режимами заземления нейтрали на базе физической модели перемежающегося дугового замыкания совместно с моделями измерительных трансформаторов тока и напряжения нулевой последовательности;

– исследование вариантов выполнения универсальных согласующих вторичных преобразователей тока и напряжения нулевой последовательности для защиты от ОЗЗ в цифровых устройствах РЗА присоединений 6–10 кВ и проведение их испытаний на физической модели;

– разработка макетов функциональных блоков комплексного устройства локации ОЗЗ в микропроцессорной реализации;

– разработка программы и методики испытаний и проведение исследовательских испытаний макетов функциональных блоков комплексного устройства локации ОЗЗ совместно с первичными

измерительными преобразователями тока и напряжения нулевой последовательности для определения влияния вносимых ими погрешностей на устойчивость функционирования блоков.

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

12 Достигнутые значения показателей результативности соответствуют требованиям Соглашения о предоставлении субсидии.