



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279, ОКПО 02068574
ул. Политехническая, д. 29 литера Б,
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое,
г. Санкт-Петербург, 195251
тел.: +7(812)552-60-80, office@spbstu.ru

08.04.2025 № 05-21-4-142
на № _____ от _____

Проректор по научной работе
ФГАОУ ВО СПбПУ

Ю.В. Фомин /

« 08 » июня 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» на диссертацию Грибкова Максима Александровича «Совершенствование системы микропроцессорных защит распределительной электрической сети», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. Электроэнергетика

1. Актуальность темы

Значимость электроснабжения всех сфер жизни и деятельности людей неизбежно растет по мере развития технологий. На релейную защиту возлагают все более высокую ответственность за предотвращение развития аварий, которые могут вызвать нарушение электроснабжения. В связи с этим релейная защита должна всегда быть готова безукоризненно выявить и локализовать поврежденный элемент электрической сети, чтобы исправная часть сети могла продолжать выполнять свои функции электроснабжения.

Совершенствование релейной защиты и автоматики (РЗА) электрических систем с целью улучшения ее основных функций представляет собой важную и актуальную научно-техническую задачу, решение которой и составляет содержание представленной к защите диссертации.

2. Структура и объем диссертации

Рассматриваемая диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 112 наименований. Общий объем работы составляет 152 страницы. В том числе - 147 страниц основного текста, 67 рисунков и 14 таблиц.

001637

3. Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Наиболее значимым теоретическим результатом диссертации является разработка научно-обоснованного способа организации цифровой релейной защиты в распределительных электрических сетях, который обеспечивает существенное улучшение основных свойств релейной защиты. Предложена структура микропроцессорной системы РЗА для реализации нового способа.

В диссертации показано, что применение вновь разработанной системы РЗА на вновь создаваемых высокоавтоматизированных электрических подстанциях (ВАПС) нового поколения обеспечивает более стабильное электроснабжение потребителей, снижение ущерба в случаях повреждений элементов сетей, уменьшение капитальных вложений и ремонтно-эксплуатационных расходов.

Предложены научно-обоснованные технические решения, необходимые для реализации нового способа организации микропроцессорной системы РЗА. Разработан способ формирования и устройства для реализации информационной платформы РЗА на основе цифровых датчиков тока. Разработан датчик тока с цифровым выходом для сетей с напряжением 6-20 кВ.

Обоснован принцип совмещения функций мультиплексирования (преобразования сигнала в цифровой код по требованиям протокола МЭК 61850) и функции РЗА присоединения в программной части нового цифрового датчика тока. Показано, что разработанные датчики тока могут успешно использоваться при построении ВАПС и обеспечивают повышение надежности цифровой РЗА за счет сохранения работоспособности защит присоединений при нарушении работы цифровой шины данных ВАПС.

На основе предложенного способа организации цифровой релейной защиты разработана двухуровневая структура РЗА, которая позволяет реализовывать замещающее резервирование защит присоединений. Это оригинальное техническое решение обеспечивает существенное улучшение показателей по селективности, быстродействию, чувствительности и надежности резервной релейной защиты в распределительных сетях в целом.

Усовершенствована методика согласования защит с учетом замещающего резервирования, что выгодно подчеркивает практическую значимость полученных автором диссертации результатов.

4. Методология и методы исследования. Методологической базой диссертационной работы, обеспечившей достижение цели, являются общенаучные и специализированные методы выполнения научных исследований. Применены разные способы рассуждения, позволившие соискателю убедительно доказать предложенные решения. Решения конкретных научно-технических задач проводились на основе специализированных методов теоретических основ электротехники, электромагнитных переходных процессов в электрических системах, теории и практики релейной защиты, математического и физического моделирования, компьютерных средств

моделирования, а также с применением современных методов и технических средств измерений, проверки и испытаний устройств РЗА.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы для дальнейшего совершенствования системы РЗА при крупномасштабном переходе на микропроцессорную элементную базу. Усовершенствованная методика согласования защит с учетом замещающего резервирования, выбора параметров срабатывания и оценки чувствительности резервных централизованных защит может использоваться при проектировании ВАПС с новой двухуровневой структурой РЗА.

6. Вопросы и замечания по работе

1. В работе показано (раздел 3.3.2), что при реализации замещающего резервирования для корректного вычисления тока присоединения, у которого неисправен датчик тока, необходима синхронизация выборок токов всех присоединений. Обеспечивается ли функционирование замещающего резервирования при потере сигналов синхронизации от спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS?

2. Реализация замещающего резервирования требует дополнительных капитальных вложений в систему РЗА связанных с применением локальных централизованных устройств РЗА. Какие пути снижения капитальных вложений в систему РЗА при этом возможны?

3. Современная цифровая элементная база позволяет выполнить РЗА, устанавливаемую на подстанции, в виде единого устройства. Чем обусловлены преимущества предложенной автором в главе 3 диссертации двухуровневой структуры с локальной централизацией РЗА по сравнению с глобальной общеподстанционной централизацией РЗА?

4. Точность аналоговых датчиков тока – трансформаторов тока оценивают путем сравнения их характеристик с характеристиками аналогичных по принципу действия образцовых устройств. Как оценивалась точность предложенных в диссертации датчиков тока с выходным сигналом в виде цифрового кода?

5. В главе 2 диссертации показана возможность объединения функций формирования выходных сигналов ЦДТ и функций РЗА в едином электронном блоке. Каковы практические преимущества этого объединения в условиях эксплуатации?

6. В главе 2 диссертации много внимания уделено характеристикам первичного преобразователя цифрового датчика тока. Однако, возможно, могут возникать погрешности преобразования тока при дискретизации и кодировании сигналов. Рассматривалось ли влияние киберискажений сигналов на общие метрологические характеристики цифрового датчика тока?

7. В предложенной методике (п. 3.3.2 и 3.3.3 диссертации) параметры срабатывания резервных защит при замещающем резервировании принимаются

равными параметрам срабатывания соответствующих резервируемых защит. Условия измерения сигналов и воздействия на коммутационные аппараты, все же, будут другими. Нужна ли корректировка значений коэффициентов, используемых при выборе параметров срабатывания резервных функций защит?

7. Общая оценка работы. Заключение

Диссертация Грибкова Максима Александровича «Совершенствование системы микропроцессорных защит распределительной электрической сети», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, обладающую необходимыми признаками актуальности, новизны и практической значимости.

Работа по содержанию и практической значимости соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Грибков Максим Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. Электроэнергетика.

Отзыв на диссертацию Грибкова Максима Александровича «Совершенствование системы микропроцессорных защит распределительной электрической сети» обсужден и одобрен на заседании Высшей школы «Высоковольтная энергетика» Института энергетики (протокол № 6-1 от 05.06.2025 г.).

Директор высшей школы
«Высоковольтная энергетика»
Института энергетики
ФГАОУ ВО СПбПУ
канд. техн. наук, доцент

Белько
Виктор
Олегович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».
195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29 литера Б,
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое,
тел.: +7(812) 552-60-80, office@spbstu.ru

