

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шалимова Александра Станиславовича  
на тему «**Совершенствование методов и технических средств проверки и  
настройки релейной защиты**» по специальности 05.14.02 – Электрические станции и  
электроэнергетические системы  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Выполнение работ по техническому обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики является сложной, с большим количеством операций (в зависимости от требуемого нормативного объема проверки), требующей высокой квалификации эксплуатационного персонала служб РЗА предприятия. От качества выполненных проверок в большой степени зависит надежность работы оборудования в межпроверочный интервал. При вводе нового оборудования при строительстве энергообъектов и их модернизации, также требуется выполнение большого объема пусконаладочных работ устройств релейной защиты (РЗ).

Одной из основных задач релейной защиты является обеспечение надежной работы первичного оборудования в нормальных и аварийных режимах энергосистемы. Не менее важной является задача повышения производительности труда для уменьшения операционных расходов при новом строительстве и эксплуатации энергосистем. Данная задача может быть решена при использовании автоматизированного испытательного оборудования, созданного на базе разработанных программ и методик испытания устройств РЗ различных типов (электромеханических, микроэлектронных и микропроцессорных). Данные программы и методики испытания оборудования РЗА должны учитывать изменения в устройствах РЗА в части алгоритмов, вида входных сигналов и способов их обработки. В свете этого, тема диссертационной работы А.С. Шалимова является достаточно актуальной.

Проверки и настройки релейной защиты усложняются тем, что в настоящее время в электроэнергетической системе работает совместно три поколения устройств релейной защиты: электромеханические, микроэлектронные и цифровые, методы и средства проверок которых существенно отличаются, но должны быть согласованы между собой.

Целью диссертационной работы является совершенствование известных и создание новых методов и средств проверки устройств РЗА. Появление нового поколения устройств РЗА, предназначенного для применения на высокоавтоматизированных подстанциях, использующих стандарт МЭК 61850 (получившие название интеллектуальных электронных устройств – ИЭУ) требует разработки новых средств и методов проверки устройств РЗА.

На защиту вынесены следующие основные положения:

- Способы проверки и настройки основных и резервных защит ЛЭП, обеспечивающие снижение количество неправильных действий при их эксплуатации.
- Методика выбора параметров срабатывания МП устройств РЗ различных изготовителей применительно к комплексам защит шунтирующих и управляемых шунтирующих реакторов 110-750 кВ, позволяющих повысить их быстрдействие, чувствительность и надежность.

- Новые алгоритмы проверки ИЭУ РЗА в нормальных режимах работы энергосистем и при возмущениях, сопровождающихся искажениями режимных параметров, при передаче по ЛВС подстанции (шине процесса) для ИЭУ.

Разработана общая концепция проверок устройств релейной защиты, выполненных на различной элементной базе с учетом разработки методик и алгоритмов проверки, основанных на анализе данных о работе РЗ при их эксплуатации в нормальных и аварийных режимах работы энергосистем.

Разработаны методика и алгоритмы проверки ИЭУ, измерительный орган которых работает с выборочными значениями в соответствии со стандартом МЭК 61850-9-2 и должен отстраиваться от сетевых искажений информационных потоков таких как пропуск, смещение и перемешивание пакетов.

С участием автора разработана и внедрена в серийно выпускаемые устройства методика и алгоритм учета насыщения ТТ.

Разработка методологии проверки устройств релейной защиты, используя подход к этим устройствам как к «черному ящику» имеет большие перспективы. Абстрагируясь от конкретной реализации устройств, используя данный подход, можно обеспечить проверки устройств РЗ для различных целей: при проверке качества продукции (аттестация), в эксплуатации - очередные и послеаварийные проверки.

Результаты диссертационной работы направлены на совершенствование методов и алгоритмов проверки устройств РЗ при разработке этих устройств, в эксплуатации при выполнении пусконаладочных работ при новом строительстве и модернизации энергообъектов, проведение проверок в рамках текущей эксплуатации, в учебном процессе в профильных средних и высших учебных заведениях.

На примере исследования цифровых измерительных органов (ЦИО) дистанционной защиты (ДЗ) в аварийных режимах работы энергосистемы, протекающих с изменением частоты, выявлены причины отклонения характеристик ЦИО ДЗ, работа которого основана на использовании алгоритма Фурье от метода, основанного на решении дифференциального уравнения воздушной линии. Отклонение замера ЦИО ДЗ при снижении и повышения частоты относительно номинального значения имеют разный характер отклонений, что вызвало необходимость учета параметров срабатывания устройств ДЗ. Разработаны два подхода к выбору параметров срабатывания устройств блокировки при качаниях. Получены аналитические зависимости параметров срабатывания пускового органа блокировки от предельной частоты асинхронного режима.

В работе, результаты исследований получены с использованием методов теоретических основ электротехники, теоретических основ релейной защиты, методов моделирования и информационных технологий, что свидетельствует о разносторонней высокой квалификации автора.

Практические результаты, полученные в диссертационной работе прошли апробацию при различных проверках устройств РЗ на энергообъектах, с применением оборудования РЕТОМ 51,61/71 и РЕТОМ 61850, для которого автор диссертации принимал непосредственное участие в разработках программного обеспечения. Также автор принимает непосредственное участие в создании программно-технического комплекса «Разработка программно-технического комплекса для приемки в эксплуатацию систем РЗА и АСУТП подстанций, использующих стандарт МЭК 61850» (ПТК «ПРИЕМКА») в рамках выполнения НИОКР по заказу ПАО «ФСК ЕЭС», который

предусматривает стендовые испытания и опытно-промышленную эксплуатацию на ПС ЕНЭС.

Основные положения и результаты работы докладывались на профильных международных и отечественных конференциях, семинарах. Автором опубликовано 49 работ, в том числе 19 статей опубликовано в рецензируемых изданиях рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

По представленному автореферату имеются следующие замечания и вопросы:

- В автореферате не раскрыто положение, выносимое на защиту: «Способы проверки и настройки основных и резервных защит ЛЭП, обеспечивающие снижение количества неправильных действий при их эксплуатации».
- При обосновании актуальности темы диссертационной работы используются не вполне корректные формулировки, требующие пояснения или обоснования:
  - 1) «На ..... длительных интервалах ожидания повреждения ее параметры (имеется ввиду РЗ - прим. рецензента) могут изменяться, и релейную защиту следует периодически проверять»

*Следует указать для каких типов защит это актуально.*

- 2) «Режимы энергосистемы стали более динамичными»

*Следует либо прокомментировать это утверждение, либо дать ссылку на источник.*

- 3) На стр.3 автореферата приведено следующее утверждение:

*«Показано, что использование современных компьютерно-управляемых испытательных систем с возможностью имитации режимов энергосистемы, приближенных к реальным, позволяет не только проверять параметры срабатывания устройств РЗ, включая проверку ранее непроверяемых функций, но и выявлять критерии соответствия данных характеристик параметрам конкретной электрической системы»*

*Можно ли понимать данный тезис таким образом, что проверяется правильность выбора уставок срабатывания устройства РЗ? Корректно ли введены все необходимые данные для работы устройства РЗ? Модель части энергосистемы, для которой проверяется устройство РЗ, является базой на которой формируются возмущающие воздействия (например, разного вида КЗ), заранее формируются comtrade-файлы, соответствующие данным возмущениям записываются в испытательную установку и подаются на устройство РЗ. Имитация режимов энергосистемы понимается в этом контексте? Данные испытательные комплексы, о которых речь идет в диссертации, не предполагают разработку модели энергосистемы инструментами комплексов?*

Высказанные замечания не умаляют достоинства работы, представленной автором, автореферат и публикации автора в должной степени отражают полученные в диссертации результаты; автореферат раскрывает суть работы, её научные положения, выводы и рекомендации. Содержание диссертационной работы соответствует формуле и областям исследования научной специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы»

Диссертация соответствует критериям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г', № 842 в редакции от 01.10.2018года.

На основании вышеизложенного считаю, что Шалимов Александр Станиславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - Электрические станции и электроэнергетические системы».

Начальник управления функциональных  
и сертификационных испытаний  
вторичного оборудования энергообъектов,  
Департамента автоматизированных систем,  
АО «НТЦ ФСК ЕЭС», к.т.н.

Сергей Григорьевич Попов

Должность: начальник управления функциональных и сертификационных испытаний  
вторичного оборудования энергообъектов, Департамента автоматизированных систем,  
АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Почтовый адрес организации

115201, Москва, Каширское ш., д.22, кор.3

Телефон: +7 (495) 727-19-09 (1298)

E-mail: [popov@ntc-power.ru](mailto:popov@ntc-power.ru)

Дата написания отзыва: 18.08.2022 г.

Подпись Попова С.Г. заверяю:

Главный специалист  
управления кадрового обеспечения  
И.С. Зубкова  
18.08.2022