

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Гольдштейна Валерия Геннадьевича на диссертационную работу Кокорина Евгения Леонидовича на тему: «Разработка методов управления эксплуатацией релейной защиты», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 -Электрические станции и электроэнергетические системы.

### 1. Актуальность темы

Важным свойством ЭЭС является периодическое изменение состава подключенных потребителей и вызываемая этим необходимость в реконструкции существующих объектов, в том числе – устройств РЗ. По этой причине задача многокритериального выбора с необходимостью обоснования рационального решения имеет высокую значимость. В условиях многообразия субъектов отношений и их интересов требуется учет и согласование мнений всех заинтересованных сторон в выборе наилучшего варианта развития и функционирования ЭЭС, поэтому каждое решение должно обосновываться. На сегодняшний день решения о приоритетности замены того или иного оборудования РЗ принимаются на основании мнения отдельных специалистов, в результате качество таких решений непосредственно зависит от квалификации кадров и потому не всегда являются абсолютным. Для объективизации процесса принятия решений целесообразна его формализация, путем использования численного показателя, учитывающего технические и экономические аспекты. Перечисленные факторы свидетельствуют о потребности в развитии методов технико-экономического обоснования подходов к управлению эксплуатацией РЗ.

Существующие методы расчета надежности ЭЭС традиционно учитывают устройства РЗ упрощенно, повышенной детализации процессов и учета множества факторов соответствуют методы, основанные на цепях Маркова. Математический аппарат марковских цепей традиционно применяется для систем обслуживания, для РЗ он получил распространение одновременно с

увеличением числа эксплуатируемых микропроцессорных (МП) устройств. Готовность традиционных устройств РЗ определяется при выполнении технического обслуживания (ТО), однако за время межпроверочного интервала их состояние может измениться. МП устройства РЗ позволяют частично или полностью в регулярном режиме контролировать свое состояние с помощью самодиагностики. Увеличение потока регулярных событий повышает обоснованность применения методов, основанных на марковских процессах.

Вопросы применения расчетных показателей надежности для обоснования подходов к управлению эксплуатацией РЗ недостаточно проработаны, чем подтверждается актуальность исследований, в рамках которых автором выполнена разработка метода определения характеристик ненадежности РЗ с использованием модели состояния РЗ, а также метода применения полученных характеристик для анализа технических решений в части РЗ в энергосистеме.

Диссертационная работа Кокорина Е.Л. посвящена разработке методов управления эксплуатацией релейной защиты. Актуальность представленной работы, определяется, с одной стороны, изменением содержания самих задач релейной защиты и автоматики, а, с другой стороны новизной качественного и количественного состава современных комплексов релейной защиты интеллектуальных электрических сетей.

**Структура и объем диссертации.** Представленная диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, и одного приложения. Работа изложена на 183 страницах, содержит 66 рисунков и 48 таблиц, список литературы включает 98 наименований.

Во введении приведены цели и задачи диссертационной работы, а также обоснована актуальность темы исследования.

В первой главе рассмотрена структура комплекса РЗ, свойственная сегодняшнему состоянию ЭЭС, а также выполнена первичная оценка его надежности. Приведенный литературный обзор, содержит полноценный анализ существующих методов расчета надежности, а также нормативной документации. Автором сделан вывод, о том, что единого подхода к анализу надежности

устройств РЗ в настоящее время не существует. Методы расчета надежности, учитывающие устройства РЗ, могут быть классифицированы на группы, в зависимости от рассматриваемого свойства комплексного свойства надежности.

Во второй главе оценена значимость РЗ при решении задач надежности ЭЭС. Показано, что с использованием методов активного поддержания надежности возможно управление вероятностью неисправных состояний на протяжении периода эксплуатации устройств РЗ. Соискатель указывает на отсутствие фактического опыта внедрения систем, реализующих технически или экономически обоснованные методы эксплуатации РЗ. Также для оценки возможности реализации систем активного поддержания надежности в главе приведен анализ технологического совершенства современного оборудования.

В третьей главе приведено описание предлагаемых соискателем модели состояний РЗ, а также метода, позволяющего с применением указанной модели, определить вероятность неработоспособного состояния РЗ. Указанные средства использованы для анализа характера влияния внутренних факторов на вероятность нахождения РЗ в исправном состоянии. Соискателем показано, что уменьшение интервала между ТО возможно без снижения уровня надежности эксплуатируемого устройства. В результате соискателем сделаны выводы о применимости метода для решения таких задач управления эксплуатацией РЗ, как выбор системы обслуживания позволяющей достичь целевой уровень надежности РЗ.

В четвертой главе рассмотрен предлагаемый соискателем метод расчета влияния отказов РЗ на величину потенциально недоотпущенной электроэнергии. Возможность учета методом влияния РЗ не только на защищаемый элемент основного оборудования, но и на смежные с ним и учет разных типов отказов, дальнего резервирования и внутренних для устройства РЗ факторов на надежность ЭЭС позволяют говорить о новизне метода. Соискателем показана применимость метода для решения задач управления эксплуатацией РЗ, таких как выбор приоритетных направлений реконструкции РЗ,

обоснование выбора системы обслуживания РЗ в фрагменте ЭЭС и др. Сделанные соискателем выводы подтверждены расчетами.

К работе прилагается официально разосланный в установленные сроки автореферат диссертации на 24 страницах.

## **2. Степень обоснованности и достоверности научных выводов, положений и рекомендаций**

Выполненные соискателем исследования основаны на электротехнике, теориях вероятностей и математической статистики. Произведено тестирование предложенных методов на схемах ЭЭС, что позволило оценить эффективности предложенных методов и алгоритмов. Для расчетов и программной реализации алгоритмов использовался программный комплекс MATLAB. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, отвечает требованиям, предъявляемым к научным квалификационным работам.

## **3. Новизна научных результатов**

Соискателем предложен новый метод для расчета потенциальной длительности отключенного состояния основного оборудования по причине отказа РЗ любого вида, учитывающий многообразие потенциально возможных случаев неправильной работы устройств РЗ.

Используя этот метод, возможно оценить взаимосвязь между реальной сетевой топологией, дальнего и ближнего резервирования и межобъектного взаимодействия и характеристик надежности.

Также соискателем предложен метод, позволяющий анализировать комплекс РЗ с точки зрения технического и экономического критерия. Показана применимость указанного метода для повышения эффективности решений при эксплуатации и планировании развития сети.

#### **4. Практическая значимость работы**

Предложенные соискателем методы применимы для решения практических задач по оценке способов снижения влияния недостаточной надежности релейной защиты на надежность ЭЭС.

#### **5. Апробация работы и подтверждение опубликования основных положений работы**

Результаты исследований апробированы участием автора на 8 международных и всероссийских научно-практических конференциях. По результатам исследования опубликовано 16 научных работ, в том числе 2 работы в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, включая 4 статьи в зарубежных изданиях, входящих в международные базы цитирования Web of Science и Scopus.

#### **6. Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ**

Диссертационная работа Кокорина Евгения Леонидовича на тему: «Разработка методов управления эксплуатацией релейной защиты» как научно-квалификационная работа полностью отвечает требованиям 9- 14 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ. В ней на основе разработки новых методов управления эксплуатацией релейной защиты автором предложено новое научно обоснованное техническое решение.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеются сведения о практической полезности результатов и рекомендации по использованию научных выводов. Полученные решения и выводы обстоятельно аргументированы и подтверждаются результатами практического внедрения.

## 7. Основные замечания по работе.

7.1. Определение цели диссертационной работы на стр. Д-7 диссертации и стр. А-5 автореферата (здесь и далее символы Д и А соответствуют диссертации и автореферату) дано автором в общем виде и не отражает конкретики его работы.

7.2. Также требуется конкретизировать обоснование сделанного перед этим (Д-7, А-5) утверждения о том, что «...вопросы применения расчетных показателей надежности РЗ для обоснования подходов к управлению эксплуатацией вторичных цепей подстанций недостаточно проработаны ...», применительно к интеллектуальным электрическим системам с активно-адаптивными электрическими сетями. Поскольку это положение в значительной мере определило характер исследований автора, целесообразно остановиться на нем более подробно.

7.3. Анализ содержания диссертационной работы и автореферата позволяет констатировать его соответствие паспорту специальности 05.14.02 –Электрические станции и электроэнергетические системы. Однако формального подтверждения это положение не получило.

7.4. В работе неоднократно подчеркивается, что исследования проводились совместно и на базе реальных сетевых организаций. Тем не менее официальные документов о внедрении в разделе практическая значимость нет

7.5. Неясен смысл последнего предложения на стр. А-10 «...основным показателем, используемым методами рассмотренной группы, является вероятность, практическое применение которой не предложено...», на основе которого далее на стр. А-11 делается «...вывод о необходимости адаптации методов определения готовности для возможности обоснования с их помощью подходов к управлению эксплуатацией РЗ».

7.6. Трудно согласиться с формулировкой *определения принципа действия* методов активного поддержания надежности на основе управления вероятностью неисправных состояний на периоде эксплуатации устройств РЗ только,

как «... контроль большого числа параметров для наблюдения за正确ностью работы измерительных органов в РЗ и других устройствах» (стр. А-11,12). Возникает естественный вопрос: «А чем, собственно, реализуется активное поддержания надежности?».

7.7. Неясно, каким образом для определения коэффициентов неработоспособности (стр. А-12) производится группировка вероятностей нахождения модели в конкретных состояниях (это результат решения уравнений Колмогорова, системы 3.6, 3.7, стр. Д-71 или (1) стр. А-12) «...на основании идентичности возникающих последствий».

## 8. Общее заключение

Представленная диссертационная работа Кокорина Евгения Леонидовича является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое научно обоснованное техническое решение задачи управления эксплуатацией релейной защиты, имеющее существенное значение для развития электроэнергетики. Работа имеет научную новизну, внутреннее единство и практическую значимость.

Содержание диссертации полностью соответствует поставленным задачам и отражает последовательность их решения. В работе сделаны чёткие и аргументированные выводы. Представленные замечания не снижают качества полученных автором научных и теоретических результатов диссертации.

Апробация, публикации и автореферат с достаточной полнотой отражают основное содержание диссертации и полностью соответствуют разработанным в ней теоретическим положениям, научной новизне и их практической значимости.

Это даёт основание утверждать, что диссертационная работа на тему: «Разработка методов управления эксплуатацией релейной защиты» полностью, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Ко-

корин Евгений Леонидович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент:

В.Г. ✓

12.09.21

Гольдштейн

Валерий Геннадьевич

профессор кафедры Автоматизированные электроэнергетические системы» Самарского государственного технического университета, доктор технических наук, профессор.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет»  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус

Email: vgg41@yandex.ru тел. +7 927 700 99 10

Подпись Гольдштейна В.Г. заверяю

