

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Быка Феликса Леонидовича на диссертационную работу Валиева Рустама Талгатовича на тему: «Развитие методов расчета показателей балансовой надежности электроэнергетических систем», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

1. Актуальность темы

Одним из направлений теории надежности электроэнергетических систем (ЭЭС) является балансовая надежность (БН) – свойство ЭЭС и ее территориальных частей иметь достаточную обеспеченность производственными мощностями генерации и первичными энергоресурсами для удовлетворения спроса потребителей в электрической энергии. Она характеризует адекватность подсистемы генерации ЭЭС с учетом сетевых возможностей взаиморезервирования генерирующих источников и обеспеченности первичными энергоресурсами. БН связана с анализом и распределением дефицита мощности и энергии при отказах генерирующего оборудования, с ограничением или отключением потребителей, или снижением качества электроэнергии вследствие снижения частоты при превышении нагрузкой располагаемой генерирующей мощности ЭЭС. Одним из результатов анализа БН является определение необходимых резервов генерирующей мощности и повышение пропускных способностей межсистемных связей.

Основным методом при определении показателей балансовой надежности (ПБН) вплоть до настоящего времени остается статистическое моделирование вероятностных состояний объединенных электроэнергетических систем (ОЭС). Это объясняется тем, что здесь при каждой статистической выборке частные проблемы БН решаются в условиях детерминированности параметров, что позволяет использовать достаточно развитый математический аппарат и в полной мере учесть специфику ЭЭС. Однако использование рыночных механизмов в электроэнергетике, все большее использование генераторов электрической энергии, работающих на возобновляемых источниках энергии и общее усложнение структуры энергосистемы, привели к необходимости учета дополнительных факторов при оценке балансовой надежности энергосистемы. Это, в свою очередь, приводит к усложнению моделей, используемых при расчетах ПБН и, как следствие, увеличению времени, требуемого для расчетов показателей.

Временные затраты становятся велики даже по меркам задач долгосрочного планирования, что побуждает развитие теории балансовой надежности энергосистем в направлении вероятностных моделей без применения МСМ.

Диссертационная работа Валиева Р.Т. посвящена разработке нового аналитического метода расчета ПБН учитывающего дополнительный ПБН – вероятность перегрузки МСС, а также модификации расчетных процедур, используемых при реализации стратегии пропорционального РДМ, которые позволяют, повысить вычислительную эффективность расчета отдельного детерминированного состояния, что может быть использовано для снижения времени расчета ПБН как в аналитических методах расчета, так и в ММК. Проблемы, исследуемые в работе несомненно являются актуальными.

2. Структура и объём диссертации

Представленная диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, и одного приложения. Работа изложена на 109 страницах, содержит 23 рисунка и 9 таблиц, список литературы включает 94 наименования.

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

В первой главе представлен обзор текущего состояния проблемы расчета ПБН ЭЭС. Отмечено, что все более усложняющаяся структура и принципы управления ЕЭС России, позиционирование надежности как товара с заданной стоимостью, а также отсутствие нормативно закреплённых руководящих указаний по управлению надежностью требуют разработки комплексных подходов к оценке показателей надежности ЕЭС России. При этом, рассматривая надежность ЭЭС как комплексное свойство, следует четко оговаривать о каких свойствах и видах надежности идет речь. Выбор системы допущений и ограничений при оценке надежности системы должен осуществляться с учетом специфики задачи и горизонта планирования развития ЭЭС.

Во второй главе представлен анализ влияния наиболее распространенных вариантов математической постановки задачи оптимального распределения дефицитов мощности (ОРДМ) на результирующие ПБН и демонстрируется значимость учета стратегий взаимопомощи ЭЭС при решении задачи оптимального РДМ. Для демонстрации результатов решения задачи проведен сравнительный анализ результатов для простейших тестовых схем.

В третьей главе описан предлагаемый соискателем вероятностно-аналитический метод (ВАМ) расчета ПБН. Предложен метод учета предельной вероятности перегрузки МСС в рамках задачи определения МО и ковариационной матрицы перетоков мощности по МСС. Показана значимость учета корреляционной связи между отдельными перетоками мощности в ОЭС при определении вероятности перегрузки МСС.

В четвертой главе предлагается модификация расчетных процедур, используемых при реализации стратегии пропорционального РДМ, которые позволяют, повысить вычислительную эффективность расчета отдельного детерминированного состояния, что может быть использовано для снижения времени расчета ПБН как в аналитических методах расчета, так и в ММК.

К работе прилагается официально разосланный в установленные сроки автореферат диссертации на 23 страницах.

3. Степень обоснованности и достоверности научных выводов, положений и рекомендаций

Исследования выполнены на базе теоретических основ электротехники, теории вероятностей и математической статистики. Разработанные алгоритмы тестировались на схемах ЭЭС. Оценка эффективности рассматриваемых методов и алгоритмов оценивалась методом статистического моделирования (ММК). 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.

4. Новизна научных результатов

Соискателем предложен новый аналитический метод для расчета ПБН ОЭС, в рамках которого учитываются потери мощности в МСС ОЭС, а также зависимость распределения перетоков активной мощности от углов векторов напряжений по концам МСС. Метод позволяет определить вероятность и математическое ожидание совокупного по ОЭС дефицита мощности и вероятности превышения ПС МСС перетоками мощности. В работе сформирован и обоснован выбор различных вариантов управляющих переменных для реализации пропорциональной стратегии РДМ в зависимости от требуемых в рамках задачи расчета ПБН результатов.

5. Практическая значимость работы

Описанные в работе методы могут быть использованы при решении практических задач, связанных с оценкой необходимости усиления узких мест в ОЭС, в качестве дополнительных к традиционно используемому методу ММК. Предложенные в работе модификации расчетных процедур могут быть использованы для оптимизации вычислительных процессов в рамках задач расчета ПБН сложноразветвленных ЭЭС.

6. Апробация работы и подтверждение опубликования основных положений работы

Результаты исследований апробированы участием автора на 7 международных и всероссийских научно-практических конференциях. По результатам исследования опубликовано 11 научных работ, из них 8 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, включая 4 статьи в зарубежных изданиях, входящих в международные базы цитирования Web of Science и Scopus.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

7. Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ

Диссертационная работа Валиева Рустама Талгатовича на тему: «Развитие методов расчета показателей балансовой надежности электроэнергетических систем» в полном объеме отвечает критериям, которые указаны в п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой автором предложено новое научно обоснованное техническое решение в виде разработанного автором вероятностно аналитического метода расчета ПБН, математического подхода, учитывающего потенциальный принцип распределения перетоков мощности в МСС в рамках задачи оптимального распределения дефицита мощности, а также комбинаций «целевая функция – управляющие переменные» оптимальных, с точки зрения вычислительной эффективности и точности получаемых результатов в задаче ОРДМ в ЭЭС.

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 аргументированы.

Содержание диссертационной работы соответствуют паспорту научной специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы по следующим пунктам:

1. Оптимизация структуры, параметров и схем электрических соединений электростанций.
4. Разработка методов оценки надежности электрооборудования, структурных схем и схем распределительных устройств электростанций.
6. Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике.
11. Разработка методов анализа структурной и функциональной надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения.

Диссертация отвечает требованию указания ссылок на заимствованные материалы или отдельные результаты.

8. Основные замечания по работе

1. Сопоставляя различные методы расчета ПБН, в диссертации и автореферате в качестве недостатка ММК указывается на увеличение длительности расчетов, связанное с ростом сложности энергосистемы, что, по мнению автора, становится неприемлемым для задач среднесрочного и долгосрочного планирования. Данное суждение спорно, поскольку на фоне задачи проектирования увеличение длительности каких-либо расчетов может рассматриваться как незначимый фактор. Временной горизонт планирования (среднесрочного 7 лет, а долгосрочного 15 лет) также мало влияют на расчетную процедуру, поскольку в существующих программных продуктах расчетный временной интервал представляется эквивалентными периодами неизменности системных параметров. Как автор относится к утверждению: ММК позволяет рассчитать ПБН, но не позволяет выявить причинно-следственные связи и решать задачу управления надежностью, т.е. принимать решения, какие и где размещать резервы генерации или увеличивать ПС МСС, для повышения возможностей взаиморезервирования? В этом, по существу, основное отличие ММК с аналитическими методами.
2. Соглашаясь с необходимостью модификации расчетной процедуры РДМ, для получения однозначного решения, осталось непонятным, в чем состоит потенциальный принцип распределения потоков мощностей, который предлагается для учета дополнительных свойств и функциональных характеристик ОЭС.

3. В главе 1 автор отмечает, что в современных условиях функционирования ЕЭС России надежность рассматривается как товар с определённой стоимостью. Однако не указано где и каким образом определяется стоимость этого товара, кто и сколько за него платит? Там же указывается, «фактически проблема обеспечения надежности электроснабжения определена лишь номинально». Как это корреспондируется с оплатой потребителей за мощность, с разницей затрат на технологическое присоединение потребителей первой и третьей категории надежности, с планированием индикативных показателей бесперебойности электроснабжения, с ожидаемой платой за сетевой резерв?
4. Трудно согласиться с утверждением на стр.13 диссертации, что основным объектом исследования структурной надежности являются распределительные системы среднего и низкого напряжений. Важной задачей остается обоснование структуры генерирующей мощности, соответствие структуре электропотребления, обоснование структуры ЕНЭС и другое.
5. Чем отличается используемое в работе понятие «зоны надежности» от известного и применяемого при расчетах требуемых для надежных балансов мощности «зона свободных перетоков»?
6. Выражение для расчета сетевых инъекций 3.4. требует пояснений. Указано, что B - мнимая составляющая матрицы узловых проводимостей, но тогда произведение на вектор углов напряжений по концам МСС не дает значения мощностей. Следует пояснить для каких значений углов справедливо выражение 3.4., т.к. в расчетах инъекций обычно используется синус углов.
7. В диссертационной работе имеется ряд фрагментов, написанных недостаточно четко и вызывающих недоумевающие вопросы. В частности, непонятно, почему на рисунке 2.4 в узле 2 снижен размер генерации относительно рисунков 2.1-2.3; на рисунках 2.2б), 2.3 а), 2.4 б) нет баланса мощности в узлах; в формуле потокораспределения нет согласования размерности переменных и др.

9. Общее заключение

Представленная диссертационная работа Валиева Рустама Талгатовича является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое научно обоснованное техническое решение задачи определения показателей балансовой надежности ЭЭС, имеющее

существенное значение для развития страны. Обладает внутренним единством, научной новизной и практической значимостью.

Содержание диссертации полностью соответствует поставленным задачам и отражает последовательность их решения. В работе сделаны чёткие и аргументированные выводы. Представленные замечания не влияют на основные научные и теоретические результаты диссертации.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и разработанным теоретическим положениям, научной новизне полученных результатов и их практической значимости с учётом сведений об апробации и публикациях.

Это даёт основание утверждать, что диссертационная работа на тему: **«Развитие методов расчета показателей балансовой надежности электроэнергетических систем» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а её автор Валиев Рустам Талгатович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.**

Официальный оппонент

Бык Феликс Леонидович

кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры «Автоматизированные
электроэнергетические системы»,

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Новосибирский
государственный технический
университет»,
630073, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, д.20.
Email: felixbyk@hotmail.com



Дата 11. 11. 2020