

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Крупенёва Дмитрия Сергеевича**
**«Методические основы комплексного анализа и обеспечения надёжности
электроэнергетических систем»**, представленной на соискание учёной степени доктора
технических наук по специальности 2.4.3. – Электроэнергетика

Автореферат диссертации Крупенёва Д.С. посвящен решению актуальной научно-технической проблемы, связанной с совершенствованием методического аппарата управления надежностью электроэнергетических систем (ЭЭС). Актуальность темы не вызывает сомнений и обусловлена непрерывным усложнением структуры и режимов работы ЭЭС, старением оборудования, ростом числа системных аварий, а также активным внедрением цифровых технологий и возобновляемых источников энергии. Существующие методы анализа и синтеза надежности зачастую не в полной мере учитывают новые вызовы и требуют развития для обеспечения адекватного и экономически обоснованного управления ЭЭС на всех этапах их жизненного цикла. Работа, направленная на разработку целостной методологии комплексного анализа и обеспечения системной надежности, является своевременной и значимой для развития электроэнергетической отрасли. Диссертационная работа обладает несомненной научной новизной, ключевыми элементами которой являются:

1. Введение нового понятия «плановая надежность ЭЭС», что позволяет концептуально расширить рамки системной надежности и решать на качественно новом уровне задачи планирования работы (режимов и балансов) энергосистем, отделив их от задач перспективного проектирования (балансовая надежность) и оперативного управления (режимная надежность).

2. Разработка и совершенствование методов оценки всех видов системной надежности на базе метода Монте-Карло. В частности, для балансовой надежности предложены методы кластеризации ЭЭС на зоны надежности (включая алгоритм Лейдена), алгоритм учета надежности поставки первичных энергоресурсов, а также применение квазислучайных последовательностей и методов машинного обучения (многозадачная регрессия) для кратного повышения вычислительной эффективности.

3. Разработка новых методов оптимизации балансовой надежности, основанных на итерационном взаимодействии моделей, использовании двойственных оценок и алгоритме марковской цепи Монте-Карло, что позволяет определять оптимальный уровень резервирования генерирующей и сетевой частей для ЭЭС большой размерности.

4. Разработка оригинальных интегральных и дифференциальных моделей установившихся режимов (УР) ЭЭС в векторно-матричном виде. Предложенные модели повышают наглядность физического содержания и, что наиболее важно, позволяют эффективно получать матрицы чувствительности первого и второго порядков. Это открывает путь к сверхбыстрому анализу послеаварийных режимов при оценке режимной надежности без многократного решения полных систем нелинейных уравнений.

Практическая значимость работы подтверждается широким спектром решенных прикладных задач и внедрением результатов. Разработанные методики позволяют:

- повысить обоснованность решений при перспективном проектировании развития ЭЭС (выбор оптимального резерва);
- повысить экономическую эффективность и надежность при планировании работы (формирование оптимальных графиков ремонтов, учет взаимосвязи с водохозяйственными системами);
- существенно ускорить (в десятки раз) анализ послеаварийных режимов в оперативном управлении, что подтверждено расчетами для тестовых схем.

Результаты использовались при выполнении НИР по заказу крупнейших отраслевых компаний (СО ЭЭС, ФСК ЭЭС, Газпром ВНИИГАЗ), в рамках грантов, а также отмечены Премией Правительства России для молодых ученых. Получено 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

В качестве замечаний по содержанию автореферата можно отметить следующее:

1. Из текста автореферата не до конца ясна методика задания порогового значения метрики r_{max} при кластеризации ЭЭС на зоны надежности. Остается вопрос: это экспертно определяемая величина или существует формализованный подход к ее расчету, например, на основе анализа загрузки сечений в различных режимах?

2. В главе, посвященной режимной надежности, подробно рассмотрены модели для активной мощности. Однако не в полной мере отражено, как предложенный подход с использованием матриц чувствительности учитывает ограничения по реактивной мощности и напряжению, а также вопросы статической устойчивости, которые критичны для оперативного управления.

3. При описании алгоритма оптимизации балансовой надежности с применением марковской цепи Монте-Карло (стр. 22) стоило бы конкретизировать вид целевой функции и то, как именно учитываются дискретность и высокая размерность пространства решений (ввода/вывода оборудования), чтобы избежать «проклятия размерности».

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей высокой оценки работы. Диссертация представляет собой законченное, масштабное научное исследование, вносящее существенный вклад в развитие теории и практики управления надежностью электроэнергетических систем. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации, а работа соответствует паспорту научной специальности 2.4.3. – Электроэнергетика (пункты 9, 14, 15, 18, 20).

Диссертация «Методические основы комплексного анализа и обеспечения надёжности электроэнергетических систем», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует требованиям ВАК, а ее автор Крупенёв Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.3. – Электроэнергетика.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации исходя из нормативных документов Правительства, Минобрнауки и ВАК, в том числе на размещение их в сети Интернет, на сайте ВАК, в единой информационной системе.

Доктор технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленности) по техническим наукам», доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий», профессор кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)»

Подпись Клюева Р.В. заверяю
Учёный секретарь ученого совета
ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)»

Клюев
Роман
Владимирович

Беликова Светлана
Борисовна

«12» марта 2026 г.

Адрес: 362021, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44
ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)»

Телефон: +7 (8672) 407-371 e-mail: kluev-roman@rambler.ru