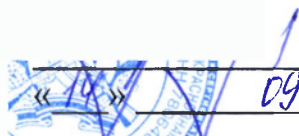


УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
АО «НПП «Краснознамёнец»

 П.В. Купцов
2016 г.

В Диссертационный совет Д 505.001.126
Финансового университета при
Правительстве Российской Федерации
по защите диссертаций на соискание
ученой степени кандидата наук, на
соискание ученой степени доктора наук

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Комаровой Любови Александровны
на тему «Модель и численный метод решения задачи оптимального
управления оперативно-выездными бригадами при проведении
аварийно-восстановительных работ», представленной на соискание
учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 -
Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ (технические науки)**

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения оперативности и обоснованности диспетчерских решений при ликвидации технологических нарушений в распределенных электрических сетях. Назначение оперативно-выездной бригады требует одновременного учета различных характеристик как персонала, так и оборудования, а также параметров аварийной ситуации. При этом исходные сведения поступают из разнородных информационных систем и могут быть неполными, что существенно повышает информационную нагрузку на диспетчера и риск выбора нерационального состава, оснащения либо маршрута следования бригады.

В связи с этим соискатель решал актуальную научную задачу, заключающуюся в разработке модели и численного метода управления оперативно-выездными бригадами при проведении аварийно-восстановительных работ, обеспечивающих комплексный учет человеческих, технических и логистических факторов и формирование оперативных рекомендаций в условиях неполноты, рассинхронизации и семантической неоднородности поступающих данных.

Автором получены научные результаты, обладающие новизной:

1. Разработана динамическая эргатическая модель управления оперативно-выездными бригадами, отличающаяся представлением ОВБ в виде системы «Человек–Техника–Логистика» с трехмерным вектором состояния и комплексным показателем оперативной готовности. Динамика частных показателей описывается системой дифференциальных уравнений с учетом управляющих и деструктивных воздействий, что позволяет прогнозировать изменение состояния бригады к моменту прибытия на место аварии и выявлять необходимость корректировки ее состава, оснащения или маршрута.

2. Разработан численный метод расчета параметров оперативно-выездных бригад – состава, оснащения и маршрута следования, отличающийся последовательным формированием временно и семантически согласованного пространства признаков, расчетом частных показателей готовности, автоматизированным определением весовых коэффициентов с применением методов машинного обучения и прогнозированием состояния ОВБ. Динамическая часть метода реализуется численным интегрированием системы уравнений методом Рунге–Кутты четвертого порядка, а оптимальное распределение бригад по аварийным событиям определяется на основе задачи о назначениях.

3. Разработаны практические рекомендации по реализации комплекса программ для внедрения предложенного численного метода в интеллектуальную систему поддержки принятия решений диспетчера электросетевой компании и создан действующий прототип, включающий модули формирования согласованного пространства признаков, расчета частных и комплексного показателей готовности, численного прогнозирования состояния и оптимального назначения бригад.

Методологический аппарат (системный анализ, математическое и имитационное моделирование, теория принятия решений и многокритериальная оптимизация, методы машинного обучения, численные методы и программная реализация) применяется последовательно и обоснованно на всех этапах исследования. Положения, выносимые на защиту, и представленные результаты логически связаны с поставленными задачами и подтверждают достижение цели диссертационной работы.

Выделяя несомненные достоинства работы, следует отметить ряд положений, требующих уточнения в последующих исследованиях:

1. В части параметрической настройки динамической модели в автореферате в обобщенном виде представлены вопросы определения коэффициентов естественной деградации, а также параметров управляющих

и деструктивных воздействий для подсистем «Человек», «Техника» и «Логистика». Более детальная процедура их идентификации для различных категорий аварий и условий эксплуатации могла бы повысить воспроизводимость настройки модели при переносе на другие электросетевые компании.

2. Методика автоматизированного определения весовых коэффициентов основана на Ridge-регрессии и подтверждена экспериментом на сформированном наборе задач и экспертных профилей. Представляется целесообразным в дальнейшем расширить сравнительный анализ за счет других регрессионных и робастных методов, а также исследовать чувствительность получаемых весов к изменению состава и компетентности экспертной группы.

3. Проверка эффективности численного метода выполнена в имитационной среде в сравнении с ручным нормативным назначением ОВБ диспетчером. Дополнительное сопоставление с альтернативными автоматизированными методами распределения и динамической маршрутизации бригад, а также апробация на расширенных производственных данных электросетевых компаний могли бы усилить верификацию результатов и уточнить область применимости предложенного подхода.

Указанные замечания носят рекомендательный характер, определяют направления дальнейшего развития исследования и не снижают общей научно-практической ценности диссертации.

По результатам ознакомления с авторефератом можно судить о высокой степени актуальности работы и ее значимости для задач оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Результаты обоснованно и последовательно раскрыты, включают анализ существующих подходов к назначению оперативно-выездных бригад, разработку динамической эргатической модели «Человек–Техника–Логистика», разработку численного метода расчета состава, оснащения и маршрута следования ОВБ, а также практические рекомендации и прототип комплекса программ.

Проведенные вычислительные эксперименты демонстрируют эффективность предложенного метода. При моделировании 120 аварийных событий в 500 имитационных запусках среднее время устранения аварии сократилось на 9,03%, выполнение SLA по времени прибытия увеличилось на 16,28%, выполнение SLA по времени устранения – на 14,67%, а показатель SAIDI снизился на 5,25%. Среднее время вычисления назначения ОВБ составило $11,15 \pm 1,68$ мс, что подтверждает возможность применения

разработанного метода в составе интеллектуальной системы поддержки принятия решений диспетчера.

Считаю, что диссертация на тему «Модель и численный метод решения задачи оптимального управления оперативно-выездными бригадами при проведении аварийно-восстановительных работ» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Комарова Любовь Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Отзыв составил:

Руководитель группы управления РИД
АО «НПП «Краснознамёнец»

к.хим.н.

Вершинин Константин Андреевич

14.09.2026

195043, г. Санкт-Петербург, ул. Челябинская, д.95,

телефон: +7 (812) 527-51-22

e-mail: info@krzn.ru

Ф
В
«

Г
Г
Г

Подпись к.хим.н. Вершинина К.А. заверяю

Начальник отдела кадров АО «НПП «Краснознамёнец»

О.Ю. Кузнецова

« 14 »

2026 г.

От
утв

ИИ,
ТОВ