

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

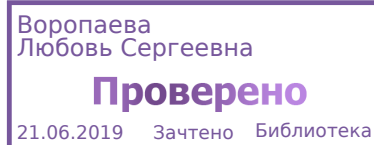
Трусов Роман Евгеньевич

**Интеллектуальная система управления состоянием  
производственного оборудования**

Направление подготовки  
27.04.04 «Управление в технических системах»  
Профиль – «Управление инновациями в производственных системах»

АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2019



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольском-на-Амуре  
государственном университете»

Научный руководитель

Заведующий кафедрой, кандидат техни-  
ческих наук, доцент

Горькавый Михаил Александрович

Рецензент


Заведующий кафедрой "Информационной без-  
опасности, информационных систем и физики",  
ФГБОУ ВО «АмГПУ»

Анисимов Антон Николаевич

Защита состоится 20 июня 2019 года в 10 часов 00 мин на заседании  
государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки  
27.04.04 «Управление в технических системах» в Комсомольском-на-Амуре  
государственном техническом университете по адресу: 681013, г. Комсо-  
мольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 207/3.

Автореферат разослан 07.06.2019

Секретарь ГЭК



В.П. Егорова

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

### **Актуальность темы.**

Состояние передающего электросетевого оборудования в настоящее время на территории страны отработало свой срок эксплуатации в 80% случаев. Задачей каждой электросетевой компании является предоставление бесперебойного и качественного энергопитания. Износ передающего оборудования не позволяет осуществлять эту задачу на фоне растущего количества потребителей в качестве малых и средних предприятий на ТЕР Дальнего Востока. Внедрение автоматизированной интеллектуальной системы планирования ремонтов поможет последовательно и качественно провести реконструкцию сначала приоритетных сегментов ЛЭП, а затем всего покрытия линиями передач на территории страны.

На данный момент существуют решения, предлагающие автоматизированные системы управления производственными процессами, но анализ таких продуктов показал, что малая часть из предлагаемых решений ориентирована строго на электросетевую отрасль, что не позволяет рассчитывать на учет всех необходимых экспертных знаний. Также были найдены решения-оболочки, позволяющие формировать собственные объекты моделирования, но они ориентированы только на анализ текущих показателей и составление базы данных по оборудованию. Предлагаемая система управления позволяет моделировать произвольные сегменты ЛЭП благодаря интуитивному графическому интерфейсу, ориентирована строго на электросетевую отрасль, но при имеющихся заказах и других отраслей может быть переориентирована (при наличии экспертных знаний). Функция прогнозирования и использование имитационных моделей позволяют проводить множественные испытания и тесты на виртуальных объектах для их изучения, а автоматическая функция оптимизации процессов ТОиР предоставит рекомендательный план по проведению реконструкции сегментов ЛЭП с минимальными затратами времени

и ресурсов, опираясь на наличие и укомплектованность бригад и уровень приоритетности объектов.

Диссертационное исследование базируется на результатах работ в области методологии автоматизации процесса управления производствами М.А. Горькавого, В.В. Шадринной, Е. Ю. Косенко, Н. А. Полковниковой, В.А. Силич.

Решение проблемы изношенности передающего оборудования – долгосрочный процесс, начало которого неизбежно. Применение интеллектуальных систем управления в таких случаях ускоряют процессы анализа текущего состояния ЛЭП и составления планов проведения реконструкции сегментов ЛЭП. Предлагаемое решение опирается на знания экспертов, теоретические знания о надежностных показателях и их динамике, а также прогнозировании этой динамики на виртуальных объектах, имитации влияния внешней среды на показатели объектов.

**Цель диссертационной работы:** снижение временных затрат электро-сетевой компании на реконструкцию рискованных сегментов линий электропередач, а впоследствии снижение издержек за простой электрооборудования при выходе его из строя благодаря прогнозированию динамики надежностных показателей с помощью автоматической системы управления производственными процессами.

Для достижения сформулированной цели необходимо решить следующие **задачи:**

- провести сравнительный анализ существующих методов автоматизации производственных процессов;
- выполнить анализ объекта для исследования;
- классифицировать оборудование, участвующее в моделировании;
- повысить точность расчетов модернизированного алгоритма нечеткого вывода Mamdani;
- провести технологическое обоснование и экономический расчет с учетом приведенной технологии.

**Объектом исследования** в работе выступает процесс планирования ремонтных работ производственного оборудования в электросетевых компаниях.

**Предметом исследования** является модели, алгоритмы и методы автоматизации процессов планирования ТОиР.

**Научная новизна.**

1) разработан и улучшен метод нечеткого вывода для иерархических систем.

2) разработан алгоритм анализа нечеткого вывода по его параметрам.

3) разработан прототип имитационной модели, позволяющий симулировать динамику технического состояния оборудования, инициацию ремонтных работ и воздействие внешних условий.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в подходе к технологии автоматизированного планирования процессов ТОиР электросетевого оборудования для постепенной реконструкции изношенных сегментов ЛЭП на территории страны.

**Апробация результатов.**

Материалы и результаты работы докладывались на научно-технической конференции студентов и аспирантов КНАГУ, а также на научно-технических фестивалях «Студенческая Весна 2018» и «Дальневосточная Весна 2017».

**Публикации.**

По результатам выполненных в диссертации исследований автором опубликовано 4 работ категории РИНЦ и 1 работы категории ВАК.

**Объем и структура** диссертационного исследования подчинены решению поставленных задач и достижению цели исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Работа изложена в объеме 71 страница, содержит 33 рисунка, 8 таблиц, 4 приложения. Список литературы включает 20 источников.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, формулируются цели, задачи, определяется научная новизна и практическая значимость.

**В первой главе** «Анализ эффективности применения комплексов, моделей, методов и средств построения систем управления на базе имитационных моделей» рассмотрены основные взгляды на подходы к изучению объекта, определены методы моделирования процессов, характеризующих объект, выбраны инструменты реализации, а также предложены собственные решения в виде алгоритмов нечеткого вывода для повышения качества предлагаемого решения.

**Во второй главе** «Разработка элементов автоматической системы управления процессом планирования ремонтных работ» проведен качественный анализ объекта. Определены формы представления знаний, и методы их интерпретации. Приведены разработки компонентов имитационной модели на которой базируется предлагаемая система управления. Проведено тестирование разработанных компонентов и установлены рекомендации по апробации разработки.

**В третьей главе** «Обоснование эффективности интеллектуальной системы управления» были сформированы критерии эффективности функционирования системы, ее подсистеме / процессов. Представлено описание процесса внедрения решения на производство, описан процесс взаимодействия пользователя с программной оболочкой АСУ. Был проведен экономический расчет внедрения технологии.

**В заключении** обобщены результаты диссертационного исследования, сформулированы выводы и рекомендации по рассмотренной проблематике.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1 Трусов, Р.Е. К вопросу разработки имитационной модели комплекса электросетевого оборудования передающей энергосистемы / Р.Е. Трусов, М.А. Горькавый // Объектные системы. – Ростов-на-Дону. – 2015. – С. 61 – 64.

2 Трусов, Р.Е. Классификация электросетевого оборудования для разработки имитационной модели передающей энергосистемы / Р.Е. Трусов, М.А. Горькавый // Научно-практ. творчество аспирантов и студентов. – Комсомольск-на-Амуре, 2016. – С. 600 – 602.

3 Трусов, Р.Е. Разработка принципа нечеткого иерархического вывода автоматизированных модулей управления производственными процессами электросетевых компаний / Р.Е. Трусов, М.А. Горькавый, В.А. Соловьев // Информатика и системы управления. – Благовещенск. – 2017. – С. 96 – 108.

4 Трусов Р.Е. Разработка прототипа базы знаний интеллектуальной системы оценки успеваемости обучающегося на основе объектно-ориентированного подхода / Р.Е. Трусов, М.А. Горькавый. - Объектные системы, 2015, №11, с 50-54 <http://elibrary.ru/item.asp?id=26185056>– 13.02.17

5 Трусов Р.Е. Интеллектуальный модуль оценки эффективности работы команды инновационного проекта / Р.Е. Трусов, М.А. Горькавый. - Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения, 2016, №2(24), с 23-27 <http://elibrary.ru/item.asp?id=25603332>– 13.02.17