

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Тихонова Валерия Алексеевича  
«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ТРАНСФОРМАТОРОВ В СИСТЕМАХ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ 10-220 кВ АЛЮМИНИЕВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы»

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Братский государственный университет».

### **1. Актуальность темы диссертации**

Одной из важнейших задач развития алюминиевой отрасли России является обеспечение надёжности и безаварийности систем электроснабжения 10-220 кВ, предприятий алюминиевого производства. Реализация этой задачи усложняется сложившейся ситуацией из-за старения электрооборудования и трансформаторов в системах электроснабжения 10-220 кВ алюминиевой промышленности. Около 73 % электрооборудования и трансформаторов в существующих системах электроснабжения предприятий алюминиевой промышленности было выпущено в 60-90 годах 20 века, что оказывает основное влияние на рост отказов. Аналитические исследования и статистика отказов указывает на то, что около 40% аварийных отключений в системах электроснабжения можно было бы избежать путем проведения своевременных и обоснованных ремонтов на основе эффективных методов сбора и анализа эксплуатационных параметров электрооборудования.

На основании изложенного, диссертационная работа А. В.Тихонова, посвященная совершенствованию эффективных методов сбора и анализа эксплуатационных параметров электрооборудования и трансформаторов в системах электроснабжения 10-220 кВ алюминиевой промышленности является актуальной задачей, решение которой позволит своевременно оценить эксплуатационный ресурс и синхронизировать время планово-профилактических и текущих ремонтов с минимальными потерями выпускаемой продукции.

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

Обоснование полученных выводов и рекомендаций по каждой из глав и заключения подтверждается общим содержанием диссертации и методами исследования, ис-

пользованными автором. Так использование методов математической статистики и теории графов позволили разработать комплексный метод для сбора и анализа информации о текущем состоянии электрооборудования и преобразовательных трансформаторов с целью обоснования рациональных планово-профилактических ремонтов. Применение численных методов решения уравнений при моделировании переходных процессов в электрических схемах замещения с помощью программного обеспечения позволило усовершенствовать механизм самообучения экспертного регулятора для повышения достоверности вывода о ремонтпригодности электрооборудования. Выводы и рекомендации, сформулированные автором, являются логически вытекающими из содержания диссертации и не вызывают сомнений в правильности.

### **3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций и их достоверность**

К научной новизне можно отнести следующие положения, представленные автором диссертации:

1. Разработанный автором комплексный метод для сбора и анализа информации о текущем состоянии электрооборудования и трансформаторов для обоснования рациональных планово – профилактических работ, включает в себя решения ряда важных вопросов. Таких как оценка технического состояния электрооборудования на основе экспертного регулятора, определение рациональной организации ремонтных работ электрооборудования с использованием системы КАНБАН, определение рационального периода ремонта электрооборудования с учётом часов максимума энергосистемы.

2. На основе теории графов установлено, что для получения достоверного прогноза о состоянии электрооборудования необходимо иметь нечётное количество вершин графа знаний, что позволяет осуществлять самообучение экспертного регулятора.

**4. Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в том, что внесён определенный вклад в разработку теоретических положений по организации ремонта электрооборудования и трансформаторов алюминиевой промышленности, предложен комплексный метод для сбора и анализа информации о текущем состоянии электрооборудования и трансформаторов с целью обоснования рациональных планово-профилактических работ. Усовершенствованный автором метод организации ремонтных работ на основе системы КАНБАН позволит почти вдвое сократить время ремонта и повысить качество работ за счёт максимально-возможного использования параллельных операций при выполнении ремонтов. В работе определены рациональные периоды ремонта электрооборудования и трансформаторов с учётом часов максимума энергосистемы, что позволяет экономить средства на оплату электроэнергии, а также время и диапазон регулирования силы тока электролиза

для минимизации периода проведения ремонтных работ с учётом часов максимума энергосистемы.

### **5. Апробация работы и публикации**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях: XI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых (г. Владивосток, 20-24 апреля, 2009 г.); VIII (XXX) Всероссийская научно-техническая конференция «Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири» (г. Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009 г.); Международная научная конференция «Фундаментальные исследования и Современные наукоёмкие технологии» (10-17 апреля Израиль, 2010 г.); IX (XXXI) Всероссийская научно-техническая конференция «Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири» (г. Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010 г.); Международная научная конференция «Фундаментальные исследования и современные наукоёмкие технологии» (2-9 августа Испания, 2010 г.); X (XXXII) Всероссийская научно-техническая конференция «Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири» (18-22 апреля, г. Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2011 г.); XI (XXXIII) Всероссийская научно-техническая конференция «Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири» (16-20 апреля, г. Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012 г.); Международная научная конференция «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники» (22 мая-2 июня Европа, 2012 г.); Международная научная конференция «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники» (10-17 апреля, Италия, 2012 г.); Международная научная конференция «Актуальные вопросы науки и образования» (21-23 мая, г. Москва, 2012 г.); Международная научная конференция «Наука и образование в современной РОССИИ» (20-21 ноября, г. Москва, 2017 г.); Международная научная конференция «Наука и образование в современной РОССИИ» (17-24 декабря, Италия, Рим, 2017 г.); Международная научная конференция «Наука и образование в современной РОССИИ» (май, г. Москва, 2018 г.) и международная книжная выставка в LIBER BARCELONA 2018 в Испании (3-5 октября, г. Барселона, Испания, 2018 г.).

По результатам исследований опубликовано 18 печатных работ, из которых 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для опубликования основных результатов диссертационных исследований на соискание учёной степени кандидата наук; 1 статья в журнале, входящим в международную базу цитирования Scopus, 1 статья в периодическом издании. В каждой работе, опубликованной в соавторстве, личный вклад автора составляет не менее 50%.

## **6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом**

Диссертационная работа А. В. Тихонова состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка из 78 наименований, трёх приложений. Основной текст диссертационной работы изложен на 120 страницах текста, проиллюстрирован 27 рисунками и 8 таблицами.

**Во введении** на основе анализа проблемы обоснована актуальность, значимость выбранной темы диссертации, сформулированы цель исследования и выполнена постановка задач.

**В первой главе** автор кратко остановился на отказах выключателей и трансформаторов в алюминиевой промышленности и а также на анализе существующих систем управления и диагностики электрооборудованием. Дана критическая оценка существующих систем управления и диагностики электрооборудованием.

**Во второй главе** объясняется структура знаний, процесс их накопления и механизм самообучения экспертного регулятора. Предложен и описан механизм экспертной системы, заключающийся в том, что соединяются основания вершин графа знаний и в результате это позволяет сформировать получение новых правил, повышающих эффективность работы экспертной системы, поддерживающей принятие рациональных решений по необходимости ремонта или продолжения дальнейшей эксплуатации.

**В третьей главе** приведены результаты оптимальной функции диагностики силовых трансформаторов по хроматографическому анализу растворённых в масле газов на базе знаний экспертного регулятора. Предложен механизм формирования правил при диагностике растворённых газов в трансформаторном масле, который позволяет накапливать знания, их логически структурировать и применять, заносить информацию в базу знаний экспертного регулятора. Разработаны структурные схемы для анализа растворённых газов в трансформаторном масле для формирования чёткого вывода.

**Четвертая глава** включает в себя рассмотрение системы рационального управления производством КАНБАН. Для сокращения общего времени ремонта необходимо максимально использовать параллельность в ремонте электрооборудования и трансформаторов с учётом часов максимума нагрузки, что отразится на количестве КАНБАНОВ.

**В пятой главе** рассмотрены экономические аспекты внедряемых мероприятий. Выполнение ремонтных работ с использованием экспертного регулятора и системы КАНБАН в часы максимума нагрузки при совмещении модуляции силы тока позволит как минимум окупать затраты на проведение ремонтных работ.

**В заключении** сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Таким образом, можно обоснованно сказать, что поставленная цель достигнута. К достоинству диссертации следует отнести хорошо продуманную структуру работы. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

#### **7. Замечания по диссертационной работе**

1) При увеличении числа измерений диагностики упрощаются представленные данные о состоянии электрооборудования.

2) Рисунок 2 (неудачное исполнение, в таком виде он трудно читается).

3) Представлено в анализе около 10 систем управления и диагностикой электрооборудованием, а сравнивается всего 4 (стр. 37)?

4) В заключении, представленном выводами практически количественные показатели, которые в основном характерны для технических диссертаций.

5) В диссертации присутствуют стилистические, орфографические и технические ошибки.

Приведенные замечания по работе не снижают общей положительной оценки представленной к защите диссертации.

**8. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842**

**Соответствие п. 9:** диссертационная работа Тихонова В. А. является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно-обоснованные технические и технологические разработки, направленные на совершенствование методов эксплуатации электрооборудования и трансформаторов в системах электроснабжения 10-220 кВ алюминиевой промышленности.

**Соответствие п. 10:** диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Предложенные автором решения достаточно аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

**Соответствие п. 11, 12 и 13:** основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, при этом количество публикаций соответствует установленным требованиям.



**Соответствие п. 14:** при выполнении исследований автор поместил ссылки на работы других авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов исследователей, что подтверждает соответствие требованиям.

### **Заключение**

Представленная диссертационная работа В. А. Тихонова «Совершенствование методов эксплуатации электрооборудования и трансформаторов в системах электроснабжения 10-220 кВ алюминиевой промышленности» является законченной квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные технические решения, для совершенствования методов эксплуатации электрооборудования и трансформаторов.

Диссертационная работа Тихонова В.А. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, а ее автор Тихонов Валерий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».


### **Официальный оппонент,**

Доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ИрГУПС) кафедра электроподвижной состав,  
профессор  
E-mail: [hudonogov@irgups.ru](mailto:hudonogov@irgups.ru)  
Телефон 8 (3952) 63-83-66  
644074, г. Иркутск, ул. Чернышевского,  
д. 15




  
Худоногов Анатолий Михайлович

05.06.2019 г.

Подпись А. М. Худоногова заверяю  
Ученый секретарь университета

  
Корабель Ирина Владимировна

644074, Россия, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15

Подпись   
**ЗАВЕРЯЮ:**   
Начальник общего отдела ИрГУПС  
Подпись   
« 05 » 06 2019 г.

