

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.165.02  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБ-  
РАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НИЖЕ-  
ГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»  
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРА-  
ЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 26 декабря 2017 г., № 80

О присуждении Стеклову Алексею Сергеевичу, гражданину Россий-  
ской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и алгоритмы диагностирования и прогнозирова-  
ния технических состояний судовых электроэнергетических систем в услови-  
ях эксплуатации» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические ком-  
плексы и системы» принята к защите 25 октября 2017 года, протокол № 71  
диссертационным советом Д 212.165.02 на базе федерального государствен-  
ного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
(ФГБОУ ВО) «Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева», Министерство образования и науки Российской Федера-  
ции, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, приказ №156/нк от  
01.04.2013 г.

Соискатель Стеклов Алексей Сергеевич 1984 года рождения.

В 2008 году соискатель окончил Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский гос-  
ударственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

В 2011 году соискатель окончил очную аспирантуру «Нижегородского  
государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева», работает  
инженером-конструктором в Акционерное общество "Опытное Конструктор-  
ское Бюро Машиностроения им. И.И.Африкантова".

Диссертация выполнена на кафедре «Электрооборудование, электро-  
привод и автоматика» в федеральном государственном бюджетном образова-

тельном учреждении высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, Титов Владимир Георгиевич, профессор кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика», ФГБОУ ВО «Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева».

**Официальные оппоненты:**

1. Мещеряков Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электропривод» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» (г. Липецк);

2. Сарваров Анвар Сабулханович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Автоматизированный электропривод и мехатроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск).

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – «Волжский государственный университет водного транспорта» (г. Нижний Новгород), в своем положительном заключении, подписанном Гуляевым Владимиром Викторовичем – кандидатом технических наук, доцентом, заместителем заведующего кафедрой «Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта» указала, что диссертационное исследование представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение задачи научного поиска новых моделей и алгоритмов для диагностирования и прогнозирования технических состояний судовых электротехнических систем, автор работы, Стеклов Алексей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03. Результаты диссертационной работы целесообразно использовать в проектных институтах, конструкторских бюро при разработке автоматических экспертных систем диагностики с функцией прогнозирования. Отзыв ведущей организации утвер-

дил проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта» Корнев Андрей Борисович.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и опытом работы в области определения места повреждения линий электропередачи, что подтверждается представленными ими списками публикаций и документами авторского права.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 17 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 12. Объем научных изданий – 8,75 печатных листов, из них авторский вклад – 6,75 печатных листа. Соискателем опубликовано 6 работ в материалах всероссийских и международных конференций, 5 статей в периодических изданиях и 1 публикацию в издании, индексируемом в Scopus.

#### **Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

1. **Стеклов, А.С.** Нейронечеткое моделирование степени работоспособности трансформаторов судовых электроэнергетических установок // Электротехнические системы и комплексы. - 2016. - № 3 (32). - С. 39-43.
2. **Стеклов, А.С.** Новый алгоритм технического диагностирования гребных электродвигателей / А.С. Стеклов, В.Г. Титов, А.В. Серебряков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. - 2017. - №2. - С. 82-88.
3. **Steklov, A.** New method of technical condition diagnostics of ship electric power plants/ A. Steklov, A. Serebryakov, V. Titov/ IX INTERNATIONAL CONFERENCE ON POWER DRIVES SYSTEMS ICPDS'2016, (Perm, October 3-7). – Perm, 2016. – P. 450-455.

**На диссертацию и автореферат поступило 9 положительных отзывов:**

- 1) ООО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» (г. Саранск). Подписал: К.т.н., доцент кафедры «Электроника и наноэлектроника» Тутаев Г. М.;

2) ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ) (г. Пермь). Подписал: Д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» Казанцев В.П.;

3) ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск). Подписал: Д.т.н., доцент, доцент кафедры «Проектирование технологических машин», Нос О.В.;

4) ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (г. Иваново). Подписал: Д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Колганов А. Р.;

5) ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (г. Челябинск). Подписал: Д.т.н., доцент, профессор кафедры «Автоматизированный электропривод», Григорьев М.А.;

6) ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (г. Иваново). Подписал: д.т.н., профессор, профессор кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии», Голубев А.Н.;

7) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов). Подписал: Д.т.н., профессор, профессор кафедры «Системотехника», Митяшин Н.П.;

8) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» (г. Санкт-Петербург). Подписал: д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электроэнергетика и электромеханика», Козярук А.Е.

9) ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск) Д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Симаков Г.М.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Стеклов

А.С., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

**В качестве критических замечаний** отмечается следующее: разделение приведенной в качестве примера нейро-нечеткой модели степени работоспособности трансформатора на неэлектрическую и электрическую части представляется достаточно условным, т.к. тепловые режимы работы электрооборудования, за которую отвечает первый канал, в первую очередь сказываются на качестве изоляции токоведущих контуров, оцениваемых, в свою очередь, текущей величиной активного сопротивления в составе другой подсистемы. Вычисление суммарной работоспособности электроэнергетической системы судна по формуле среднегеометрического значения, включающей в себя аналогичные количественные показатели ее отдельных элементов, требует введения дополнительных весовых коэффициентов, которые должны учитывать реальную длительность эксплуатации и временной интервал межремонтного периода каждой из единиц силового оборудования. Математическая модель судовой электроэнергетической системы представлена формулой (1) недостаточно ясно. В частности, переменные  $x$ ,  $z$  и соответствующие множества явно не описаны, операторы  $F$ ,  $L$  входят в формулу как переменные.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны:**

- алгоритмы диагностирования синхронного генератора, трансформатора, преобразователя частоты, гребного электродвигателя глубиной до 24 элементов, позволяющие упростить последующую техническую реализацию системы оперативной диагностики СЭЭС, поскольку сокращается число элементов, требующих проверки их состояния, без уменьшения требуемой глубины диагностирования;

- архитектура и алгоритм универсальной автоматизированной экспертной системы диагностирования и прогнозирования основных рабочих параметров СЭЭС, позволяющей на ранней стадии адекватно оценить растущую

вероятность неисправности при изменении входных параметров в режиме реального времени.

**предложены:**

- нейросетевые модели определения степени работоспособности элементов СЭЭС, позволяющие оценивать работоспособность судового электротехнического оборудования;

- подходы к прогнозированию степени работоспособности СЭЭС, позволяющие спрогнозировать степень работоспособности СЭЭС на определенный временной интервал. Получены относительные ошибки прогнозирования, не превышающие 5 % для гибридной нейронной сети, и метода авто-регрессии проинтегрированного скользящего среднего;

**доказана** эффективность применения систем диагностики и прогнозирования в судовых электроэнергетических системах;

новых понятий **не вводилось.**

**Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:**

**доказана** необходимость внедрения экспертных систем диагностики и прогнозирования на судах, способных эффективно распознавать зарождающиеся отказы и осуществлять прогнозирование технического состояния СЭЭС.

**Применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. численных методов, имеющих программную реализацию в среде Matlab/Simulink, для математического моделирования степеней работоспособности судового электротехнического оборудования;

**изложены** результаты анализа диагностических признаков влияющих на показатели надёжности элементов СЭЭС;

**раскрыт** новый подход, позволяющий с помощью модели авто-регрессии проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС) прогнозировать степень работоспособности СЭЭС при различных значениях эксплуатационных факторов;

**разработаны** модели определения степени работоспособности элементов СЭЭС на основе нейро-нечеткого вывода Мамдани, входами которых являются переменные, соответствующие значениям диагностических парамет-

ров. Применение нейро-нечеткого вывода Мамдани позволило формализовать процедуру оценки технического состояния на базе ненадёжной и, возможно, неточной информации и обоснованно принимать решения по идентификации неисправностей;

**изучены** диагностические признаки, влияющие на показатели надёжности элементов СЭЭС, предусматривающие экспертную оценку взаимного воздействия механических и электрических параметров друг на друга и показывающие, что работоспособность объекта следует оценивать не по показаниям отдельных параметров, а по их совокупности.

**модернизация не проводилась.**

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты работы использованы в виде методики оценки работоспособности элементов СЭЭС на ОАО «Конструкторское бюро по проектированию судов «Вымпел» (г. Нижний Новгород).**

**разработаны и внедрены:**

- результаты диссертационных исследований используются в учебном процессе Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева при подготовке магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**определены** перспективы применения результатов исследования для создания автоматических экспертных систем диагностики с функцией прогнозирования.

**созданы** математические модели определения степени работоспособности элементов СЭЭС на основе нейро-нечеткого вывода Мамдани;

**представлена** рациональная архитектура и алгоритм универсальной автоматизированной экспертной системы диагностирования и прогнозирования технических состояний СЭЭС,

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** результаты получены на специализированном оборудовании с использованием сертифицированных устройств, приборов и методик измерения, проверка разработанных моделей и алгорит-

мов по данным реального объекта показала их высокую точность и достоверность;

**теория** построена на известных, опубликованных автором по теме диссертации и проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуется с ними. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и полученных результатов базируется на строго доказанных и корректно использованных выводах математического анализа, математического моделирования, анализа реальных неисправностей в электротехническом комплексе;

**идея базируется** на использовании и обобщении передового опыта российских и зарубежных ученых в области разработки методов и средств диагностирования и прогнозирования;

**использовано** сравнение авторских данных с данными предыдущих исследований в указанной области;

**установлено**, что результаты экспериментальных исследований предложенных моделей и алгоритмов диагностирования, а также подход к прогнозированию технических состояний СЭЭС с достаточной степенью точности, согласуются с результатами теоретических расчетов;

**использованы** современные методы обработки исходной информации, полученной в результате математического моделирования, а также реальные неисправности в электротехническом комплексе.

**Личный вклад соискателя** состоит в: анализе существующих методов и алгоритмов диагностирования и прогнозирования технических состояний судовых электроэнергетических систем; постановке и формализации задач, разработке теоретических и методических положений, математических моделей и алгоритмов, анализе результатов, а также формулировке практических рекомендаций.

На заседании 26 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Стеклову А.С, ученую степень кандидата технических наук, так как диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, в диссертации изложены новые научно обос-



нованные технические решения, имеющие существенное значение для развития страны, а именно, разработаны модели и алгоритмы для диагностирования и прогнозирования технических состояний судовых электротехнических систем и рациональная архитектура экспертной системы диагностирования и прогнозирования технических состояний СЭЭС.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 17, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Лоскутов Алексей Борисович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Титов Дмитрий Юрьевич

26 декабря 2017 г.