

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РФ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14 апреля 2022 г. протокол № 3

О присуждении Яхья Аммар Абдулазиз Яхья, гражданину Республики Ирак, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** на тему «Совершенствование моделей предиктивной диагностики и оценки состояния трансформаторного оборудования энергообъектов» по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» принята к защите 07 февраля 2022 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом Д 212.173.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №156/нк от 01.04.2013 г.

**Соискатель** Яхья Аммар Абдулазиз Яхья, «02» декабря 1985 года рождения. В 2015 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный технический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск по направлению 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника», присуждена квалификация «Магистр». В 2021 году он завершил обучение в очной аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки

РФ. Нормативный период обучения в аспирантуре с 24.10.2017 г. по 31.08.2021 г.

Яхья Аммар Абдулазиз Яхья с 2009 года по настоящее время работает инженером в департаменте Инженерных проектов и преподавателем кафедры Энергетики и возобновляемых источников энергии Электромеханического факультета Технологического университета, г. Багдад, Министерство высшего образования и научных исследований Республики Ирак.

В настоящий момент Яхья Аммар Абдулазиз Яхья в НГТУ находится на стажировке на кафедре Автоматизированных электроэнергетических систем, период стажировки с 10.01.2022 г. по 31.08.2022 г., трудоустройства в РФ не имеет.

Диссертация выполнена на кафедре Автоматизированных электроэнергетических систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент Левин Владимир Михайлович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра Автоматизированных электроэнергетических систем, заведующий кафедрой.

#### **Официальные оппоненты:**

**Назарычев Александр Николаевич**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург, профессор кафедры Электроэнергетики и электромеханики,

**Дмитриев Степан Александрович**, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени Первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, доцент кафедры

автоматизированных электрических систем.

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ), г. Иваново, **в своем положительном отзыве**, подписанном Гусенковым Алексеем Васильевичем, заведующим кафедрой электрических станций, подстанций и диагностики электрооборудования, проректором по учебной работе ИГЭУ, кандидатом технических наук, доцентом, и утвержденном Тютиковым Владимиром Валентиновичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе ИГЭУ, указала, что диссертация Яхья Аммар Абдулазиз Яхья является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Соискатель имеет 21 опубликованную работу: 5 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, 4 статьи в научных изданиях, индексируемых Scopus /Web of Science, 10 публикаций в сборниках материалов и трудов научных конференций, форумов всероссийского и международного уровня, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60%. Общий объем научных изданий – 9,3 п.л.

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

***Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК***

1. **Яхья А.А.** Адаптивное управление техническим состоянием силовых трансформаторов [Электронный ресурс] / В. М. Левин, А. А. Яхья // Новое в

российской электроэнергетике : науч.-техн. электрон. журн.. - 2018. - № 11. - С. 81-89. - Режим доступа: <http://www.energo-press.info>. - Загл. с экрана.

2. **Яхья А.А.** Байесовский классификатор как средство повышения эффективности распознавания дефектов в силовых трансформаторах / А. А. Яхья, В. М. Левин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. - 2019. - Т. 21, № 6. - С. 11-18. DOI: 10.30724/1998-9903-2019-21-6-11-18.

3. **Яхья А.А.** О проблемах в эксплуатации оборудования иностранного производства на объектах отечественной энергетики / В. М. Левин, К. И. Сагалакова, А. А. Яхья // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. - 2019. - № 4 (77). - С. 147–160. DOI: 10.17212/1814-1196-2019-4-147-160.

4. **Яхья А.А.** Оценка эффективности мониторинга технического состояния трансформаторов на основе анализа растворенных газов / В. М. Левин, А. А. Яхья // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. - 2020. - Т. 13, № 4. - С. 438-448. DOI: 10.17516/1999-494X-0235.

5. **Яхья А.А.** Методология управления ремонтами оборудования в электрических сетях нефтепромыслов / В. М. Левин, Н. П. Гужов, Н. А. Черненко, А. А. Яхья // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. - 2020. - № 2-3 (79). - С. 139–155. DOI: 10.17212/1814-1196-2020-2-3-139-155.

*Публикации в научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus*

6. **Yahya A.A.** Adaptive management of technical condition of power transformers [Electronic resource] / V. M. Levin, A. A. Yahya // International Journal of Electrical and Computer Engineering. - 2020. - Vol. 10, iss. 4. - p. 3862-3868 - Mode of access: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57215422508>. - Title from screen - DOI: 10.11591/ijecce.v10i4.pp3862-3868.

7. **Yahya A.A.** Support for decision-making to ensure reliable operation of

transformers as part of a responsible power facility [Electronic resource] / V. M. Levin, A. A. Yahya // International multi-conference on industrial engineering and modern technologies (FarEastCon): [proc.], Vladivostok, 6–9 Oct. 2020. – Vladivostok: IEEE, 2020. – 6 p. Mode of access: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9271626>. - Title from screen - DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271626.

8. **Yahya A.A.** An innovative method of fault detection in power transformers [Electronic resource] / V. M. Levin, A. A. Yahya // International Journal of Electrical and Computer Engineering. - 2022. - Vol. 12, iss. 2. - p. 1123-1130 - Title from screen - DOI: <http://doi.org/10.11591/ijece.v12i2.pp1123-1130>.

9. **Yahya A.A.** Predicting the technical condition of the power transformer using fuzzy logic and dissolved gas analysis method [Electronic resource] / V. M. Levin, A. A. Yahya // International Journal of Electrical and Computer Engineering. - 2022. - Vol. 12, iss. 2. - p. 1139-1146 - Title from screen - DOI: <http://doi.org/10.11591/ijece.v12i2.pp1139-1146>

***Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:***

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021612127 - (Программа распознавания дефектов в маслонаполненных трансформаторах на основе анализа растворенных газов).

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021616719 - (Программа интегральной оценки текущего технического состояния силового трансформатора).

**На автореферат диссертации поступило 5 отзывов, все отзывы положительные:**

1. **ООО "БОЛИД"**, заместитель директора, кандидат технических наук, доцент Емельянов Николай Иванович. *Замечания:* 1) о природе экономии суммарных эксплуатационных затрат на интервале ремонтного цикла трансформаторов на подстанциях электрической сети при оценке

эффективности системы их мониторинга с применением предложенного автором "индекса диагностической ценности" метода ХАРГ; 2) о причине предпочтения автора в пользу аппарата нечеткой логики и нечеткого логического вывода при разработке цифровых моделей предиктивной оценки по ХАРГ тапа развивающихся в трансформаторе дефектов.

2. **ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"**, заведующий кафедрой электроэнергетики Политехнического института, доктор технических наук, профессор Пантелеев Василий Иванович. *Замечания:* 1) о необходимом для достоверной оценки индекса технического состояния силового трансформатора составе контролируемых параметров, определяемых программно-аппаратным комплексом системы удаленного диагностического мониторинга; 2) об основаниях для утверждения автора о возможности учета фактического значения индекса технического состояния в предложенной модели вероятности отказа функциональных узлов и силового трансформатора в целом.

3. **Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими**, заведующий кафедрой Электрических станций, кандидат технических наук Султонов Шерхон Муртазокулович и доцент кафедры, кандидат технических наук Ахъёев Джавод Саламшоевич. *Замечания:* 1) о существе предложений автора диссертации по совершенствованию адаптивных свойств статистических моделей Байесовской классификации дефектов в маслонаполненном трансформаторном оборудовании для повышения их достоверности в условиях вариации состава и количества контролируемых параметров и целесообразности приведения количественной характеристики указанных преобразований; 2) о необходимости пояснения того, как в работе реализована многокомпонентность диагностирования (мониторинга) отдельных функциональных узлов и силового трансформатора в целом.

4. **ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"**, Инженерная школа энергетики, отделение

электроэнергетики, доктор технических наук, профессор Лукутин Борис Владимирович. *Замечания:* 1) о целесообразности пояснения того, как в диссертации раскрыто указанное преимущество математических моделей статистической (байесовской) классификации и распознавания образов, сформулированное как "... возможность извлечения дополнительной диагностической информации из результатов анализа распределений случайной величины (1) и построения корреляционных функций"; 2) о частичной потере (искажении) полезной информации (стр. 13, 15 автореферата) при конвертации документа автореферата в формат PDF; 3) о том, чем обусловлена структурно-функциональная модель информационно-аналитической системы по эксплуатации силовых трансформаторов, показанная на рис.8 автореферата.

5. АО "Институт автоматизации энергетических систем", генеральный директор, кандидат технических наук Ландман Аркадий Константинович. *Замечания:* 1) об уместности выделения в автореферате всех предложенных автором решений, направленных на ослабление влияния или устранение указанного ограничения для повышения эффективности диагностики трансформатора, связанного с отсутствием технически реализуемой возможности его многокомпонентного on-line мониторинга; 2) о целях и содержании исследований по определению закона распределения случайной величины  $\Phi$  в классах состояний «норма», «отклонение от нормы»; 3) о найденных редакционных и оформительских погрешностях по тексту автореферата.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем что, доктор технических наук, профессор Назарычев Александр Николаевич является одним из признанных авторитетов в области разработки эффективной технологии эксплуатации оборудования электростанций и электрических сетей, создания моделей и методики интегральной оценки технического состояния электрооборудования (включая маслонаполненное трансформаторное оборудование), он имеет большое

количество публикаций по тематике близкой к представленной к защите диссертационной работы; сфера научных интересов и тематика исследований кандидата технических наук, доцента **Дмитриева Степана Александровича** связана в значительной степени с разработкой и реализацией диагностических моделей электрооборудования на основе методов искусственного интеллекта и машинного обучения, он также имеет значительное количество публикаций, близких по тематике представленной к защите диссертационной работы.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ), г. Иваново** – один из крупнейших ВУЗов России, в котором передовыми направлениями научных исследований являются теоретические и прикладные задачи технической диагностики и управления эксплуатацией оборудования объектов электроэнергетических систем, что подтверждается трудами ведущих ученых и специалистов университета.

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

**разработана** научная концепция формирования систем поддержки принятия решений по длительной надежной эксплуатации трансформаторного оборудования на объектах электроэнергетических систем с применением адаптивных моделей и алгоритмов предиктивной оценки их технического состояния, позволяющая повысить достоверность получаемых результатов, а значит своевременность, обоснованность и эффективность предлагаемых решений;

**предложены** оригинальные комбинированные модели предиктивной, оперативной и интегральной оценки технического состояния маслонеполненных силовых трансформаторов 110 и 220 кВ, эксплуатируемых в составе ответственных энергетических объектов, основанные на применении методов статистической (байесовской)

классификации и нечеткой логики, обеспечивающие высокую достоверность получаемых результатов при изменениях значимых эксплуатационных факторов;

**доказана** перспективность применения разработанных моделей для оценки эффективности системы диагностического мониторинга маслонаполненного трансформаторного оборудования, установленного на подстанциях электрической сети, а также в составе энергоблоков электростанций, за счет повышения их эксплуатационной надежности и экономии затрат на текущие ремонты;

**введено** новое понятие "индекс диагностической ценности" метода мониторинга оборудования (в том числе трансформаторного), которое применимо к любому из методов, реализуемых в составе программно-аппаратного комплекса системы диагностического мониторинга энергообъекта и представляет собой количественную меру диагностической ценности метода контроля параметров состояния функционального узла либо единицы оборудования и рассчитывается с применением соотношений соответствующих весовых коэффициентов при оценке индекса технического состояния;

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

**доказаны** положения о комбинированном использовании моделей статистической (байесовской) классификации и моделей нечеткой логики в направлении усиления адаптационных свойств и повышения достоверности оперативной и предиктивной оценки технического состояния силовых трансформаторов по результатам диагностирования (прежде всего анализа растворенных газов в масле);

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы и модели предиктивной и интегральной оценки технического состояния трансформаторов как для прогнозирования признака дефекта, его характера и степени развития, так и для оценки остаточного эксплуатационного ресурса конкретной единицы оборудования;

**изложены** положения теории статистической (байесовской) классификации, демонстрирующие возможности повышения адапционных свойств предиктивных моделей оценки технического состояния трансформаторов, повышающих их достоверность в результате минимизации суммарной ошибки распознавания за счет смещения границы раздела дихотомии классов с помощью настройки вычислительных констант и использования специальных корреляционных функций;

**раскрыты** основы противоречия между потребностью совершенствования существующих, создания новых моделей для решения современных задач эффективной диагностики маслонаполненного трансформаторного оборудования энергообъектов и возможностью применения его многокомпонентного диагностирования в режиме on-line мониторинга, что требует дополнительных исследований и делает не очевидной необходимость создания универсальных многокомпонентных моделей на единой аппаратно-алгоритмической платформе;

**изучены** отдельные режимные и диагностические факторы, оказывающие значимое влияние на достоверность моделей предиктивной оценки технического состояния силовых маслонаполненных трансформаторов, к которым в работе относится электрическая нагрузка, а также количество и состав контролируемых параметров состояния;

**проведена модернизация** существующих математических моделей статистической (байесовской) классификации и распознавания дефектов в силовых маслонаполненных трансформаторах на основе результатов анализа растворенных газов, позволившая повысить их адаптивность к изменяемым условиям практического применения при сохранении высокой достоверности получаемых результатов;

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** адаптивные модели предиктивной диагностики, оперативной и интегральной оценки технического состояния силовых

трансформаторов, методика их формирования, алгоритм принятия решений по управлению техническим состоянием, а также их программная реализация, используемые в качестве эффективного специализированного приложения к существующей системе мониторинга трансформаторного оборудования Новосибирской ГЭС, применяемые для оптимизации планирования ремонтов электрооборудования со стратегией "по техническому состоянию" и повышения эффективности эксплуатации объектов ПАО "Газпром нефть", используемые в учебном процессе Новосибирского государственного технического университета, что подтверждают соответствующие акты внедрения;

**определены** пределы и перспективы практического использования прикладного программного обеспечения, являющегося интеллектуальным вычислительным ядром разрабатываемой в диссертации системы поддержки принятия решений по надежной эксплуатации маслонаполненного трансформаторного оборудования энергетических объектов ЭЭС;

**созданы** и верифицированы предиктивные модели нечеткой логики, позволяющие достоверно производить оценку вида и характера, развивающихся в маслонаполненном трансформаторе дефектов на основе интерпретации результатов анализа растворенных газов с применением наиболее надежных методов, таких как метод ИЕС, отношений Дорненбурга, треугольника Дюваля;

**представлены** методические рекомендации и описание разработанного в диссертации прикладного программного обеспечения, реализованного на платформе Lab View, для более эффективного практического применения его функционала и вычислительных возможностей в задачах прогнозирования дефектов и оценки технического состояния маслонаполненного трансформаторного оборудования 110 кВ и выше с использованием протоколов анализа растворенных в масле газов;

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**  
**экспериментальные работы не проводились;**

**теория** построена на использовании фундаментальных научных положений, строгости применяемых математических методов, а достоверность разработанных моделей подтверждается совпадением полученных результатов с результатами опубликованных исследований других авторов, заключениями протоколов испытаний оборудования и положениями нормативных документов;

**идея базируется** на анализе практики и обобщении передового опыта построения систем поддержки принятия решений на основе предиктивной аналитики и оценки технического состояния оборудования (включая маслонаполненное трансформаторное оборудование энергообъектов);

**использованы** данные современных исследований, опубликованные в международных журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, по методам и моделям интерпретации результатов анализа растворенных газов в масле силовых трансформаторов для сравнения с авторскими данными при валидации и верификации полученных решений и их программной реализации;

**установлено** качественное и количественное совпадение полученных автором результатов и выводов, сделанных на их основании, с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные вычислительные процедуры компьютерного моделирования, методы искусственного интеллекта, представительные совокупности выборочных данных, методы обработки и анализа статистики;

**Личный вклад соискателя** состоит: в постановке совместно с руководителем задач научного исследования, расчетах, анализе и обобщении полученных результатов, самостоятельной разработке и верификации математических моделей, их программной реализации, а также подготовке основных публикаций по теме диссертации. Вклад соискателя в статьях, выполненных в соавторстве, составляет не менее 60%.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1) неудачно выбраны некоторые основания, на которые опиралась

диссертация, например, положения методики оценки индекса технического состояния основного технологического оборудования, утвержденной приказом Минэнерго РФ №676 от 2017; 2) неудачно выбрана структура представления данных для принятия решений на основе оценок технического состояния электрооборудования исследуемых объектов; 3) неудачно применен термин "цифровая трансформация" при обосновании актуальности направления исследований.

Соискатель Яхья Аммар Абдулазиз Яхья аргументировано ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития электроэнергетических систем, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 14 апреля 2022 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития электроэнергетики, присудить Яхья Аммар Абдулазиз Яхья ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – "Электрические станции и электроэнергетические системы".

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного сов

Ученый секретарь диссертационного

14 апреля 2022 г.

А.Г. Фишов

А.А. Осинцев