ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.310.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 09 октября 2026 г., № 10

О присуждении Мироненко Ярославу Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Система многопараметрического контроля и диагностики технического состояния компрессорных установок предприятий нефтегазоперерабатывающей промышленности» по специальности 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды» принята к защите 02 июля 2026 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом 24.2.310.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский государственный энергетический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, приказ № 717/нк от 09.11.2012 г.

Соискатель Мироненко Ярослав Владимирович, 23 июля 1991 года рождения, в 2013 году окончил ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича

Столетовых», присуждена квалификация инженер по специальности «Электроснабжение».

С 2013 г. по 30 июня 2017 г. обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» по направлению подготовки 05.02.05 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы». Для подготовки диссертации был прикреплен к ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» с 01.10.2022 по 30.09.2025. С 22.09.2025 по 30.09.2025 был прикреплен к ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Работает в ПАО «Россети» (г. Москва), в должности заместителя начальника управления по развитию интеллектуального учета электроэнергии Департамента по реализации услуг.

Диссертация выполнена на кафедре электротехники Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Хальясмаа Александра Ильмаровна, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, научная лаборатория цифровых двойников в электроэнергетике, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

1. Ганджа Сергей Анатольевич, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, кафедра «Электропривод, мехатроника и электромеханика», профессор;

2. Непша Федор Сергеевич, кандидат технических наук, ООО «РТСофт – Смарт Грид», г. Москва, начальник отдела управления Микрогрид,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, в своем положительном отзыве, подписанном Русиной Анастасией Георгиевной, доктором технических наук, профессором, деканом факультета энергетики, указала, что диссертационная работа Мироненко Я.В. является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышения достоверности оценки технического состояния электроприводных компрессорных установок на основе многопараметрической обработки данных онлайн-мониторинга. В работе получены новые научные результаты, включающие подход к определению информативных параметров, алгоритмы классификации и прогнозирования технического состояния, а также архитектуру информационно-аналитической системы, обеспечивающую интеграцию с действующими средствами измерений и информационными системами предприятий. По своему научному уровню, новизне, практической значимости и степени завершенности диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Мироненко Ярослав Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ общим объемом 5,326 п.л. и авторским вкладом 3,473 п.л.: публикаций в материалах международных конференций, индексируемых в международной базе данных SCOPUS – 2, общим объемом

0,688 п.л. и авторским вкладом 0,447 п.л.; статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по специальности диссертации, категорий К1 и К2 – 4, общим объемом 1,688 п.л. и авторским вкладом 0,788 п.л.; статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по смежным научным специальностям – 3, общим объемом 1,250 п.л. и авторским вкладом 0,85 п.л.; статьи в прочем рецензируемом научном издании – 1, объемом 0,250 п.л. и авторским вкладом 0,163 п.л.; патентов Российской Федерации на изобретение – 1, объемом 0,375 п.л. и авторским вкладом 0,15 п.л.; свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ – 1, объемом 0,2 п.л. и авторским вкладом 0,2 п.л.; публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций – 3, общим объемом 0,875 п.л. и авторским вкладом 0,875 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Мироненко Я.В., Хальясмаа А.И. Архитектура системы поддержки принятия решений на основе интеллектуального анализа данных мониторинга электротехнических комплексов // Автоматизация в промышленности. 2025. № 6. С. 17–22 (статья в рецензируемом научном издании ВАК К2, вклад соискателя – 70%).

2. Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С., Мироненко Я.В. Статистические характеристики частичных разрядов как диагностические признаки состояния изоляции высоковольтного оборудования // Контроль. Диагностика. 2015. № 2. С. 59–65 (статья в рецензируемом научном издании ВАК, вклад соискателя – 40%).

3. Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С., Мироненко Я.В. Математическое моделирование статистических характеристик частичных разрядов при диагностике высоковольтного оборудования // Приборы и системы. Управление,

контроль, диагностика. 2013. № 6. С. 53–59 (статья в рецензируемом научном издании ВАК, вклад соискателя – 40%).

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов. Из них положительных – 7. С замечаниями и вопросами – 7. Отзывы прислали:

1. Заведующий кафедрой «Электроснабжение и электротехника» Института машиностроения, химии и энергетики ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», д.т.н., профессор Вахнина В.В. Замечания: 1) в автореферате представлен широкий набор диагностических параметров, однако не в полной мере раскрыто, какие из них являются наиболее характерными для конкретных типов дефектов электродвигателя, подшипникового узла и собственно компрессора; 2) при определении технического состояния используются четыре класса, однако не вполне ясно, каким образом принимается решение при противоречивых диагностических признаках, например при отсутствии превышения нормативных температурных параметров, но наличии устойчивого роста вибрации или частичных разрядов; 3) при формировании рекомендаций по эксплуатации используются текущее и прогнозное состояния оборудования; целесообразно дополнить рекомендации указанием предполагаемого механизма развития дефекта и перечнем подтверждающих контрольных мероприятий, таких как вибродиагностика, измерение частичных разрядов и тепловизионный контроль, выполняемых перед принятием решения о ремонте.

2. Заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», д.т.н., профессор Кузнецов А.А. Замечания: 1) выбор нейронной сети для прогнозирования диагностических параметров обоснован анализом преимуществ и недостатков различных подходов, однако в автореферате не приведено количественное сравнение нейросетевой модели с рассмотренными статистическими и структурными моделями на одной и той же выборке; 2) при описании алгоритмов определения текущего и прогнозного технического состояния не представлены

значения интервалов прогнозирования, а также оценка вклада погрешностей и неопределенностей отдельных составляющих факторов в итоговую достоверность прогнозного решения; 3) в задачах диссертационной работы заявлены оценка и повышение достоверности диагностики, тогда как в выводах приведено достигнутое значение точности классификации технического состояния 87% по F1-мере; требуется пояснить взаимосвязь понятий достоверности и точности и указать исходный уровень до применения предложенных технических решений.

3. Старший научный сотрудник Лаборатории энергетического оборудования и систем Центра промышленной энергетики ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., доцент Мельникова О.С. Замечания: 1) предложенная методика выбора информативных параметров учитывает комплекс средств измерений и метрологические характеристики каналов; требуется пояснить, каким образом обеспечивается переносимость полученного набора параметров на компрессорные установки при отсутствии части диагностических каналов; 2) для практического применения системы на объектах нефтегазовой отрасли целесообразно более подробно раскрыть критерии достаточности измерительной инфраструктуры для отдельных методов диагностики, в частности вибрационного контроля и контроля частичных разрядов.

4. Профессор кафедры «Цифровая энергетика» ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», д.т.н., доцент Мошкин В.И. Замечания: 1) предусмотрена дополнительная верификация поступающих данных, однако из автореферата не вполне ясно, каким образом формируется итоговая оценка технического состояния в случае присвоения какому-либо признаку статуса недостоверного; 2) в таблице 8 автореферата для параметра «виброскорость подшипника» указана единица измерения «мкм», тогда как ранее для виброскорости используется «мм/с».

5. Профессор кафедры «Радиотехнические устройства и системы диагностики» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»,

д.т.н., профессор Науменко А.П. Замечания: 1) название диссертационного исследования сформулировано не совсем корректно, так как термин «Техническая диагностика» определён как «Область знаний...», а не процесс или процедура технического диагностирования, а фраза «контроля и диагностики технического состояния» избыточна в части использования сочетания «контроля ... технического состояния», т.к. контроль технического состояния входит в процедуру технического диагностирования, и диагностируется не техническое состояние, а оборудование; 2) в тексте диссертации упоминаются замененные стандарты а также стандарт, который не касается рассматриваемого оборудования; 3) не разделены по алгоритмам диагностирования отдельные механизмы, к которым относятся электродвигатели, редукторы, мультипликаторы, компрессоры; 4) не используется анализ характеристик сигналов, в частности, спектральный анализ вибрации, связанный с диагностированием подобного оборудования.

6. Старший инженер-автоматизатор отдела автоматизации тестирования и измерений ООО «Унискан», к.т.н. Савиных М.А. Замечания: 1) в таблице 2 приведен интегральный показатель – требуется пояснить его связь с формулой расчета интегрального приоритета, состав учитываемых параметров, а также сравнительно небольшой диапазон полученных значений показателя; 2) не вполне ясно, учитываются ли дрейф характеристик, влияние производственной среды и возможная коррелированность отдельных составляющих измерительного канала; 3) согласно таблице 10 при верификации разработанной системы для КУ № 1 прогнозное состояние указано как «не установлено», поскольку прогноз не был получен; требуется пояснить данный результат с учетом приведенной в работе количественной оценки качества прогнозирования.

7. Доцент кафедры «Кибернетические системы» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», к.т.н., доцент Соловьев И.Г. Замечания: 1) при прогнозировании диагностических параметров учет производственного плана

приводит к улучшению результатов для температуры подшипника и вибросмещения, однако для интенсивности частичных разрядов подобного улучшения в представленных результатах не наблюдается; целесообразно пояснить физические причины различного влияния технологической загрузки на отдельные диагностические параметры; 2) отмечается зависимость технического состояния от условий эксплуатации компрессорных установок, в связи с чем требуется пояснить, каким образом предполагается получать прогнозные значения технологических параметров для предиктивной диагностики технического состояния компрессорных установок.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Оппонент Ганджа Сергей Анатольевич является известным ученым в области моделирования и диагностики электрических машин и электромеханических систем, оценки состояния электроприводного оборудования, имеет соответствующие научные публикации.

Оппонент Непша Федор Сергеевич является специалистом в области моделирования электротехнических комплексов, интеллектуального анализа данных и разработки информационно-аналитических систем, имеет соответствующие научные публикации.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» является крупным научным центром, занимающимся научной деятельностью по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий, известным своими исследованиями и разработками в области энергетики, электротехники, технической диагностики, обработки и анализа данных, применением технологий искусственного интеллекта для решения задач

технической диагностики в энергетике и промышленности. Сотрудники кафедры электрических станций имеют соответствующие научные публикации и патенты.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны алгоритм классификации технического состояния электроприводных компрессорных установок, основанный на комбинации продукционных правил и ансамблевой модели машинного обучения, обеспечивающий оценку текущего состояния оборудования по данным онлайн-мониторинга; алгоритм прогнозирования технического состояния электроприводных компрессорных установок на основе многослойной нейронной сети, учитывающий технологическую загрузку оборудования;

предложены обоснованный подход к определению информативных параметров для многопараметрического контроля технического состояния и диагностики электроприводных компрессорных установок, обеспечивающий учет метрологических характеристик средств измерений и рациональный объем анализируемых данных; архитектура интеллектуальной аналитической системы многопараметрического контроля технического состояния и диагностики электроприводных компрессорных установок, обеспечивающая интеграцию разработанных алгоритмов с действующими средствами измерений и информационными системами предприятий;

доказана возможность оценки текущего и прогнозного технического состояния электроприводных компрессорных установок по данным онлайн-мониторинга с использованием разработанных алгоритмов классификации и прогнозирования;

использованы метрологические характеристики средств измерений в процедуре определения информативных параметров для многопараметрического контроля технического состояния и диагностики электроприводных

компрессорных установок; технологическая загрузка оборудования в алгоритме прогнозирования диагностических параметров.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о возможности использования данных многопараметрического онлайн-мониторинга различной физической природы для решения взаимосвязанных задач классификации текущего состояния и прогнозирования динамики диагностических параметров электроприводных компрессорных установок;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы математического и статистического моделирования, ансамблевые алгоритмы машинного обучения, нейронные сети, продукционные правила, а также положения теории неопределенностей измерений для построения и оценки моделей многопараметрического контроля и диагностики;

изложены принципы и последовательность формирования набора информативных параметров, построения алгоритмов определения текущего и прогнозного состояния электроприводных компрессорных установок, а также организации взаимодействия расчетных модулей в составе интеллектуальной аналитической системы;

раскрыты условия использования данных действующих информационно-измерительных систем для многопараметрической диагностики электроприводных компрессорных установок, включая требования к интеграции, проверке качества данных и учету метрологических характеристик измерительных каналов;

изучено влияние состава исходных данных и технологической загрузки оборудования на качество классификации и прогнозирования, а также особенности применения разработанных моделей к данным действующих электроприводных компрессорных установок.

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

разработаны и внедрены (имеются соответствующие акты) в деятельность ООО «СтройЭнергоСистемы ДВ» (г. Хабаровск) и ООО «РСМ-системы» (г. Москва) алгоритмы, архитектура, программное обеспечение интеллектуальной аналитической системы контроля технического состояния и диагностики электроприводных компрессорных установок, применяемые при техническом сопровождении энергетического оборудования предприятий нефтегазоперерабатывающей промышленности;

определены перспективы практического использования разработанных решений при переходе от регламентного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию и предиктивным стратегиям, а также при интеграции диагностической аналитики с действующими АСУ ТП, АСУД и энергетическими информационными системами предприятий;

создана интеллектуальная аналитическая система многопараметрического контроля и диагностики, включающая модули сбора данных, продукционного контроля, классификации, прогнозирования, экспертной оценки и оптимизации моделей;

представлены рекомендации по изменению межремонтных интервалов и периодичности диагностических обследований.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использованы данные диагностических, технологических и энергетических информационных систем действующих промышленных объектов; промышленная апробация информационно-аналитической системы проведена на четырех действующих компрессорных установках двух нефтегазовых объектов; достоверность исходных измерений обеспечивается метрологической состоятельностью используемых средств измерений;

теория многопараметрического контроля технического состояния и диагностики электроприводных компрессорных установок, теоретические основы которой развиваются в работе применительно к определению текущего и прогнозного состояний по данным онлайн-мониторинга, базируется на известных и проверяемых положениях математического моделирования, статистического анализа, теории неопределенностей измерений и интеллектуальной обработки данных и согласуется с результатами промышленной апробации;

идеи представленных в работе научно-технических решений **базируются** на анализе отечественной и зарубежной научно-технической литературы, нормативной документации, физических диагностических признаков и практики эксплуатации электроприводных компрессорных установок;

использованы результаты сопоставления автоматизированной диагностики и прогнозирования с фактическим состоянием оборудования по данным последующих обследований и ремонтов;

установлены работоспособность разработанных алгоритмов и программного обеспечения и количественные показатели их применения: значение F1-меры при классификации технического состояния до 0,869 и относительная ошибка прогнозирования диагностических параметров 9–23 %;

использованы современные методики сбора, структурирования и обработки исходных данных, методы машинного обучения и нейросетевого прогнозирования.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в разработке подхода к определению информативных параметров для многопараметрического контроля технического состояния и диагностики электроприводных компрессорных установок с учетом метрологических характеристик средств измерений и рационального объема анализируемых данных; в разработке алгоритма классификации технического состояния электроприводных компрессорных установок на основе продукционных правил и

ансамблевой модели машинного обучения; в разработке алгоритма прогнозирования диагностических параметров электроприводных компрессорных установок на основе многослойной нейронной сети с учетом технологической загрузки оборудования; в разработке архитектуры интеллектуальной аналитической системы многопараметрического контроля технического состояния и диагностики электроприводных компрессорных установок, обеспечивающей интеграцию разработанных алгоритмов с действующими средствами измерений и информационными системами предприятий; в анализе и интерпретации результатов вычислительных экспериментов и промышленной апробации; а также в подготовке публикаций и представлении результатов исследования на научных конференциях.

Диссертационный совет рекомендует использование результатов диссертационной работы при модернизации информационно-диагностических систем электроприводных компрессорных установок, формировании рекомендаций по изменению межремонтных интервалов и периодичности диагностических обследований, интеграции диагностической аналитики с действующими измерительными и информационными системами предприятий, а также при дальнейшем формировании цифровых двойников компрессорного оборудования. Рекомендуется внедрение результатов на предприятиях нефтегазоперерабатывающей промышленности, таких как ПАО «Газпром», ПАО «Новатэк», ПАО «Сургутнефтегаз», а также в учебный процесс ФГАОУ ВО «Российский государственный университет (национальный исследовательский университет) нефти и газа им. И.М. Губкина», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», ГАОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти».

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. У вас параметры неравноценны: есть первичные и вторичные. В один параметр могут входить несколько других параметров. Вы это учитывали, разделяли параметры (*член совета Гарифьянов Н.Н.*)?

2. Если установки различаются по мощности, составу, есть новые и старые, насколько корректно сопоставлять эти данные для обучения (*член совета Гарифуллин М.Ш.*)?

3. Предложенная в главе 2 методика отбора параметров использует трехбалльные экспертные оценки влияния и охвата, а также экспертно задаваемые весовые коэффициенты. В работе не приведен анализ чувствительности итогового набора параметров к изменению этих весов и к вариации экспертных оценок, что было бы полезно для подтверждения устойчивости методики (*ведущая организация*).

4. Методика интегральной оценки неопределенности объединяет составляющие неопределенности измерительного канала, ошибку классификации и RRMSE прогнозирования путем квадратичного суммирования. Данные величины имеют различную статистическую природу, поэтому предположение об их независимости и приведение к единой шкале требуют более строгого обоснования.

5. Для продукционного контроля сформирована база правил на основе нормативных требований. В работе приведены примеры уставок, однако недостаточно раскрыта трассировка каждой уставки к конкретному нормативному документу, его редакции и условиям применимости. Для промышленной эксплуатации системы целесообразно предусмотреть формализованное управление версиями базы правил при изменении нормативных требований (*ведущая организация*).

6. В единой модели используются данные из различных информационных систем с существенно различающейся дискретностью регистрации – от секунд до минут. В диссертации недостаточно подробно описаны процедуры синхронизации

временных рядов, агрегации и обработки пропусков при формировании общей матрицы признаков. Эти операции могут существенно влиять на результаты классификации и прогнозирования (*ведущая организация*).

7. В автореферате не приведено количественное сравнение нейросетевой модели с рассмотренными статистическими и структурными моделями на одной и той же выборке (*отзыв на автореферат Кузнецова А.А.*).

8. Диагностирование рассматриваемого оборудования всегда связано с анализом характеристик сигналов, в частности, спектральным анализом вибрации, однако в работе это не используется (*отзыв на автореферат Науменко А.П.*).

9. Методика интегральной оценки неопределенности в разделах 4.6 и 5.4 нуждается в более строгом метрологическом обосновании. В одной формуле объединяются составляющие неопределенности измерительного канала, доля ошибок классификатора (1-A) и RRMSE прогноза. Эти величины имеют различную статистическую природу, и в тексте недостаточно подробно обоснованы их приведение к единой шкале, предположение о независимости и правило квадратичного суммирования.

10. В работе заявлено, что предлагаемые методики и алгоритмы могут обеспечить эффективную эксплуатацию компрессорной установки в рамках управления жизненным циклом. Непонятно, как работают алгоритмы на этапах проектно-конструкторских работ, производства и монтажа оборудования комплекса, ликвидации установки? Полный жизненный цикл включает проектирование, подготовку производства, эксплуатацию и утилизацию. На этапе эксплуатации данные можно собирать, но требуется пояснить применение алгоритмов на начальных и заключительном этапах (*оппонент Ганджа С.А.).*

11. Промышленная апробация прогнозной части системы проведена на четырех реальных компрессорных установках. Для подтверждения универсальности подхода было бы полезно расширить внешнюю валидацию на установки другого конструктивного исполнения, разных сроков эксплуатации и

других предприятий (*оппонент Ганджа С.А.).*

12. В состав архитектуры включен модуль оптимизации моделей, предназначенный для их совершенствования по мере накопления новых данных. Вместе с тем практически не рассмотрены процедуры управления жизненным циклом самих аналитических моделей. Для промышленной интеллектуальной системы данные вопросы имеют существенное значение (*оппонент Непша Ф.С.).*

13. Не представлены анализ вычислительной сложности алгоритма, требования к вычислительным ресурсам и время обработки поступающих данных в зависимости от количества контролируемых компрессорных установок. Такие характеристики представляли бы практический интерес при распространении системы на парк оборудования предприятия (*оппонент Непша Ф.С.).*

Соискатель Мироненко Я.В. **согласился** с замечаниями 1, 3, 7, 8, 11, 13 и **ответил на остальные замечания** следующим образом:

2. Подтверждением корректности является полученная при апробации точность на новых установках. Для улучшения точности работы системы важно в дальнейшем разделить установки по типам в зависимости от мощности и конструктивного исполнения.

4. В рамках используемых ГОСТ и ISO могут применяться безразмерные величины, выраженные в процентах. Предположение о независимости обосновано физическим разграничением неопределенности измерительного канала, обусловленной аппаратной погрешностью, и статистических ошибок методик прогнозирования и классификации.

5. На текущий момент продукционная база правил сформирована на основании требований нормативных документов. Конфигурационные таблицы могут меняться при изменении самих нормативных документов.

6. Процедура подготовки данных позволяет исключить ошибки передачи данных и обеспечить их целостность на уровне семантических проверок. При приведении данных к единому интеграционному интервалу осуществляется

интеграция данных, а для высокочастотных интервалов определяются средние и максимальные значения. Обработка пропусков осуществляется методом Эйлера с восстановлением по среднему значению предыдущего ряда.

9. Не существует установленной методики, которая определяла бы конкретные требования к составляющим неопределенности. В соответствии с ГОСТ и ISO можно использовать относительную безразмерную величину, к которой и были приведены различные данные по неопределенности. Предположение о независимости обосновано физическим разграничением неопределенности измерительного канала, а также ошибок и статистических особенностей работы модулей классификации и прогнозирования.

10. На этапе проектирования и производства информационно-аналитическая система передает обобщенную аналитику об отказах и слабых узлах проектным и производственным организациям для корректировки проектно-технологических решений и работы отделов качества. На этапе монтажа формируются базовые условия для первичной наладки, в том числе диагностической системы. На этапе ликвидации алгоритмы оценивают остаточный ресурс отдельных элементов для выработки решения о возможности их повторного использования.

12. Модуль оптимизации выполняет дообучение моделей при накоплении новых верифицированных записей из журнала ремонтов и квитированных событий. В промышленной версии системы проведена подготовка к контролю дрейфа данных, автоматизированной оценке метрик качества и версионированию весов моделей.

На заседании 09 октября 2026 года **диссертационный совет принял решение** за решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, присудить Мироненко Ярославу Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой

диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 12, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета Ившин Игорь Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета Калимуллин Рустем Ирекович

09 октября 2026 г.