

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.316.01  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 июня 2023 г. № 8

О присуждении **Бао Фэнюань**, гражданину

Китайской Народной Республики, ученой степени кандидата технических  
наук.

**Диссертация** «Формирование оксидных покрытий на алюминиевых сплавах микродуговым оксидированием и особенности их разрушения» по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки) принята к защите 21 апреля 2023 г. протокол заседания № 7 диссертационным советом 24.2.316.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (Россия, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от «2» ноября 2012 г., приказ 350/нк от «29» июля 2013 г., приказ 419/нк от «15» июля 2014 г., приказ 633/нк от «12» ноября 2014 г., приказ 423/нк от «28» апреля 2015 г., приказ 512/нк от «28» апреля 2016 г., приказ 641/нк от «15» июня 2018 г.).

Соискатель Бао Фэнюань, 1992 года рождения (20.07.1992). В 2018 г. окончил с отличием магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» по направлению «Материаловедение и технологии материалов». В 2022 году окончил очную аспирантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении

«Комсомольский-на-Амуре государственный университет» по специальности 22.06.01 – Технологии материалов.

Бао Фэнюань за время обучения сдал кандидатские экзамены по следующим дисциплинам: Иностранный язык (английский) (отрасль – технические науки) – «хорошо», История и философия науки (отрасль – технические науки) – «отлично», Специальная дисциплина – Материаловедение (в машиностроении) (отрасль – технические науки) – «отлично», диплом об окончании аспирантуры № 102731 0628482 от 21 октября 2022 г. Работает в Комсомольском-на-Амуре государственном университете в должности инженера-исследователя управления научно-исследовательской деятельности.

Диссертация выполнена на кафедре «Материаловедение и технология новых материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

**Научный руководитель – Башков Олег Викторович**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

**Официальные оппоненты:**

**Гордиенко Павел Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией защитных покрытий и морской коррозии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИХ ДВО РАН), г. Владивосток;

**Коневцов Леонид Алексеевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт

Материаловедения Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск;

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН), г. Томск. в **своем положительном заключении**, подписанном Марией Борисовной Седельниковой, доктором технических наук, доцентом, старшим научным сотрудником лаборатории физики наноструктурных биокomпозитов, Анной Юрьевной Ерошенко, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории физики наноструктурных биокomпозитов, утвержденном Светланой Петровной Буяковой, доктором технических наук, профессором, заместителем директора по научной работе Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, указали, что диссертационная работа по актуальности, научной новизне, практическому значению и объему полученных результатов соответствует требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в отношении кандидатских диссертаций, а ее автор – Бао Фэнюань заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – материаловедение (технические науки).

**Соискатель имеет** 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, в том числе в приравненных к ним и индексируемых в международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией ВАК РФ, опубликовано 4 работы, получен один патент РФ на изобретение (№2794643 от 24 апреля 2023 г.), и одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ (№2019666083 от 04 декабря 2019г.). Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде публикаций в научных изданиях, трудах и материалах международных научных

конференций. Вклад соискателя Бао Фэнюань в работы, опубликованные в соавторстве, не вызывает сомнения и состоит в непосредственном его участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальных исследований, а также выполнении теоретической части работы, интерпретации экспериментальных данных научных экспериментов. Авторский вклад соискателя – 70 %.

#### **Наиболее значимые работы:**

1. Бао Ф. Исследование влияния режимов микродугового оксидирования на морфологию и параметры оксидного покрытия, наносимого на алюминиевый сплав Д16АТ / Ф. Бао, О.В. Башков, Д. Чжан, Л. Люй, Т.И. Башкова // *Frontier Materials & Technologies*. – 2023. - № 1.

2. Bashkov O. Acoustic emission that occurs during the destruction of coatings applied by microarc oxidation on an aluminum alloy / O. Bashkov, X. Li, F. Bao // *Materials Today: Proceedings*, 2019. – V. 19 – P. 2522-2525.

3. Li X. The research of the features destruction of the of oxide coatings on aluminum alloy by using the method of acoustic emission / X. Li, O.V. Bashkov, F. Bao, V.A. Kim, C. Zhou, O.G. Shakirova // *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2019. – V. 1281(1) – P. 012050.

4. Bashkov O.V. Investigation of the Influence of Electrical Modes on the Morphology and Properties of Oxide Coatings on Aluminum Alloy 1163, Obtained by the Microarc Oxidation / O.V. Bashkov, F. Bao, X. Li, T.I. Bashkova // *Lecture Notes in Networks and Systems* 200, 2021. – P. 87-95.

5. Пат. 2794643 Российская Федерация. Способ мониторинга и управления процессом микродугового оксидирования / О. В. Башков, Ф. Бао, Т. И. Башкова; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет». - № 2022124254; опубл. 24.04.2023.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов.

**Отзывы на диссертацию:**

**1. Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск**

*Замечания:*

1. В работе не представлено четкого обоснования выбора исследуемых материалов – алюминиевых сплавов Д16АТ и 1163.

2. В работе предложены новый параметр и критерий для управления качеством формирующегося покрытия на основе использования метода акустической эмиссии для мониторинга процесса микроуглового оксидирования. Однако не приведено сравнение эффективности применения предложенной методики с существующими методами.

3. Не все ссылки на цитируемые источники оформлены должным образом, например, в ссылках 8, 13, 14, 69 не указаны издатель и объём издания.

4. Литературный обзор не является завершённым, отсутствуют ссылки на некоторые публикации авторов из Новосибирска, Томска, Москвы.

**2. Официальный оппонент Гордиенко Павел Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, Заведующий лабораторией защитных покрытий и морской коррозии. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук. (ИХ ДВО РАН), г. Владивосток.

*Замечания:*

1. В первой главе, посвященной обзору литературы, в таблице на с. 21, содержащей краткую историческую справку об истории развития технологии МДО, не содержится информации о вкладе Российских ученых Института химии ДВО РАН, равно как и ссылок на литературные источники, содержащие материалы работ выполненных учеными Института химии ДВО РАН.

2. Выполненные диссертантом исследования включали только такие параметры качества поверхности и поверхностного оксидного слоя, сформированного в процессе микродугового оксидирования, как толщина слоя и шероховатость. Не приведены результаты исследований, например, твердости и пористости покрытий, также не приведены результаты анализа химического состава покрытия, сформированного при МДО.

3. В разделе, посвященном измерению механических свойств, представлены результаты испытаний с образцами, различающимися лишь по двум значениям исследованных в работе параметров качества. В связи с этим затруднительно судить о линейной связи значений полученных характеристик усталости с полученными значениями исследуемых параметров качества оксидных покрытий.

4. В представленных результатах исследования механизмов разрушения покрытий, сформированных при МДО, и используемых при прогнозировании долговечности алюминиевых сплавов не были использованы существующие критерии, а была предпринята попытка разработки новых параметров. В чем причина такого выбора и необходимость разработки новых критериев?

**3. Официальный оппонент Коневцов Леонид Алексеевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт Материаловедения Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск.

*Замечания:*

1. Не сформулирована чётко научная гипотеза, хотя в работе есть доказанные научные предположения, например: ключевой причиной, определяющей изменение механических свойств Al сплавов с МДО в условиях циклических нагрузок, является механизм пластической деформации и роста усталостных трещин на поверхности при различии свойств покрытия и подложки, или научное предположение о возможном прогнозировании начала

усталостного разрушения Al сплавов с МДО в условиях циклических нагрузок на основе критерия ( $K_{WD}$ ) сигналов АЭ, позволяющего выявить момент начального развития магистральной трещины и другие доказанные предположения.

2. Нет методологической схемы работы (хотя работа достаточно структурирована, но обобщающая методологическая схема могла бы её украсить)

3. Из главы 2, содержащей описание материалов и методов исследования, не совсем ясно, чем обоснован выбор в числе материалов, используемых при выполнении исследования, деформируемых сплавов Д16АТ и 1163.

4. В работе предложены два новых параметра, один из которых связан с особенностями формирования оксидных покрытий и позволяет повысить достоверность определения момента окончания процесса оксидирования при достижении значений заданных параметров качества покрытий. Второй параметр предложен, как параметр АЭ, позволяющий разделить механизмы разрушения на разных стадиях усталости. Почему не были использованы уже известные параметры и критерии их использования для достижения поставленной цели?

5. По оформлению. Не указан объём диссертации (144 страницы, 88 рисунков, 13 таблиц, 130 источников литературы). Под одним и тем же номером обозначены разные рисунки, например: 2.4 (с.49 и с. 51); 4.2 (с. 93 и с. 95); 4.3 (с. 94 и с. 97). Ссылки на некоторые рисунки приведены не до, а после размещения: 2.6; 3.8; 3.9; 3.13; 4.5. Одни и те же литературные источники обозначены дважды под разными номерами, например: п. 29 и 47; п. 34 и 42; п. 40 и 49; п. 46 и 87; п. 91 и 125. Некоторые литературные источники пронумерованы произвольно, не по упоминанию в тексте, например: 108-110-109; 113-119-120; 40-114-115-41; 123-130-124. Нумерация выводов в 1 гл. начинается с 4-го (нет номеров 1,2,3).

#### **Отзывы на автореферат:**

**1. Ботвина Людмила Рафаиловна**, доктор технических наук, профессор, Главный научный сотрудник ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН, лаборатории «Структурной механики и физики разрушения», г. Москва.

*Замечания:*

1. Из данных, представленных в автореферате, недостаточно ясен физический смысл предложенного параметра  $K_{UD}$ , характеризующего акустический сигнал по частотному признаку, а также принцип разделения сигналов на три группы. В этой связи была бы важной оценка известных параметров акустической эмиссии – средней частоты сигнала (AF) и отношения времени нарастания сигнала к его амплитуде (RA)

**2. Валерий Валерьевич Лепов**, доктор технических наук, Директор Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН (ИФТПС СО РАН) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск.

**Геннадий Георгиевич Винокуров**, кандидат технических наук, Ведущий научный сотрудник Отдела материаловедения Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН (ИФТПС СО РАН) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск.

*Замечания:*

1. В автореферате не указано, какие конкретно оксиды образуются при использованной технологии микродугового оксидирования, поскольку прочностные свойства покрытия зависят и от его химического состава. Имеется ли такая информация?

2. В качестве одного из параметров покрытия автором выбрана его шероховатость, но не показано, как на нее влияет начальная шероховатость. Каков класс чистоты предварительной механической обработки поверхности?

3. Любой технологический процесс сопровождается широким спектром разнообразных шумов. Что является основным источником сигналов



акустической эмиссии при формировании получаемых микродуговым оксидированием покрытий?

4. В таблицах 2 и 3 толщина покрытий обозначено  $d$ , вместо  $\delta$  в тексте?

5. В выходных данных правильно указан тираж автореферата?

**3. Степанова Людмила Николаевна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Физика, электротехника, диагностика и управление в технических системах» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск.

*Замечаний нет.*

**4. Мерсон Дмитрий Львович**, доктор физико-математических наук, профессор, директор научно-исследовательского института прогрессивных технологий, профессор кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти.

*Замечания:*

1. Автором в автореферате не приведены точные токовые режимы (указаны лишь плотности тока, но не указаны токовые соотношения анодного и катодного полупериодов, нарастания фронтов и др.) и характеристики импульсов (частоты, заполнения, паузы между ними, их формы и др.), которые использовали при формировании объектов исследований, а также данные о составах электролитов, примененных при МДО, и температурах электролита.

2. Автором утверждается, что толщина и шероховатость поверхности сформированного покрытия являются одними из наиболее значимых эксплуатационных параметров и поэтому они выбраны для критериальной оценки эффективности процесса МДО. На наш взгляд, это не вполне корректно, так как более важными параметрами оксидных покрытий являются их

износостойкость и антикоррозионные свойства, которые более точно отражают их эксплуатационные (потенциальные) характеристики и были бы более практико-ориентированными критериями оценки эффективности МДО процесса.

3. Автор оставил без внимания интересный тренд амплитуды акустической эмиссии на этапе пассивации анода (ОА) и инициации и развития микродугового пробоя (АВ) (рис. 5). Подобный характер изменения амплитуды сигнала акустической эмиссии следовало прокомментировать и изучить более подробно, т.к. именно начальная стадия процесса МДО определяет качество и сплошность барьерного слоя, определяющего ряд защитных характеристик оксидных покрытий.

4. Пункт 3 Заключения недостаточно корректен, так как автор не измерял энергию микродуговых разрядов (или одного разряда) и число микродуговых пробоев в единицу времени и на единице поверхности.

5. **Казанцева Наталья Васильевна**, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Аддитивных технологий» Федерального государственного учреждения Института физики металлов им. М.Н. Михеева, Уральского отделения Российской Академии наук, г. Екатеринбург.

*Замечаний нет.*

6. **Федюк Роман Сергеевич**, доктор технических наук, доцент профессор военного учебного центра, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)», г. Владивосток.

*Замечания:*

1. Актуальность работы написана слишком сложно и запутанно
2. Отсутствуют публикации в моноавторстве

7. **Коновалов Сергей Валерьевич**, доктор технических наук, профессор, Проректор по научной и инновационной деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

**Шляров Виталий Владиславович**, научный сотрудник лаборатории электронной микроскопии и обработки изображения, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

*Замечания:*

1. Из автореферата не ясно, чем обоснован выбор материала подложки.

2. В тексте показаны микроструктуры оксидного покрытия, сформированного при различном времени МДО, в которых наблюдается большое количество дефектов в виде пор и микротрещин. Для более полной картины необходимо представить результаты по измерению адгезии, получившихся покрытий, и трибологических испытаний. Более подробно описать механизм пластической деформации при наличии МДО покрытия на поверхности алюминиевых сплавов.

**Все отзывы положительные.** В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов исследования для различных отраслей промышленности (машиностроение, судостроение, авиакосмическая техника и др.).

**Выбор официальных оппонентов** обосновывается высокой квалификацией специалистов в области Материаловедения, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований.

**Выбор ведущей организации** обусловлен известностью Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук достижениями в области материаловедения, в том числе исследованиями в области механики композиционных материалов.

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

**Разработана** новая экспериментальная методика, позволившая установить закономерности изменения параметров формируемых оксидных покрытий и повысить точность их определения с использованием параметров сигналов акустической эмиссии, регистрируемых в процессе микродугового оксидирования.

**Предложен** оригинальный подход к управлению качеством оксидных покрытий, формируемых на алюминиевых сплавах в процессе микродугового оксидирования, основанный на выборе периода устойчивого роста оксидного покрытия по характеру изменения амплитуды регистрируемых сигналов акустической эмиссии.

**Подтверждена** возможность применения предложенной методики управления качеством покрытий в науке и практике,

**введены** новые параметры оценки эксплуатационных характеристик и критерия прогнозирования долговечности алюминиевого сплава 1163 с оксидным покрытием, формируемым методом микродугового оксидирования.

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

**доказана** применимость методики, позволяющей оценить характер поврежденности оксидного покрытия в процессе действия циклических нагрузок, которая может быть использована для прогнозирования разрушения изделий с оксидными покрытиями, формируемыми в процессе микродугового оксидирования;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** комплекс современных методов контроля структурных изменений и качества формирования упрочняющего покрытия и базовых методов исследования структуры и поведения материалов с оксидными покрытиями в условиях действия статических и циклических нагрузок;

**изложены** факторы, позволяющие установить режимы микродугового оксидирования, влияющие на морфологию и показатели качества оксидных покрытий, формируемых на алюминиевых сплавах;

**раскрыта** связь между показателями качества оксидного покрытия и режимами микродугового оксидирования;

**изучена** связь между параметрами оксидного слоя, сформированного на алюминиевом сплаве 1163, стадийностью накопления усталостных повреждений и усталостной долговечностью образцов;

**получены** регрессионные уравнения, устанавливающие связь между режимами оксидирования и показателями качества полученного оксидного покрытия, имеющие высокую достоверность линейной аппроксимации.

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

**разработана** методика управления качеством оксидного покрытия в процессе микродугового оксидирования, основанная на установленной связи режимов оксидирования с параметрами оксидных покрытий;

**предложены** перспективы практического использования методики управления параметрами и качеством оксидных покрытий, позволяющие повысить достоверность определения толщины и шероховатости оксидного покрытия, формируемого методом микродугового оксидирования на алюминиевом сплаве;

**создан** комплекс практических рекомендаций, позволяющих повысить точность получаемых при микродуговом оксидировании значений заданной

толщины и шероховатости оксидных покрытий на алюминиевых сплавах 1163 и Д16АТ;

**представлены** методические рекомендации по выбору режимов микродугового оксидирования, которые можно использовать на основании поученной трехмерной зависимости показателей качества оксидного покрытия от параметров режимов обработки;

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**результаты получены** на современном высокоточном сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

**теория** построена на известных положениях материаловедения и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе практики использования технологии микродугового оксидирования;

**использованы** современные методики получения и обработки экспериментальных данных, обеспечивающие воспроизводимость результатов исследований, их корректное сравнение с ранее полученными данными;

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**Личный вклад соискателя состоит в:** подготовке литературного обзора по теме диссертации, планировании и проведении экспериментальных исследований, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировании научных положений и выводов, в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа охватывает основные вопросы сформулированной цели исследования и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается логичной структурой разделов диссертации,

непротиворечивостью используемых методик и процедур, взаимосвязью полученных результатов и выводов.

**В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:**

1. В работе не представлено четкого обоснования выбора исследуемых материалов – алюминиевых сплавов Д16АТ и 1163.

2. В представленных результатах исследования механизмов разрушения покрытий, сформированных при МДО, и используемых при прогнозировании долговечности алюминиевых сплавов не были использованы существующие критерии, а была предпринята попытка разработки новых параметров. В чем причина такого выбора и необходимость разработки новых критериев?

Соискатель Бао Фэнюань ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа **Бао Фэнюань** является законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 23 июня 2023 г. диссертационный совет 24.2.316.01 принял решение присудить **Бао Фэнюань** ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки по установлению влияния режимов микродугового оксидирования на параметры и морфологию поверхности оксидных покрытий, формируемых на алюминиевых сплавах, в разработке методики управления качеством оксидных покрытий, а также разработке критериев оценки и прогнозирования поврежденности на ранних стадиях усталостного разрушения алюминиевых сплавов с оксидными покрытиями при циклическом нагружении, и имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования в удаленном интерактивном режиме с использованием информационно телекоммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 9 докторов наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против «нет».

Председатель диссертационного  
совета, д.т.н., профессор

Э.А. Дмитриев

Ученый секретарь диссертационного  
совета, к.т.н.

А.Е. Проценко

Дата оформления заключения 23 июня 2023 г.