

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.277.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21.05.2025 № 10

О присуждении Торопу Юрию Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование технологии калибрования отверстий дорном с наложением ультразвука на деталь» по специальностям 2.5.6 – Технология машиностроения, 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки принята к защите 12.03.2025 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом диссертационным советом 24.2.277.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», Минобрнауки России, 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д. 7, приказ о создании диссертационного совета утвержден приказом Минобрнауки №62/нк от 26.01.2023 г.

Соискатель Тороп Юрий Алексеевич, 3 мая 1987 года рождения, в 2024 году окончил ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь», работает ведущим инженером в ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

Научный руководитель – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» Лебедев Валерий Александрович, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

1. Фатюхин Дмитрий Сергеевич, доктор технических наук (05.02.08), доцент, профессор кафедры «Технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», г. Москва.

2. Баринов Сергей Владимирович, кандидат технических наук (05.02.08), доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения» Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск в своем положительном отзыве, подписанном директором института авиамашиностроения и транспорта, доктором технических наук (05.02.08), профессором Пашковым Андреем Евгеньевичем и профессором кафедры материаловедения, сварочных и аддитивных технологий, доктором технических наук (05.02.08), профессором Зайдесом Семеном Азиковичем, утвержденным ректором Корняковым Михаилом Викторовичем, доктором технических наук, доцентом, указала, что в диссертации содержится комплекс научно-технических решений, направленных на совершенствование технологии калибрования отверстий дорном. Задача решена на основе наложения ультразвуковых колебаний на деталь, установлены закономерности их влияния на качество поверхности и силу деформирования, разработана методика проектирования операций калибрования и рекомендаций по их практической реализации. В работе изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, расширяющие область применения отделочно-упрочняющей обработки отверстий.

Соискатель имеет 40 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, 2 – в изданиях, индексируемых в международной базе реферативной базе Scopus. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Оценка влияния ультразвуковых колебаний на напряженное состояние поверхностного слоя отверстия, обработанного методом калибрования / В.А. Лебедев., **Ю.А. Тороп**, А.Н. Кочетов [и др.] // Научные технологии в машиностроении. – 2023. – № 5 (143). – С. 33-39. – предложена технологическая схема калибрования отверстий в условиях ультразвукового воздействия на деталь; аналитическая зависимость для определения давления в зоне контакта дорна с обрабатываемой поверхностью (всего 0,45 п.л., автора 0,35 п.л.).

2. Повышение эффективности процесса дорнования шлицевых отверстий в условиях воздействия ультразвукового поля / С.А. Берберов, В.А. Лебедев, А.Н. Кочетов, **Ю.А. Тороп** [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16, № 9 (189). – С. 391-394. – представлен анализ технологических параметров процесса отделочно-упрочняющей обработки шлицевых отверстий фасонными дорнами (всего 0,25 п.л., автора 0,2.).

3. Технологический эффект калибрования отверстий в условиях ультразвукового воздействия на деталь / **Ю.А. Тороп** // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2023. – Т. 19, № 2 (218). – С. 56-58. – представлены результаты экспериментальных исследований влияния УЗК на шероховатости поверхности отверстия в процессе калибрования (всего 0,3 п.л., автора 0,3 п.л.).

4. Technological Effect of Hole Calibration in the Conditions of Ultrasonic Exposure to the Part / V.A. Lebedev, **Y.A. Torop**, O.E. Baryshnikova [et al.] // Lecture Notes in Mechanical, 2023. – Pp. 553-564. – представлена технологическая схема калибрования отверстий с наложением УЗК на деталь, и предложено методика оценки степени влияния параметров УЗК на точность и качество обработанной поверхности. (всего 0,12 п.л., автора 0,10 п.л.).

5. Исследование влияния ультразвуковых колебаний на качество поверхности отверстий при калибровании / **Ю.А. Тороп**, В.А. Лебедев, М.М. Алиев [и др.] // Фундаментальные основы физики, химии и механики наукоемких технологических систем формообразования и сборки изделий: сб. тр. междунар. науч. симпозиума технологов-машиностроителей. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2022. – С. 296-300. – установлено что, обработка дорнованием отверстий с наложением ультразвуковых колебаний на деталь снижает шероховатость отверстий с $Ra = 3,2$ мкм до $Ra = 0,196$

мкм. (всего 0,3 п.л., автора 0,2 п.л.).

6. Обоснование акустических параметров процесса калибрования отверстий с применением ультразвуковых колебаний / **Ю.А. Тороп**, В.А. Лебедев // Современное перспективное развитие науки, техники и технологий: сб. науч. ст. Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж. – 2023. – С. 406-411. – предложена структура ультразвуковой колебательной системы, воздействующей на деталь и представлен расчет основных акустических параметров и ее элементов (всего 0,37 п.л., автора 0,3 п.л.).

7. Патент на изобретение № 2817100 Российская Федерация. Устройство для калибрования отверстий поверхностным пластическим деформированием с наложением ультразвуковых колебаний на деталь / В.А. Лебедев, **Ю.А. Тороп**, Н.С. Коваль, М.М. Алиев, А.Н. Кочетов; опубл. 9.04.2024.

Основные компоненты и результаты исследования опубликованы с 2020 по 2024 г.г. общим объемом 5,8 п. л. (в том числе лично автором 4,2 п. л.).

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

На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов:

1. **Ветрова Софья Михайловна**, кандидат технических наук (4.3.1), ассистент кафедры «Материаловедение и технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева». Замечания: 1. Отмечается неудовлетворительное качество графического материала, представленного на стр. 14 (рис. 10) и стр. 15 (рис. 11), характеризующееся низкой степенью читаемости, что затрудняет интерпретацию представленных данных. 2. На стр. 14 сообщается о снижении микротвердости в 1,25 раза, однако не показано исходное значение микротвердости.

2. **Блюменштейн Валерий Юрьевич**, доктор технических наук (05.02.08), профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева». Замечания: 1. Рекомендации по применению метода не раскрывают возможности его использования для обработки деталей из пластичных материалов (цветные

металлы и сплавы), а также неметаллических материалов. 2. Следовало бы раскрыть сущность индукционного метода, выбранного автором для экспериментального подтверждения акустической модели.

3. Киселев Евгений Степанович, доктор технических наук (05.02.08), (05.03.01), профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии в машиностроении» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». Замечания: 1. Отсутствует проверка адекватности полученных автором математических моделей формирования деформированного поверхностного слоя отверстия дорнованием условиях воздействия УЗК на заготовку. 2. В работе отсутствует информация о составе и технике подачи СОЖ в зону обработки, которая, как и УЗК, существенно снижает трения в зонах контакта инструмента с заготовкой и используется в производстве, практически, на всех операциях дорнования. В связи с этим, непонятно, о каких значениях коэффициента трения в зависимостях 5 – 9 автореферата и в выводах 2,5,7 заключения идет речь. 3. Непонятно, на чем базируется заключение автора (см. с. 14. автореферата) о том, что «Воздействие УЗК на деталь приводит к снижению исходной твердости материала образцов, что является следствием изменения механических свойств в сторону уменьшения, обусловленных протеканием релаксационных процессов» (каких и почему?). 4. Нет объяснений что понимает автор под терминами «ультразвуковое или акустическое давление» при механической обработке стальных заготовок. 5. Отсутствует информация за счёт чего может быть получен ожидаемый экономический эффект от внедрения в производство (какое?) результатов диссертационных исследований и разработок автора. 6. Содержание рисунков 3 и 4 не соответствует подрисуночным подписям. 7. В соответствии с существующей стандартной терминологией в процессе механической обработки обрабатывают заготовку, а не деталь. Деталь - результат механической обработки, поступающей на сборку.

4. Песин Михаил Владимирович, доктор технических наук (05.02.08), доцент, член-корреспондент РАЕН, доцент кафедры «Инновационные технологии машиностроения», декан механико-технологического факультета ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Замечания: 1. Из автореферата не видно рассматривал ли автор другие варианты воздействия УЗК на деталь. 2. Автор не раскрывает граничные условия приемлемости, полученной им экспериментальной полиномиальной модели, устанавливающую степень влияния УЗК на улучшение шероховатости поверхности при калибровании дорном.

5. Болдырев Александр Иванович, доктор технических наук (2.5.5, 2.5.6), профессор, заслуженный работник ВШ РФ, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». Замечания: 1. Требуется уточнения, рекомендация, выдвинутая автором исследования, по выбору величины натяга калибрования на уровне двух третей толщины поверхностного слоя, сформированного в процессе, предшествующей калиброванию механической и термической обработки. 2. В автореферате следовало бы привести диаграмму изолиний для понимания её практической значимости. 3. В списке публикаций по теме диссертации, приведенном на с. 17 – 19, приведены работы, которые выполнены в основном в соавторстве; список не отражает объем публикаций в печатных листах и не ясно, какая доля принадлежит лично автору исследования.

6. Витренко Владимир Алексеевич, доктор технических наук (2.5.5), профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. В. Даля». Замечания: автор констатирует снижение микротвердости на поверхности отверстия, находящегося от источника УЗК на расстоянии 15 – 35 мм в 1,15 раза, при этом не раскрывает физическую картину этого эффекта.

7. Кропоткина Елена Юрьевна, доктор технических наук (05.02.09), доцент, профессор кафедры «Высокоэффективных технологий и обработки» ФГБАУ ВО Московский государственный технологический университет «Станкин». Замечания: 1. В автореферате не описана кинематика движений при обработке на экспериментальной установке. Дорн при обработке, продвигаясь вдоль оси отверстия, воздействует одновременно на весь пояс цилиндрической поверхности отверстия, соприкасающийся с дорном. При этом, исходя из схемы и фото экспериментальной установки, при обработке на ней осуществляется только

односторонне воздействие рабочей части УЗК на деталь, что должно оказывать влияние на точность получаемых размеров. 2. В автореферате имеются опечатки: на рис. 4 зависимости силы калибрования от величины натяга, обозначение натяга по оси абсцисс не « i », а « IT »; на рис. 5 обозначение амплитуды « A » перевернуты на 180 (не по ГОСТ).

8. Кочубей Анатолий Анатольевич, кандидат технических наук (05.02.08), заместитель начальника технологического управления по технологическому развитию ПАО «ТАНК им. Бериева», Публичное акционерное общество «Таганрогский авиационный научно-технический комплекс имени Г.М. Бериева». Замечания: 1. В автореферате не представлены геометрические размеры образцов. 2. На стр. 12 автореферата ф-ла (12) – ошибочно вместо параметра « p_a » указан параметр p . 3. Следовало бы раскрыть механизм снижения микротвердости материала образцов под воздействием УЗК.

9. Сидякин Юрий Иванович, доктор технических наук (01.02.06), доцент; профессора кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». Замечания: 1. Не достаточно чётким представлено обоснование выбора необходимой точности размера калибрующей ленточки дорна, существенно влияющей на точность отверстия. 2. Не ясно, из каких предпосылок получены выражения (4) и (5) для определения радиального удельного давления в контакте и силы, необходимой на деформирование дорном отверстия. 3. Для лучшего понимания физических явлений, происходящих в условиях УЗК в контактной зоне при калибровании отверстий, роли и вкладе каждого из слагаемых формулы (8) в обеспечение расчётного значения требуемой технологической силы следовало бы дать краткое описание механизма взаимодействия на микроуровне дорна с поверхностью калибруемого отверстия и графически проиллюстрировать его действие при формировании упрочнённого поверхностного слоя, представленного в виде «полого цилиндра», на обрабатываемом отверстии.

10. Кадырметов Анвар Минирович, доктор технических наук (05.02.07, 05.02.08), доцент, заведующий кафедрой «Машиностроительных технологий», **Попов Дмитрий Анатольевич**, кандидат технических наук (05.16.01), доцент, доцент кафедры «Машиностроительные технологии», ФГБОУ ВО «Воронежский

государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова». Замечания: 1. Из автореферата не ясна погрешность метода и прибора при определении коэффициента затухания УЗК для приведенных в таблице материалов. Как соотносится погрешность с чувствительностью к изменению содержания углерода в сталях? 2. В автореферате не указано влияние места приложения к детали источника УЗК на качество поверхности и силу калибрования. 3. Как оценивалось (способ, прибор) влияние УЗК в зоне очага при амплитуде колебаний деформации величиной 4 – 6 мкм?

11. **Янюшкин Александр Сергеевич**, доктор технических наук (05.03.01), профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.М. Ульянова». Замечания: 1. В автореферате не указаны ограничения по размерам деталей типа дисков, обеспечивающих эффективное применение УЗК при калибровании дорном. 2. Не представлена диаграмма изолиний, позволяющая провести прогнозирование микротвердости, высоты неровностей профиля поверхности калибрования с применением УЗК на деталь и его оптимизацию по критерию минимизации приведённых затрат.

12. **Зверовщиков Александр Евгеньевич**, доктор технических наук (05.02.08, 05.02.07), профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроения» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Замечания: 1. Пункт 4 научной новизны скорее относится к практической ценности работы. 2. Из автореферата неясно, какова неравномерность качества поверхностного слоя по образующей отверстия из-за воздействия ультразвука согласно схеме, рис. 1 и какова зависимость этой неравномерности от жесткости детали. 3. Не раскрыта методика определения ключевого коэффициента M учитывающего конструкцию преобразователя.

13. **Кузнецов Виктор Павлович**, доктор технических наук (05.02.07), профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения, станки и инструмент» ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Замечания: 1. Нечетко сформулированы положения, выносимые на защиту. 2. Известно, что существенный вклад в развитие

метода дорнования внес О.А. Розенберг. Работы Д.Д. Розенберга, указанного на стр. 3 автореферата, в этой области знаний не известны. 3. На рис. 1 технологической схемы калибрования отверстий не показаны элементы крепления детали, хотя это существенно влияет на амплитуду ультразвука. 4. В автореферате не указаны диаметры дорна и отверстия обрабатываемой заготовки. 5. В автореферате не исследовано влияние ультразвукового воздействия на коэффициент трения дорна с поверхностью отверстия. 6. Формула 8 автореферата имеет существенно нелинейные параметры, поэтому зависимость силы калибрования P от амплитуды ультразвуковых колебаний не может иметь вид, представленный на рисунке 3. 7. На стр. 11 не указана степень увеличения амплитуды колебаний за счет применения стержневого концентратора конического типа. 8. В автореферате не указан механизм влияния ультразвука на микротвердость поверхности. Вызывает сомнение влияние ультразвукового воздействия на изменение микротвердости упрочняемой поверхности. Не доказана адекватность формулы 12. 9. Требуется пояснить, каким образом измерялась амплитуда колебаний в зоне очага деформации, приведенная на стр. 14 и равная 4 – 6 мкм?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их значительным опытом в научно-исследовательской работе и подготовке научных кадров в области технологии машиностроения, технологии и оборудования механической и физико-технической обработки, наличием публикаций по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная идея калибрования отверстий дорном с наложением УЗК на деталь, которая в отличие от технологической системы калибрования с наложением УЗК на дорн обладает автономностью и компактностью, позволяет снизить энергозатраты;

предложены расчетные зависимости, позволяющие определить величину: удельного давления дорна на обрабатываемую поверхность отверстия, с учетом УЗК, подводимых в очаг деформации через деталь, а также силу воздействия на

дорн, необходимую для реализации процесса калибрования; натяга обработки отверстий дорном, характеристик качества поверхностного слоя (микротвердость, высота неровностей профиля), модифицированного в процессе калибрования с наложением УЗК на деталь;

доказано уменьшение микротвердости материала детали в условиях ультразвукового воздействия на величину, соизмеримую с величиной акустического давления в локальной зоне действия, что позволяет снизить величину высотных параметров неровностей профиля шероховатости поверхности отверстия в 10 раз по сравнению с исходной поверхностью;

введено понятие «кольцевой фронт», раскрывающее характер воздействия УЗК на деталь.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано положение об эффективности калибрования отверстий дорном с наложением УЗК на деталь, а также модельных представлений, раскрывающих закономерности распространения ультразвуковых волн в деталях типа дисков с отверстием;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы фундаментальные положения технологии машиностроения, ультразвуковой обработки, теории прочности и упругопластической деформации, методы математического моделирования процессов, результаты теоретических и экспериментальных исследований;

изложены аналитические подходы к обоснованию расчетных зависимостей по определению параметров качества поверхности и управлению процессом калибрования в условиях УЗК на деталь;

раскрыты противоречия между оригинальным способом наложения ультразвуковых колебаний на деталь, силовыми параметрами процесса калибрования отверстий дорном, параметрами качества поверхностного слоя;

изучены закономерности распространения ультразвуковых волн в деталях типа дисков с отверстием и их влияние на изменение микротвёрдости и шероховатость поверхностного слоя, калиброванного отверстий;

проведена модернизация существующих расчетных зависимостей по

определению силы калибрования, оценке параметров элементов ультразвуковой колебательной системы, обеспечивающих заданную амплитуду силы воздействия УЗК на деталь, и снижение энергозатрат акустического блока технологической системы калибрования отверстий.

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

разработаны и внедрены методика и конструкторско-технологические рекомендации по проектированию технологических операций калибрования отверстий дорном с применением УЗК, диаграмма изолиний, позволяющая провести прогнозирование микротвердости, высоты неровностей профиля поверхности калибрования с применением УЗК на деталь и его оптимизацию по критерию минимизации приведённых затрат;

определены пределы и перспективы применения технологического эффекта калибрования отверстий дорном в условиях воздействия УЗК на деталь, при котором обеспечивается требуемая точность и шероховатость поверхности;

создан экспериментальный комплекс, реализующий технологическую систему калибрования отверстий с наложением УЗК на деталь;

представлены средства инструментального и ультразвукового обеспечения процесса калибрования отверстий, рекомендации по обеспечению эффективности ультразвуковых колебательных систем процесса калибрования отверстий дорном; перспективы дальнейших исследований применения ультразвуковых колебаний для повышения эффективности калибрования отверстий в деталях неравной жесткости.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовано специально изготовленное откалиброванное оборудование, современные методики и средства их реализации, обеспечивающие воспроизводимость результатов исследований в различных условиях;

теория построена на фундаментальных положениях технологии машиностроения, ультразвуковой обработки, теории прочности и упругопластической деформации;

идея базируется на анализе основополагающих работ, посвященных

отделочно-упрочняющей обработки с применением дополнительных источников энергии в процессе механической обработки и, в частности, ультразвуковых колебаний;

использованы как авторские данные, так и результаты исследований по рассматриваемой тематике научных школ ДГТУ, ВлГТУ, МШУ (Беларусь);

установлено качественное и количественное совпадение расчетных авторских результатов с экспериментальными данными;

расчетные зависимости позволяют с достаточной для практики точностью определить технологические параметры процесса и характеристики качества поверхностного слоя (микротвердость, высота неровностей профиля) отверстий, модифицированного в процессе калибрования дорном с наложением УЗК на деталь, и является основой методики проектирования операции калибрования отверстий дорном, исходя из условия обеспечения требуемой точности и шероховатости поверхности и выбора средств их технологического оснащения;

использованы современные методики сбора и обработки информации, например, амплитуды УЗК.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задач исследования, научной новизны и практической значимости, разработке технологической схемы калибрования отверстий с наложением УЗК на деталь; моделей деформирования поверхностного слоя отверстия в процессе калибрования с учетом УЗК, определения параметров ультразвукового поля, создаваемого в цилиндрическом диске с отверстием; проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных результатов, формулировании основных выводов и результатов работы, подготовки публикаций, научных докладов и рукописи диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Обоснуйте выбор и преимущества способа наложения УЗК на деталь? в чем его преимущество по сравнению с наложением УЗК на инструмент
2. Обоснуйте, почему при расчете R_z после дорнования с УЗК учитывается $R_{zисх}$?

Соискатель Тороп Ю.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

На заседании 21.05.2025 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, направленные на совершенствование технологии калибрования отверстий дорном на основе наложения ультразвуковых колебаний на деталь, установление закономерностей их влияния на качество и силу деформирования поверхности, разработку методики проектирования операций калибрования и рекомендаций по их практической реализации, присудить Торопу Юрию Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальностям 2.5.6 – Технология машиностроения, 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, 5 докторов наук по специальности 2.5.6 Технология машиностроения, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 10, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета 24.2.277.01,

доктор технических наук,

профессор

Киричек Андрей Викторович

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.2.277.01,

доктор технических наук,

доцент

Нагоркин Максим Николаевич

Дата оформления заключения: 21.05.2025

