

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.347.04 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 марта 2025 протокол № 1

О присуждении Пузыреву Михаилу Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка котельно-топочной техники для утилизации растительных отходов» в виде рукописи по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы, принята к защите 24 декабря 2024 г., протокол № 11, диссертационным советом 24.2.347.04 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 630073, г. Новосибирск, пр-кт К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №1343/нк от 24.10.2022 г.

Соискатель Пузырев Михаил Евгеньевич 1986 года рождения, в 2008 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» по специальности «Котло-и реакторостроение», выдан диплом, присуждена квалификация «Инженер». В 2018 г. окончил с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» по направлению 13.04.03 – «Энергетическое машиностроение», выдан диплом,

присвоена квалификация «Магистр». В 2011 году закончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника, период обучения: с 01.11.2008 г. по 01.11.2011 г.

Соискатель Пузырев Михаил Евгеньевич работал в ООО «СКБ ПроЭнергоМаш» с 01.01.2007 г. по 31.12.2009 г. в должности инженера-конструктора, с 01.02.2010 г. работает в ООО «ПроЭнергоМаш-Проект» в должности старшего инженера, с 11.01.2021 по настоящее время в должности ведущего инженера.

Диссертация выполнена в двух организациях, в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» на кафедре «Котло- и реакторостроение» факультета энергомашиностроения и автомобильного транспорта и в Обществе с ограниченной ответственностью «ПроЭнергоМаш-Проект» в конструкторском отделе.

Научный руководитель – Голубев Вадим Алексеевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», факультет энергомашиностроения и автомобильного транспорта, доцент кафедры «Котло- и реакторостроение».

Официальные оппоненты:

Штым Константин Анатольевич доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», департамент энергетических систем, профессор;

Шторк Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения

Российской академии наук, лаборатория проблем тепломассопереноса, заведующий **дали положительный отзыв на диссертацию.**

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в своем положительном заключении, подписанном председателем теплоэнергетической секции научно-технического совета Инженерной школы энергетики, профессором Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, д.ф.-м.н., профессором Кузнецовым Г.В., профессором Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, д.т.н., профессором Забориным А.С., утвержденном проректором по науке и стратегическим проектам к.ф.-м.н. Гоголевым А.С., указала, что диссертационная работа Пузырева М. Е. является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, и в которой изложены новые научно обоснованные и подтвержденные на практике технические и технологические решения и разработки котельно-топочной техники для утилизации растительных отходов, имеющие существенное значение для развития страны. Работа полностью удовлетворяет критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 47 опубликованных работ по теме диссертации, из них опубликованных согласно перечню российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК) – 6, а также 22 патента РФ на изобретение и полезные модели и 11 работ в материалах всероссийских и международных конференций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты. Авторский вклад в опубликованные в

соавторстве работы составляет не менее 60 %. Общий объем научных изданий – 29 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Публикации в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов (перечень ВАК):

1. Пузырев, М.Е. Технология «Торнадо» для энергетических котлов / Е. М. Пузырёв, В. А. Голубев, М. Е. Пузырев // Электрические станции – 2022. – № 6 – С. 10-16.

2. Пузырев, М.Е. Разработка вихревых топок для энергетических котлов / Е. М. Пузырёв, М. Е. Пузырев, В. А. Голубев // Журнал Энергетик – 2017. – № 4 – С. 44-47.

3. Пузырев, М.Е. Роторно-винтовые двигатели / Е. М. Пузырев, В. А. Голубев, М. Е. Пузырев // Известия Томского политехнического университета – 2014. – Т. 324. – № 10 – С. 38-45.

4. Пузырев, М.Е. Роторные машины / Е. М. Пузырев, В. А. Голубев, М. Е. Пузырев // Ползуновский вестник – 2013. – № 4/3 – С. 63-69.

5. Пузырев, М.Е. Оценка доли зеленой энергии при сжигании биомассы / В. А. Голубев, Е. М. Пузырев, М. Е. Пузырев // Ползуновский вестник. – 2012. – № 3/1. – С. 39-41.

6. Пузырев, М.Е. Разработка технологии пиролиза и применение газогенераторов при утилизации отходов / Е.М. Пузырев, В.Г. Лурий, А. В. Лаптов, В. А. Голубев, М. Е. Пузырев // Ползуновский вестник – 2010. – №1. – С.87-92.

Объекты интеллектуальной деятельности:

7. Патент № 217448 РФ. Устройство для обдувки поверхностей нагрева котла / Пузырев М. Е. – № 2022134392: заявл. 27.12.22 : опубл. 03.04.2023. – 7 с.

8. Патент № 2748363 РФ. Котел с вихревым дожиганием / Пузырев М. Е., Пузырёв Е. М., Платов И. В. – № 2020135908 : заявл. 02.11.2020 : опубл. 24.05.2021. – 11 с.

9. Патент № 200824 РФ. Котел с внутритопочными циклонами / Пузырев М. Е., Пузырёв Е. М., Голубев В. А. – № 2019129150 : заявл. 17.09.19 : опубл. 12.11.2020. – 11 с.
10. Патент № 198069 РФ. Твердотопливная низкотемпературная вихревая топка / Пузырев М. Е., Пузырёв Е. М., Жуков Е. Б., Тиханов М. В. – № 2020100840 : заявл. 14.01.2020 : опубл. 17.06.2020. – 7 с.
11. Патент № 195412 РФ. Теплогенератор / Пузырев М.Е., Пузырев Е.М. – № 2019125247 : заявл. 09.08.19 : опубл. 28.01.2020. – 8 с.
12. Патент № 197085 РФ. Низкотемпературная вихревая топка / Пузырев М. Е., Пузырёв Е. М., Жуков Е. Б., Тиханов М. В. – № 2020100775 : заявл. 14.01.2020 : опубл. 30.03.2020. – 7с.
13. Патент № 2675644 РФ. Котел с циркулирующим слоем / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2017136769 : заявл. 18.10.2017 : опубл. 21.12.2018. – 13 с.
14. Патент № 2675639 РФ. Роторно-винтовая машина / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 201710477: заявл. 14.02.17 : опубл. 21.12.18. – 16 с.
15. Патент № 2695877 РФ. Энергетический котел / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2018113201 : заявл. 11.04.2018: опубл. 29.07.2019. – 14 с.
16. Патент № 2648314 РФ. Котел с камерной топкой / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2015155848: заявл. 24.12.15 : опубл. 23.03.2018. – 11 с.
17. Патент № 2627757 РФ. Слоевой котел с вертикальной вихревой топкой / Пузырев Е. М., Пузырев М. Е., Голубев В. А. – № 2015149577 : заявл. 18.11.2015 : опубл. 11.08.2017. – 16 с.
18. Патент № 2627752 РФ. Котел с двухкамерной вихревой топкой / Пузырёв Е.М., Афанасьев К.С., Голубев В.А. Пузырев М.Е. – № 2015152387 : заявл. 24.12.2015 : опубл. 11.08.2017. – 11 с.
19. Патент № 2611117 РФ. Роторная машина / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2015111887 : заявл. 01.04.15 : опубл. 21.02.17. – 8 с.

20. Патент № 2591070 РФ. Твёрдотопливный котел с вихревой топкой / Пузырёв Е. М., Голубев В. А. Пузырев М. Е. – № 2014131658 : заявл. 30.07.2014: опубл. 10.07.2016. – 13 с.
21. Патент № 2582722 РФ. Вихревая топка / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2013136666 : заявл. 05.08.13 : опубл. 27.04.2016. – 11 с.
22. Патент № 2573078 РФ. Вихревая камерная топка / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2014107891 : заявл. 28.02.14: опубл. 20.01.2016. – 11 с.
23. Патент № 2564171 РФ. Роторный механизм / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2013143273 : заявл. 24.09.13 : опубл. 27.09.15. – 9 с.
24. Патент № 2552009 РФ. Механизированная слоевая топка / Пузырёв Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2013159350 : заявл. 30.12.2013 : опубл. 10.06.2015. – 8 с.
25. Патент № 2564172 РФ. Роторная машина / Пузырёв Е. М., Пузырев М. Е. – № 2013143340: заявл. 27.09.13 : 24.09.15. – 14 с.
26. Патент № 128697 РФ. Вихревая топка с газоотводящим окном (варианты) / Пузырев Е. М., Голубев В. А. Пузырев М. Е. – № 2011147584 : заявл. 23.11.2011 : опубл. 27.05.2013. – 12с.
27. Патент № 107841 РФ. Топка кипящего слоя / Пузырев Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. – № 2011112811 заявл. 01.04.11 : опубл. 27.08.11. – 12 с.
28. Патент № 86277 РФ. Вихревая топка / Афанасьев К. С., Голубев В. А., Жуков Е. Б., Пузырев Е. М., Пузырев М. Е. – 2009111614 : заявл. 30.03.09 : опубл. 27.08.2009. – 14 с.

На автореферат поступило 8 отзывов, все отзывы положительные:

1. Ведрученко Виктор Родионович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», кафедра Теплоэнергетика, профессор, отметил, что из автореферата не ясно, как влияло использование растительных отходов как

топлива для котельных установок на длительные результаты сжигания таких отходов и можно ли их считать альтернативным топливом.

2. Мурко Василий Иванович, доктор технических наук, профессор, Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр «Сибэкотехника», генеральный директор, обратил внимание, что в материалах автореферата не содержатся данные о минералогическом составе зольной части растительных отходов и влиянии температуры плавления содержащихся в них окислов легкоплавких металлов на процессы шлакования теплосъемных труб котлов.

3. Виктор Иванович Карпенко, кандидат технических наук, Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в г. Новокузнецке, кафедра информационно-технических и экономических дисциплин, доцент, указал, что на стр. 14 автореферата содержится информация о том, что удаление золы и шлака из топки позволяют уменьшить скорость нарастания и прочность отложений, но объяснение факта вызывает сомнение. Быстрое удаление золы из ВТ снижает время нахождения золы в высокотемпературной зоне. Однако испарение летучих компонентов золы из зольных частиц должно быть более интенсивным при витании частиц, когда они омываются горячими газами атмосферы топочного пространства. Упавшие на подину частицы после выпадения на них «следующих» частиц оказываются в условиях затрудненного прогрева... Более вероятным представляется протекание в массе золы химических превращений, приводящих к образованию летучих соединений и требующих для своего протекания времени.

4. Цепенко Алексей Иванович, кандидат технических наук, Общество с ограниченной ответственностью «ЭНЭР Инжиниринг», генеральный директор, отметил, что в автореферате диссертации приводятся технические и экологические показатели экспериментальных исследований, но не указано по какой методике проводились экспериментальные исследования, а также

уровень методической и инструментальной погрешности измеренных показателей работы оборудования; нет сведений, как в математической модели топки задана дискретная фаза (подсолнечная лузга).

5. Литун Дмитрий Степанович, кандидат технических наук, Акционерное общество «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», лаборатория спецкотлов отделения парогенераторов и топочных устройств, старший научный сотрудник, указал, что данные по содержанию водорастворимых соединений в золе лузги на рис. 9 желательно дополнить данными по содержанию натрия, поскольку последний играет значительную роль в образовании отложений и загрязнении поверхностей нагрева при сжигании растительной биомассы в котлах; в качестве мер по очистке поверхностей нагрева котлов рассмотрены самообдувка трубных пучков и обдувка воздушной струёй, но из реферата непонятно, рассматривалась ли паровая обдувка в качестве такой меры, и почему воздушная обдувка является предпочтительной по сравнению с ней; в автореферате не содержатся сведения о показателях эффективности новых котлов с топками «Торнадо» (кпд котла, тепловые потери) по данным промышленных исследований для сопоставления с достигнутым уровнем по этим показателями существующих котлов на лузге отечественных и зарубежных производителей; в оформлении реферата допущены незначительные погрешности: в тексте автореферата отсутствует расшифровка сокращения «ГОО» и параметров в формуле (1), на рис. 3 показаны три группы точек, различающихся цветом, но нет пояснения, чем эти группы точек отличаются друг от друга.

6. Кулагина Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», кафедра «Техносферной и экологической безопасности», заведующий, без замечаний.

7. Злочевский Валерий Львович, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, обращает внимание, что вся работа

диссертанта основана на интеллектуальной деятельности, а не только патенты и на ошибки, допущенные при оформлении автореферата; биотопливо, создаваемое в процессе сельскохозяйственного производства, будет постоянно меняться как количественно, так и качественно, не раскрыто как автор представляет себе возможности применения разработанных технических решений; не ясно, изучался ли автором вопрос дисперсного состава при сжигании лузги и других биотоплив и эффективность использования фильтровального процесса для поддержания экологических норм при сжигании; первый патент с участием автора получен в 2009 г., а последний в 2023 г, первая статья опубликована в 2010 г., а последняя в 2022 г. – прекрасная системная научная работа – но не ясно какой уровень системности работы соискателя в выпуске для страны столь нужной промышленной продукции.

8. Павлов Михаил Васильевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский университет», кафедра «Теплогазоводоснабжения», доцент, отметил, что на основе теоретических и экспериментальных исследований, подтверждено, что предложенные улучшения в конструктивных решениях котлов с вихревыми топками повышают эффективность их работы и снижают шлакообразование, и в рассматриваемом аспекте рекомендуются дальнейшие исследования воздействия различных параметров топлива на их эксплуатационные характеристики, в том числе в условиях нестабильных поставок исходного сырья, кроме того, указал, что согласно ГОСТ Р 7.0.11-2011, в заключении диссертационной работы, помимо итогов выполненного исследования и рекомендаций, также должны быть приведены перспективы дальнейшей разработки темы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Область научных интересов доктора технических наук, доцента Штыма Константина Анатольевича связана с циклонно-вихревой технологией сжигания топлива, утилизацией биомассы, вопросами повышения эффективности и экологичности в работе котельно-топочной техники, он имеет большое количество научных публикаций по близкой к диссертационной работе тематике.

Область научных интересов доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Шторка Сергея Ивановича связана в значительной степени с энергетикой, камерами сгорания, гидродинамикой, вихревыми течениями, исследованиями закрученных потоков, тепломассопереносом, вопросами смесеобразования и горения.

Выбор ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, обусловлен широкой известностью и достижениями в области исследований энергетических установок, воспламенения и горения биомассы, применения нетрадиционных (возобновляемых) источников энергии, что подтверждается трудами ведущих научных сотрудников, ученых, преподавателей и специалистов данной организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** вихревые низкотемпературные топки «Торнадо» с конструкцией пережима в виде газоотводящего окна, обеспечивающего удержание парусных частиц в многогранных топках и эффективное ступенчатое сжигание;
- **представлено** обоснование выбора схемы вихревого низкотемпературного сжигания «Торнадо» для парусных частиц сильношлакующих биотоплив типа подсолнечной лузги;
- **предложены** дополнения нормативной методики для расчета топок котлов с учетом значения теплового сопротивления загрязняющего слоя золы

подсолнечной лузги, определённого по результатам теплотехнических испытаний котлов;

– **разработаны** с применением моделирования, натуральных и промышленных испытаний рациональная геометрия, конструкция вихревых топок и состав технологических схем утилизации лузги;

– **выполнен** анализ влияния расположения сопла ввода топлива и схемы организации ступенчатого сжигания – полностью в вихревой топке и в двухкамерном варианте на показатели работы котла по результатам сравнительных натуральных испытаний;

– **получены** путем натуральных испытаний данные по формирующимся золовым отложениям в котлах на подсолнечной лузге, их химическому составу и характерным формам, описаны закономерности формирования отложений и проанализирован механизм переноса золы;

– **разработана** схема подавления золowego загрязнения конвективных трубных поверхностей котлов за счет применения устройства регулярного вывода золного остатка из вихревой топки;

– **разработаны** устройства для очистки поверхностей нагрева котлов.

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

– **реализованы** энергетические установки с котлами на подсолнечной лузге, более 40 штук;

– **внедрены** устройства для подавления переноса золы из топки и формирования отложений на трубных теплообменных поверхностях котлов, а также для их очистки;

– **получены** три акта об использовании результатов исследований;

– **получены** 22 патента на изобретения и полезные модели.

Достоверность полученных результатов обеспечена:

– **выполнением** натуральных исследований на действующих котлах;

– **применением** уточненной расчётной методики, базирующейся на нормативном методе;

- **получением** патентов на изобретения и полезные модели;
- **применением** математического моделирования;
- **эксплуатацией** внедренных котлов и вспомогательных устройств;
- **проверкой** сходимости результатов расчетов и натурных теплотехнических испытаний.

Личный вклад соискателя заключается в самостоятельном проведении теоретического анализа, планировании и выполнении лабораторных опытов и натурных испытаний, обработке и оценке полученных данных, в разработке конструкций котлов и вспомогательного оборудования.

Все результаты, представленные в диссертации, получены автором самостоятельно или при непосредственном участии, доля которого составляет не менее 60%. Представление изложенных в диссертации и выносимых на защиту результатов, полученных в совместных исследованиях, согласовано с соавторами.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В работе заявляется широкий диапазон регулирования, поэтому необходимы пояснения, как сохранить устойчивую крутку потока при снижении скорости воздуха на входе в топку.
2. Необходимо указать диапазон допустимых скоростей входящих потоков.

Соискатель Пузырев Михаил Евгеньевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. С одной стороны, в топке «Торнадо» организуется факельно-слоевое сжигание, соответственно при снижении мощности снижается и скорость движения газо-воздушной смеси, и вынос частиц из слоя. Как следствие, снижение интенсивности или устойчивости крутки на малых нагрузках, от 30%, не влияет на качественные показатели работы.

2. Расчетные скорости первичного дутья 15...25 м/с, вторичного 35...45 м/с.

Диссертация представляет собой законченное и самостоятельное исследование, в котором впервые представлен комплексный подход к решению проблемы огневой утилизации подсолнечной лузги, включающий выявление проблем эксплуатации котлов, анализ причин и разработку научно обоснованных схем и устройств, направленных на их решение. В работе предложено для удержания витающих частиц в топочной камере до полного выгорания использовать циклонный эффект, организуемый в призматических камерах с помощью особого пережима со встречной подачей дожигающего дутья и обосновано использование узких топок с достаточным для поддержания низкотемпературного сжигания экранированием. Введено в расчетную методику экспериментально определенное значение теплового сопротивления слоя отложений золы подсолнечной лузги на экранных трубах котлов. Лабораторными исследованиями определены основные характеристики и состав золовых отложений, собранных в действующих котлах, выполнен анализ характерных форм и механизмов формирования отложений. Разработаны меры, направленные на снижение золосодержания, разработаны устройства для удаления шлака и очистки теплообменных поверхностей от золы, в комплексе обеспечивающие экономичную безостановочную работу энергетических установок на подсолнечной лузге. Установленная мощность разработанных котлов обеспечивает утилизацию до 17,8% вырабатываемой в России лузги, с эквивалентным тепловыделением 357 тыс.т.у.т./год, снижает выбросы золы на 140 тыс.т./год и выработку тепла и технологического пара с экономическим эффектом $\mathcal{E}=4,86$ млрд.руб./год.

На заседании 21 марта 2025 г. диссертационный совет принял решение:
за решение научной задачи, имеющее существенное значение в области повышения эффективности объектов возобновляемой энергетики, в частности, энергетических установок на биотопливе, присудить **Пузыреву**

Михаилу Евгеньевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени 11, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя диссертационного совета,

доктор технических наук,

профессор

Павел Александрович
Щинников

Ученый секретарь дисс

доктор технических наук

Олеся Владимировна
Боруш

21 марта 2025 года