

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.286.06,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.10.2025г. № 18

О присуждении Извекову Александру Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени **кандидата технических наук**.

Диссертация на тему «Исследование процесса и разработка технологии комбинированных методов обработки в рабочих средах с управляемыми физическими параметрами» по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки **принята к защите** 5 июня 2025 г. (протокол заседания №16) диссертационным советом 24.2.286.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ВГТУ»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84, приказ о создании диссертационного совета № 1185/нк от 12.10.2022 года.

Соискатель Извеков Александр Андреевич, 1989 года рождения, гражданин Российской Федерации, в 2012 году с отличием закончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» по специальности «Физика металлов», квалификация «Инженер-физик». С 2012 года работает на одном из ведущих предприятий ракетно-космической отрасли «Воронежский механический завод – филиал акционерного общества федерального Государственного унитарного предприятия «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева» (АО ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»), который ныне реорганизован в акционерное общество «Конструкторское бюро химавтоматики» (АО КБХА) в отделе главного металлурга инженером-исследователем центральной заводской лаборатории. В 2020 году Извеков А.А. успешно сдал вступительные экзамены и был зачислен в очную аспирантуру по программам подготовки научно-педагогических кадров по специальности 05.02.07. (2.5.5.) в Воронежский государственный технический университет. В период обучения в аспирантуре успешно сдал кандидатский

экзамен по специальности 05.02.07. (2.5.5.) «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Диссертация выполнена на кафедре технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Смоленцев Владислав Павлович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра технологии машиностроения, профессор.

Официальные оппоненты:

Саушкин Борис Петрович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный политехнический университет», профессор кафедры технологий и оборудования машиностроения;

Норман Александр Владимирович кандидат технических наук, директор государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Воронежской области «Воронежский авиационный техникум имени В.П. Чкалова»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Техномаш» имени С.А. Афанасьева», г. Москва – в своем положительном отзыве, подписанном экспертом научно-технологического центра, доктором технических наук Юрием Михайловичем Должанским и утвержденном генеральным директором АО «НПО Техномаш» им. С.А. Афанасьева Павлом Валерьевичем Полещенковым 23.06.2025 г., указала, что диссертация Извекова Александра Андреевича является законченной научно-квалификационной работой по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, в которой содержится решение актуальной научной задачи расширения области использования технологий, средств технологического оснащения и выбора рабочих сред, обеспечивающих технологичность наукоемкой техники специального назначения и, в частности, способствующих импортозамещению в оборонных отраслях машиностроения страны. Диссертация содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку (п. 10 Положения о присуждении ученых степеней). Автореферат полно отражает содержание диссертации, в нем изложены все основные аспекты работы. Требования по форме и объему автореферата выполнены (п. п. 25, 26 Положения о присуждении ученых степеней). В соответствии с п. 9-14 Положения ВАК соискатель Извеков Александр Андреевич заслуживает присуждения ему ученой

степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

По теме диссертации соискатель опубликовал 19 научных работ общим объемом 10,2 п.л., где ему принадлежит 4,15 п.л., из них 8 научных статей в рецензируемых научных изданиях, 2 патента Российской Федерации, 4 – в зарубежных научных источниках, рецензируемых в базе «Scopus», 5 публикаций в научных сборниках и материалах конференций, где соискателю принадлежат: постановка, развитие научной проблемы, механизм создания, моделирование процесса выбора и управления комбинированными методами обработки в различных рабочих средах, реализация результатов в авиакосмической отрасли и в других отраслях машиностроения. В работах, изданных в соавторстве, все авторы в равной степени принимали участие в проведении исследований по тематике работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Извеков, А. А.** Пути повышения качества наукоемких изделий в различных рабочих средах комбинированными методами обработки / А. А. Извеков // Справочник. Инженерный журнал. – 2025. – № 4(337). – С. 43-55. – DOI 10.14489/hb.2025.04.pp.043-055. – EDN AMMXIY.

2. Расчет, проектирование и аддитивные технологии изготовления каналов в электродах инструментах / В. П. Смоленцев, Н. С. Поташникова, **А. А. Извеков**, М. Г. Поташников // Справочник. Инженерный журнал. – 2024. – № 4(325). – С. 3-10. – DOI 10.14489/hb.2024.04.pp.003-010. – EDN XRVRWK.

3. **Извеков, А. А.** Пути совершенствования качества наукоемких изделий комбинированными методами / А. А. Извеков, В. П. Смоленцев, О. Н. Кириллов // Наукоемкие технологии в машиностроении. – 2024. – № 9(159). – С. 14-24. – DOI 10.30987/2223-4608-2024-14-24. – EDN OWDLLG.4.

Объекты интеллектуальной собственности (патенты):

4. Патент № 2796389 С1 Российская Федерация, МПК В23Н 5/06, В23Н 5/10, В23Н 9/00. Инструмент и способ комбинированной анодно-механической чистовой обработки теплозащитных многокомпонентных покрытий: № 2022110699: заявл. 19.04.2022: опубл. 22.05.2023 / М. В. Кондратьев, В. П. Смоленцев, **А. А. Извеков**, Т. В. Цымбал ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет". – EDN NOAALG.

5. Патент № 2829178 С1 Российская Федерация, МПК В23Н 5/06, В23Р 15/00. Способ изготовления и разделения сборочных элементов детали с гибким

металлическим корпусом : №2023136218 : заявл. 29.12.2023 : опубл. 25.10.2024 / Е. А. Малявин, В. П. Смоленцев, **А. А. Извеков**, И. Г. Стародубцев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет". – EDN ESPVBM.

В диссертации Извекова А.А. **отсутствуют недостоверные сведения** об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступило **12** отзывов:

1. Ивахненко Александр Геннадьевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры машиностроительных технологий и оборудования ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск.

Замечания:

1) В 3-ей гипотезе при обосновании выбора технологических рабочих сред требуется учитывать не только ограничения по безопасности эксплуатации в производстве, но и ограничения по экологичности.

2) Использование искусственного интеллекта на предприятиях ракетно-авиационной промышленности, даже при использовании исключительно отечественного программного обеспечения, возможно только на основе корпоративных систем.

2. Лебедев Валерий Александрович, к.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону.

Замечание:

1) Требуется уточнения, каким образом автор решает задачу обоснования и оптимизации показателей эксплуатации, которые являются исходной предпосылкой для технолога и как правило устанавливаются в конструкторской документации, а задача технолога их обеспечить с применением подхода, предложенного автором.

3. Блюменштейн Валерий Юрьевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово.

Замечания:

1) Несколько «размытую» формулировку объекта исследования, где указаны, по сути, и объект, и предмет исследования.

2) Отсутствие в автореферате поясняющих рисунков объяснимо, однако затрудняет выполнить оценку качества получаемых исследований.

4. Зайдес Семен Азикович, заслуженный работник высшей школы РФ, д.т.н., профессор, профессор кафедры материаловедения, сварочных и

аддитивных технологий профессор ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск.

Замечания:

1) На рис. 1 выбирает для расчетов участки кривых, которые приближены к прямым линиям, что ведет к исключению информации для некоторых глубин прошивки отверстий.

2) Автор утверждает, что эрозионно-химическая обработка отверстий обеспечивает меньшую шероховатость поверхности по сравнению с чисто эрозионной обработкой, но доказательство этого сравнения в автореферате не представлены.

3) На мой взгляд, первые два слова в названии диссертации излишние.

5. Макаров Владимир Федорович, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ), г. Пермь.

Замечания:

1) В автореферате приведен значительный объем значимых и нужных материалов, отражающих показатели оценки технологических параметров комбинированной обработки в различных рабочих средах с управляемыми физическими параметрами, однако весьма схематично обоснованы предельные граничные значения эксплуатационных характеристик, полученных с использованием новых составов для высоконагруженных изделий, свойственных для авиакосмической отрасли.

2) В автореферате показаны некоторые результаты усталостных испытаний материалов в разработанных рабочих средах, но отсутствует информация о сравнительных испытаниях с альтернативными вариантами КМО в рабочих средами других составов.

6. Зверовщиков Александр Евгеньевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроения» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.

Замечания:

1) В автореферате не раскрыта общая методология выбора свойств рабочих сред, отсутствуют количественные критерии, обосновывающие выбор свойств и агрегатного состояния среды.

2) Из автореферата не ясно, какой алгоритм выполнения исследований и каким образом в нем задействован искусственный интеллект.

7. Михайлов Александр Николаевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО Донецкий национальный технический университет «ДонНТУ», г. Донецк.

Замечания:

1) При оценке личного вклада соискателя вызывает недоумение п. 1, где утверждается, что приоритет части методов защищен патентами соискателя, но не показано к решению каких задач относятся эти методы и как они реализуются в машиностроении.

2) Результаты обсуждения материалов обхватывает более 6 лет, хотя достаточно было указать сведения за последние 1-2 года, которые наиболее полно раскрывают содержание работы.

3) Целесообразно обобщить и развить содержание диссертации в форме монографии. Это представляет интерес не только для отраслевого машиностроения, но и смежных отраслей промышленности.

8. Крпоткина Елена Юрьевна, д.т.н., доцент, профессор кафедры высокоэффективных технологий и обработки ФГАОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва.

Замечание:

В автореферате не приведены экспериментальные подтверждения обеспечения заданного качества обработанных деталей и производительности обработки в зависимости от режимов и условий применяемых комбинированных методов обработки.

9. Волков Дмитрий Иванович, д.т.н., профессор, профессор кафедры инновационного машиностроения ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет» им. П.А. Соловьева», г. Рыбинск, Ярославская обл.

Замечания:

1) В первой главе следовало затронуть исследования по комбинированной обработке в вакууме с применением лучевого воздействия, в том числе ионизирующего излучений. Такой материал перспективен для выполнения работ на спутниках и в космосе. Видимо соискателю целесообразно продолжить научную работу в таком направлении.

2) В главе 3, при построении математической модели на базе теории конфликта и математического аппарата векторного анализа не представлено примера пошаговых вычислений с реальными достигнутыми и перспективными технологическими параметрами. Такой материал частично представлен в приложении, но он не вошел в автореферат. Следовало в автореферате на это сослаться.

3) Среди показанных рабочих сред не были рассмотрены все известные и созданные с участием соискателя перспективные с точки зрения достижений физики твердого тела и материаловедения вещества, такие как коллоидные

растворы на основе этиленгликоля с диспергированными в нем наночастицами углеродных нанотрубок или фуллеренов.

10. Дружков Станислав Сергеевич, к.т.н., ведущий специалист акционерного общества «Новые инструментальные решения», г. Рыбинск, Ярославская обл.

Замечания:

1) Для оценки технологичности и выбора перспективных рабочих средств КМО требуется детальный технико-экономический анализ целесообразности их применения, в представленной работе он отсутствует.

2) В автореферате недостаточно полно раскрывается объем экспериментальных подтверждений для назначения перспективных рабочих сред КМО.

11. Чигиринский Юлий Львович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград.

Замечания:

– содержательного характера:

1. В качестве объекта исследования (стр. 4) автор заявляет «методологию создания оптимальных режимов и подбора рабочих сред...» и, здесь же, «Интегрированные технологические процессы, основанные...» – в связи с этим несколько вопросов:

– в работе действительно рассматриваются два различных объекта исследования? Или имеет место опечатка, и «Интегрированные технологические процессы, основанные...» – это предмет исследования?

– оптимальные режимы именно «создаются»? Не рассчитываются?

– какое содержание автор вкладывает в понятие «методология» в данном контексте?

2. Какое содержание автор вкладывает в понятие «надежность результатов исследования» (стр. 5 автореферата).

3. В автореферате на стр. 11 подробно описана последовательность действий по принятию ускоренного решения. В чем состоят существенные отличия представленной автором методики от статического метода экспертных оценок (метода ранговой корреляции)?

– редакционного характера:

4. Четвертая задача исследования (стр. 4) сформулирована на совсем корректно – в начало фразы следовало бы вынести собственно задачу: «создание рабочих сред, адаптированных...», и только потом указать методологическую основу решения задачи: «...на базе количественной оценки...»;

5. В тексте автореферата не объяснены условные обозначения «М» и «К» в центре матриц (1) входных требований и приемлемых решений (стр. 10).

12. Янюшкин Александр Сергеевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары.

Замечания:

1. Из автореферата не совсем понятно, какие конкретно методы электроабразивной обработки реализованы на практике, не показаны схемы, режимные параметры, другие альтернативные способы и условия обработки, важные для внедрения полученных результатов диссертационного исследования.

2. В работе отсутствует детальное технико-экономическое обоснование целесообразности использования комбинированного электроабразивного инструмента взамен аналогичного (например, алмазных кругов на металлических связках). В частности, при анализе вариантов обработки следовало бы учесть стоимость инструмента, затраты на его правку, расход инструмента, возможность получения увеличенного ресурса изделия при электроабразивной обработке и др.

Все отзывы положительные.

Замечания носят рекомендательный характер.

По замечаниям соискателем даны исчерпывающие ответы и пояснения.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки, известными исследованиями в комбинированных методах обработки, созданием новых рабочих сред и наличием публикаций в соответствующей сфере науки, а также их согласием.

Выбор ведущей организации обоснован ее широкой известностью своими достижениями в авиакосмическом машиностроении, в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки наукоемких изделий машиностроения и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также согласием Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» АО «Научно-производственное объединение «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» являющейся головным в стране исполнителем Госзаказов в области электрических методов обработки и их реализацией на предприятиях ракетно-космической отрасли машиностроения. Направление научно-исследовательской деятельности АО НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева, соответствует теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Выполнен комплекс теоретических и прикладных исследований по обоснованию возможностей и расширению области использования комбинированных методов обработки в рабочих средах с управляемыми физическими и химическими параметрами;

Доказана возможность создания на базе системы отработки технологичности новых методов и средств технологического оснащения преимущественно для перспективных комбинированных видов обработки. Приоритет части методов защищен патентами соискателя, а результаты внедрены в производство.

Выполнен анализ известных и создаваемых рабочих сред для комбинированных методов, обеспечивающих требуемые технико-экономические показатели процессов обработки.

Раскрыт механизм действия технологических параметров, включая научно обоснованный выбор и создание эффективных рабочих сред постоянного и переменного агрегатного состояния, на построение системы качественной и количественной оперативной оценки приоритетов выбора методов и средств изготовления создаваемой и модернизируемой наукоемкой техники по уровню технологичности, включающей производственную составляющую.

Создана теоретически обоснованная доказательная база для регламентации выбора эффективных средств обработки с использованием рабочих сред с обоснованными физико-химическими характеристиками и критериальной базы для качественной и количественной оценки уровня предпочтительного варианта их серийного производства по критерию полезности, позволяющего планировать загрузку, резервы и средства для содержания и развития специального отечественного машиностроения.

Обоснована возможность сокращения количества вариантов выбора технологических методов и средств, включающих рабочие среды, определяющих получение заданных и требуемых в перспективе эксплуатационных показателей с обеспечением по критерию технологичности заданного и перспективного уровня эксплуатационных показателей качества создаваемого или модернизируемого изделия при минимизации сроков запуска в серийное производство и затрат средств на освоение изделий, удовлетворяющих требования заказчика.

Показаны пути управления предельным сокращением возможности использования и стоимости импортных составляющих продукции и средств технологического оснащения для промышленного производства, что отвечает государственным интересам по импортозамещению наукоемкой продукции отечественного машиностроения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Установлены объективные закономерности физического и математического взаимодействия между физическим состоянием рабочих сред и уровнем их воздействия на технологические показатели комбинированных процессов.

Проведены теоретические исследования по расширению зоны использования в области производственной технологичности и участие в ее внедрении в отраслевое и общее машиностроение, позволившее достичь выпуска отечественной продукции повышенного качества.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики:

Создана система моделирования процессов, требуемых для оценки технологичности на этапе разработки нового и модернизации используемых изделий при минимальном количестве повторных испытаний вариантов образцов или опытных изделий.

Разработана методика ускорения темпов освоения новой продукции на этапе ее разработки, испытаний запуска в серийное производство, в том числе при запросах со стороны оборонных отраслей машиностроения.

Обоснованы перспективы исследований по расширению области использования и создания комбинированных технологических процессов с эффективными рабочими средами при более полной реализации их физических и химических возможностей.

Раскрыты пути регулирования физического теплового воздействия на рабочую среду от предварительного нагрева места обработки в пределах стабильного состояния агрегатного состояния среды, что открыло возможность полнее использовать накопленную базу знаний в исследуемой области, повысить качество наукоемкой продукции, в несколько раз увеличить производительность комбинированных методов обработки. Так при прошивке фасонных отверстий в фильтрах из жаропрочных сплавов при оптимальной комбинации нескольких физических и химических воздействий в начале операции скорость подачи инструмента возрастает с 2-3 мм/мин при традиционной обработке до 20-30 мм/мин, а за счет сокращения времени анодного процесса и величины подтравливания в 2-3 раза достигнуто повышение производительности операции, снижена величина погрешностей по контуру и глубине канала, получена высота микронеровностей менее $R_a = 1,6-3,2$ мкм при допуске в регламентирующей документации – 6,3 мкм.

Оценка достоверности результатов исследования обусловлена тем, что:

1. Теоретические и прикладные исследования процесса и разработка технологии комбинированных методов обработки проводилась в традиционных и

вновь создаваемых рабочих средах с постоянным и переменным управляемым физическим и химическим состоянием.

2. Исследования выполнялись с использованием современной аттестованной научной, в том числе вычислительной, базы, а также оригинальной, разработанной автором по собственным патентам, экспериментальной и опытно-промышленной техники при многократном дублировании результатов.

3. Обоснование выбора методов и средств обработки выполнялась по численным оценкам уровня технологичности с учетом результатов ранее выполненных исследований научных школ России и зарубежья, в том числе с использованием материалов соискателя.

4. Оценка достоверности проводилась по степени сходимости с результатами публикаций других ученых, а также сведениями о производстве объектов при запуске изделий в серийное производство, что обеспечило высокую достоверность полученных результатов, значительная часть которых внедрена в производство и вошла в расчетные программы, частично приведенные в приложении к диссертации.

5. Для экспериментальных исследований использовано специально изготовленное оборудование, применены современные методики и средства их реализации, обеспечивающие воспроизводимость результатов исследований в различных условиях.

6. Теоретические результаты получены с использованием физических законов, положенных в основу научных гипотез, приведенных в работе.

Личный вклад соискателя состоит в:

– **личном участии** в решении всех поставленных задач для достижения цели работы и получения результатов, имеющих научную и практическую значимость для обеспечения существенного вклада в развитие технологической науки в машиностроении;

– **теоретическом обосновании и реализации** результатов применения новых методов комбинированной обработки с использованием перспективных рабочих сред, часть которых выполнена с участием соискателя на уровне изобретений и внедрена в производство на предприятиях авиакосмического машиностроения и в станкостроении;

– **методическом обеспечении** при проектировании комбинированных технологических процессов, освоенных в производстве при выпуске высоконагруженных деталей высокого качества различной сложности и габаритов;

– **научном обосновании правомерности результатов работы**, что обеспечило высокую сходимость показателей теоретических и

экспериментальных исследований (в диапазоне $\pm 5\%$), свидетельствующих об адекватности предложенных расчетных зависимостей и их приемлемости для практического применения;

– **использовании** современных методик сбора и обработки информации.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

На заседании 30 октября 2025 г. диссертационный совет 24.2.286.06 принял **решение**: за исследования по оптимизации режимов и эксплуатационных показателей комбинированных методов обработки труднообрабатываемых металлических материалов путем выбора состава и управления процессом за счет использования эффективных рабочих сред с переменными физическими свойствами присудить Извекову Александру Андреевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.5.5., участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета
д.т.н., профессор

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент



Кириллов
Олег Николаевич

Мандрыкин
Андрей Владимирович

30 октября 2025 года