

Заключение диссертационного совета 31.1.002.01, созданного на базе федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ), Российская Федерация, по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «15» января 2026 г. № 2

О присуждении Евгенову Александру Геннадьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Научные основы структурообразования в процессе селективного лазерного сплавления порошковых композиций жаропрочных никелевых и интерметаллидных сплавов для деталей газотурбинных двигателей и установок» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите «09» октября 2025 г. (протокол заседания № 19) диссертационным советом 31.1.002.01, созданным на базе федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 17, приказ Минобрнауки России от 24.10.2022 г. № 1363/нк «О выдаче разрешения на создание совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе федерального государственного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Соискатель Евгенов Александр Геннадьевич, 05 ноября 1977 года рождения, в 2000 г. окончил МАТИ – Российский Государственный Технологический Университет им. К.Э. Циолковского по специальности «Материаловедение и технология новых материалов».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Новый деформируемый износо- и коррозионностойкий сплав на Ni–Cu основе для деталей трения топливной аппаратуры ГТД» Евгенов А.Г. защитил в 2006 году в диссертационном совете, созданном на базе федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» по научной специальности 05.02.01 – «Материаловедение (машиностроение)» (решение № 4/29-а от 22 июня 2006 г.). Решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации № 33к/29 от 15.09.2006 г. Евгенову А.Г. выдан диплом кандидата технических наук ДКН № 003542.

Евгенов Александр Геннадьевич в период подготовки диссертации работал в НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ в должности начальника лаборатории, ведущего научного сотрудника и начальника сектора лаборатории № 616 «Порошковая металлургия и аддитивное производство».

Диссертация выполнена в лаборатории № 616 «Порошковая металлургия и аддитивное производство» научно-исследовательского отделения «Технологии порошковой металлургии, аддитивного производства, сварки, защитных и специальных высокотемпературных покрытий» федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация.

Научный консультант – доктор технических наук, Петрушин Николай Васильевич, главный научный сотрудник лаборатории № 603 «Жаропрочные сплавы на никелевой основе» федерального государственного унитарного

предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация.

Официальные оппоненты:

- Логачева Алла Игоревна, доктор технических наук, начальник отделения «Металлических материалов и металлургических технологий» акционерного общества «Композит»;

- Ботвина Людмила Рафаиловна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» Российской академии наук;

- Магеррамова Любовь Александровна, доктор технических наук, начальник сектора федерального автономного учреждения «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова», Государственный научный центр Российской Федерации,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой СМ12 «Технологии ракетно-космического машиностроения», доктором технических наук, профессором Галиновским Андреем Леонидовичем и утвержденном проректором по науке и цифровому развитию, доктором экономических наук Дрогозовом Павлом Анатольевичем, указала, что в работе Евгенова Александра Геннадьевича решены важные актуальные и перспективные задачи:

1. Для разработки отечественных жаропрочных материалов автором разработана физическая модель формирования тонкой структуры ванны расплава в процессе СЛС на базе сформулированного механизма стохастической бинаризации кристаллографической ориентировки

кристаллитов. Предложенная модель вполне адекватно с позиций единых закономерностей объясняет обострение и нивелирование текстуры, изменение в процессе термической обработки размеров зерен в зависимости от исходных технологических параметров процесса СЛС, а также специфическое изменение уровня внутренних напряжений.

2. Автором установлено, что величина подводимой энергии, необходимой для получения плотного металла, обусловлена не легированием сплава, в частности содержанием тугоплавких элементов, а температурами плавления металлопорошковой композиции (солидус и ликвидус). Выявленная закономерность изложена в виде регрессионного уравнения, позволяющего рассчитать необходимую плотность энергии с вполне приемлемой на практике точностью.

3. Впервые сформулированы механизмы и закономерности загрязнения оборотных порошков и деградации синтезированных материалов. Установлена связь уровня загрязнения оборотных порошков с интенсивностью кипения ванны расплава при экспонировании сечений по различным режимам, что позволило сформулировать методику прогнозирования загрязнения оборотного порошка газовыми примесями. Научно обоснованы механизмы перекрестного и накопительного загрязнения, приводящие к деградации синтезированного металла при использовании оборотных порошков.

4. Разработана гамма отечественных жаропрочных материалов, включая жаростойкие ВЖ159-ПС и ЭП648-ПС с температурой эксплуатации до 1000 °С и ВЖ171-ПС с рабочей температурой до 1200 °С; литейные ВЖЛ12У и ЖС6К и интерметаллидные ВКНА25Р, ВКНА4УР, ВКНА1В. Разработанные материалы применены для изготовления синтезированных деталей и заготовок для опытных и серийных изделий ведущих КБ авиационной отрасли (АО «ОДК-Авиадвигатель», ПАО «ОДК-ПМ», АО «ОДК-Климов»).

5. Впервые в отечественной практике на основе многолетних исследований выполнена классификация дефектов синтезированного материала, получаемого методом СЛС, реализованная в виде классификатора дефектов, содержащего описание дефектов, их кодификацию, вероятные причины возникновения и типичные изображения, полученные различными методами разрушающего и неразрушающего контроля.

В диссертационной работе А.Г. Евгенова на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, имеющая важное народнохозяйственное значение. Представлены новые научно обоснованные механизмы, методики, технологические решения, на базе которых созданы новые жаропрочные материалы на основе никеля и интерметаллида Ni_3Al для технологического процесса селективного лазерного сплавления.

Разработанные технологии, материалы, методики и большой объем нормативной документации внедрены на предприятиях авиационного двигателестроения, для производства деталей горячего тракта газотурбинных двигателей и газотурбинных установок, обеспечивая тем самым развитие экономики страны и повышение ее обороноспособности.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней (утверждено Правительством Российской Федерации от 24.09.2013 № 842), а ее автор, Евгений Александр Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.6.17. Материаловедение.

Соискатель имеет более 150 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 28 работ в рецензируемых научных изданиях и 3 патента Российской Федерации.

В опубликованных работах содержатся основные научные и практические результаты, изложенные в диссертационной работе соискателя. Все работы выполнены в соавторстве, личный вклад соискателя состоит в определении направлений исследований, постановке задач, обобщении и систематизации результатов экспериментальных исследований, разработке

научных основ структурообразования жаропрочных сплавов в процессе селективного лазерного сплавления, технологических процессов синтеза ресурсных деталей из жаропрочных свариваемых и литейных сплавов, разработке подходов к управлению текстурой синтезированных материалов, а также в разработке температурно-временных параметров термической и газостатической обработок синтезированных изделий; в непосредственном участии во внедрении разработанных технологий при освоении их производства, а также интерпретации полученных результатов, формулировке выводов, написании публикаций.

Наиболее значительные работы:

1. Евгенов А.Г., Шуртаков С.В., Галушка И.А. Универсальная концепция прогнозирования загрязнения оборотных порошков в процессе селективного лазерного сплавления // Заготовительные производства в машиностроении. 2024. Т. 22. № 5. С. 229-238.

2. Евгенов А.Г., Петрушин Н.В., Медведев П.Н., Галушка И.А., Шуртаков С.В. Влияние характеристических температур порошковой композиции и плотности подводимой энергии на структуру и внутренние напряжения жаропрочных сплавов на основе никеля и кобальта, полученных методом селективного лазерного сплавления. Часть 1 // Металловедение и термическая обработка металлов. 2023. № 11 (821). С. 41-59.

3. Евгенов А.Г., Петрушин Н.В., Медведев П.Н., Галушка И.А., Шуртаков С.В. Влияние характеристических температур порошковой композиции и плотности подводимой энергии на структуру и внутренние напряжения жаропрочных сплавов на основе никеля и кобальта, полученных методом селективного лазерного сплавления. Часть 2 // Металловедение и термическая обработка металлов. 2023. № 11 (821). С. 50-57.

4. Евгенов А.Г., Шуртаков С.В., Прагер С.М., Сборщиков А.А. Деградация синтезированного материала при циклическом использовании оборотных порошков в процессе СЛС. Часть 1: Пористость и

кратковременная прочность при нормальной температуре // Материаловедение. 2023. № 5. С. 35-47.

5. Евгенов А.Г., Шуртаков С.В., Прагер С.М., Сборщиков А.А. Деградация синтезированного материала при циклическом использовании оборотных порошков в процессе СЛС. Часть 2: Кратковременная прочность и длительная прочность при рабочих температурах, жаростойкость // Материаловедение. 2023. № 6. С. 33-46.

6. Каблов Е.Н., Евгенов А.Г., Петрушин Н.В., Шуртаков С.В., Зайцев Д.В. К вопросу о механизме формирования тонкой структуры трека в процессе селективного лазерного сплавления // Металловедение и термическая обработка металлов. 2023. № 2 (812). С. 44-55.

7. Евгенов А.Г., Шуртаков С.В., Рыжков П.В., Зайцев Д.В. Определение критерия оценки деградации структуры синтезированного материала в процессе селективного лазерного сплавления жаропрочных сплавов // Заготовительные производства в машиностроении. 2021. Т. 19. № 3. С. 134-144.

8. Каблов Е.Н., Евгенов А.Г., Мазалов И.С., Шуртаков С.В., Зайцев Д.В., Прагер С.М. Структура и свойства синтезированных методом селективного лазерного сплавления сплавов ЭП648 И ВЖ159 после имитационных отжигов // Материаловедение. 2020. № 6. С. 3-10.

9. Алёшин Н.П., Мурашов В.В., Евгенов А.Г., Григорьев М.В., Щипаков Н.А., Василенко С.А., Краснов И.С. Классификация дефектов металлических материалов, синтезированных методом селективного лазерного сплавления, и возможности методов неразрушающего контроля для их обнаружения // Дефектоскопия. 2016. № 1. С. 48-55.

В ходе выполнения диссертационной работы получены патенты на изобретения:

1. Интерметаллидный сплав на основе никеля и изделие, выполненное из него: патент № 2685926 С1 РФ / Каблов Е.Н., Базылева О.А., Аргинбаева

Э.Г., Шестаков А.В., Евгенов А.Г., Прагер С.М. Заявл. 14.11.2018. Оpubл. 23.04.2018.

2. Способ повышения плотности сложнопрофильных изделий из интерметаллидных сплавов на основе никеля, полученных аддитивными технологиями: патент № 2640117 С1 РФ / Е.Н. Каблов, А.Г. Евгенов, А.М. Рогалев, Н.В. Петрушин, О.А. Базылева, С.А. Суркова, В.А. Игнатов. Заявл. 26.12.2016. Оpubл. 26.12.2017.

3. Способ изготовления деталей послойным лазерным сплавлением металлических порошков жаропрочных сплавов на основе никеля: патент № 2623537 / Е.Н. Каблов, А.Г. Евгенов, А.М. Рогалев, С.А. Василенко, Н.А. Ходырев, Д.И. Сухов, С.В. Неруш. Заявл. 27.04.2022. Оpubл. 21.02.2023.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв на диссертацию ведущей организации – федеральное государственное бюджетное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет). Отзыв подписан заведующим кафедрой СМ12 «Технологии ракетно-космического машиностроения», доктором технических наук, профессором Галиновским Андреем Леонидовичем и утвержден проректором по науке и цифровому развитию, доктором экономических наук Дроговозом Павлом Анатольевичем. Отзыв подготовлен по результатам рассмотрения и обсуждения доклада по диссертационной работе А.Г. Евгенова на заседании кафедры СМ12 «Технологии ракетно-космического машиностроения», протокол № 04.63-04/4 от 11.11.2025 г. Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В диссертации нет анализа или рекомендаций по универсальности или, наоборот, локальности выявленных закономерностей структурообразования в процессе СЛС для применяемого оборудования. Будут ли они действовать при переходе на отличную от выбранной в работе платформы зарубежного или отечественного оборудования? Справедливы ли они при увеличении

габарита построения, температуры подогрева плиты построения, диапазона мощности лазера?;

- Глава 4, посвященная исследованию влиянию применения оборотных порошков на свойства и структуру синтезированного материала и описывающая сразу несколько методик исследований и прогнозирования, не содержит в конце понятных рекомендаций или выводов по допустимому количеству вовлечения оборотного порошка при печати деталей ГТД и ГТУ, которым и посвящена работа;
- До конца осталось не ясно, в чем состоит общность подходов диссертации, если экспериментальные исследования проводились на вполне конкретном технологическом оборудовании фирмы EOS. На сколько корректными будут результаты при использовании аддитивных установок других производителей?
- Вопрос того, как применять методические подходы, предложенные в диссертации, при переходе на другие сплавы остался не раскрыт. В частности, не ясно как в предложенной модели кристаллизации учтена вероятность возникновения дефектов, связанных с вязкостью расплава, который меняется от одного состава к другому;
- В работе исследовано влияние содержания газовых примесей порошка на качество формируемого материала, однако, кроме газовых примесей есть и другие критические важные параметры, в частности гранулометрические характеристики, сыпучесть. Хотелось бы разобраться были ли выявлены границы параметров порошков, нарушение которых делает невозможным получение качественного материала;
- В диссертации присутствуют опечатки и несогласованные предложения.

2. Отзыв на диссертацию официального оппонента - Магеррамовой Любови Александровны, доктора технических наук, начальника сектора федерального автономного учреждения «Центральный институт

авиационного моторостроения им. П.И. Баранова», Государственный научный центр Российской Федерации. Отзыв положительный.

Имеются замечания:

- В выражении (4.5), очевидно, неправильно указаны индексы, описывающие наименование подрежима: в описании формулы указан контур нижней поверхности, а в формуле фигурируют только индексы, соответствующие по таблице 4.1 контуру верхней поверхности (КВП);

- Оценка остаточных напряжений в синтезированном материале в разделе 2.3 проводилась рентгеновским методом $\sin^2\psi$. Таким образом, проводились исследования поверхностных напряжений, на которые оказывает влияние подготовка исследуемых поверхностей. Влияние стратегий сканирования на распределение остаточных напряжений может быть отличным от установленного при оценке напряжений в объеме материала;

- В формуле 2.4 вид коэффициента детерминации не соответствует обозначению;

- На рис.3.28 у литого сплава ЖС6К прочность выше, чем у СЛС(XY), что противоречит тексту под рисунком на стр. 145;

- В полученных результатах, в частности по механическим характеристикам разработанных материалов, не приведены данные по использованному количеству образцов для статистической обработки;

- Упомянуто (стр.153-154), что «разработанные технологические приемы (с массивными монокристаллическими вкладками) реализованы при синтезе заготовок рабочих лопаток из перспективного никелевого жаропрочного сплава». Хотелось бы получить подробную информацию о результатах изготовления, структуре и анализе этой детали;

- По результатам исследований направленного роста зерен, влияния монокристаллической подложки «затравки» и стратегий сканирования в привязке к КГО не сделан вывод о практической значимости полученных

результатов. Как полученные результаты исследований могут быть применены на практике и какой эффект позволяют достичь?

- В тексте работы имеются орфографические ошибки и опечатки, отсутствует описание некоторых сокращений;

- Расчетные значения механических характеристик (РЗХКП) при общей квалификации (паспортизации) порошковых материалов ВЖ159-ПС, ВЖ171-ПС, ЭП648-ПС получены при использовании оборудования EOS M290, EOS M400-4 и ConceptLaser M2. Можно ли говорить о том, что выбранный для каждой МПК энергетический вклад и другие параметры при 3D печати будет приводить к подобным результатам при использовании других моделей принтеров? Было бы целесообразным продолжить работу в части поиска способов привязки полученных результатов и выводов к другим используемым в авиационном двигателестроении современным принтерам, работающим по технологии СЛС.

Указанные замечания не снижают ценности работы, выполненной на высоком научно-техническом уровне.

3. Отзыв на диссертацию официального оппонента - Ботвиной Людмилы Рафаиловны, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» Российской академии наук. Отзыв положительный. Имеются замечания:

- В работе детально рассмотрены технологические аспекты изготовления аддитивных материалов, но не уделено внимания прочности по границам ванн расплава, хотя именно на этих границах зарождаются малые усталостные трещины, которые служат очагами финального разрушения при циклическом нагружении;

- Качество разработанных сплавов оценено в диссертации по результатам стандартных механических испытаний и температурных испытаний на длительную прочность и усталость. Учитывая, что

разработанные сплавы предназначены для деталей газотурбинных двигателей, была бы важной и оценка характеристик термоусталости.

Сделанные замечания, безусловно, не снижают актуальности, высокой научной и практической ценности работы.

4. Отзыв на диссертацию официального оппонента – Логачевой Аллы Игоревны, доктора технических наук, начальника отделения «Металлических материалов и металлургических технологий» акционерного общества «Композит». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Предложенная эмпирическая зависимость плотности энергии от температур солидус и ликвидус является ценным практическим результатом для исследованной группы сплавов. Однако для оценки ее универсальности необходимо явно указать границы применимости модели: диапазон технологических параметров (мощность, скорость, толщина слоя и т.д.), типа оборудования и характеристик порошка, для которых она валидирована;

2. Методика исследования загрязнения оборотных порошков на реальных деталях различной геометрии описана недостаточно для воспроизведения и независимой проверки результатов. В диссертации отсутствуют: эскизы или ключевые габариты деталей («Завихритель», «Лопатки» и др.), данные об их расположении и ориентации на платформе построения. Это не позволяет оценить корректность вывода о доминирующей роли протяженности контуров и поддержек. В связи с этим остается нераскрытым, проводилась ли оптимизация параметров поддержек для минимизации выбросов и насколько выявленные закономерности справедливы для сплавов с иной температурой плавления и склонностью к окислению;

3. Важные результаты о деградации свойств при высокой плотности заполнения платформы получены только для сплава ВЖ159-ПС. В работе не обсуждаются ограничения и переносимость этих выводов на другие исследованные материалы, где основной проблемой может быть не загрязнение, а трещинообразование. Также неясно, как на результат влияют

исходное качество порошка (уровень газовых примесей, наличие дефектов, технологические свойства) и возможные вариации технологических параметров в условиях серийного производства. Для формирования полной картины рекомендуется дать сравнительную оценку влияния плотности заполнения на разные группы разработанных материалов;

4. В работе представлена масштабная разработка целой гаммы синтезированных материалов (ВЖ159-ПС, ЭП648-ПС, ВЖ171-ПС, интерметаллидных и др.). Однако, отсутствует комплексный сравнительный анализ, который бы однозначно обосновывал бы целесообразность их применения вместо традиционных технологий (литье, обработка металла давлением). Главным образом по экономической эффективности всего цикла изготовления детали (от синтеза до финишной обработки) с учетом стоимости порошка и его деградации, операций удаления поддержек, ГИП и механической обработки (трудоемкости производства).

Указанные замечания не снижают ценности работы, выполненной на высоком научно-техническом уровне.

Отзывы на автореферат:

1. Акционерное общество «Объединенная двигателестроительная корпорация», подписан Заместителем генерального директора – генеральным конструктором АО «ОДК», доктором технических наук Шмотиным Юрием Николаевичем. Имеются замечания:

- На стр. 15 для подтверждения следующего предположения «снижение напряжений можно объяснить уменьшением межтрекового расстояния и усилением фрагментации трека...» напрашиваются изображения структуры металла, полученного при различном межтрековом расстоянии, которые в автореферате отсутствуют;

- На стр. 31 и в п.8 выводов по работе нет уточнения, что полученные данные относятся к жаропрочным сплавам на основе никеля. Механизм загрязнения на материалах другой основы (системы легирования), вероятно, будет аналогичным, а вот влияние на свойства синтезированного материала

будут отличаться. Например, оксид алюминия при синтезе алюминиевых сплавов может влиять и положительно на некоторые свойства и требует исследований.

2. Частное учреждение «Наука и инновации», подписан первым заместителем генерального директора, доктором технических наук, профессором Дубом Алексеем Владимировичем. Имеется замечание:

- Материал автореферата был бы более представительным, если бы автор привел более полные данные об оценке параметров тепловложения, таких как размер фокусного пятна и mv -фактор. Также не приведены данные о возможности переноса результатов для использования на принтерах других производителей, прежде всего отечественных.

3. «ОКБ им. А. Люльки» филиал публичного акционерного общества «ОДК-УМПО», подписан членом-корреспондентом РАН, генеральным конструктором – директором филиала Марчуковым Евгением Ювиальевичем. Имеются замечания:

- На рис. 11 приведены прямые полюсные фигуры, подтверждающие передачу КГО от закладного элемента синтезированному металлу, однако не указано, на какой высоте синтезированной заготовки получена ППФ. Сохраняется ли текстура на полную высоту образца, или исследована только стартовая зона, как показано ранее, на рис. 4?

- На стр. 29 при описании методики оценки зональности загрязнения сказано, что «методика позволяет оценить вклад в деградацию синтезированного материала и оборотных порошков двух основных факторов: перекрестного (взаимного загрязнения соседних экспонируемых сечений в пределах одного слоя – для первого старта) и накопительного (для всех последующих стартов) загрязнения», хотя из описания эксперимента можно понять, что для первого старта применялся свежий порошок, а, значит, перекрестное загрязнение в данном случае не относится к оборотным порошкам.

4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук», советника вице-президента РАН, аппарат руководства РАН, доктора технических наук, профессора Ковалева Игоря Евгеньевича. Имеются замечания:

- Описание содержания второй главы начинается со слов «посвящена исследованиям в части теории кристаллизации трека...», однако сам термин, не будучи общеупотребимым, не раскрывается. Понять, что речь идет о кристаллизованной ванне расплава можно лишь из логики дальнейшего изложения;

- В главе 2, в изложении анализа «условий формирования ячеистой структуры...» напрашивается более подробное объяснение физики процесса кристаллизации, т.к. это ключевой и фундаментальный вопрос всей работы, особенно, ввиду отсутствия упоминания современных исследований в части описания зависимости свободной энергии системы от поверхностей раздела расплав / кристалл и энергии образования и роста зародыша. Также не полностью раскрыт вопрос смачиваемости, особенно в контексте её изменения в зависимости от температуры системы жидкость / поверхность раздела / кристаллизованный металл. Можно рекомендовать эти направления как рекомендации для углубленного дальнейшего исследования соискателя.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», подписан заведующим кафедрой материаловедения и технологии материалов, доктором технических наук, доцентом Жеребцовым Сергеем Валерьевичем. Имеются замечания:

- Насколько статистически значимыми являются выводы по формированию ячеистой структуры? В целом следует отметить отсутствие ошибок экспериментальных данных, приведенных в автореферате;

- На стр. 23 указано, что для интерметаллидного ренийсодержащего сплава ВКНА25Р матрицей является γ' -фаза, в то время как для других

исследованных сплавов того же класса, напротив, матрицей является твердый раствор. Данный факт никак не объяснен;

- На стр. 24 указано, что интенсивная рекристаллизация для безуглеродистого сплава ВКНА25Р привела к интенсивному снижению длительной прочности, однако самих значений ни в тексте, ни в далее следующей таблице 7 не приводится. Само объяснение представляется не совсем корректным: не протекание рекристаллизации, а отсутствие в составе монокристаллического сплава элементов, упрочняющих границы зерен привело к снижению жаропрочности для данного материала.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт», подписан и.о. проректора по инновационной деятельности, доктором технических наук, профессором Равиковичем Юрием Александровичем.

Имеется замечание: большой объем исследований посвящен текстурным особенностям синтезированного металл, на основании которых предложена физическая модель кристаллизации ванны расплава, однако в работе отсутствуют исследования методом дифракции обратно-отраженных электронов (EBSD) – наиболее информативным методом в части определения кристаллографической ориентировки структурных составляющих

7. ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей имени И.В. Горынина НИЦ «Курчатовский институт», подписан начальником научно-исследовательского отделения «Наноматериалы и нанотехнологии», доктором технических наук Кузнецовым Павлом Алексеевичем. Имеются замечания:

- До конца непонятен выбор температур солидус и ликвидус для построения регрессионного уравнения. Ведь при взаимодействии лазерного излучения с веществом происходят различные процессы, но в целом это приводит к его нагреву, плавлению и даже испарению. Соответственно, в уравнениях процесса взаимодействия лазерного излучения с веществом

используются такие константы, как теплоемкость, теплопроводность, теплота плавления, теплота парообразования. Каким образом связаны и связаны ли эти константы с температурами солидус и ликвидус, которые определялись методом ДСК при непрерывном нагреве или охлаждении с фиксированной скоростью, которая существенно меньше скорости нагрева при лазерном воздействии;

- Остается непонятным, имеется ли возможность управлять в широком диапазоне кристаллической структурой синтезированного материала за счет варьирования режимами сканирования или в принципе может быть реализован какой-то узкий набор структур;

- Если основными продуктами загрязнения оборотного порошка являются окисленные пары металла и брызги расплава, то имеется ли связь между режимом сплавления порошка, его гранулометрическим составом и его загрязненностью?

8. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт проблем сверхпластичности металлов» Российской академии наук, подписан академиком РАН, научным руководителем Мулюковым Радиком Рафиковичем. Имеются замечания:

- При описании физической модели кристаллизации в п.5 стохастическая составляющая связывается автором с радиальным направлением теплоотвода, иными словами, рассматривается только поперечное сечение ванны расплава, в то время как передача КГО в продольном сечении (вдоль направления движения лазера) никак не описывается;

- Остаются вопросы по репрезентативности приводимых в таблице 1 данных по генерации внутренних напряжений с точки зрения всего объема металла, поскольку в самом тексте указывается, что исследовано плосконапряженное состояние металла.

9. Акционерное общество Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр им. М.В. Келдыша»,

подписан академиком, генеральным директором, доктором технических наук, профессором Кошляковым Владимиром Владимировичем.

10. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», подписан профессором кафедры «Сварочное производство, метрология и технология материалов», доктором технических наук Трушниковым Дмитрием Николаевичем.

11. Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет», подписан доцентом кафедры «Материалы, технологии и качество», кандидатом технических наук, доцентом Шафигуллиным Ленаром Нургалиевичем.

12. Филиал Акционерного общества «Объединенная двигателестроительная корпорация» «Научно-исследовательский институт технологии и организации производства двигателей», подписан начальником отдела конструкционных материалов и функциональных покрытий, доктором технических наук, профессором Абраимовым Николаем Васильевичем.

Имеются замечания:

- из автореферата неясно, в чем состоит причина отклонения от направления <001> на последующих слоях (стр. 12 автореферата)?

- не ясно также, какие ограничения накладывает применение технологии СЛС для изготовления деталей ГТД из жаропрочных никелевых сплавов?

- какова дисперсия пористости изделий, получаемых методом СЛС, из жаропрочных сплавов ВЖ159-Пс, ВЖ171-ПС, ЭП648-ПС, ВЖЛ12У, ВКНА25Р?

Все отзывы носят положительный характер. В отзывах отмечено, что диссертационная работа является завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой в области разработки жаропрочных материалов и технологий селективного лазерного сплавления. Работа соответствует требованиям и критериям «Положения о порядке присуждения

ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявленным к диссертациям на соискание степени доктора технических наук, а ее автор, Евгений Александр Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

- доктор технических наук, начальник отделения металлических материалов и металлургических технологий Акционерного общества «Композит» Логачева Алла Игоревна является признанным специалистом в области порошковой металлургии, аддитивных технологий и автором более 150 научных трудов. Под руководством и при непосредственном участии Логачевой А.И. выполнен колоссальный объем научно-исследовательских работ, в том числе в рамках Государственных контрактов, направленных на исследования и разработку материалов и технологий послойного лазерного синтеза и порошковой металлургии в части жаропрочных сплавов на никелевой и интерметаллидной основах;

- доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» Российской академии наук Ботвина Людмила Рафаиловна является признанным специалистом в области прочности, усталости и разрушения конструкционных материалов, в том числе, полученных методами послойного лазерного синтеза, и автором более 300 научных трудов. Под руководством и при непосредственном участии Ботвиной Л.Р. выполнен колоссальный объем научно-исследовательских работ в части фрактодиагностики, влияния зеренного строения, поверхностных и внутренних дефектов материалов на особенности разрушения;

- доктор технических наук, начальник сектора ФАУ «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова», ГНЦ РФ

Магеррамова Любовь Александровна, автор более 80 научных трудов, является одним из ведущих ученых в области исследования жаропрочных материалов, полученных методами послойного лазерного синтеза и гибридными технологиями. При непосредственном участии Магеррамовой Л.А. проведен большой объем научно-исследовательских работ, посвященных исследованию структуры и определению физико-механических свойств жаропрочных сплавов, в том числе на никелевой и интерметаллидной основах.

- Федеральное государственное бюджетное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) является одним из ведущих учебных заведений в России в области подготовки материаловедов и технологов для нужд авиационной, ракетно-космической и других отраслей промышленности.

Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники: учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 145 с.

2. Плакирование порошков карбида титана никелем для применения в порошковых проволоках / Н. В. Коберник, А. С. Панкратов, Ю. В. Андриянов, А. Л. Галиновский // Электromеталлургия. — 2025. — № 13. — С. 18-26.

3. Применение методов машинного обучения для оптимизации качества проводящей поверхности и проницаемости пористых структур, получаемых методом селективного лазерного плавления / А. Л. Галиновский, Д. А. Мартысюк, Е. Д. Каткова [и др.] // Все материалы. Энциклопедический справочник. — 2025. — № 8. — С. 35-42.

4. Применение селективного лазерного сплавления металлопорошковых композиций с управляемой капиллярно-пористой структурой / А. Л. Галиновский, А. В. Нисан, З. С. Терентьева, А. С. Филимонов // Материаловедение, формообразующие технологии и оборудование 2024 (ICMSSTE 2024): Материалы международной научно-практической конференции, Ялта, 28–31 мая 2024 года. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2024. – С. 93-98.

5. Шувалова, А. М. Исследование возможности применения технологии селективного лазерного спекания для изготовления аэродинамических моделей / А. М. Шувалова, А. С. Филимонов, А. Л. Галиновский // Вестник Московского авиационного института. – 2023. – Т. 30, № 2. – С. 46-50.

6. Сопоставительный анализ результатов гранулометрического анализа порошковых материалов производства ЕС и КНР, применяемых в технологии селективного лазерного плавления / А. Л. Галиновский, Д. А. Мартысюк, Е. Д. Каткова [и др.] // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2023. – № 7. – С. 20-26.

7. Романова-Большакова, И. К. Автоматизация процессов постобработки деталей и материалов, созданных с помощью технологии селективного лазерного спекания / И. К. Романова-Большакова, А. С. Филимонов, Н. М. Чернышов // Технологии разработки и отладки сложных технических систем: Сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26–27 октября 2021 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2022. – С. 281-291.

8. Исследование баз данных материалов для технологии селективного лазерного плавления / А. Л. Галиновский, А. С. Филимонов, Р. С. Рогалев [и др.] // Электрометаллургия. – 2022. – № 3. – С. 18-27

9. Анализ качества поверхности и внутренней структуры материала деталей ракетно-космической техники при использовании технологии селективного лазерного спекания / А. С. Филимонов, А. М. Шувалова, А. Л.

Галиновский, А. Н. Королёв // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства. Королёвские чтения 2022: XLVI Академические чтения по космонавтике, Москва, 25–28 января 2022 года. Том 4. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. – С. 209-211.

10. Влияние поверхности углеродного материала на порообразование при его окислении / Б. В. Пешнев, В. Х. Нгуен, Н. Н. Гаврилова [и др.] // Химия твердого топлива. – 2022. – № 1. – С. 43-48.

11. Ультразвуковая диагностика структурно-анизотропных особенностей деталей, изготовленных методом селективного лазерного плавления / А. А. Барзов, А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, А. С. Филимонов // Электromеталлургия. – 2021. – № 2. – С. 13-21.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана физическая модель формирования тонкой структуры ванны расплава в процессе селективного лазерного сплавления,

предложен механизм стохастической бинаризации кристаллографической ориентации ячеек при кристаллизации ванны расплава. Механизм позволяет удовлетворительно объяснить формирование специфических текстур, увеличение фрагментированности структуры, вызванное изменением стратегий штриховки и межтрекового расстояния. Действие механизма связано с передачей кристаллографической ориентировки ячеек осями первого или второго порядка, строго в зависимости от ориентировки предыдущего слоя при совпадении с радиальным направлением теплоотвода,

доказано, что формирование ячеистой структуры ванны расплава связано с концентрационным переохлаждением. Установлено, что все формирующие трек ячейки образуются по эпитаксиальному механизму, а

само формирование столбчатых ячеек при сверхбыстрой кристаллизации становится энергетически единственно возможным,

введена терминология, описывающая процессы перекрестного и накопительного загрязнения синтезированного металла и оборотных порошков в процессе селективного лазерного сплавления.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

выявлена корреляционная связь необходимой плотности энергии экспонирования, обеспечивающая получение материала с уровнем пористости менее 0,1%, с температурами солидус и ликвидус порошковой композиции;

использован комплекс методов исследования структуры и элементного состава синтезированных материалов с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ, в том числе ПЭМ высокого разрешения), растровой электронной микроскопии (РЭМ) и оптической микроскопии с соответствующими детекторами и программным обеспечением, а также рентгеноструктурного анализа для исследования кристаллографических текстур посредством построения прямых полюсных фигур;

изложено обоснование взаимосвязи плотности подводимой энергии отдельных составляющих комплексного режима экспонирования с изменением интенсивности загрязнения газовыми примесями оборотных порошков. Показано, что деградация оборотных порошков объясняется накоплением окисленных продуктов кипения ванны расплава: металлического конденсата и скрапин, соответствующих по размерам основному рабочему диапазону частиц применяемых порошков;

раскрыты два основных механизма перекрестного загрязнения синтезированного металла: загрязнение экспонируемых сечений металлическим конденсатом, приводящее к интенсивной деградации границ зерен, и загрязнение микронными и субмикронными частицами оксидов

глобулярной и неправильной формы, вызывающих снижение циклической прочности и высокотемпературной пластичности металла;

изучены особенности окисления продуктов кипения ванны расплава в процессе СЛС и сформулирована универсальная концепция прогнозирования загрязнения оборотных металлических порошков газовыми примесями. Концепция позволяет рассчитать увеличение содержания газовых примесей в оборотном порошке по завершении технологического процесса, независимо от количества деталей на плите построения и сложности их геометрии;

проведена адаптация известных серийных жаропрочных свариваемых материалов на никелевой основе применительно к технологии селективного лазерного сплавления, включая оптимизацию химического состава, режимов термической (газостатической) обработки для обеспечения в синтезированных материалах ВЖ159-ПС, ЭП648-ПС, ВЖ171-ПС оптимального комплекса механических характеристик.

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

разработаны и внедрены в опытное и серийные аддитивные производства предприятий НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ, АО «ОДК-Авиадвигатель», АО «ЦАТ» технологические процессы селективного лазерного сплавления жаропрочных сплавов на никелевой (ВЖ159-ПС, ЭП648-ПС, ВЖ171-ПС, ЖС6К, ВЖЛ12У) и интерметаллидной (ВКНА25Р, ВИН5) основах, в том числе, термической, газостатической обработки и постобработки изделий;

определены критерии оценки деградации механических характеристик жаропрочных сплавов при циклическом использовании оборотных порошков, включая реализуемые в любом опытном или серийном производстве испытания на растяжение при максимальной рабочей температуре материала;

разработаны основные нормативные документы для внедрения аддитивных технологий в опытное и серийно производство, включая: ГОСТ

Р «Аддитивные технологии. Изделия из жаростойких сплавов на основе никеля, изготовленные методом селективного лазерного сплавления. Общие технические условия», единые технические условия ТУ08.289 «Заготовки фасонные, полученные методом селективного лазерного сплавления. Технические условия», Руководящий технический материал (РТМ08.184) «Классификатор дефектов заготовок деталей, изготовленных методом селективного лазерного сплавления», устанавливающий единую систему классификации и кодирования дефектов по их характерным признакам и причинам их появления для деталей, изготовленных методом СЛС, Технологическая инструкция (ТИ 1.595-16-1541-2021) «Метод оценки изменения механических свойств и пористости синтезированного материала в зависимости от цикличности использования металлопорошковых композиций, а также разработано и выпущено 12 технологических рекомендаций, 5 технологических инструкций на процессы СЛС, ГИП и термической обработки; 1 паспорт и 3 дополнения к паспортам на синтезированные материалы;

разработана методика эмпирического определения коэффициентов загрязнения оборотных порошков для каждой из составляющих комплексного режима экспонирования, имеющих различия по плотности подводимой энергии, с целью прогнозирования деградации оборотных порошков в условиях опытного и серийного производства; разработаны специальные конструкции образцов для имитации реального загрязнения в процессе СЛС, позволяющие оценить зональность изменения содержания газовых примесей в оборотном порошке, структурных изменений, уровня механических свойств синтезированного металла, для любого сплава при обеспечении идентичности условий загрязнения на протяжении всего процесса синтеза.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ и общей квалификации синтезированных материалов испытания на кратковременную, длительную

прочность, ползучесть, многоцикловую усталость на базе $N=2 \cdot 10^7$ циклов и малоцикловую усталость на базе $N=1 \cdot 10^4$ циклов выполнялись в соответствии с действующими ГОСТ. Определение химического состава шихтовых заготовок, металлпорошковых композиций и синтезированного металла, включая анализ газовых примесей, проводили на современном аналитическом оборудовании методами атомно-эмиссионного анализа с индуктивно-связанной плазмой, оптико-эмиссионной спектрометрии, анализа содержания газов по гостированным методикам и методическим материалам, разработанным НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ;

теоретические выкладки в части кристаллизации ванны расплава (трека), **построенные** на базе классических представлений о затвердевании металлических расплавов на базе концентрационного переохлаждения, хорошо согласуется с данными, получаемыми при литье деталей методами равноосной и направленной кристаллизации (монокристаллического литья);

идея базируется на анализе данных по микроструктурным, текстурным исследованиям синтезированных методом СЛС материалов, приведенных в зарубежных изданиях, индексируемых в базах данных WoS и Scopus;

использованы сравнение и сопоставление авторских данных с данными отечественных и зарубежных исследователей в части влияния скоростей охлаждения на величину дендритного параметра (размера ячейки), морфологии ячеистой структуры, закономерностей микроликвационных процессов в литых и быстрозакристаллизованных материалах;

установлено качественное совпадение авторских данных с результатами отечественных и зарубежных исследователей в части закономерностей изменения морфологии ячеистой структуры, передачи кристаллографической ориентировки ячеек, особенностей микроликвации по телу ячеек и осям дендритов в тенкодендритной структуре, формирования зеренной структуры и протекания процессов рекристаллизации для жаропрочных материалов различных классов;

использованы апробированные методики пробоподготовки для исследования текстурных особенностей синтезированных материалов методом построения прямых полюсных фигур, анализа остаточных напряжений методом $\sin^2\psi$, определения локального химического состава структурных составляющих методом микрорентгеноспектрального анализа при исследовании методами растровой и просвечивающей электронной микроскопии.

Личный вклад соискателя состоит в анализе зарубежных и отечественных наработок по теме диссертации, постановке и научном обосновании задач исследований, создании методик и технологических приемов проведения экспериментов при исследовании природы ячеистой структуры кристаллизованной ванны расплава, особенностей формирования текстур, сути и механизмов загрязнения оборотных порошков в процессе СЛС, установлении причин снижения характеристики синтезированного материала при циклическом использовании оборотных порошков, разработке комплексных технологических процессов для жаростойких и жаропрочных никелевых и интерметаллидных сплавов, включая СЛС, термическую и газостатическую обработки, их внедрение в рамках опытного и серийного производства, подготовку и выпуск основных нормативных документов для применения синтезированных материалов при изготовлении деталей авиационных двигателей и наземных газотурбинных установок, в том числе, ГОСТ Р, технические условия, технологические рекомендации, технологические инструкции, паспорта и дополнения к паспортам на синтезированные материалы, непосредственном выполнении исследований и проведении анализа полученных данных, теоретическом обобщении, описании выявленных механизмов и закономерностей, подготовке научных публикаций, докладов на конференциях и патентов.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны критические замечания:

1. В работе приведены данные по общей квалификации материалов, а что на счет перехода уже к конструктивно подобным элементам и работам в части специальной квалификации полученных аддитивным способом сплавов? Есть ли проблемы при переходе от исследованных круглых образцов к плоским, при исследовании конкретно детали?
2. В части терминологии представляется неправильным использование термина экспозиция применительно к движущемуся с заданной скоростью лазерному лучу.
3. В докладе не было сказано о дисперсности применяемых порошковых материалов, как определяли оптимальный диапазон частиц для использования в процессе СЛС?
4. В работе показано получение металлических материалов аддитивными технологиями с небольшой остаточной пористостью, а возможно ли создание пористых материалов на основе металлических или полимерных порошков с контролируемой пористостью?
5. Исследования в диссертации приведены к конкретным параметрам лазера и сканаторных систем зарубежного оборудования. Могут ли эти параметры (диаметр фокального пятна лазера, скорость отклонения луча, обеспечиваемая сканаторной системой) служить требованиями к разработке отечественного аддитивного оборудования? И есть ли в России оборудование, сопоставимое по характеристикам с передовым зарубежным?

Соискатель Евгенов А.Г. согласился с замечаниями и на задаваемые ему в ходе заседания вопросы привел собственную аргументацию:

В части специальной квалификации: проблема соотнесения свойств, полученных на заготовках массивного сечения и тонкостенных элементах или плоских образцах существует, поскольку для определенных наклонов поверхности алгоритмы формирования поверхностей могут оказывать превалирующий вклад над алгоритмом основного металла. Эти работы, как и формирование подходов к специальной квалификации, находятся в

начальной стадии, они упомянуты в диссертации, нами выпущены две статьи по исследованию снижения механических характеристик тонкостенных и полых образцов, однако это большая работа, требующая разработки специальных методик и набора большого объема статически.

1. Терминология в данном направлении находится в стадии становления. В работе термин «экспонирование» применяется аналогично фотографии, для измерения времени воздействия только не светового, а теплового источника на заполняемое сечение. Поскольку фокальное пятно лазера движется, использован термин скорость экспонирования.
2. В части применяемых материалов: все использованные в работе порошки получали в производстве ФГУП «ВИАМ», все они имели дисперсность 10-63 мкм. Распределение внутри этого диапазона – по Гауссу. Выбор диапазона был обусловлен максимизацией выхода годного в части порошкового производства и оптимизацией условий нанесения, поскольку применение только тонкодисперсных порошков приводит к агломерации и нарушению равномерности слоя при нанесении, а укрупнение – к снижению плотности упаковки частиц, обеспечиваемое присутствием дисперсной фракции.
3. Получение пористых материалов как с замкнутой, так и с сообщающейся пористостью по технологии СЛС теоретически возможно. Задачей настоящей работы была скорее борьба с пористостью, а не ее контролируемое присутствие, поэтому таких работ не проводилось. В части полимерных материалов, в технологии селективного лазерного спекания материалы изначально получается пористым, и насколько я знаю, тот же полиамид требует применения пропиток для продления ресурса деталей.
4. В части отечественных аналогов использованного зарубежного оборудования можно сказать, что проблемой является разработка этого оборудования коллективами без сопровождения материаловедов, поэтому отечественное оборудование находится, на наш взгляд, до сих пор в

неудовлетворительном состоянии. В части конкретных использованных параметров оборудования: они использованы для сообщения металлу определенной тепловой инерции, управления временем кристаллизации ванны расплава. Технически использованная платформа оборудования с лазером в 400 Вт, фокальным пятном в 80 мкм и сканатором со скоростью отклонения луча порядка 7 м/с является наиболее универсально. На нее вполне можно ориентироваться и в качестве технических требований для отечественной платформы оборудования.

Соискатель указал, что все высказанные замечания будут учтены в дальнейшей научной работе.

В диссертационной работе все заимствованные источники представлены со ссылками на авторов или источник.

На заседании «15» января 2026 г. диссертационный совет принял решение о том, что диссертация Евгенова Александра Геннадьевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора технических наук, и за разработку научных основ структурообразования в процессе селективного лазерного сплавления металлопорошковых композиций жаропрочных сплавов, заключающихся в развитии теории сверхбыстрой кристаллизации расплавов, выявлении закономерностей влияния технологических параметров процесса селективного лазерного сплавления на зернёное строение, структуру и фазовый состав, позволивших разработать ряд материалов и технологических процессов послойного лазерного синтеза ресурсных деталей, внедрённых в производство перспективных авиационных двигателей ПД-14, ПД-35 и др., принял решение присудить Евгенову А.Г. степень доктора технических наук по научной специальности 2.6.17 «Материаловедение».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора технических наук по специальности 2.6.17. – «Материаловедение», участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

д.т.н.

Антипов

Владислав Валерьевич

подпись

фамилия, имя, отчество
(полностью)

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.т.н.



Горбовец

Михаил Александрович

подпись

фамилия, имя, отчество
(полностью)

Дата оформления заключения: «15» января 2026 г.