

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.410.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12.02.2026 г. № 1

О присуждении Ларионовой Ольге Евгеньевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Вязкопластическое деформирование диска из жаропрочного никелевого сплава в процессе изотермической раскатки» по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела принята к защите 01 декабря 2025 года (протокол заседания № 10) диссертационным советом 24.2.410.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 170026, Тверская область, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22, приказ Минобрнауки России № 28/нк от 23 января 2024 года.

Соискатель Ларионова Ольга Евгеньевна, 05 февраля 1998 года рождения. В 2022 году соискатель окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)». Обучается в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2025 году. Работает инженером I категории

в акционерном обществе «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» государственной корпорации «Роскосмос».

Диссертация выполнена на кафедре «Техническая механика и компьютерное моделирование» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор Бондарь Валентин Степанович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», кафедра «Техническая механика и компьютерное моделирование», профессор.

Официальные оппоненты:

1. Гаврюшин Сергей Сергеевич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)», кафедра «Компьютерные системы автоматизации производства», заведующий кафедрой;

2. Темис Юрий Моисеевич – доктор технических наук, профессор, федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова», административный отдел, советник генерального директора по образовательной деятельности;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Матвиенко Юрием Григорьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим отделом «Прочность, живучесть и безопасность машин» и утвержденным исполняющим обязанности

директора, доктором технических наук, Рагуткиным Александром Викторовичем, указала, что диссертационная работа Ларионовой Ольги Евгеньевны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на современном научно-техническом уровне разработана новая модель вязкопластического деформирования жаропрочных никелевых сплавов, учитывающая влияние скорости деформации на процессы сложного знакопеременного деформирования жаропрочных сплавов в процессе раскатки, внедренная в программный комплекс, основанный на методе конечных элементов.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работ.

Среди них 1 статья опубликована в рецензируемом издании ВАК при Минобрнауки России, 2 статьи опубликованы в журналах, входящем в базу данных Scopus и 1 статья в издании, индексируемом в базе Web of Science. Общий объем опубликованных работ составляет 2,88 печатных листов, авторский вклад – 1,98 печатных листов. В опубликованных работах рассмотрены теоретические и практические исследования процесса изотермической раскатки заготовки диска в условиях повышенных температур, больших пластических деформаций и нелокализованных участков деформирования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ларионова О.Е. Метод и результаты расчета процесса изотермической раскатки диска // Авиационные двигатели. 2025, №2. С. 67–76. (0,63 п.л. / авт. 0,63 п.л).

2. Бондарь В.С., Фомин Д.Ю., Ларионова О.Е. Юдинцева А.И. Моделирование процесса раскатки // Проблемы прочности и пластичности. – 2023, т. 85, № 4. С. 500–509. (0,63 п.л. / авт. 0,44 п.л);

3. Абашев Д.Р., Бондарь В. С., Диковицкий П.О., Морозов С.В., Ларионова О.Е. Вязкопластическое деформирование гранулированного

никелевого сплава при высоких температура // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2024, №1. С. 13–20. (0,5 п.л. / авт. 0,25 п.л).

4. Abashev D.R., Bondar V.S., Dikovitskyi P.O., Morozov S.V., Larionova O.E. High-temperature deformation of a granulated nickel alloy // High temperature. 2023, Vol. 61. P. 814–817. (0,25 п.л. / авт. 0,13 п.л).

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», подписанный доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой математического моделирование систем и процессов, заслуженным деятелем науки РФ Трусовым Петром Валентиновичем. Замечания: 1) В обзоре отсутствует даже упоминание об интенсивно развивающемся классе конститутивных моделей материалов, основанном на введении внутренних переменных и физически-ориентированных теориях упругопластичности. 2) Не ясно, как на данных, полученных в опытах на одноосное нагружение, можно строить определяющие соотношения для описания сложного трехмерного нагружения. 3) Представляется необходимым в работах по МДТТ приводить полную постановку краевой задачи (в данном случае - термоупруговязкопластичности). При этом следует детально рассмотреть формулировку и алгоритм реализации контактных граничных условий. 4) Стр. 11 . Особое внимание следует уделять обоснованию применимости геометрически нелинейных определяющих соотношений (ОС), поскольку в настоящее время не существует общепринятых способов разложения движения на квазитвердое и деформационное, необходимого для построения таких ОС. При формулировке соотношений в компонентах тензоров необходимо вначале определить систему отсчета и систему координат, в терминах которых определены эти компоненты. Основное определяющее соотношение (1) не удовлетворяет требованию независимости от выбора

системы отсчета (скорость изменения тензора напряжений Коши не является индифферентной величиной). В случае больших градиентов перемещений аддитивное разложение тензора скорости деформаций следует заменить на мультипликативное разложение градиента места.

2. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», подписанный доктором физико-математических наук, профессором ВШ «Механика и процессы управления» Семеновым Артемом Семеновичем. Замечания: 1) Уравнения (1), (19) и (33) соответствуют случаю малых деформаций (неучет мультипликативности разложения градиента деформаций на упругую и пластическую составляющие, неиспользование гиперупругого потенциала, отсутствие коротационных производных в формулировках в скоростях), что требует некоторой коррекции для описания процессов раскатки в условиях больших деформациях (деформации достигают 70% на рис. 13 и 14). 2) В автореферате отсутствуют результаты проверки термодинамической состоятельности предлагаемого варианта теории вязкопластичности при сложном непропорциональном нагружении, а также указание количества необходимых констант материала (числа базовых опытов) и ограничений по диапазонам их изменения. 3) На рис. 16 показано поле накопленной вязкопластической деформации, однако из подписи к рисунку неясно, о какой именно компоненте тензора деформаций или его эквивалентной скалярной мере (интенсивности, параметре Одквиста) идет речь.

3. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», подписанный доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры «Прикладные программные средства и математические методы» Земсковым Андреем Владимировичем. Замечания: 1) Графики и надписи на некоторых рисунках очень мелкие, например, надписи у градиентных шкал на рисунках 11, 15-19 читаются с трудом. 2) Тот факт, что «модель внедрена в конечно-элементный расчетный комплекс» относится только к теоретической и практической

значимости работы и не относится к научной новизне работы. 3) На стр. 12 написано: «Для идентификации материальных параметров разработан метод, основанный на анализе диаграмм деформирования при растяжении или сжатии образцов». Однако в тексте автореферата сам метод не описан. Каким образом анализируются диаграммы - не ясно.

4. АО «Композит», подписанный кандидатом технических наук, главным специалистом Синельниковым Сергеем Ивановичем. Замечаний и вопросов к диссертанту нет.

5. Научно-исследовательский институт механики ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова», подписанный доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории динамических испытаний Пшеничным Сергеем Геннадиевичем. Замечания: 1) При описании содержания пятой главы диссертации в автореферате следовало бы явно указать значения геометрических размеров диска. 2) В автореферате хорошо было бы уделить внимание обсуждению условий на контакте роликов и диска, использующихся при расчетах.

6. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», подписанный доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры теории упругости механико-математического факультета Завойчинской Элеонорой Борисовной. Замечания: 1) Величины скоростей деформаций приводятся в обратных минутах, а не в обратных секундах, как общепринято, что не удобно для анализа экспериментальных результатов. 2) Отмечается, что в расчетах используются истинные напряжения и логарифмические меры деформации. При этом не указывается, в каких напряжениях, деформациях и скоростях деформаций приводятся опытные данные. 3) На Рис. 13 представлены компоненты деформаций в эйлеровом пространстве, почему-то не приводится сдвиговая деформация между радиальным и осевым направлениями. Такое изображение не позволяет визуально представить процесс деформирования при конечных деформациях. В теории процессов

А.А. Ильюшина при конечных деформациях изображение процесса принято строить в полярном репере. На рис. 14 выбраны разные масштабы осей, что дает искаженное представление о внутренней геометрии процесса деформирования. 4) Первый пункт основных результатов постулируется таким образом: «Проведены экспериментальные исследования конструкционных материалов в условиях высоких температур с различными постоянными и переменными скоростями деформации, результаты которых позволили выявить особенности процесса деформирования материала диска в процессе изотермической раскатки». По автореферату осталось непонятным, представлены ли в диссертации экспериментальные данные при переменном нагружении с различными скоростями деформирования при высоких температурах и их соответствие результатам расчетов по рассматриваемой модели. Во втором пункте результатов диссертации отмечается, что представлена модель, «позволяющая учитывать влияние повторного нагружения с различной скоростью при высоких температурах» - результатов анализа этого влияния в автореферате не приводится. 5) Во введении стоит отметить работы ученых, занимающихся исследованиями развитого пластического деформирования, например, известной школы академика Панина В.Е., Трусова П.В. с коллегами и др.

7. Институт математики, механики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет», подписанный заслуженным деятелем науки РФ, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой теории упругости Ватульяном Александром Ованесовичем. Замечания: 1) На с. 9 автореферата указано, что экспериментальные результаты дают возможность сделать вывод о том, что параметры материала в зависимости от скорости деформации можно аппроксимировать степенной функцией, однако ни способ оценки показателя степени, ни его значение в автореферате не приведены. 2) На рис.9-10 автореферата приведены диаграммы деформирования исследуемых образцов стали при изменении скорости деформации (растущий и убывающий

законы). При этом в окрестности значения 0.1 на обоих рисунках имеется участок немонотонности. Из автореферата неясно, с чем это связано. 3) На с. 19 приведены основные результаты работы, по п. 4 имеется вопрос - какие именно расчетные и экспериментальные данные подвергались сравнению.

8. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», подписанный доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры высшей математики и механики Помыткиным Сергеем Павловичем. Замечания: 1) В процессе изотермической раскатки диска при повышенных температурах возникают большие пластические деформации, наличие которых автор диссертации видит, но пытается учесть это размером радиуса поверхности текучести и координатами её центра. Это, по-видимому, требует более чёткого теоретического обоснования и оценки возможных погрешностей. 2) В соотношениях (3) и (4) имеется несоответствие размерностей, входящих в формулы составляющих. 3) В соотношениях (1) и (8) применено одинаковое обозначение λ для двух различных математических объектов. 4) Информация о базовых экспериментах в автореферате представлена достаточно скупо. В модели автора не менее 10 параметров, среди которых, например, такой как $C_0(\xi)$ - весьма трудоемкий для «настройки». Хотелось бы точно знать, сколько и каких опытов необходимо для полной идентификации авторской модели вязкопластичности.

Все отзывы положительные, отмечается актуальность темы диссертационной работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость. На все замечания даны квалифицированные ответы, представленные в стенограмме.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием п. 22 и п. 24 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в текущей редакции), а также их известностью в научной среде по механике деформируемого твердого тела,

наличием значительного числа опубликованных научных работ, соответствующих тематике диссертационного исследования соискателя, что позволяет им квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертационной работы Ларионовой Ольги Евгеньевны.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана модель поведения материала, учитывающая влияние сложного знакопеременного нагружения, наличия больших пластических деформаций и скорости деформации в условиях повышенных температур на процесс деформирования;

- предложен метод внедрения разработанной модели вязкопластичности в конечно-элементный расчетный комплекс;

- доказана необходимость использования модели вязкопластичности, основанной на теории течения при комбинированном упрочнении, учитывающей особенности сложного знакопеременного характера нагружения и влияние скорости деформации на процесс деформирования материала, для достоверного моделирования процесса раскатки диска;

- введены соотношения, связывающие параметры процесса деформирования материала со скоростью деформирования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказана возможность моделирования процесса изотермического пластического формообразования и оценки геометрических характеристик получаемой заготовки диска с помощью модели, основанной на теории течения;

- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы экспериментальный подход к получению характеристик материала и численные методы расчета напряженно-деформированного состояния;

- изложены основные положения теории изотермической вязкопластичности и модели, учитывающей особенности сложного знакопеременного нагружения и влияние скорости деформации на процесс деформирования;

- раскрыты особенности внедрения модели вязкопластичности в конечно-элементный программный комплекс, включая проблему попадания точки напряженного состояния на поверхность нагружения при численном решении уравнений модели вязкопластичности;

- изучены связи механических характеристик материала со скоростью деформации в условиях повышенных температур;

- проведена модернизация линеаризованных уравнений модели вязкопластичности при численном решении для обеспечения нахождения точки напряженного состояния на поверхности нагружения, показана необходимость вычислять приращение накопленной вязкопластической деформации с учетом выполнения равенства интенсивности активных напряжений и размера поверхности нагружения в конце расчетного шага.

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

- разработан и внедрен в расчетную практику отдела «Обработки металлов давлением и разработки нового технологического оборудования» АО «ОДК» «НИИД» метод внедрения модели вязкопластичности в современные конечно-элементные программные комплексы, позволяющие моделировать процессы изотермической раскатки, (степень внедрения 100 %);

- определены материальные функции сплавов ВВ751П, ЭП741НП и 12Х18Н10Т, позволяющие проводить расчет процесса изотермического формообразования заготовок из этих материалов;

- создана модель изотермической вязкопластичности, учитывающая особенности сложного знакопеременного нагружения и влияние скорости деформации на процесс деформирования;

– представлены предложения по дальнейшему совершенствованию метода внедрения модели вязкопластичности в технологический процесс изготовления дисков газотурбинных двигателей, которые в совокупности с современными подходами к оценке структуры материала позволят выбрать наиболее оптимальные режимы изотермической раскатки для получения заданных характеристик дисков газотурбинных двигателей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– теоретические исследования построены на общеизвестной теории течения при комбинированном упрочнении и теории неупругости В.С. Бондаря и хорошо согласуются с опубликованными экспериментальными работами по теме диссертации;

– идея исследования заключается в сопоставлении геометрических характеристик диска, полученных путем экспериментальной изотермической раскатки и геометрических характеристик диска, полученных в результате расчета;

– экспериментальные исследования проведены в соответствии с государственными отраслевыми стандартами, установлено качественное и количественное совпадение результатов моделирования процесса деформирования образцов с экспериментальными результатами.

Личный вклад соискателя состоит в проведении экспериментальных исследований; обработке и анализе результатов экспериментальных исследований; разработке модели изотермической вязкопластичности; разработке метода идентификации материальных функций для разработанной модели вязкопластичности; внедрении модели вязкопластичности в расчетный комплекс, основанный на методе конечных элементов; моделировании процесса раскатки диска из жаропрочного никелевого сплава и сравнении полученных результатов с геометрическими характеристиками диска, полученными в результате экспериментальной раскатки; непосредственном участии на всех этапах работы над диссертацией; личном участии в апробации результатов исследования; подготовке основных публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания: доктор технических наук, профессор Измайлов В.В. отметил, что необходимо учитывать статистическую погрешность при обработке экспериментальных данных.

Соискатель Ларионова О.Е. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы, согласилась с большинством замечаний в отзывах на автореферат, оппонентов и ведущей организации и привела собственную аргументацию при ответе на остальные замечания.

На заседании 12 февраля 2026 г. диссертационный совет принял решение за разработку модели деформирования материала и метода внедрения её в программный комплекс, основанный на методе конечных элементов, позволяющих моделировать процесс изотермической раскати дисков газотурбинных двигателей с высокой точностью, имеющую существенное значение для развития страны, авиационного двигателестроения и вычислительной механики деформируемого твердого тела, присудить Ларионовой Ольге Евгеньевне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела (технические науки), участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя

диссертационного совета 24.2.410.03

Гультияев Вадим Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.2.410.03

Алексеев Андрей Алексеевич

13 февраля 2026 г.