

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
и инновациям

Е. В. Строганова

29 мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**  
**Б3.В.01(Н) НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И**  
**ПОДГОТОВКА НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**  
**(ДИССЕРТАЦИИ) НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**  
**КАНДИДАТА НАУК**

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Направленность 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения очная

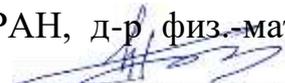
Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Краснодар 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), приказ № 866 от 30 июля 2014 г.

Программу составил(и):

зав. кафедрой математического моделирования, академик РАН, д-р физ.-мат. наук, проф. Бабешко В.А.



---

подпись

профессор кафедры прикладной математики, д-р физ.-мат. наук, проф. Глушков Е.В



---

подпись

Рабочая программа научных исследований утверждена на заседании кафедры математического моделирования протокол № 12 «20» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования Бабешко В.А.



---

подпись

Рабочая программа научных исследований утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 8 «22» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики Уртенев М.Х.



---

подпись

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры Звягинцева Н.Ю.

---

подпись

## **1. Цели и задачи подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук**

### **1.1 Цели подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук**

**Цель выполнения научных исследований** – проведение научно-исследовательской работы на уровне, соответствующем диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук и освоение компетенций, соответствующих квалификации «Исследователь».

#### **1.1 Задачи научных исследований**

##### **Задачи:**

1. Применение освоенных компетенций при осуществлении научных исследований в области механики деформируемого твердого тела.
2. Проведение анализа состояния вопроса тематики исследований в предметной области.
3. Выполнение теоретических исследований.
4. Разработка методик экспериментальных исследований.
5. Проведение экспериментальных исследований.
6. Обработка и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований.
7. Прикладная реализация и апробация результатов научных исследований.

### **1.3. Место подготовки научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук в структуре ООП ВО**

Научно-исследовательская деятельность и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук включает знакомство с деятельностью научных направлений кафедр математического моделирования, прикладной математики и Института математики, механики и информатики НИЧ, концентрирующегося в подразделениях университета на современной материально-технической базе с высокотехнологичным оборудованием и современной вычислительной техникой, с целью ее комплексного использования. Основная составляющая представляет углубленное изучение методов научных исследований, соответствующих профилю избранной темы диссертации.

Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук аспиранта составляет вариативную часть Блока 3 учебного плана Научные исследования. В соответствии с учебным планом научные исследования аспиранта проводятся на 1–4 годах обучения. Логически и содержательно-методически научные исследования закрепляют компетенции, расши-

ряют и углубляют теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплин вариативной части Блока 1.

В ходе выполнения научных исследований у аспирантов формируется мотивация к профессиональной деятельности, связанной с научной работой в области механики деформируемого твердого тела и преподавательской работой по направлению математика и механика. Знания и навыки, полученные аспирантами при проведении исследований реализуются в написание научной квалификационной работы – диссертации по специальности 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

#### **1.4 Способы и формы проведения научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук**

**Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук аспирантов осуществляется в следующих формах:**

- выполнение заданий в соответствии с программой научных исследований и утвержденным индивидуальным планом работы аспиранта;
- участие в научно-исследовательских проектах, выполняемых кафедрой в рамках научно-исследовательских программ, грантов;
- участие в научных грантах, семинарах, круглых столах (по тематике исследования) и др.;
- выступление на научных конференциях различного уровня;
- подготовка тезисов докладов, научных статей и рефератов, аналитических обзоров, эссе и др.

#### **1.5. Перечень планируемых результатов обучения при проведении научных исследований, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук аспирант овладеть следующими компетенциями:

**УК-1:** готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

**УК-2:** способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

**УК-3:** готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

**УК-4:** готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

**УК-5:** способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;

**ОПК-1:** способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

**ПК-1:** способностью к комплексному анализу результатов научно-исследовательских работ и грамотному использованию на практике основных принципов, концепций и методов механики деформируемого твердого тела на уровне современного развития науки, техники и технологий;

**ПК-2:** готовностью к созданию и исследованию новых математических моделей процессов и явлений, постановке профессиональных задач в области научно-исследовательской и практической деятельности, развитию и совершенствованию методов их решения на базе современных достижений в области механики деформируемого твердого тела.

### **Расшифровка компетенций в соответствии с картой компетенций основной образовательной программы:**

#### **Знать:**

– методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач (**Шифр: З (УК-1) – 1**);

– особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах (**Шифр: З (УК-3) – 1**);

– современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в **Шифр: З (ОПК-1) – 1**;

– состояние вопроса в исследуемой области, нерешенные актуальные задачи и перспективные способы их решения **Шифр: З (ОПК-1) – 2**;

– основные понятия, теории и концепции современных областей фундаментальной математики, информатики, механики и физики, теоретические представления современной механики деформируемого твердого тела, в частности механики структурированных сред и композиционных материалов. (**Шифр З (ПК-1-1)**);

– нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР (**Шифр З (ПК-2)-1**);

– требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях (**Шифр З (ПК-2)-2**).

### **Уметь:**

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов **(Шифр: (УК-1) -1)**;
- следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач **(Шифр: (УК-3) -1)**;
- осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом **(Шифр: У (УК-3) – 2)**;
- следовать основным нормам общения, принятым в научном сообществе, на государственном и иностранном языках **(Шифр: У (УК-4) -1)**;
- формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей **(Шифр: У (УК-5) – 1)**;
- осуществлять личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом **(Шифр: У (УК-5) – 2)**;
- выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования **(Шифр: У(ОПК-1)-1)**;
- ориентироваться в современных методах и подходах, применяемых для изучения рассматриваемых процессов и явлений, составить аналитический обзор современных научных работ по теме исследования, в том числе зарубежных **(Шифр: У(ПК-1)-1)**;
- использовать и совершенствовать методы и программное обеспечение для расчета исследуемых характеристик объектов и процессов на базе современных достижений в области механики, прикладной математики и ИТ **(Шифр: У(ПК-2)-1)**;
- систематизировать методы фундаментальных наук и их достижения в решении прикладных задач, эффективно адаптировать, совершенствовать и развивать существующие методы применительно к решаемым проблемам **(Шифр: У(ПК-2)-2)**.
- готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области механики деформируемого твердого тела **(Шифр: У(ПК-2)-2)**;
- представлять результаты научных исследований (в т. ч., диссертационной работы) академическому и бизнес сообществу в виде: публикаций в рецензируемых научных изданиях, отчетов НИР, и пр. **(Шифр: У(ПК-2)-3)**.

## **Владеть:**

- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (**Шифр: В (УК-1)-1**);
- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (**Шифр: В (УК-1)-2**);
- технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований (**Шифр: В (УК-2)-2**);
- навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т. ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах (**Шифр: В (УК-3)-1**);
- технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач (**Шифр: В (УК-3)-3**);
- навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках (**Шифр: В (УК-4) -1**);
- навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках (**Шифр: В (УК-4) -2**);
- различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках (**Шифр: В (УК-4) -3**);
- приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач (**Шифр: В (УК-5) - 1**);
- способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития (**Шифр: В (УК-5) – 2**);
- навыками работы с информацией из различных источников для решения профессиональных задач; основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации. (**Шифр: В (ОПК-1) – 1**);
- навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов (**Шифр: В (ОПК-1) -2**);
- навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности (**Шифр: В (ОПК-1) -3**);
- навыками применения классических и современных концепций, гипотез и методов механики деформируемого твердого тела и их практической реализации для исследуемых моделей на уровне современного развития науки, техники и технологий (**Шифр: В (ПК-1)-1**);
- современными методами математического и компьютерного моделирования, навыками построения новых моделей и применения программного

обеспечения для расчета исследуемых характеристик объектов и процессов (Шифр: В (ПК-2)-1);

– профессионального участия в научных дискуссиях, формулировки выводов и рекомендаций по результатам НИР по профилю Механика деформируемого твердого тела (Шифр: В (ПК-2)-1).

## 2. Структура и содержание научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

### 2.1 Объем научных исследований и их продолжительность по курсам

Объем научных исследований и их продолжительность по курсам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Общая трудоемкость, ЗЕ/час	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
186/6696	54/1944	42/1512	48/1728	42/1512

### 2.2 Содержание научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

Основные виды работ и варианты отчетной документации представлены в таблице 2.

Таблица 2

Виды и содержание работ	Отчётная документация
Ознакомление с организационно-управленческой структурой НИР подразделения (кафедры, лаборатории, НИИ), с основными направлениями её научной деятельности	Характеристика НИР кафедры, лаборатории, её материально-технической базы
Обзор основных направлений научной деятельности кафедры по данным НИР	Реферативный обзор
Ознакомление с деятельностью специализированных советов (предварительная экспертиза, координационный совет или по защите диссертаций)	Отчёт о присутствии
Составление библиографии по теме диссертации	Картотека литературных источников по теме магистерской диссертации, рецензия на одну статью
Ознакомление с научными методиками, технологией их применения, способами об-	Картотека научных методик (в соответствии с ООП ППО)

работки получаемых эмпирических данных и их интерпретации	
Участие в проведении научных исследований по программе НИР подразделения (кафедры, лаборатории, НИИ)	Заключение кафедры
Проведение исследования по теме диссертации	Результаты в описательном и иллюстративном оформлении с их интерпретацией
Написание научных статей по теме диссертации	Отзыв руководителя в характеристике. Копии статей
Выступления на научных конференциях (международных, Всероссийских, региональных) по теме научного исследования	Текст научного доклада, наглядные материалы и положительная оценка за участие в дискуссии

Кроме того, по подготовке научно-квалификационной работы предполагается осуществить:

– **Составление плана подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук аспиранта.** Литературный обзор по теме научного исследования. Практическая часть исследований. Теоретическая часть исследований.

– **Обзор и анализ информации по теме исследования.** Виды информации (обзорная, справочная, реферативная, релевантная). Виды изданий (статьи в реферируемых журналах, монографии и учебники, государственные отраслевые стандарты, отчеты НИР, теоретические и технические публикации, патентная информация). Методы поиска литературы (использование библиотечных каталогов и указателей, реферативные журналы, автоматизированные средства поиска, просмотр периодической литературы).

– **Постановка цели и задач исследования.** Объект и предмет исследования. Определение главной цели. Деление главной цели на подцели 1-го и 2-го уровня. Определение задач исследования в соответствии с поставленными целями. Построение дерева целей и задач для определения необходимых требований и ограничений (временных, материальных, энергетических, информационных и др.).

– **Методики проведения компьютерного моделирования и/или экспериментальных исследований.** Критерии оценки эффективности исследуемого объекта (способа, процесса, устройства). Параметры, контролируемые при исследованиях. Оборудование, аппаратура, оснастка, математическое обеспечение. Условия и порядок проведения компьютерного моделирования и/или опытов. Математическое планирование вычислительных экспериментов. Обработка результатов исследований и их анализ.

– **Проведение теоретических и экспериментальных исследований.** Этапы проведения вычислительного эксперимента. Методы познания (сравнения, анализ, синтез, абстрагирование, аналогия, обобщение, системный подход, моделирование). Методы теоретического исследования (идеализация, формализация, аксиоматический метод, математическая гипотеза и др.)

– **Формулирование научной новизны и практической значимости.**

– **Обработка экспериментальных данных.** Способы обработки данных исследования. Графический способ. Аналитический способ. Статистическая обработка результатов измерений.

– **Оформление заявки на участие в гранте.** Виды грантов. Структура заявки на участие в грантах. Описание проекта (используемая методология, материалы и методы исследований; перечень мероприятий, необходимых для достижения поставленных целей; план и технология выполнения каждого мероприятия; условия, в которых будет выполняться проект; механизм реализации проекта в целом) ожидаемых результатов (научный, педагогический или иной выход проекта; публикации, которые будут сделаны в ходе выполнения проекта; возможность использования результатов проекта в других организациях, университетах, на местном и федеральном уровнях; краткосрочные и долгосрочные перспективы от использования результатов.), имеющегося научного задела.

– **Подготовка научной публикации.** Тезисы докладов. Статья в журнале. Диссертация. Автореферат. Монография. Структура тезисов доклада, статьи, диссертации, автореферата, монографии. Выступления с докладами на научных конференциях, симпозиумах, собраниях. Публичная защита диссертации.

– **Разработка рекомендаций по интеграции результатов научных исследований в образовательный процесс.**

### **3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

#### **3.1 Формы отчетности по подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук**

Контроль за формирование требуемых компетенций проводится в виде собеседования с руководителем.

Аспирант обязан посещать еженедельный научно-методический семинар (кафедры математического моделирования, прикладной математики и/или ИММИ НИЧ) и выступить с докладом по результатам исследования не реже 2 раз в год.

Аттестация аспиранта проводится в соответствии с графиком два раза в год. Проводится оценка выполнения индивидуального плана аспиранта.

Аспирант пишет полугодовой и годовой отчеты по результатам научно-исследовательской работы, которые включают в себя общие сведения о целях и задачах, обоснование актуальности исследований, методах исследования, методике обработки и интерпретации экспериментальных результатов или результатов моделирования.

Защита отчетов происходит на заседаниях кафедры (математического моделирования или прикладной математики). После сообщения аспиранта и обсуждения его доклада кафедра оценивает работу аспиранта и рекомендует

Ученому Совету факультета аттестовать за первое полугодие, условно аттестовать или не аттестовать аспиранта, а за годовой отчет – аттестовать или не аттестовать с указанием о переводе аспиранта на следующий курс обучения (при аттестации) или отчислением аспиранта.

### 3.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

#### 3.2.1 Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые этапы НИР	Шифр контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	1 год обучения	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4 УК-5, ОПК-1, ПК-1	Отчет за 1 год (по полугодиям/семестрам); Доклад на научно-методическом семинаре кафедры математического моделирования и/или прикладной математики.
2.	2 год обучения	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4 УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2	Отчет за 2 год (по полугодиям/семестрам); Доклад на научно-методическом семинаре кафедры математического моделирования и/или прикладной математики (по полугодиям/семестрам); Доклад на научно-практической конференции; Статья в научном журнале списка ВАК/Scopus/Web of Science
3.	3 год обучения	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4 УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Отчет за 3 год (по полугодиям/семестрам); Доклад на научно-методическом семинаре кафедры математического моделирования и/или прикладной математики (по полугодиям/семестрам); Доклад на научно-практической конференции; Разработка предложений по внедрению результатов в учебный процесс; Статья в научном журнале списка ВАК/Scopus/Web of Science.

№ п/п	Контролируемые этапы НИР	Шифр контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
4.	4 год обучения	УК-2, УК-3, УК-4 УК-5, ОПК-1, ПК-2	Отчет за осенний семестр; Статья в научном журнале списка ВАК/Scopus/Web of Science; Доклад на научно-методическом семинаре кафедры математического моделирования, и/или прикладной математики по результатам выполнения работы и получение допуска к государственному экзамену; Предзащита диссертационной работы на госэкзамене.

### **3.2.2. Иные материалы для подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук**

По итогам научных исследований аспирант в конце каждого семестра представляет письменный отчет, доклад-презентацию на научно-методическом семинаре кафедры (математического моделирования и/или прикладной математики) ФКТиПМ, программы конференций, отчеты по результатам научных проектов, в которых аспирант принимал участие, тезисы докладов или текст доклада в трудах конференции, научные статьи, рекомендованные и вышедшие из печати.

### **3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

Ответственность за подготовку научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук аспиранта несет утвержденный ученым советом научный руководитель. Он оценивает научно-исследовательскую работу аспиранта, сформированные компетенции, своевременные подачи заявок на участие в конференциях, написание научных статей, качество предоставляемых письменных отчетов в конце каждого семестра.

Научный руководитель рекомендует аспиранта для выполнения заказных НИР кафедры в качестве исполнителя, помогает подавать заявки на грантовые поддержки научных исследований молодых ученых.

Аспирант два раза в год (в конце семестров) предоставляет отчет о выполненной работе. Результаты научных исследований докладываются на научно-методических семинарах кафедры, а отчет утверждается на заседании кафедры, которая рекомендует Ученому совету факультета аттестовать либо

условно аттестовать (в промежуточную аттестацию в конце осеннего семестра), а в конце весеннего семестра кафедра должна либо аттестовать с рекомендацией перевода аспиранта на следующий курс обучения, либо не аттестовать с последующим отчислением аспиранта. Окончательное решение принимает Совет факультета.

#### **4. Методическое и информационное обеспечение подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук**

##### **4.1 Перечень учебной литературы и ресурсов сети «интернет», необходимых для подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук аспирантов**

###### **Основная литература**

1. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований. М.: «Дашков и К», 2012. 244 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3934](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3934).
2. Кожухар В.М. Основы научных исследований. М.: «Дашков и К», 2012. 216 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3933](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3933).
3. Андреев Г.И. Основы научной работы и методология диссертационного исследования // Андреев Г.И., Барвиненко В.В., Вербя В.С., Тарасов А.К. М: «Финансы и статистика», 2012. 296 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=28348](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=28348).
4. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства. Издательство: "Лань", 2013. 224 с.

###### **Дополнительная литература**

1. Александров В.М. Аналитические методы в контактных задачах теории упругости / В.М. Александров, М.И. Чебаков. М.: Физматлит, 2004. 299 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48233>.
2. Бабешко В.А., Глушков Е.В., Зинченко Ж.Ф. Динамика неоднородных линейно-упругих сред. М.: Наука, 1989. 344 с.
3. Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М. Блочные элементы для тел различной формы. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2013. 63 с.
4. Бабешко В.А. Обобщенный метод факторизации в пространственных динамических смешанных задачах теории упругости. М.: Наука, 1984.

5. Багдоев А.Г. Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах / А.Г. Багдоев, В.И. Ерофеев, А.В. Шекоян. М.: Физматлит, 2009. 320 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2665>.

6. Ватульян А. О., Беляк О. А., Сухов Д. Ю., Явруян О. В. Обратные и некорректные задачи. Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011, 232 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241078>.

7. Ватульян, А.О. Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела. М.: Физматлит, 2007. 224 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59478>.

8. Ворович И.И., Александров В.М., Бабешко В.А. Неклассические смешанные задачи теории упругости. М.: Наука, 1974. 456 с.

9. Ворович И.И., Бабешко В.А., Пряхина О.Д. Динамика массивных тел и резонансные явления в деформируемых средах М.: Научный мир, 1999. 248 с.

10. Горшков А.Г. Волны в сплошных средах / А.Г. Горшков, А. Л. Медведовский, Л. Н. Рабинский, Д. В. Тарлаковский. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 467 с.

11. Горшков А.Г. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды. М.: Наука, 2000. 214 с.

12. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности. Учебник для вузов. М.: Физматлит, 2002. 416 с.

13. Ильюшин А.А. Пластичность: основы общей математической теории. - М: URSS, 2016. 271 с.

14. Ишлинский А.Ю. Математическая теория пластичности. М: Физматлит, 2003. 701 с.

15. Калинин В.В. Динамика поверхности неоднородных сред: монография / В.В. Калинин, Т.И. Белянкова. М.: Физматлит, 2009. 316 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59548>.

16. Левин, В.А. Избранные нелинейные задачи механики разрушения: учебное пособие / В.А. Левин, Е.М. Морозов, Ю.Г. Матвиенко. М.: Физматлит, 2004. 408 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59369>.

17. Механика контактных взаимодействий / С.М. Айзикович, В.М. Александров и др.; под ред. И.И. Воровича и В.М. Александрова. М.: Физматлит, 2001. 671 с.

18. Моделирование ударно-волновых процессов в упругопластических материалах на различных (атомный, мезо и термодинамический) структурных уровнях. М.; Ижевск: изд-во Института компьютерных исследований, 2014. 295 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468342>
19. Молотников, В.Я. Теория упругости и пластичности / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. СПб.: Лань, 2017. 532 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94741>.
20. Партон В.З. Механика разрушения: от теории к практике. М.: URSS, 2016. 239 с.
21. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения: Основы механики разрушения. М.: URSS, 2008. 349 с.
22. Попов В.Л. Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений. М.: Физматлит, 2013. 352 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59638>.
23. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов / В.А. Головнин, И.А. Каплунов, О.В. Малышкина и др. М.: Техносфера, 2013. 272 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233464>
24. Хлуднев А.М. Задачи теории упругости в негладких областях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 251 с.
25. Численное решение динамических задач упругопластического деформирования твердых тел / Г.В. Иванов, Ю.М. Волчков, И.О. Богульский и др. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2006. 349 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57178>.

#### **4.2 Периодические издания**

1. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика и механика. М: Изд-во МГУ, ISSN 0579-9368.
2. Доклады академии наук. Серии: Математика, Физика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0869-5652.
3. Известия РАН. Механика твердого тела. Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0572–3299.

4. Прикладная математика и механика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук Издательство "Наука", ISSN 0032–8235.

5. Journal of Applied Mechanics, ISSN 0021–8936.

6. Journal of Elasticity, ISSN 0374–3535.

7. Journal of Mechanics, ISSN 1727–7191.

### **4.3 Электронные ресурсы**

1. <http://www.sciencedirect.com/>

2. <http://www.scopus.com/>

3. <http://www.nature.com/siteindex/index.html>

4. <http://www.scirus.com>

5. <http://www.elibrary.ru/>

6. <http://iopscience.iop.org/>

7. <http://online.sagepub.com>

8. <http://scitation.aip.org>

9. <http://www.annualreviews.org/ebvc>

10. <http://www.uspto.gov/patft/>

## **5. Перечень информационных технологий, используемых при проведении НИР аспирантов, включая перечень программного обеспечения и информационных систем**

### **5.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Свободное программное обеспечение для программирования на языках высокого уровня.

2. Специализированные пакеты (MatLab, Maple, Comsol, Statistica).

3. Операционная система MS Windows, ОС Linux

4. Интегрированное офисное приложение MS Office.

5. Программное обеспечение для организации безопасного доступа в Интернет.

### **5.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. Электронная библиотечная система издательства «Лань» ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com))

2. Электронная библиотечная система «Университетская Библиотека онлайн» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))

3. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» ([www.znanium.com](http://www.znanium.com))

4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

## 6. Материально-техническая база, необходимая для проведения НИР аспирантов

	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506, 239А)
2.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
3.	Аудитория для проведения научных семинаров	Учебная мебель, переносное мультимедийное оборудование (133, А508, 239А)
4.	Аудитория для самостоятельной работы	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А 504, 102А)