

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южный федеральный университет»  
**Институт математики, механики и компьютерных наук  
им. И. И. Воровича**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института  
математики, механики и  
компьютерных наук  
им. И.И. Воровича  
Карякин М.И.



«23» декабря 2020 г.

**Программа государственной итоговой аттестации**

**Направление подготовки**

01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

**Направленности**

01.01.01 - «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»,

01.01.02 - «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела»

01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы»

05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

**Уровень высшего образования**

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ.

Форма обучения

**очная**

Программа утверждена на заседании Ученого совета Института математики,  
механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича  
Протокол № 11 от 23 декабря 2020 г.

Ростов-на-Дону  
2020 г.

## **Общие положения**

Государственная итоговая аттестация (далее – ГИА) завершает процесс освоения имеющих государственную аккредитацию программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Университета.

В соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и информатика» к формам ГИА относятся: подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, а также представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный план по соответствующим образовательным программам.

ГИА проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, соответствующих требованиям Федерального государственного образовательного стандарта.

### **Структура научного доклада и требования к содержанию**

Представление основных результатов выполненной научно-квалификационной работы (диссертации) по теме проводится в форме научного доклада. Научный доклад – это краткое изложение проведенных аспирантом научных исследований, основные идеи и выводы по диссертации, вклад автора в научное исследование, степень новизны и практическая значимость.

При выполнении научного доклада, аспиранты должны излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения, знать содержание специализированной литературы в предметной области, в том числе зарубежную информацию по теме работы, оценивать степень достоверности фактов, гипотез, выводов.

Научные исследования могут иметь исследовательский или прикладной характер. Научный доклад исследовательского характера направлен на разработку нового теоретического подхода к решению поставленной цели исследования и его проверку с помощью качественных или количественных методов исследования. Научный доклад прикладного характера направлен на решение практической задачи, стоящей перед конкретной организацией. Результаты научных исследований должны содержать решение задач, имеющих существенное значение для развития математики и механики, либо в нем должны быть изложены научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие значение для развития страны.

Новизна результатов может заключаться в разработке новых методических подходов к решению стандартных задач, или в адаптации существующих методик для решения нестандартных задач. Диссертации прикладного характера могут выполняться на основе заявки заинтересованной организации, внедрение полученных результатов в практическую деятельность должно подтверждаться справкой.

Научный доклад представляется в виде специально подготовленной рукописи, которая имеет следующую структуру: титульный лист (приложение 5); оглавление; введение, краткий обзор литературы по теме исследования; основная часть, заключение, список опубликованных работ аспиранта по теме выполненной научно-квалификационной работы (диссертации).

Во введении отражаются:

- обоснование выбора темы, ее актуальность;
- цель и задачи исследования;
- объект и предмет исследования;
- научная новизна и теоретическая значимость исследования;
- значение полученных результатов исследования для практики;
- использование результатов исследований;
- структура доклада и объем выполненной работы;
- личный вклад;
- теоретико-методологические основания и методы исследования;
- основные положения (выносимые на защиту научно-квалификационной работы(диссертации)),
- оценка достоверности результатов исследования;
- апробация результатов исследования (на конференциях, симпозиумах и других форумах).

Основная часть доклада аспиранта состоит из разделов (глав), которые могут разбиваться на параграфы и пункты. Количество разделов не может быть менее 2-х и более 4-х. Содержание основной части доклада аспиранта определяется типом и логикой исследования. В основной части рекомендуется выделять: теоретический раздел; аналитический (экспериментальный) раздел; практический (прикладной) раздел.

В заключении формулируются результаты проведенного исследования в соответствии с поставленными задачами, возможные пути использования полученных результатов и перспективы продолжения исследования.

Список литературы должен включать все упомянутые и процитированные в докладе источники. При выполнении научного доклада должно быть использовано не менее 60 источников. В качестве источников рекомендуется использовать монографии, научные статьи, аналитические и справочные материалы, патенты в т.ч. опубликованные на иностранном языке. Научный доклад должен быть написан единолично, содержать совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых публичной защиты, иметь внутреннее единство и свидетельствовать о личном вкладе автора в науку.

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 шрифтом Times New Roman через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота цифр, букв и других знаков – размером 14 пт (кеглей). Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое – 25 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Порядковый номер страницы печатается на середине верхнего поля страницы, титульный лист входит в число страниц, но не нумеруется. Объем научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) составляет не менее одного авторского листа.

Допускается использовать компьютерные возможности для акцентирования внимания на определениях, терминах, формулах и других важных особенностях путем применения разных начертаний шрифта (курсив, полужирный, полужирный курсив, разрядка и др.).

Опечатки, описки и графические неточности, орфографические, синтаксические и речевые ошибки, повреждения листов, помарки, следы удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

### **Порядок выполнения выпускной научно-квалификационной работы(диссертации) аспиранта**

Порядок выполнения научно-квалификационной работы (диссертации) состоит из:

- Выбора темы научно-квалификационной работы (диссертации) (в течение 3 месяцев со дня зачисления - в соответствии с п. 31 Приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»).
- Назначения руководителя (в течение 3 месяцев со дня зачисления - в соответствии с п. 31 Приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)).
- Определения руководителем заданий, порядка и сроков их выполнения в качестве этапов подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).
- Контроля научным руководителем хода выполнения работ.
- Апробации, полученных научных результатов.

Научно-квалификационная работа (диссертация) аспиранта выполняется в течение всего срока обучения в аспирантуре в период прохождения практики и

научно-исследовательской деятельности в соответствии с рабочим учебным планом, планом НИР аспиранта.

### **Порядок допуска аспиранта к ГИА в форме представления научного доклада об основных результатах выпускной научно-квалификационной работы(диссертации) аспиранта**

К представлению научного доклада допускаются обучающиеся, успешно сдавшие государственный экзамен и подготовившие рукопись научно-квалификационной работы (диссертации).

Обучающийся, не прошедший государственное аттестационное испытание в форме государственного экзамена в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по уважительной причине, допускается к представлению научного доклада, если обучающийся представил в отдел аспирантуры и докторантуры документ, подтверждающий причину его отсутствия.

Научно-квалификационная работа (диссертация) в форме научного доклада допускается к защите при наличии:

- положительного заключения кафедры/структурного подразделения о выполнении научно-квалификационной работы (диссертации) аспирантом (приложение 2);
- отзыва научного руководителя (приложение 3);
- двух рецензий компетентных специалиста (приложение 4);
- справки об объеме заимствования текстовых материалов.

Тексты научных докладов, за исключением текстов научных докладов, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе Университета.

Научный доклад может быть представлен к защите и при отрицательном отзыве рецензента. В этом случае защита осуществляется только в присутствии рецензента.

## Программы по специальности

### 01.01.01 «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

#### 1. Вещественный анализ

**1. Меры, измеримые функции, интеграл.** Понятие и свойства меры. Лебегово продолжение меры. Измеримые функции. Сходимость последовательностей функций по мере и почти всюду. Теоремы Егорова и Лузина. Интеграл Лебега. Предельный переход под знаком интеграла. Сравнение интегралов Лебега и Римана. Прямые произведения мер. Теорема Фубини.

**2. Неопределенный интеграл Лебега и теория дифференцирования.** Дифференцируемость монотонной функции почти всюду. Функции с ограниченным изменением (вариацией). Производная неопределенного интеграла Лебега. Задача восстановления функции по ее производной. Абсолютно непрерывные функции. Теорема Радона–Никодима. Интеграл Стильеса.

**3. Пространства суммируемых функций и ортогональные ряды.** Неравенства Гельдера и Минковского. Пространства  $L_p$ , их полнота. Полные и замкнутые системы функций. Ортогональные системы в  $L_2$  и равенство Парсеваля. Ряды по ортогональным системам.

**4. Тригонометрические ряды. Преобразование Фурье.** Условие сходимости ряда Фурье. Представление функций сингулярными интегралами. Единственность разложения функции в тригонометрический ряд. Преобразование Фурье в пространствах  $L_1$  и  $L_2$ . Теорема Планшереля. Преобразование Лапласа. Преобразование Фурье—Стилтьеса.

**5. Гладкие многообразия и дифференциальные формы.** Касательное к многообразию в точке. Дифференциальные формы на многообразии. Внешний дифференциал. Интеграл от формы по многообразию. Формула Стокса.

#### 2. Комплексный анализ

**1. Интегральные представления аналитических функций.** Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Принцип максимума модуля. Лемма Шварца. Интеграл типа Коши и его предельные значения. Формулы Сохоцкого.

**2. Ряды аналитических функций. Особые точки. Вычеты.** Равномерно сходящиеся ряды аналитических функций; теорема Вейерштрасса. Представление аналитических функций степенными рядами, неравенства Коши. Нули аналитических функций. Теорема единственности. Изолированные

особые точки однозначного характера. Теорема Коши о вычетах. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Принцип аргумента. Теорема Руше. Теорема Рунге о приближении аналитических функций многочленами.

**3. Целые и мероморфные функции.** Рост целой функции. Порядок и тип. Теорема Вейерштрасса о целых функциях с заданными нулями; разложение целой функции в бесконечное произведение. Случай целых функций конечного порядка, теорема Адамара. Теорема Миттаг—Леффлера о мероморфных функциях с заданными полюсами и главными частями.

**4. Конформные отображения.** Конформные отображения, осуществляемые элементарными функциями. Принцип сохранения области. Критерии однолиственности. Теорема Римана. Теоремы о соответствии границ при конформных отображениях.

**5. Аналитическое продолжение.** Аналитическое продолжение и полная аналитическая функция в смысле Вейерштрасса. Понятие римановой поверхности. Продолжение вдоль кривой. Теорема о монодромии. Изолированные особые точки аналитических функций, точки ветвления бесконечного порядка. Принцип симметрии. Формула Кристоффеля—Шварца. Модулярная функция. Нормальные семейства функций, критерий нормальности. Теорема Пикара.

**6. Гармонические функции.** Гармонические функции, их связь с аналитическими. Инвариантность гармоничности при конформной замене переменных. Бесконечная дифференцируемость. Теорема о среднем и принцип максимума. Теорема единственности. Задача Дирихле. Формула Пуассона для круга.

### 3. Функциональный анализ

**1. Метрические и топологические пространства.** Сходимость последовательностей в метрических пространствах. Полнота и пополнение метрических пространств. Сепарабельность. Принцип сжимающих отображений. Компактность множеств в метрических и топологических пространствах.

**2. Нормированные и топологические линейные пространства.** Линейные пространства. Выпуклые множества и выпуклые функционалы, теорема Банаха—Хана. Отделимость выпуклых множеств. Нормированные пространства. Критерии компактности множеств в пространствах  $C$  и  $L_p$ . Евклидовы пространства. Линейные топологические пространства.

**3. Линейные функционалы и линейные операторы в банаховых пространствах.** Непрерывные линейные функционалы. Общий вид линейных

ограниченных функционалов на основных функциональных пространствах. Сопряженное пространство. Слабая топология и слабая сходимость. Линейные операторы и сопряженные к ним. Пространство линейных ограниченных операторов. Спектр и резольвента.

**4. Гильбертовы пространства и линейные операторы в них.** Изоморфизм сепарабельных бесконечномерных гильбертовых пространств. Пространства  $l_2$  и  $L_2$ . Спектральная теория ограниченных операторов в гильбертовых пространствах. Функциональное исчисление для самосопряженных операторов и спектральная теорема. Диагонализация компактных самосопряженных операторов.

**5. Дифференциальное исчисление в линейных пространствах.** Дифференцирование в линейных пространствах. Сильный и слабый дифференциалы. Производные и дифференциалы высших порядков. Экстремальные задачи для дифференцируемых функционалов. Метод Ньютона.

**6. Обобщенные функции.** Основные и обобщенные функции. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дифференцирование, прямое произведение и свертка обобщенных функций. Обобщенные функции медленного роста и их преобразование Фурье. Структура обобщенных функций с компактным носителем.

### Основная литература

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. – М.: Физматлит, 2008.
2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. Изд. 7-е. – М.: Физматлит, 2012.
3. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. Часть 1. – СПб.: Лань, 2004.
4. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций. Т. 1, 2. Изд. 3-е. . – СПб.: Лань, 2009.
5. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 1. Функциональный анализ. М.: Мир, 1976.
6. Рудин У. Основы математического анализа. – СПб.: Лань, 2004.
  1. Дополнительная литература
7. Дьяченко М.И., Ульянов П.Л. Мера и интеграл. М.: Факториал, 2002.
8. Зорич В.А. Математический анализ. Т. 2. Изд. 6-е. – М.: МЦНМО, 2012.
9. Рудин У. Функциональный анализ. – СПб.: Лань, 2005.
10. Садовничий В.А. Теория операторов. – М.: Дрофа, 2004.



## 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

### 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящим в правые части системы уравнений. Продолжение решения.

Общая теория линейных уравнений и систем (область существования решения, фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля—Остроградского, метод вариации постоянных и др.).

Автономные системы уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы.

Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.

Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина (без доказательства), приложение к задачам быстрогодействия для линейных систем.

Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи.

Задача Штурма—Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций.

Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами. Доказательство теоремы существования и единственности аналитического решения методом мажорант.

Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори.

Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши. Теория Гамильтона—Якоби.

## 2. Уравнения с частными производными

Системы уравнений с частными производными типа Ковалевской. Аналитические решения. Теория Коши— Ковалевской.

Классификация линейных уравнений второго порядка на плоскости. Характеристики.

Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений (характеристический конус, конечность скорости распространения волн, характер переднего и заднего фронтов волны и др.)

Задачи Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, гладкость, теоремы о среднем и др.)

Задача Коши и начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, бесконечная скорость распространения, функция источника и др.)

Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье. Пространства Соболева  $W_{p,m}$ . Теоремы вложения, следы функций из  $W_{p,m}$  на границе области.

Обобщенные решения краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка. Задачи на собственные функции и собственные значения.

Псевдодифференциальные операторы (определение, основные свойства). Нелинейные гиперболические уравнения. Основные свойства.

Монотонные нелинейные эллиптические уравнения. Основные свойства.

Монотонные нелинейные параболические уравнения. Основные свойства.

### Основная литература

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2000.
2. Лионс Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М.: Мир, 1972.

3. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. М.: Наука, 1983.
4. Пикулин В.П., Похожаев С.И. Практический курс по уравнениям математической физики. М.: Наука, 1995.
5. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1998 (и последующие издания).
6. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. М.: Наука, 1963 (и последующие издания).
7. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: ГИТТЛ, 1953 (и последующие издания).
8. Трикоми Ф. Дифференциальные уравнения. М.: Изд-во иностр. лит., 1962.
9. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1980.
10. Филиппов А.Ф. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. М.: Физматлит., 1985.

#### **Дополнительная литература**

1. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1971.
2. Мартинсон Л.К., Малов Ю.И. Дифференциальные уравнения математической физики. М.: Изд-во МГТУ, 1996.
3. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Наука, 1961.
4. Тихонов А. Н., Васильева А. Б., Свешников А. Г. Дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1985.
5. Шубин М.А. Псевдодифференциальные операторы и спектральная теория. М.: Наука, 1978.

## **01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела»**

### **1. Механика и термодинамика сплошных сред**

Понятие сплошного тела. Гипотеза сплошности. Физически и геометрически малый элемент. Деформация элемента сплошной среды. Два способа описания деформации сплошного тела. Координаты Эйлера и координаты Лагранжа. Переход от Эйлера к Лагранжу и обратно.

Тензор деформации Коши-Грина. Геометрический смысл компонент тензора деформации Грина. Тензор деформации Альманси. Геометрический смысл компонент тензора деформации Альманси. Условия совместности деформаций. Формулировка условий совместности деформаций в цилиндрической и сферической системе координат.

Вычисление тензора малых деформаций по заданному полю перемещений. Формулы Чезаро.

Классификация сил в механике сплошных сред: внешние и внутренние силы, массовые и поверхностные силы. Тензоры напряжений Коши, Пиолы и Кирхгофа.

Законы сохранения механики сплошных сред: уравнения баланса массы, импульса, момента импульса, кинетической, потенциальной и полной энергии.

Термодинамические процессы и циклы. Термодинамические параметры состояния. Понятия о работе, теплоте, внутренней энергии, температуре и энтропии. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические потенциалы состояния. Общие формы определяющих соотношений механики сплошных сред.

Физическая размерность. Анализ размерностей и П-теорема. Автомодельные решения. Примеры.

### **2. Теория упругости**

Упругое деформирование твердых тел. Упругий потенциал и энергия деформации. Линейно упругое тело Гука. Понятие об анизотропии упругого тела. Тензор упругих модулей. Частные случаи анизотропии: трансверсально изотропное и ортотропное упругое тело. Упругие модули изотропного тела.

Полная система уравнений теории упругости. Уравнения Ламе в перемещениях.

Уравнения Бельтрами—Митчелла в напряжениях. Граничные условия. Постановка

краевых задач математической теории упругости. Основные краевые задачи. Принцип Сен-Венана.

Общие теоремы теории упругости: теорема Клапейрона, тождество взаимности, теорема единственности. Основные энергетические функционалы линейной теории упругости.

Вариационные принципы теории упругости: принцип минимума полной потенциальной энергии, принцип минимума дополнительной энергии, принцип Рейснера. Теоремы Кастильяно. Теорема Бетти. Примеры.

Действие сосредоточенной силы в неограниченной упругой среде. Тензор Грина. Граничные интегральные представления напряжений и перемещений. Формула

Сомильяны. Общие представления решений уравнений теории упругости: представление Кельвина, представление Галеркина и представление Папковича—Нейбера. Нормальная нагрузка на границе полупространства (задача Буссинеска). Касательная нагрузка на границе полупространства (задача Черрути).

Плоское напряженное и плоское деформированное состояние. Плоская задача теории упругости. Метод комплексных потенциалов Колосова—Мусхелишвили. Комплексное представление напряжений и перемещений. Уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах. Смешанная задача для полуплоскости. Задача Гриффитса.

Антиплоская деформация. Трещина антиплоского сдвига в упругом теле. Кручение и изгиб призматического тела (задача Сен-Венана). Теоремы о циркуляции касательного напряжения при кручении и изгибе. Центр изгиба.

Задача о действии штампа с плоским основанием на полуплоскость. Контактная задача Герца.

Теория тонких упругих пластин и оболочек. Основные гипотезы. Полная система уравнений теории пластин и оболочек. Граничные условия. Постановка задач теории пластин и оболочек. Безмоментная теория. Краевые эффекты. Задача о круглой симметрично загруженной пластине.

Динамические задачи теории упругости. Уравнения движения в форме Ламе.

Динамические, геометрические и кинематические условия совместности на волновом

фронте. Свободные волны в неограниченной изотропной упругой среде. Общее решение в форме Ламе. Фундаментальное решение динамических уравнений теории упругости для пространства. Плоские гармонические волны. Коэффициенты отражения, прохождения и трансформации. Полное отражение. Поверхностные волны Релея. Волны Лява.

Установившиеся колебания упругих тел. Частоты и формы собственных колебаний. Вариационный принцип Релея.

Температурные задачи теории упругости. Уравнения термоупругости.

### **3. Теория пластичности**

Пластическое деформирование твердых тел. Предел текучести. Упрочнение. Остаточные деформации. Идеальная пластичность. Физические механизмы пластического течения. Понятие о дислокациях. Локализация пластических деформаций. Линии Людерса—Чернова.

Идеальное упругопластическое тело. Идеальное жесткопластическое тело. Пространство напряжений. Критерий текучести и поверхность текучести. Критерии Треска и Мизеса. Пространство главных напряжений. Геометрическая интерпретация условий текучести. Условие полной пластичности. Влияние среднего напряжения.

Упрочняющееся упругопластическое тело. Упрочняющееся жесткопластическое тело. Функция нагружения, поверхность нагружения. Параметры упрочнения.

Законы связи между напряженным и деформированным состояниями в теории течения. Принцип Мизеса. Постулат Друккера. Ассоциированный закон пластического течения. Теория скольжения. Краевые задачи теории течения. Теоремы единственности.

Вариационные принципы теории течения.

Теория предельного равновесия. Статическая и кинематическая теоремы теории предельного равновесия. Верхние и нижние оценки. Примеры.

Кручение призматического тела за пределом упругости. Предельное равновесие при кручении. Характеристики. Поверхность напряжений как поверхность постоянного ската. Песчаная аналогия. Разрывы напряжений. Песчано-мембранная аналогия Прандтля—Надаи для кручения идеально упругопластических тел.

Пластическое плоское деформированное состояние. Уравнения для напряжений и скоростей. Статически определимые и неопределимые задачи.

Характеристики. Свойства линий скольжения. Методы решения основных краевых задач теории плоской пластической деформации. Задача Прандтля о вдавливании штампа.

Пластическое плоское напряженное состояние. Уравнения для напряжений и скоростей при условии пластичности Мизеса. Характеристики.

Плоские упругопластические задачи теории идеальной пластичности. Двухосное растяжение толстой и тонкой пластин с круговым отверстием.

Деформационные теории пластичности. Теория Генки. Теория малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина. Теорема о разгрузке. Метод упругих решений. Задача о толстостенной трубе из упрочняющегося материала.

Упругопластические волны в стержне. Ударное нагружение. Волна разгрузки. Остаточные деформации. Критическая скорость удара.

#### **4. Теория вязкоупругости и ползучести**

Понятие о ползучести и релаксации. Кривые ползучести и релаксации. Простейшие

модели линейно вязкоупругих сред: модель Максвелла, модель Фохта, модель Томсона. Время релаксации. Время запаздывания.

Определяющие соотношения теории вязкоупругости. Ядра ползучести и релаксации. Непрерывные ядра и ядра со слабой особенностью. Термодинамические ограничения на выбор ядер ползучести и релаксации.

Формулировка краевых задач теории вязкоупругости. Методы решения краевых задач теории вязкоупругости: принцип соответствия Вольтерры, применение интегрального преобразования Лапласа, численные методы. Теорема единственности.

Вариационные принципы в линейной вязкоупругости. Применение вариационного метода к задачам изгиба.

Плоская задача о вдавливании жесткого штампа в вязкоупругую полуплоскость. Контакт вязкоупругих тел: аналог задачи Герца.

Определяющие соотношения нелинейной теории вязкоупругости. Разложение Вольтерры—Фреше. Упрощенные одномерные модели.

Теории старения, течения, упрочнения и наследственности. Ползучесть при сложном напряженном состоянии. Определяющие соотношения.

Установившаяся ползучесть. Уравнения состояния деформируемых тел, находящихся в условиях установившейся ползучести. Постановка краевых

задач. Вариационные принципы теории установившейся ползучести: принцип минимума полной мощности, принцип минимума дополнительного рассеяния. Установившаяся ползучесть и длительная прочность стержня.

Неустановившаяся ползучесть. Определяющие уравнения теории неустановившейся ползучести. Вариационные принципы теории течения и теории упрочнения.

Неустановившаяся ползучесть стержневой решетки. Устойчивость стержней и пластин изреомных материалов.

## 5. Механика разрушения

Понятие о разрушении и прочности тел. Общие закономерности и основные типы разрушения. Концентраторы напряжений. Коэффициент концентрации напряжений: растяжение упругой полуплоскости с круговым и эллиптическим отверстиями.

Феноменологические теории прочности. Критерии разрушения: деформационный, энергетический, энтропийный. Критерии длительной и усталостной прочности. Расчет прочности по допускаемым напряжениям. Коэффициент запаса прочности.

Двумерные задачи о трещинах в упругом теле. Метод разложения по собственным функциям в задаче о построении асимптотик полей напряжений и перемещений у вершины трещины в упругом теле. Коэффициент интенсивности напряжений, методы его вычисления и оценки.

Скорость высвобождения энергии при продвижении трещины в упругом теле. Энергетический подход Гриффитса в механике разрушения. Силовой подход в механике разрушения: модели Баренблатта и Ирвина. Эквивалентность подходов в случае хрупкого разрушения. Формула Ирвина.

J-интеграл Эшелби—Черепанова—Райса и его инвариантность. Вычисление потока энергии в вершину трещины. JR -кривая.

Динамическое распространение трещин. Динамический коэффициент интенсивности напряжений. Предельная скорость трещины хрупкого разрушения (теоретическая оценка и экспериментальные данные).

Локализованное пластическое течение у вершины трещины. Оценка линейного размера пластической зоны у вершины трещины по Ирвину. Поле



скольжения у вершины трещины нормального отрыва в идеально пластическом теле. Модель трещины Леонова—Панасюка—Дагдейла с узкой зоной локализации пластических деформаций.

Кинетическая концепция прочности твердых тел. Формула Журкова. Кинетическая теория трещин. Рост трещин в условиях ползучести.

Понятие об усталостном разрушении. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Основные законы роста усталостных трещин.

Понятие о поврежденности. Типы поврежденности. Математическое представление поврежденности. Параметр поврежденности Качанова—Работнова.

Кинетические уравнения накопления поврежденности. Принцип линейного суммирования повреждений. Накопление повреждений в условиях ползучести.

## **6. Численные методы решения задач механики деформируемого твердого тела**

Метод конечных разностей. Типичные разностные схемы для параболических, эллиптических и гиперболических уравнений.

Метод конечных разностей для дифференциальных уравнений теории упругости.

Вариационный принцип минимума полной потенциальной энергии упругого тела. Методы Релея—Ритца, Бубнова—Галеркина и градиентного спуска в задачах минимизации функционала полной потенциальной энергии.

Метод конечных элементов в теории упругости. Пределы применимости метода конечных элементов.

Формула Сомильяны и метод граничных интегральных уравнений (метод граничных элементов).

Метод характеристик в двумерных задачах теории пластичности. Область определенности и область зависимости решения гиперболической краевой задачи.

Метод лучевых разложений для решения гиперболических задач теории пластичности и волновой динамики.

Понятие о вычислительном эксперименте. Использование вычислительного эксперимента для решения задач механики деформируемого твердого тела.

### **Основная литература**

1. Бреббия К., Уокер С. Применение метода граничных элементов в технике. М.: Мир, 1982.
2. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.
3. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.
4. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969.
5. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975.
6. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966.
7. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975.
8. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966.
9. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1988.
10. Седов Л.И. Механика сплошной среды: В 2-х томах. М.: Наука, 1983, 1984.

### **Дополнительная литература**

1. Ивлев Д.Д. Теория идеальной пластичности. М.: Наука, 1966.
2. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. М.: Изд-во МГУ, 1990.
3. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. М.: Наука, 1974.
4. Ключников В.Д. Математическая теория пластичности. М.: Изд-во МГУ, 1979.
5. Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости. М.: Мир, 1974.
6. Лурье А.И. Теория упругости. М.: Наука, 1970.
7. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. М.: Наука, 1985.
8. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1965.
9. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975.
10. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. М.: Наука, 1974.

## **01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы»**

### **1. Вводные положения**

Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.

Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.

Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.

### **2. Кинематика сплошных сред**

Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.

Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустойчивое движение среды. Кинематические свойства вихрей.

### **3. Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики**

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потoki диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.

Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.

Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.

Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла.

Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.

Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура.

Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

#### **4. Модели жидких и газообразных сред**

Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации.

Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.

Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.

#### **5. Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы**

Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.

Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.

#### **6. Гидростатика**

Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

#### **7. Движение идеальной несжимаемой жидкости**

Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия,

количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.

Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.

Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.

Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.

Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.

Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.

Постановка задачи Коши—Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортевега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

## **8. Движение вязкой жидкости.**

### **Теория пограничного слоя. Турбулентность**

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.

Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.

Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.

Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.

Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная

неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики.

Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.

## **9. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика**

Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.

Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.

Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.

Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.

Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование. Задача о структуре сильного разрыва.

Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.

Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля—Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.

Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.

Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

## **10. Электромагнитные явления в жидкостях**

Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и

уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.

Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного

поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.

## **11. Физическое подобие, моделирование**

Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема.

Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

### **Основная литература**

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, II. М.: Физматгиз, 1963.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 5-е изд. М.: Наука, 1994.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. 10-е изд. М.: Наука, 1987.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 5-е изд. М.: Наука, 1978.
6. Черный Г.Г. Газовая динамика. М.: Наука, 1988.
7. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
8. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гос. изд-во физ.-тех. лит-ры, 1955.
9. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. РХД, 2000.
10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.

### **Дополнительная литература**

1. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. 3-е изд. М.: Наука, 1980.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
3. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2 / Г.Я. Галин, А.Н. Голубятников, Я.А. Каменярж и др. М.: Московский лицей, 1996.
4. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. М.: Гостоптехиздат, 1963.
5. Липанов А.М., Кисаров Ю.Р., Ключников И.Г. Численный эксперимент в
6. классической гидромеханике турбулентных потоков. Екатеринбург: Изд-во Ур.ОРАН, 2001.
7. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972.
8. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.

## **05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

### **1. Математические основы**

*Элементы теории функций и функционального анализа.* Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

*Экстремальные задачи. Выпуклый анализ.* Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

*Теория вероятностей. Математическая статистика.* Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

### **2. Информационные технологии**

*Принятие решений.* Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

*Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.* Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

### **3. Компьютерные технологии**

*Численные методы.* Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.



*Вычислительный эксперимент.* Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

*Алгоритмические языки.* Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

#### **4. Методы математического моделирования**

*Основные принципы математического моделирования.* Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей

*Методы исследования математических моделей.* Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

*Математические модели в научных исследованиях.* Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

#### **Основная литература**

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981.
3. Боровков А.А. Теория вероятностей. М.: Наука, 1984.
4. Боровков А.А. Математическая статистика. М.: Наука, 1984.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Физматлит, 1997.
7. Математическое моделирование / Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во МГУ, 1993.
8. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ, 1997.
9. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат, 1996.

10. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: Физматлит, 2002.

### **Дополнительная литература**

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979.
2. Пытьев Ю.П. Математические методы анализа эксперимента. М.: Высш. школа, 1989.
3. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: Физматлит, 2000.
4. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972.
5. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: Изд-во МГУ, 1984.
6. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Сов. радио, 1972.

## **Программа по методике профессионально ориентированного обучения**

1. Периодизация истории математического образования в России: краткая характеристика эпох и периодов
2. Математическое образование: понятие, структура, нормативные документы
3. Компетентностный подход в обучении математике и механике
4. Основные формы мышления в математическом образовании: математические понятия.
5. Методика формирования математических понятий
6. Основные формы мышления в математическом образовании: математические суждения и умозаключения – теорема, аксиома, доказательство, методы доказательства.
7. Методика обучения теоремам и их доказательствам.
8. Задачи в обучении математике: роль, понятие, структура, классификации.
9. Методика обучения решению математических задач
10. Методы обучения математике и механике в высшем профессиональном образовании
11. Образовательные технологии обучения математике и механике в высшем профессиональном образовании
12. Основные документы, регламентирующие деятельность преподавателя вуза
13. Направления реформирования системы высшего образования в России в современных условиях.
14. Закономерности и принципы обучения как методологические и дидактические регуляторы преподавательской деятельности.
15. Методы и средства обучения в высшей школе.
16. Классификация методов обучения в современной дидактике.
17. Активные методы обучения.
18. Учебно-методическое обеспечение учебного процесса.
19. Учебно-методические комплексы нового поколения. Технические средства и компьютерные системы обучения в высшей школе.
20. Творческое мышление и методы его развития у студентов.
21. Творческие аспекты деятельности преподавателя. Генезис и определение категории «педагогическая технология». Виды педагогических технологий.
22. Технология блочно-модульного обучения.
23. Технологические основы проблемного обучения.
24. Эвристические технологии обучения.

25. Технологии активного обучения.
26. Технологии контекстного обучения.
27. Организация учебных занятий с использованием электронных ресурсов.
28. Общие понятия о системах и формах обучения.
29. Классно-урочная и лекционно-практическая системы обучения.
30. Лекция как форма организации обучения в вузе. Виды лекции и их структура.
31. Семинарские, практические, лабораторные занятия в вузе и их особенности.
32. Обучающее-исследовательский принцип организации обучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Блинов, В. И. Методика преподавания в высшей школе : учебнопрактическое пособие / В. И. Блинов, В. Г. Виненко, И. С. Сергеев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02190-5.
2. Горелов, Н. А. Г68 Методология научных исследований : учебник и практикум для вузов / Н. А. Горелов, Д. В. Круглов, О. Н. Кораблева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 365 с. — (Высшее образование). — Текст : непосредственный;
3. Загвязинский, В. И. 3-14 Теория обучения и воспитания ; учебник и практикум для вузов / В. И. Загвязинский, И. Н. Емельянова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 230 с. — (Высшее образование). — Текст : непосредственный. ISBN 978-5-9916-9831-3;
4. История и методология науки : учебное пособие для вузов / Б. И. Липский [и И90 ДР-] ; под редакцией Б. И. Липского. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 373 с. ;
5. Корягина И. И. Педагогика и психология высшей школы : учебное пособие для аспирантов / И. И. Корягина ; рец. Е. В. Шниткова ; М-во здравоохранения Рос. Федерации, Иван.гос. мед. акад. - Иваново : ИвГМА, 2019. - 534 с. Текст : электронный // Электронная библиотека ИвГМА : [сайт]. – URL: <http://libisma.ru>;
6. Нигматов З.Г., Шакирова Л.Р. Теория и технологии обучения в высшей школе: Курс лекций / Под ред. З.Г. Нигматова. –Казань, 2012 -375с.;
7. Образовательный процесс в профессиональном образовании : учебное пособие для вузов / В. И. Блинов [и др. | ; под общей редакцией В. И. Блинова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 314 с.;

8. Образцов, П. И. 0-23 Основы профессиональной дидактики ; учебное пособие для вузов / П. И. Образцов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 230 с.;
9. Педагогика и методика преподавания в высшей школе: учебно-методическое пособие/ Под ред. А.И. Артюхиной.- Волгоград, 2016.- 246с.;
10. Психология и педагогика высшей школы : учебное пособие для вузов / И. В. Охременко [и др.] ; под редакцией И. В. Охременко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 189 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08594-5.
11. Смирнов, С. Д. Психология и педагогика в высшей школе : учебное пособие для вузов / С. Д. Смирнов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 352 с.;
12. Столяренко Л. Д. Психология и педагогика : учебное пособие : по дисциплине "Психология и педагогика" для студентов высших учебных заведений : [гриф] МО РФ / Л. Д. Столяренко, В. Е. Столяренко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 671 с. : ил. - (Основы наук). – Текст : непосредственный;
13. Таратухина, Ю. В. Педагогика высшей школы в современном мире : учебник и практикум для вузов / Ю. В. Таратухина, З. К. Авдеева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 217 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13724-8.

## Программа по философии и истории науки

1. Становление математики как науки. Особенности школы Фалеса и других научных школ Древней Греции.  
ЛИТЕРАТУРА: [1], [7], [8], [12], [13]
2. Первый кризис оснований математики. Открытие несоизмеримости. Пифагорейцы и их «математизированный план» построения Вселенной  
ЛИТЕРАТУРА: [7], [8], [9], [12], [13]
3. Арабская математика, алгебра Ал Хорезми и Омара Хайама.  
ЛИТЕРАТУРА: [7], [12], [13]
4. Развитие механической вычислительной техники (от абака до арифмометра)  
ЛИТЕРАТУРА: [3], [10]
5. Математика и философия Рене Декарта.  
ЛИТЕРАТУРА: [5], [7], [9], [12], [13]
6. Ньютон и Лейбниц: два подхода к созданию дифференциального исчисления  
ЛИТЕРАТУРА: [7], [8], [12], [13]
7. Дж.Беркли и философские споры вокруг анализа бесконечно малых. Второй кризис оснований математики.  
ЛИТЕРАТУРА: [6], [7], [11], [12]
8. Третий кризис оснований математики и пути выхода из него  
ЛИТЕРАТУРА: [8]
9. Г.Фреге и логицизм  
ЛИТЕРАТУРА: [8],
10. Л.Брауэр и интуиционизм  
ЛИТЕРАТУРА: [8],
11. Д.Гильберт и формализм  
ЛИТЕРАТУРА: [8], [11]
12. Ч.Бэббидж и его работы  
ЛИТЕРАТУРА: [3], [10]
13. К.Шеннон и теория информации  
ЛИТЕРАТУРА: [15], [14]
14. А.Тьюринг и проблема искусственного интеллекта  
ЛИТЕРАТУРА: [14]
15. Н.Винер и развитие кибернетики  
ЛИТЕРАТУРА: [6], [14]

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.Д. Проблемы науки и позиция ученого. – Л, 1988.
2. Александрова Н.В. История математических терминов, понятий, обозначений: словарь-справочник. - М.: URSS, 2012
3. Апокин И.А., Майстров Л.Е. История вычислительной техники. От простейших счетных приспособлений до сложных релейных систем. – М.: Наука, 1990
4. Боголюбов А.Н. Математики. Механики. Биографический справочник. – Киев: Наукова думка, 1983.
5. Вилейтнер Г. История математики от Декарта до середины XIX столетия. – М.: Физматгиз, 1960.
6. Винер Н. Кибернетика и общество. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1958.
7. История математики с древнейших времен до конца XVIII в. В 3-х томах. /Под ред. Юшкевича А.П. – М.: Наука, 1970-1972.
8. Клайн М. Математика. Утрата определенности. – М.: Мир, 1984.
9. Колмогоров А.Н. Математика в ее историческом развитии. – М.: Наука, 1991.
10. Малиновский Б.Н. История вычислительной техники в лицах. – Киев.: 1984.
11. Проблемы Гильберта. – М.: Наука, 1969.
12. Рыбников К.А. История математики. – М.: Изд-во МГУ, 1994 (и ранние издания).
13. Стройк Д.Я. Краткий очерк истории математики. – М.: Наука, 1990 (и ранние издания)
14. Из истории кибернетики / Редактор-составитель Я.И.Фет. – Новосибирск: Геос, 2006
15. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Изд-во иностранной литературы, 1963

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южный федеральный университет»

Институт математики, механики и компьютерных наук  
им. И.И. Воровича

Иванов Иван Иванович

ТЕМА

Научный доклад об основных результатах  
подготовленной научно-квалификационной работы  
по направлению подготовки 01.06.01 — Математика и механика,  
направленность 05.13.18 — Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ



Работа выполнена в Южном федеральном университете на кафедре математического анализа и геометрии

**Научный руководитель:** доктор физико-математических наук,  
профессор Фамилия Имя Отчество

**Рецензенты:** доктор физико-математических  
наук, профессор

Фамилия Имя Отчество

кандидат физико-математических  
наук, доцент

Фамилия Имя Отчество

**Ведущая организация:** Южный федеральный университет

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы состоится 20 сентября 2021 года в 10:00 часов на заседании государственной экзаменационной комиссии по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 8а.

С научным докладом можно ознакомиться в электронно-библиотечной системе Южного федерального университета.

**Выписка из протокола заседания кафедры**

**название кафедры**

№ «\_» от «\_» \_\_\_\_\_ 2021 года

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:** \_\_\_\_\_

**СЛУШАЛИ:** доклад аспиранта очной формы 4 года обучения Иванова Ивана Ивановича, обучающегося по направлению 01.06.01 «Математика и механика», по специальности \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_», на тему «\_\_\_\_\_».

**ПОСТАНОВИЛИ:**

1. Допустить аспиранта Иванова Ивана Ивановича к ГИА с представлением научного доклада на тему: «\_\_\_\_\_».
2. Утвердить рецензентами выпускной квалификационной работы (диссертации) следующих ведущих ученых в данной области исследования:

№	Ф.И.О.	Ученая степень	Ученое звание	Шифр научной специальности	Место работы, должность
1					
2					

Список публикаций рецензентов, подтверждающих экспертизу в указанной области, прилагается.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

/Подпись

*Приложение – 2 (продолжение)*

**Список публикаций рецензентов выпускной квалификационной работы  
(диссертации) Иванова Ивана Ивановича, подтверждающих экспертизу в  
указанной области**

**Список публикаций Рецензента за последние 5 лет:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

**ОТЗЫВ**  
**научного руководителя на научно-квалификационную работу**

аспиранта федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

**Иванова Ивана Ивановича**

*Направление подготовки:* 01.06.01 – Математика и механика.

*Направленность образовательной программы:*

00.00.00 – \_\_\_\_\_

*Тема научно-квалификационной работы:* « \_\_\_\_\_ »

Утверждена приказом ректора от « \_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., канцелярский номер \_\_\_\_.

Объем работы: \_\_\_\_ страница.

*Заключение об актуальности работы:*

\_\_\_\_\_

*Основные результаты научно-квалификационной работы и положительные стороны:*

\_\_\_\_\_

*Недостатки работы:* \_\_\_\_\_

*Индивидуальные особенности аспиранта, навыки работы с литературой, навык публичных выступлений:*

\_\_\_\_\_

*Степень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:*

\_\_\_\_\_

*Основные публикации:*

\_\_\_\_\_

*Заключение и предполагаемая оценка:* Проверка работы системой «Антиплагиат» показала \_\_\_\_ оригинальности текста, а проверка научного доклада – \_\_\_\_ оригинальности текста. Выпускная научно-квалификационная работа Иванова И.И. отвечает требованиям, предъявляемым к выпускным научно-квалификационным работам аспирантов, автор заслуживает оценки « \_\_\_\_\_ ».

Научный руководитель

Подпись

Дата

**РЕЦЕНЗИЯ**

**на научно-квалификационную работу**

аспиранта федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

**Иванова Ивана Ивановича**

на тему: «ТЕМА», представленную к защите по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика, направленности образовательной программы 01.01.01 – Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

В научно-квалификационной работе И.И.Иванова исследуется вопрос...

Актуальность темы исследования заключается в том...

Проверка работы системой «Антиплагиат» показала 91,99 % оригинальности текста, а проверка научного доклада – 92,34 % оригинальности текста.

Научно-квалификационная работа включает в себя ... и список литературы, состоящий из 59 наименований. Работа оформлена на 107 страницах.

(Краткий обзор глав и основных результатов работы)

(Замечания рецензента)

...

Научно-квалификационная работа соответствует специальности 01.01.01 – вещественный, комплексный и функциональный анализ.

...

Таким образом, легко убедиться в высокой квалификации автора, степени сформированности её универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций и её способности к выполнению своих профессиональных обязанностей в академической и преподавательской областях.

Работа прошла соответствующую апробацию, а её результаты были опубликованы либо приняты к печати в 12 научных работах, из них 3 – в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК и входящих в РИНЦ.

Таким образом, выпускная научно-квалификационная работа И.И. Иванова отвечает требованиям, предъявляемым к выпускным научно-квалификационным работам аспирантов, а её автор заслуживает оценки «отлично».

РЕЦЕНЗЕНТ

профессор каф. \_\_\_\_\_ ЮФУ,  
д.ф.-м.н., профессор

«\_\_\_» августа 2021 г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южный федеральный университет»

Институт математики, механики и компьютерных наук им. И.И.Воровича

Фамилия Имя Отчество

ТЕМА РАБОТЫ

НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по направлению подготовки 01.06.01 — Математика и механика,  
направленность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ

Научный руководитель:

проф., д.ф.–м.н. Фамилия Имя Отчество

Рецензенты:

проф., д.ф.–м.н. Фамилия Имя Отчество,

доц.,к.ф.-м.н. Фамилия Имя Отчество