

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук
(ПФИЦ УрО РАН)**

Принято на заседании
Объединенного ученого совета
ПФИЦ УрО РАН
Протокол № 6/18
«28» сентября 2018 г.



ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

(наименование дисциплины по учебному плану)

Направление: **01.06.01 Математика и механика**
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела
01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 4 Семестр(ы): 2

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 9 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 324 ч

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Государственная итоговая аттестация: относится к базовой части ООП, обязательна 8 семестре. Планируемые результаты обучения, формируемые в рамках государственной итоговой аттестации, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) в соответствии с Картами компетенций выпускников программ аспирантуры ПФИЦ УрО РАН. Формируемые компетенции (код компетенции) Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций.

Государственная итоговая аттестация выпускников аспирантуры по всем профилям проводится в форме (и в указанной последовательности):

- * Итогового экзамена;
- * Научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (далее – научный доклад, вместе – аттестационные испытания).

Государственная итоговая аттестация проводится по окончании теоретического периода обучения. Для проведения ГИА создается приказом директора ПФИЦ УрО РАН государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) из лица ведущих исследователей в области профессиональной подготовки по соответствующему профилю, в том числе и сотрудников сторонних организаций.

Объем государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц (4 недели), в том числе 4 зачетные единицы – подготовка и проведение государственного экзамена, 5 зачетных единиц – подготовка и защита научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации). Входные требования для прохождения государственной итоговой аттестации: выполнение аспирантом полностью учебного плана, в части освоения блоков: «Дисциплины (модули)», «Практики», «Научные исследования».

2. Место научно-исследовательской деятельности в структуре образовательной программы

Научно-исследовательская деятельность входит в Блок 3 образовательной программы и является обязательной по направлению подготовки (специальности): Направление: **01.06.01 Математика и механика** разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утверждённого «28» сентября 2018 г.

Рабочая программа государственной итоговой аттестации согласована с рабочими программами дисциплин

Обязательными дисциплинами:

- Иностранный язык,
- История и философия науки,
- Педагогика высшей школы,
- Механика жидкости газа и плазмы,
- Механика деформируемого твердого тела,

Методикой оформления научно-квалификационной работы,
 Элективными дисциплинами по специальности,
 Программами научно-исследовательской и педагогической практик аспирантов,
 Программой научно-исследовательской деятельности

Целью ГИА является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта по направлению к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 01.06.01 «Математика и механика».

Задачами ГИА являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и ООП по направлению подготовки.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Научно-исследовательская деятельность обеспечивает формирование части компетенций УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, а также профессиональных компетенций для двух специальностей, представленных в таблице.

3.1. Профессиональные компетенции для двух направленностей направления подготовки 01.06.01 – Математика и механика

Направленность подготовки	ПК	Профессиональные компетенции
Механика деформируемого твердого тела	ПК-1	способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела
	ПК-2	способность получать численные и аналитические решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.
	ПК-3	способность анализировать и формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения
	ПК-4	способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения
	ПК-5	способность планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов
Механика жидкости, газа и плазмы	ПК-1	способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа
	ПК-2	способность использовать современные аналитические и численные методы моделирования ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей
	ПК-3	способность планировать, проводить и анализировать

		результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей
--	--	--

3.2. Дисциплинарная карта компетенции УК-1

Код УК-1	Формулировка компетенции
Код УК-1. В1, В2, У1-а, З1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов
<p>В результате освоения компетенции аспирант должен:</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 УК-1</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 УК-1</p> <p>УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов Код У1-а УК-1</p> <p>ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код З1 УК-1</p>

3.3. Дисциплинарная карта компетенции УК-2

Код УК-2	Формулировка компетенции
Код УК-2. В1, В2, З1	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов
<p>В результате освоения компетенции аспирант должен:</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в том числе, междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития Код В1 УК-2</p> <p>ВЛАДЕТЬ: технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере</p>

научных исследований

Код В2 УК-2

ЗНАТЬ: методы научно-исследовательской деятельности

Код З1УК-2

3.4. Дисциплинарная карта компетенции УК-3

Код УК-3	Формулировка компетенции
Код УК-3. В1, В2, З1	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов
В результате освоения компетенции аспирант должен: ВЛАДЕТЬ: 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 Код В1 УК-3 ЗНАТЬ: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах Код З1 УК-3

3.5. Дисциплинарная карта компетенции УК-4

Код УК-4	Формулировка компетенции
Код УК-4. В1, В3	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов
В результате освоения компетенции аспирант должен: ВЛАДЕТЬ: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 УК-4 ВЛАДЕТЬ: различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках Код В3 УК-4

3.6. Дисциплинарная карта компетенции УК-5

Код УК-5	Формулировка компетенции
Код УК-5. У1, З1	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов
<p>В результате освоения компетенции аспирант должен:</p> <p>УМЕТЬ: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p> <p>Код У1(УК-5)</p> <p>ЗНАТЬ: содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.</p> <p>Код З1(УК-5)</p>

3.7. Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции
Код ОПК-1. У1, В1,З2	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов
<p>В результате освоения компетенции аспирант должен:</p> <p>УМЕТЬ: ставить задачу и выполнять научные исследования при решении конкретных задач по направлению подготовки с использованием современных приборов и оборудования</p> <p>Код У1 ОПК-1</p> <p>ЗНАТЬ: методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных информационно-коммуникационных технологий</p> <p>Код З1 ОПК-1</p> <p>ВЛАДЕТЬ: методами самостоятельного анализа имеющейся информации;</p> <p>Код В1 ОПК -1</p>

3.8. Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

Код ОПК-2	Формулировка компетенции
Код ОПК-2 В1, З1	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов
В результате освоения компетенции аспирант должен: ЗНАТЬ: нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования Код 31 ОПК -2 ВЛАДЕТЬ: методами и технологиями межличностных коммуникаций, навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссий Код В1 ОПК-2

Государственный экзамен является первым этапом государственной итоговой аттестации обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров.

Целью государственного экзамена является определение соответствия результатов освоения обучающимся основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки.

Задачами государственного экзамена является:

- оценка соответствия универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспиранта требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки;
- оценка профессиональных знаний по направлению и профилю подготовки;
- оценка способностей аспиранта к использованию методов философии, педагогики и знаний иностранного языка и литературы при обсуждении специальных вопросов.

Оценка **«отлично»** ставится аспиранту, обнаружившему сформированные универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции.

Оценка **«хорошо»** ставится аспиранту, обнаружившему сформированные, но содержащие отдельные пробелы компетенции.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится аспиранту, обнаружившему фрагментарные пробелы в отдельных компетенциях.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится аспиранту, обнаружившему фрагментарные пробелы во всех компетенциях.

4. Программы государственного экзамена по направлению подготовки: 01.06.01 – Математика и механика.

Итоговый государственный экзамен является комплексным, включающим в себя вопросы по всем обязательным специальным учебным дисциплинам в соответствии с ООП по соответствующему профилю.

Итоговый государственный экзамен может проходить в устной или письменной форме по билетам, составленным в полном соответствии с утвержденной программой итогового экзамена.

По результатам экзамена выносится заключение о степени сформированности преподавательских компетенций и их соответствии присваиваемой квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» (см. Приложение 1).

4.1 Программа государственного экзамена

Вопросы (задания) государственного экзамена, оценивающие подготовку аспиранта по общим, универсальным и профессиональным компетенциям, включаемые в экзаменационные билеты

- по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

1. Тензорное исчисление в механике сплошной среды

Безиндексная запись тензорных выражений. Понятие тензора как линейного отображения векторного пространства на себя. Операции сложения, умножения, скалярного умножения, транспонирования тензоров. Тензорное произведение векторов. Внешнее произведение векторов. Дифференцирование векторной функции по векторному аргументу. Понятие единичного, обратного, симметричного, антисимметричного (кососимметричного), ортогонального, собственно ортогонального (поворота), положительно определенного и индифферентного тензоров. След тензора. Собственные векторы и собственные числа тензора. Инварианты тензора. Отсчетная и актуальная конфигурации. Градиенты вектора в отсчетной и актуальной конфигурациях. Дивергенция вектора и тензора в отсчетной и актуальной конфигурациях. Деформационный градиент. Полярное разложение деформационного градиента. Правый и левый тензоры растяжения. Правый и левый тензоры Коши-Грина. Кратности удлинения. Тензорные функции. Мера Генки. Тензор скоростей растяжения. Спин. Объективные производные тензоров. Контравариантные, ковариантные и смешанные компоненты тензоров. Физические компоненты. Символы Кристоффеля. Компонентная запись уравнений механики сплошной среды в криволинейной системе координат.

2. Принципы термодинамики

Определяющие соотношения механики деформируемого твердого тела. Принцип детерминизма. Принцип локального действия. Принцип материальной независимости от системы отсчета. Дополнительные неравенства в теории упругости. Термодинамические процессы. Первый принцип термодинамики. Принцип физического равноправия всех инерциальных систем отсчета. Второй принцип термодинамики. Неравенство Клаузиуса-Дюгема. Приведенное неравенство диссипации. Невозможность создания вечных двигателей первого и второго рода.

Внутренняя энергия, свободная энергия и энтропия деформируемой сплошной среды. Дифференциальные модели деформируемого твердого тела. Интегральные модели. Материалы с наложенными связями. Несжимаемые среды.

Формулировка первого и второго принципов термодинамики для полярной среды. Формулировка первого и второго принципов термодинамики смеси континуумов. Баланс массы, уравнение движения и уравнение теплопроводности смеси континуумов.

Литература к разделам 1 и 2

1. Лурье А.И. Теория упругости. М.: Наука, 1970.
2. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. М.: Наука, 1980.

3. Гольденблат И.И. Некоторые вопросы механики деформируемых сред. М.: Гостехиздат, 1955.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1, 2. М.: Наука, 1983, 1984.
5. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975.
6. Жермен П. Курс механики сплошных сред. Общая теория. М.: Высшая школа, 1983.

3. Теория устойчивости

Концепция устойчивости упругих и вязкопластических систем. Устойчивость упругих и упругопластических сжатых стержней. Решений Эйлера, Энгессера, Кармана. Концепция устойчивости Шенли. Постановка задач об устойчивости стержней за пределом упругости в догружающихся и разгружающихся конструкциях Ильюшина, Зубчанинова. Методы временных поддерживающих систем и упругопластической тренировки для повышения устойчивости конструкций. Выпучивание стержней за пределом упругости при продольном изгибе.

Теория устойчивости оболочек и пластины в пределах и за пределом упругости. Теория устойчивости Ильюшина. Ее обобщение на случай использования частных теорий пластичности при сложном нагружении. Теории устойчивости оболочек и пластины за пределом упругости Зубчанинова при сложном нагружении. Бифуркации оболочек и пластин в условиях ползучести. Выпучивание и устойчивость сжатых элементов конструкций в условиях ползучести.

4. Механика композиционных материалов. Основы мезомеханики

Механика армированного слоя. Микромеханика монослоя. Микромеханика упругих свойств монослоя. Микромеханика ползучести монослоя. Микромеханика кратковременной и длительной прочности. Диссипативные свойства монослоя. Термоупругие свойства слоистых композитов. Диссипативные свойства слоистых композитов. Свойства конструкционных композиционных материалов.

Мезомеханика структурно-неоднородных сред. Мезомеханика разрушения. Физическая мезомеханика материалов. Мезомеханика функциональных материалов с эффектом памяти формы. Структурно-аналитическая теория прочности Лихачева—Малинина. Структурно-аналитическая теория мезомеханики материалов.

5. Динамика неупругих сред

Механические свойства материалов при динамических нагрузках. Влияние скорости деформирования на основные механические характеристики (предел текучести, предел прочности, остаточная деформация, диаграмма деформирования). Законы сохранения массы и импульса на фронте ударной волны. Ударная адиабата. Упрочнение металлов в ударных волнах и фазовые переходы. Структура ударных волн.

Модели упруго – вязкопластических сред. Распространение возмущений. Модель Рахматуллина – Кармана. Модель Соколовского – Малверна. Модель Пэжины. Модель Работнова – Суворовой. Модель Григоряна для грунтов. Распространение упруго - пластических волн в стержне. Прохождение волн через границу раздела двух сред.

Модели разрушения при ударно – волновом нагружении. Характерные особенности разрушения в ударных волнах. Тыльный откол. Множественный откол. Разрушение при взаимодействии ударника с преградой (прокол, сдвиг пробки, образование лепестков). Приближенные способы описания механизмов разрушения преграды. Сопrotивление

преграды динамическому внедрению ударника при проколе.

Литература к разделам 3-5

1. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972.
<https://lib-bkm.ru/load/94-1-0-915>
2. Адлер Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976.

6. Экспериментальные методы механики деформируемого твердого тела

Современная аппаратура для проведения исследований механических свойств деформируемых материалов. Измерительная аппаратура для получения данных по перемещениям. Датчики силы. Обработка экспериментальных данных. Природа экспериментальных ошибок. Систематические и случайные ошибки. Способы выявления и устранения систематических ошибок. Характеристики случайных ошибок. Аппаратура и образцы для исследования поведения материала при кручении, сдвиге, растяжении по двум осям. Измерение объемных изменений. Методы измерения комплексных динамических модулей. Усталостные испытания. Исследование ползучести. Использование температурно-временной аналогии при изучении релаксационных свойств полимерных материалов. Температурные испытания.

Аппаратура для получения информации о структуре материалов и ее изменении при деформировании. Оптические, электронные, атомно-силовые и туннельные микроскопы. Ядерный магнитный резонанс. Акустические методы. Датчики для осуществления измерений в точках конструкции. Тензометрирование моделей и конструкций. Методы лаковых и оптически чувствительных покрытий. Метод муаровых полос. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений.

Литература к разделу 6

1. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972.
<https://lib-bkm.ru/load/94-1-0-915>
2. Адлер Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976.
3. Деденко Л.Г., Керженцев В.В. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. Изд-во МГУ, 1977.
4. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1981.
5. Пригоровский Н.И. Методы и средства определения полей деформаций и напряжений. М.: Машиностроение, 1983.
6. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений в конструкциях. Справочное пособие /под ред. Касаткина/. М.: Наука, 1977.
7. Белл Дж. Экспериментальные основы механики деформируемого твердого тела. М.: Мир, 1984.
8. Александров А.Я., Ахметзянов М.Х. Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. М.: Наука, 1973.

7. Педагогика высшей школы

Понятие о высшем образовании, его функции. Классификация методов познавательной деятельности. Основные формы научного познания. Стили педагогического общения. Содержание и структура педагогического общения. Особенности педагогического общения в вузе. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития. Закон Российской Федерации о системе

образования. Факторы ее развития. Образовательные организации, их типы. Формы образования. Органы управления образованием. Понятие "качество образовательной деятельности". Принципы личностно - ориентированной педагогики. Проблемное обучение. Функциональное назначение науки. Федеральный государственный образовательный стандарт, его характеристика, сущность, структура. Основная образовательная программа (ооп), ее структура. Задачи, права и обязанности вуза. Система высшего образования в России, следующие уровни профессионального образования. Лекция в вузе и методика их проведения. Оценка качества лекции. Основные требования к личности лектора в вузе.

- по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

1. Гидродинамическая устойчивость и турбулентность

Приближение Буссинеска. Уравнения свободной тепловой конвекции. Критерии подобия. Условия равновесия неравномерно нагретой жидкости. Проблема устойчивости. Малые возмущения. Спектральная амплитудная задача. Принцип монотонности возмущений. Критические возмущения. Вариационный метод. Задача Рэлея для плоского слоя. Равновесие и устойчивость в каналах и замкнутых полостях. Метод Галеркина. Воздействие различных факторов на устойчивость равновесия (вращение, диффузия, модуляция параметра).

Надкритические движения. Метод разложения по амплитуде вторичных течений. Устойчивость вторичных течений в горизонтальном слое. Конвекция в пограничном слое; задача Польгаузена. Конвекция в замкнутых объемах. Метод сеток в применении к задачам конвекции. Проблема устойчивости стационарных течений. Метод возмущений; постановка задачи линейной теории гидродинамической устойчивости. Нормальные возмущения в плоскопараллельных потоках. Уравнение Орра-Зоммерфельда. Свойства спектра возмущений и декрементов в параллельных потоках. Приближенные методы решения спектральной амплитудной задачи: метод Галеркина, метод Рунге – Кутта с ортогонализацией, метод дифференциальной прогонки. Устойчивость течения Пуазейля; нейтральная кривая. Устойчивость цилиндрического течения Куэтта; вихри Тейлора.

Устойчивость стационарного плоскопараллельного конвективного течения. Спектр возмущений и механизмы неустойчивости. Проблема ламинарно-турбулентного перехода. Странные аттракторы в простых динамических системах. Пути возникновения странных аттракторов (последовательные удвоения периода, перемежаемость, переход через квазипериодический режим). Модель Лоренца. Возникновение турбулентной конвекции в горизонтальном слое и замкнутых полостях. Возникновение турбулентности в цилиндрическом течении Куэтта.

Осредненные уравнения турбулентного течения. Цепочка уравнений Фридмана-Келлера. Проблема замыкания и методы ее решения. Однородная и изотропная турбулентность. Проблема корреляции скоростей. Спектр турбулентных пульсаций. Теория Колмогорова.

Литература к разделу 1

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М., Наука, 1982.
2. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости. М., Наука, 1972.

3. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М., Непомнящий А.А. Устойчивость конвективных течений. М., Наука, 1989.
4. Фрик П.Г. Турбулентность: подходы и модели. Москва-Ижевск, Институт компьютерных исследований, 2003.

2. Магнитная гидродинамика

Магнитогидродинамические взаимодействия. Система уравнений магнитной гидродинамики и условия их применимости. Безразмерная форма уравнений; критерии подобия. Идеально проводящая жидкость. «Вмороженность» силовых линий. Нестационарные возмущения; волны Альфвена и магнитозвуковые волны.

Теория генерации поля (проблема МГД-динамо). Аналогия Батчелора. Турбулентность. Альфа-эффект. Течение в каналах. Задача Гартмана. Течение Куэтта в магнитном поле. Особенности МГД-обтекания. Пограничный слой в магнитном поле. Кондукционные и индукционные МГД-машины. Увлечение проводящей среды бегущим и вращающимся магнитным полем. Воздействие магнитного поля на конвективную устойчивость проводящей среды; монотонная и колебательная неустойчивость.

Понятие о плазме. Ленгмюровская частота и дебаевский радиус. Условия применимости магнитогидродинамического приближения к описанию плазмы. Равновесие плазмы в магнитном поле. Линейный и азимутальный пинчи. Динамическая модель пинч-эффекта. Гидромагнитная устойчивость плазмы.

Литература к разделу 2

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Наука, 1982.

3. Неньютоновские жидкости

Нелинейно-вязкие жидкости. Идеальное пластическое тело. Псевдопластики и дилатантные жидкости. Тиксотропия. Течение в круглом капилляре и ротационном вискозиметре.

Ползучесть материалов. Релаксация напряжений в условиях ползучести. Линейная теория наследственной ползучести Больцмана – Вольтера. Ползучесть нелинейно-наследственного тела. Дифференциальные и интегральные формы уравнений состояния.

Вязкоупругое поведение растворов и расплавов полимеров. Феноменологические модели. Функции релаксации и ползучести. Интегралы наследственности. Эффект нормальных напряжений (разбухание струи) и обратимые сдвиговые деформации при экструзии. Вариационные методы расчета течений вязкоупругих жидкостей.

Литература к разделу 3

1. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. М., Химия, 1977.
[https://himfaq.ru/images/stories/doc/3%20Материалы%20и%20их%20вторичная%20переработка/Виноградов.Реология%20полимеров.1977_\(www.MPlast.by\).pdf](https://himfaq.ru/images/stories/doc/3%20Материалы%20и%20их%20вторичная%20переработка/Виноградов.Реология%20полимеров.1977_(www.MPlast.by).pdf)
2. Астарита Д., Маруччи Д. Основы гидромеханики неньютоновской жидкости. М., Мир, 1978

4. Жидкости с внутренними степенями свободы

Жидкости с внутренним вращением. Законы сохранения. Феноменологический вывод уравнений движения. Релаксация и диффузия внутреннего момента импульса. Дисперсия вязкости. Безынерционное приближение для суспензии наночастиц. Магнитные жидкости (феррожидкости). Общее представление о коллоидных растворах и суспензиях, условия их устойчивости. Полидисперсность реальных ферроколлоидов, ее учет по теории Ланжевена. Магнитогранулометрический анализ.

Энергия диполь-дипольного взаимодействия. Модели среднего поля для намагниченности с учетом межчастичных взаимодействий. Магнитная жидкость в переменном поле. Простейшее уравнение релаксации. Динамическая восприимчивость магнитной жидкости, формулы Дебая. Теорема Бернулли для магнитных жидкостей. Максвелловский тензор напряжений и скачок давлений на границе магнитной жидкости. Силы, действующие на погруженное в магнитную жидкость немагнитное тело. Неустойчивость плоской границы МЖ в вертикальном поле.

Гидродинамика магнитной жидкости в переменном поле. Поверхностные и объемные силы. Условие потенциальности магнитных сил. Вязкость магнитных жидкостей. Магнитореологический эффект.

Сложные магнитные жидкости: вязкоупругие суспензии, феррогели, ферронематики. Общая характеристика и основные особенности. Уравнение вращательного движения однодоменной частицы в жидкости Максвелла; времена магнитной и ориентационной релаксации, условия применимости безынерционного приближения.

Жидкие кристаллы. Классификация. Дальний ориентационный порядок в нематиках. Фазовый переход нематик – изотропная жидкость. Влияние внешних полей. Энергия Франка. Переходы Фредерикса. Динамические свойства нематиков: взаимодействие ориентации и течения. Тензор напряжений Лесли-Эриксона, анизотропия вязкости.

Литература к разделу 4

1. Шлиомис М.И. Динамика жидких парамагнетиков. Пермь: ПГУ, 1983.
2. Розенцвейг Р. Феррогидродинамика. М.: Мир, 1989.
3. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 1983.

5. Педагогика высшей школы.

Понятие о высшем образовании, его функции. Классификация методов познавательной деятельности. Основные формы научного познания. Стили педагогического общения. Содержание и структура педагогического общения. Особенности педагогического общения в вузе. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития. Закон Российской Федерации о системе образования. Факторы ее развития. Образовательные организации, их типы. Формы образования. Органы управления образованием. Понятие "качество образовательной деятельности". Принципы личностно - ориентированной педагогики. Проблемное обучение. Функциональное назначение науки. Федеральный государственный образовательный стандарт, его характеристика, сущность, структура. Основная образовательная программа (ООП), ее структура. Задачи, права и обязанности вуза. Система высшего образования в России, следующие уровни профессионального образования. Лекция в вузе и методика их проведения. Оценка качества лекции. Основные требования к личности лектора в вузе.

4.2 Критерии оценивания ответов на вопросы государственного экзамена

При определении оценки учитывается грамотность предоставленных ответов, стиль изложения и способность ответить на поставленный вопрос по существу.

Ответы на вопросы государственного экзамена оцениваются исходя из следующих критериев:

«Отлично» - содержание ответа исчерпывает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как понимание, так и знание вопроса, а также проявляет способность применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«Хорошо» - содержание ответа в основных чертах отражает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как понимание, так и знание вопроса, но обнаруживает незначительные проблемы в проявлении способности применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«Удовлетворительно» - содержание ответа в основных чертах отражает содержание вопроса, но допускаются ошибки. Не все положения вопроса раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы и неполное владение информацией из учебной литературы. Нарушаются нормы разговорного языка, наблюдается нечеткость и двусмысленность устной речи. Слабая практическая применимость педагогических, исследовательских и информационных компетенций по профилю своего обучения.

«Неудовлетворительно» - содержание ответа не отражает содержание вопроса. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и информации из учебной литературы. Ответ не носит характер развернутого изложения темы, налицо отсутствие практического применения педагогических, исследовательских и информационных компетенций на практике по профилю своего обучения. Аспиранты, получившие по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускаются к защите научной квалификационной работы.

5. Требования к научной квалификационной работе и научному докладу

Защита научной квалификационной работы является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Целью защиты научной квалификационной работы является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров требованиям Федерального образовательного стандарта по направлению подготовки.

Задачами научной квалификационной работы являются:

- оценка соответствия универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспиранта требованиям Федерального образовательного стандарта по направлению подготовки;
- оценка профессиональных знаний, умений и навыков профилю подготовки и квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь»;

- оценка способностей аспиранта к использованию методов философии, педагогики и знаний иностранного языка при обсуждении профессиональных вопросов.

Научная квалификационная работа выполняется на основе результатов научно-исследовательской работы аспиранта.

Защита научной квалификационной работы является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и осуществляется в виде научного доклада, демонстрирующего степень готовности выпускника к ведению профессиональной научно-педагогической деятельности.

Основные результаты научно-исследовательской работы должны быть опубликованы в научных изданиях, индексируемых в реферативных базах данных Web of Science, Scopus, РИНЦ (не менее 3 статей). К публикациям, в которых излагаются основные результаты научно-исследовательской работы аспиранта, приравниваются патенты на изобретения, патенты (свидетельства) на полезную модель, патенты на промышленный образец, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

Не позднее, чем за 3 дня до даты представления научного доклада, выпускник аспирантуры должен предоставить в экзаменационную комиссию следующие материалы:

- текст научной квалификационной работы,
- текст и презентацию научного доклада,
- две рецензии на научную квалификационную работу,
- список опубликованных работ по теме научной квалификационной работы,
- отзыв научного руководителя.

На заседании экзаменационной комиссии по оценке результатов научной квалификационной работы аспирант выступает с научным докладом продолжительностью 15 мин. Отзыв научного руководителя и рецензии зачитываются председателем экзаменационной комиссии.

В ходе защиты научной квалификационной работы осуществляется итоговый контроль степени сформированности компетенций выпускника аспирантуры.

Результаты научной квалификационной работы определяются оценками «защищено», «не защищено». Оценка «защищено» означает успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Государственная итоговая аттестация аспирантов осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ; Постановления Правительства РФ от 29.09.2013 г. № 842 «Положение о порядке присуждения ученых степеней»; приказа Минобрнауки РФ от 19.11.2013 г. № 1259 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»; приказа Минобрнауки РФ от 30.04.2015 г. № 464 "О внесении изменений в Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования по направлению подготовки **01.06.01 Математика и механика** (уровень подготовки кадров высшей квалификации)"; Федеральных образовательных стандартов высшего образования по направлениям подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, ГОСТа Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации: структура и правила

оформления»; Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии

Выполненная научно-исследовательская работа должна соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (см. Приложение 2).

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценка «отлично» или «хорошо», или «удовлетворительно», или «неудовлетворительно» ставится аспиранту, в зависимости от уровня сформированности компетенций в соответствии с картами компетенций по профилю подготовки.

Оценка «отлично» ставится аспиранту, обнаружившему сформированные компетенции

Успешное и систематическое владение теоретическими знаниями и навыками оценки необходимости применения тех или иных методов статистической обработки результатов экспериментов при решении конкретных практических задач.

Успешное и систематическое знание требований к грамотной формулировке задач, обоснованию актуальности и научной новизны исследования в области соответствующей направленности обучения.

Сформированное умение анализировать литературные данные и составления обзора литературы по теме исследования, трактовки результатов исследований.

Оценка «хорошо» ставится аспиранту, обнаружившему сформированные, но содержащие отдельные пробелы в компетенциях

В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение теоретическими знаниями и навыками оценки необходимости применения тех или иных методов статистической обработки результатов экспериментов. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание требований к грамотной формулировке задач, обоснованию актуальности и научной новизны исследования в области соответствующей направленности обучения.

В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в анализе литературных данных для составления обзора литературы по теме исследования.

Оценка «удовлетворительно» ставится аспиранту, обнаружившему фрагментарные пробелы в компетенциях

Фрагментарные знания: требований к грамотной формулировке задач, обоснованию актуальности и научной новизны исследования в области соответствующей направленности обучения. Частично освоенное умение анализировать литературные данные по теме исследования. Фрагментарное оценивание необходимости применения тех или иных методов статистической обработки результатов экспериментов.

Частично освоенное умение применять литературные данные для трактовки результатов исследований.

Оценка «неудовлетворительно» ставится аспиранту, обнаружившему фрагментарные пробелы во всех компетенциях

Критерии, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

1. Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научной квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

2. Диссертация должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации, имеющей теоретический характер, должны приводиться рекомендации по использованию научных выводов.

Предложенные автором диссертации решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

3. Основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях (далее - рецензируемые издания).

4. Требования к рецензируемым изданиям и правила формирования в уведомительном порядке их перечня устанавливаются Министерством образования и науки Российской Федерации.

Перечень рецензируемых изданий размещается на официальном сайте комиссии в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

5. Количество публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, в рецензируемых изданиях должно быть не менее 3.

6. В диссертации соискатель ученой степени обязан ссылаться на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов.

При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени обязан отметить в диссертации это обстоятельство.

