

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 № 7
«24» сентября 2019 г.

Утверждаю
Директор ПФИЦ УрО РАН
Чл. корр. РАН А.А. Барях

«24» сентября 2019 г.



**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

обучающихся по основной образовательной программе
подготовки кадров высшей квалификации –
программе подготовки научно-педагогических кадров
в аспирантуре

Направление: 01.06.01 Математика и механика
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела (01.02.04)

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 4 Семестр(ы): 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 9 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 324 ч

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Государственная итоговая аттестация: (ГИА) относится к базовой части основной образовательной программы (ООП), обязательна 8 семестре. Планируемые результаты обучения, формируемые в рамках государственной итоговой аттестации, соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) в соответствии с Картами компетенций выпускников программ аспирантуры ПФИЦ УрО РАН.

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

- * государственного 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 ГИА в структуре образовательной программы

ГИА входит в Блок 4 образовательной программы и является обязательной по направлению подготовки (специальности) по направлению **01.06.01 Математика и механика** и 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);
- учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела (01.02.04), утверждённого «24» сентября 2019 г.

Рабочая программа государственной итоговой аттестации согласована с рабочими программами дисциплин /практик/научных исследований базовой и вариативной части:

Иностранный язык,
История и философия науки,
Педагогика высшей школы,
Механика деформируемого твердого тела,
Методикой оформления научно-квалификационной работы,
Элективными дисциплинами по ООП,
Программой научно-исследовательской практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) и педагогической практик аспирантов.
Программой научных-исследовательской деятельности и программой подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

Целью ГИА является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.

Задачами ГИА являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и ООП по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.

3. Перечень планируемых результатов освоения ООП

Государственная итоговая аттестация проверяет формирование компетенций **УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2**, а также профессиональных компетенций для направления «Механика деформируемого твердого тела».

3.1. Компетенции для направления подготовки **01.06.01 – Математика и механика, направленности Механика деформируемого твёрдого тела (01.02.04)**.

Направление подготовки	УК	Универсальные компетенции
01.06.01 – Математика и механика	УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерация новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	УК-2	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
	УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
	УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
	УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Направление подготовки	ОПК	Общепрофессиональные компетенции
01.06.01 – Математика и механика	ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
	ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
Направленность ООП	ПК	Профессиональные компетенции
Механика деформируемого твёрдого тела (01.02.04)	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
--	------	--

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.

4. Программа государственного экзамена по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.

Итоговый государственный экзамен является комплексным, включающим в себя вопросы по дисциплинам в соответствии с ООП по соответствующему профилю: Педагогика высшей школы, Механика деформируемого твердого тела, Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации), Соотношения на поверхностях разрыва, Нелинейные аспекты разрушения, Параллельные вычисления в механике сплошных сред, Операторная школа тензорного исчисления и ее использование в термодинамике сплошной среды, Физика вязкоупругих магнитных материалов, Современные экспериментальные методы.

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

По результатам экзамена выносится заключение об уровне сформированности компетенций и их соответствии присваиваемой квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

4.1. Программа государственного экзамена

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

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.

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.

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.

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.

Основная литература

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.
7. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972.
<https://lib-bkm.ru/load/94-1-0-915>

Дополнительная литература

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

Педагогика высшей школы

Основная литература

1. Кудряшева, Л. А. Педагогика и психология/Кудряшева Л.А. – М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015.
2. Трайнев, В. А. Новые информационные коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] / В. А. Трайнев, В. Ю. Теплышев, И. В. Трайнев. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К^о”, 2013. – 320 с.

Дополнительная литература

1. Основы педагогического мастерства и профессионального саморазвития: Учебное пособие / С.Д. Якушева. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 416 с.

2. Резник С. Д. Аспирант вуза [Текст]: технологии научного творчества и педагогической деятельности / С. Д. Резник. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 518 с.
3. Федотова Е. Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 336 с.

4.2 Фонд оценочных средств для государственного экзамена

4.2.1 Перечень компетенций, оцениваемых при сдаче государственного экзамена

В процессе сдачи государственного экзамена оценивается сформированность следующих компетенций **ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, УК-3**. Соотнесение данных компетенций с результатами обучения представлено в таблице.

№ п/п	Код	Компетенция	Часть компетенций	Перечень компонентов (результаты обучения)	Средства оценки
1	УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	готовность участвовать в работе российских научных коллективов, выполняющих работы в рамках государственного и /или грантового финансирования	Знает: - особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах (ЗЗ);	Теоретические вопросы государственного экзамена
				Умеет: - следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных (УЗ);	Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена
				Владеет: - 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 (В1)	Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена
2	ПК-1	способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела	способность исследовать анализировать области применения основных методов механики деформируемого твердого тела, в том числе в меж- и трансдисциплинарных приложениях	Знает: методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные современные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале) (З)	Теоретические вопросы государственного экзамена
				Умеет: - ставить задачу и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для	Практические задания государственного экзамена

				решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и интенсивности (У)	ого экзамена
				Владеет: методами решения задач и анализа проблем механики деформируемого твёрдого тела (В)	Практические задания государственного экзамена
3	ПК-2	способность получать численные и аналитические решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.	способность получать численные и аналитические решения краевых задач для уравнений в частных производных	Знает: методологию, конкретные методы и приемы решения краевых задач, встречающихся при исследовании проблем механики деформируемого твёрдого тела (З)	Теоретические вопросы государственного экзамена
				Умеет: ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях (У1); применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации (У2)	Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена
				Владеет: методами самостоятельного анализа краевых задач для различных классов уравнений; практическими навыками и знаниями использования современных исследовательских и проектных технологий (В)	Практические задания государственного экзамена
4	ПК-3	способность анализировать и формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения	способность исследовать и пользоваться результатами исследований структуры твёрдых тел, анализировать и	Знает: - методологию, конкретные методы и приемы анализа связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения (З)	Теоретические вопросы государственного экзамена
				Умеет: - ставить и решать задачу о связи между изменением	Теоретические вопросы и

			<p>формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения</p>	<p>структуры материала и особенностями процесса деформирования и разрушения (У)</p> <p>Владеет: методами самостоятельного анализа имеющейся информации (данных оптической, атомно-силовой и электронной микроскопии, результатов механических и физических экспериментов); практическими навыками и знаниями использования результатов современных исследований в области связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения (В)</p>	<p>практические задания государственного экзамена</p> <p>Практические задания государственного экзамена</p>
5	ПК-4	<p>способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения</p>	<p>способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, проводить расчет эксплуатационного ресурса и оценку критичности повреждений</p>	<p>Знать: - Современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения (З);</p>	<p>Теоретические вопросы государственного экзамена</p>
				<p>Уметь: - ставить задачу и проводить анализ технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах (У).</p>	<p>Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена</p>
				<p>Владеет: методами самостоятельного анализа имеющейся информации (лабораторных и натурных испытаний); практическими навыками и знаниями использования результатов современных исследований в области моделирования технологических проблем деформирования и разрушения (В).</p>	<p>Практические задания государственного экзамена</p>

5	ПК-5	<p>способность планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов</p>	<p>способность планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные</p>	<p>Знать: - Современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов (З);</p> <p>Уметь: - планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов (У).</p> <p>Владеет: методами самостоятельного анализа имеющейся информации; практическими навыками и знаниями анализа и использования результатов экспериментальных данных по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов (В)</p>	<p>Теоретические вопросы государственного экзамена</p> <p>Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена</p> <p>Практические задания государственного экзамена</p>

4.2.1 Требования и критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена

1. В процессе экзамена оценивается уровень педагогической и исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

2. При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленный вопрос, по существу.

3. Ответы на экзаменационные вопросы 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.

4.3. Типовые контрольные вопросы и задания к государственному экзамену, необходимые для оценки результатов освоения программы аспирантуры.

Государственный экзамен имеет междисциплинарный характер и включает в себя оценку компетенций, сформированных в ходе освоения дисциплин: Педагогика высшей школы, Механика деформируемого твердого тела, Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации), Соотношения на поверхностях разрыва, Нелинейные аспекты разрушения, Параллельные вычисления в механике сплошных сред, Операторная школа тензорного исчисления и ее использование в термодинамике сплошной среды, Физика вязкоупругих магнитных материалов, Современные экспериментальные методы и прохождения научно-исследовательской и педагогической практик.

Экзаменационный билет включает 4 вопроса (3 теоретических вопроса и практическое задание), отражающих уровень сформированности компетенций обучающегося.

4.3.1. Перечень вопросов для подготовки к государственному экзамену

1. Безиндексная запись тензорных выражений. Понятие тензора как линейного отображения векторного пространства на себя. Операции сложения, умножения, скалярного умножения, транспонирования тензоров.
2. Тензорное произведение векторов. Внешнее произведение векторов. Дифференцирование векторной функции по векторному аргументу.
3. Понятие единичного, обратного, симметричного, антисимметричного (кососимметричного), ортогонального, собственно ортогонального (поворота), положительно определенного и индифферентного тензоров. След тензора.
4. Собственные векторы и собственные числа тензора. Инварианты тензора.
5. Отсчетная и актуальная конфигурации. Градиенты вектора в отсчетной и актуальной конфигурациях. Дивергенция вектора и тензора в отсчетной и актуальной конфигурациях.
6. Деформационный градиент. Полярное разложение деформационного градиента. Правый и левый тензоры растяжения. Правый и левый тензоры Коши-Грина. Кратности удлинения.
7. Тензорные функции. Мера Генки. Тензор скоростей растяжения. Спин.
8. Объективные производные тензоров. Контравариантные, ковариантные и смешанные компоненты тензоров. Физические компоненты.
9. Символы Кристоффеля. Компонентная запись уравнений механики сплошной среды в криволинейной системе координат.
10. Определяющие соотношения механики деформируемого твердого тела. Принцип детерминизма. Принцип локального действия. Принцип материальной независимости от системы отсчета.
11. Дополнительные неравенства в теории упругости. Термодинамические процессы. Первый принцип термодинамики. Принцип физического равноправия всех инерциальных систем отсчета.
12. Второй принцип термодинамики. Неравенство Клаузиуса-Дюгема. Приведенное неравенство диссипации. Невозможность создания вечных двигателей первого и второго рода.
13. Внутренняя энергия, свободная энергия и энтропия деформируемой сплошной среды.
14. Дифференциальные модели деформируемого твердого тела. Интегральные модели. Материалы с наложенными связями. Несжимаемые среды.
15. Формулировка первого и второго принципов термодинамики для полярной среды.
16. Формулировка первого и второго принципов термодинамики смеси континуумов. Баланс массы, уравнение движения и уравнение теплопроводности смеси континуумов.
17. Концепция устойчивости упругих и вязкопластических систем. Устойчивость упругих и упругопластических сжатых стержней. Решений Эйлера, Энгессера, Кармана.
18. 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.
19. 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.
20. 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.

21. Механика армированного слоя. Микромеханика монослоя. Микромеханика упругих свойств монослоя. Микромеханика ползучести монослоя.
22. Микромеханика кратковременной и длительной прочности. Диссипативные свойства монослоя. Термоупругие свойства слоистых композитов. Диссипативные свойства слоистых композитов. Свойства конструкционных композиционных материалов.
23. Мезомеханика структурно-неоднородных сред. Мезомеханика разрушения. Физическая мезомеханика материалов. Мезомеханика функциональных материалов с эффектом памяти формы.
24. Структурно-аналитическая теория прочности Лихачева—Малинина. Структурно-аналитическая теория мезомеханики материалов.
25. 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.
26. 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.
27. 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. Сопротивление преграды динамическому внедрению ударника при проколе.

4.3.2. Перечень практических заданий для подготовки к государственному экзамену

1. Современная аппаратура для проведения исследований механических свойств деформируемых материалов. Измерительная аппаратура для получения данных по перемещениям. Датчики силы.
2. Обработка экспериментальных данных. Природа экспериментальных ошибок. Систематические и случайные ошибки. Способы выявления и устранения систематических ошибок. Характеристики случайных ошибок.
3. Аппаратура и образцы для исследования поведения материала при кручении, сдвиге, растяжении по двум осям. Измерение объемных изменений. Методы измерения комплексных динамических модулей.
4. Усталостные испытания. Исследование ползучести. Использование температурно-временной аналогии при изучении релаксационных свойств полимерных материалов. Температурные испытания.
5. 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.

Вопросы на ГИА по педагогике высшей школы.

1. Понятие о высшем образовании, его функции
2. Задачи, права и обязанности вуза

3. Система высшего образования в России, следующие уровни профессионального образования
4. Лекция в вузе и методика их проведения. Оценка качества лекции
5. Основные требования к личности лектора в вузе.
6. Стили педагогического общения. Содержание и структура педагогического общения
7. Особенности педагогического общения в вузе
8. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития
9. Закон Российской Федерации о системе образования. Факторы ее развития
10. Образовательные организации, их типы. Формы образования. Органы управления образованием
11. Понятие "качество образовательной деятельности"
12. Принципы личностно - ориентированной педагогики
13. Проблемное обучение
14. Функциональное назначение науки
15. Классификация методов познавательной деятельности
16. Основные формы научного познания
17. Федеральный государственный образовательный стандарт, его характеристика, сущность, структура.
18. Основная образовательная программа (ООП), ее структура.

Пример экзаменационного билета



Направление подготовки
01.06.01 Математики и механика
Профиль аспирантуры «Механика деформируемого твердого тела»

Билет № __

1. **Устойчивость упругих и упругопластических сжатых стержней. Решений Эйлера, Энгессера, Кармана. (контроль знаний).**
2. **Способы конструирования и структурирования содержания образования в высшей школе (контроль знаний).**
3. **Сущностная характеристика преподавания как вида деятельности (контроль знаний).**
4. **Усталостные испытания. Исследование ползучести. Использование температурно-временной аналогии при изучении релаксационных свойств полимерных материалов. Температурные испытания (контроль умений и навыков).**

Члены ГЭК

(подписи)

« »

20__ г.

5. Требования к научному докладу об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

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

Целью представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров требованиям Федерального образовательного стандарта по направлению подготовки.

Задачами представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы являются:

- оценка соответствия универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспиранта требованиям федерального государственного 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.

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы выполняется на основе результатов научно-исследовательской работы аспиранта.

Выпускная квалификационная работа представляет собой защиту результатов научно-выпускной квалификационной работы, выполненной обучающимся, в виде научного доклада, демонстрирующую степень готовности выпускника к ведению профессиональной научно-педагогической деятельности.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Выводы аспиранта должны быть аргументированы и направлены на решение задачи, имеющей существенное значение для предметной области соответствующей направленности (профиля). В исследовании, имеющем прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных научных результатов, а в научном исследовании, имеющем теоретический характер должны содержаться рекомендации по использованию научных выводов. Требования научно-квалификационной работе (диссертации) аспиранта соответствуют требованиям, утвержденным ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. (см. Требования к научному докладу об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), порядку его подготовки, представлению, критериям оценки).

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.

Выпускник аспирантуры должен предоставить в экзаменационную комиссию не позднее, чем за 3 дня до даты представления научного доклада 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 научно-квалификационной работы, в состав которой входят лица, являющиеся научно-педагогическими работниками ПФИЦ Уро РАН, а также лица из сторонних организаций, аспирант выступает с научным докладом продолжительностью 15 мин. Отзыв научного руководителя и рецензии зачитывает председатель экзаменационной комиссии.

В ходе защиты научного доклада осуществляется итоговый контроль сформированности следующих компетенций выпускника аспирантуры.

Результаты представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Требования к научно-выпускной квалификационной работе определяются ГОСТ Р 7.0.11-2011 и федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **01.06.01 Математика и механика** (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

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

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 наук.

5.1 Фонд оценочных средств и критерии оценки представления научного доклада

5.1.1 Перечень компетенций, проверяемых в ходе представления научного доклада

Перечень компетенций, проверяемых в ходе представления научного доклада, представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень компетенций, проверяемых в ходе выполнения выпускной квалификационной работы

Формулировка компетенции ФГОС	
Код	Содержание
Универсальные компетенции	
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерация новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	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
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
Профессиональные компетенции.	
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

5.1.2 Критерии оценивания научного доклада

Основной задачей ГЭК является обеспечение профессиональной объективной оценки научных знаний и практических навыков (компетенций) выпускников аспирантуры на основании экспертизы содержания научного доклада и оценки умения аспиранта представлять и защищать его основные положения. Оценка выставляется на основании

изучения текстов научного доклада, отзыва руководителя, качества доклада, презентации, ответов аспирантов на вопросы. В оценке представленного научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) учитывается:

- обоснование актуальности и значимости темы исследования;
- соответствие содержания НКР (диссертации) теме, поставленным цели и задачам;
- новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследования;
- обоснованность и четкость основных выводов и результатов исследования, сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту;
- владение научным стилем изложения, качество электронной презентации, иллюстративного материала и т.д.;
- глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации членов ГЭК;
- оценка основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) научного руководителя и рецензента.

При оценке основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) могут быть приняты во внимание публикации автора, отзывы руководителей организаций и практических работников профессиональной сферы деятельности по тематике исследования. Оценка научного доклада об основных результатах подготовленной НКР определяется по следующим критериям:

Оценка «отлично»:

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- глубоко и обстоятельно раскрыта тема, проведен всесторонний и качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности,
- продемонстрирован творческий подход к решению задачи;
- научный доклад построен композиционно четко, обладают логической завершенностью; • научный доклад написан грамотно, правильно оформлены;
- при представлении научного доклада аспирант правильно, полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо»:

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- полностью раскрыта тема, проведен качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности;
- научный доклад обладают логической завершенностью, но имеются замечания по композиционному построению научно-квалификационной работы (диссертации) и (или) научного доклада;

- научный доклад написан грамотно, но имеются несущественные недочеты в оформлении;

- при представлении научного доклада аспирант правильно, но недостаточно полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно»:

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;

- обоснована научная новизна полученных результатов;

- тема научно-квалификационной работы (диссертации) в основном раскрыта, проведен анализ научных источников и практического опыта;

- указана степень самостоятельности и поисковой активности;

- научный доклад обладают логической завершенностью, но нечеткой структурой;

- научный доклад написан в целом грамотно, но с небольшим количеством грамматических ошибок, имеются недочеты в оформлении;

- при представлении научного доклада аспирант отвечает не на все вопросы или на некоторые вопросы отвечает не корректно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае если работа не удовлетворяет хотя бы одному критерию на оценку «удовлетворительно».

При успешном представлении научного доклада и положительных результатах других видов государственной итоговой аттестации выпускников, решением Государственной аттестационной комиссии аспиранту присуждается квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» и выдается диплом (с приложением) об окончании аспирантуры государственного образца. При неудовлетворительной оценке научный доклад не считается защищенным, диплом о присвоении квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» не выдается. Оценка представленного научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) вносится в протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, зачетную книжку аспиранта и экзаменационную ведомость, проставляется на титульном листе рукописи и заверяется председателем ГЭК.

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.

