

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«**Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема**»

**ПРОГРАММА И ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО
ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ**

Программа высшего образования по подготовке научно-педагогических кадров
в аспирантуре
по программе 01.06.01 Математика и механика
(Механика деформируемого твердого тела)

Биробиджан, 2021

1. Пояснительная записка

Поступающие проходят испытания в форме устного экзамена. На вступительных испытаниях проверяется готовность поступающего к научно-исследовательской и опытно-экспериментальной деятельности, выявляется видение ими актуальных проблем в области механики деформируемых твердых тел, знание современных подходов к их разрешению, а также проявляются пути и способы организации соискателем собственного научного исследования.

2. Цель и задачи вступительных испытаний

Цель вступительного экзамена связана с определением уровня общей личностной культуры, профессиональной компетентности, теоретической подготовленности поступающего, его готовности к освоению выбранной программы послевузовского образования и к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области механики деформируемых твердых тел.

Задачи экзамена:

- выявить уровень знаний соискателя;
- определить степень профессиональной и личностной готовности к участию в решении актуальных задач в области механики деформируемых твердых тел;
- выявить область научных интересов и наличие базовых компетенций, необходимых для осуществления научно-исследовательской деятельности.

3. Форма проведения вступительного экзамена

Вступительный экзамен в аспирантуру по кафедре технических дисциплин предполагает:

I. Подготовку ответа на теоретический вопрос выбранного соискателем из предлагаемого списка вопросов, в соответствии с предполагаемой областью диссертационного исследования.

II. Поступающие, не имеющие профильного образования, опыта научно-исследовательской работы и преподавательской деятельности по избранной специальности, сдают экзамен, отвечая по билету. Каждый билет включает по два вопроса.

Для подготовки испытуемому отводится 30 минут, продолжительность ответа составляет 20 - 30 минут.

Вступительное испытание проводится в устной форме.

Вступительные испытания могут проходить дистанционно, в форме видеоконференции:

I. Экзаменационная комиссия дистанционно, во время онлайн трансляции, осуществляет беседу с соискателем по выбранному им вопросу, в соответствии с предполагаемой областью диссертационного исследования. Соискатель, в свою очередь, осуществляет подготовку ответа на выбранный теоретический вопрос из предлагаемого списка вопросов, в соответствии с предполагаемой областью диссертационного исследования.

II. Поступающие, не имеющие профильного образования, опыта научно-исследовательской работы и преподавательской деятельности по избранной специальности, сдают экзамен, отвечая по билету. Каждый билет включает по два вопроса. Билеты лежат в перевернутом виде и нумеруются в произвольном порядке. Испытуемый выбирает номер, получает вопросы из билета и осуществляет подготовку. Подготовка одного испытуемого составляет 45 минут, после чего испытуемый сканирует написанные ответы на вопросы из билета и отправляет по заранее ему сообщенному электронному адресу, или нескольким адресам. Ознакомившись с написанными экзаменуемым ответами, члены комиссии в режиме онлайн трансляции задают дополнительные вопросы при необходимости.

Для объективной оценки знаний абитуриента поступающий должен обеспечить рабочее место, соответствующее следующим условиям:

- ПК под управлением операционной системы Microsoft с установленным программном обеспечении с возможностью постоянного соединения с Интернетом на все время проведения экзамена;
- программного обеспечения имеющего возможности визуальной идентификации личности во время проведения экзамена (Skype, ZOOM, Google Meet, и т. п.);
- аппаратного обеспечения для поддержки визуального и аудио контроля (web-camera, встроенные или выносные динамики и микрофон).

Идентификация личности поступающего осуществляется путем визуальной сверки с фотографией в документе, удостоверяющем личность.

Поступающий должен обеспечить полный визуальный контакт с членами приемной комиссии на все время проведения экзамена.

Перед началом экзамена поступающие проходят идентификацию личности, краткий инструктаж о формах и требованиях к экзамену.

На рабочем месте допускается наличие только чистых листов бумаги и двух ручек.

При отсутствии или прерывании сигнала необходимо обеспечить запись экзамена на видеокамеру или камеру телефона и предоставить данный материал в приемную комиссию. В случае невозможности осуществления видеосвязи либо предоставления видеозаписи, результаты экзамена могут быть аннулированы.

По окончании экзамена поступающий прикрепляет презентацию со своими ответами к письму отправляет на адрес приемной комиссии.

4. Перечень экзаменационных вопросов

1. Механика и термодинамика сплошных сред

1.1. Понятие сплошной среды. Кинематика сплошной среды в переменных Эйлера и Лагранжа. Переход от координат Эйлера к координатам Лагранжа и обратно.

1.2. Деформация сплошной среды. Тензоры деформации Коши-Грина и Альманси, геометрический смысл компонент этих тензоров. Малые деформации и малые вращения среды. Условия совместности деформаций, формулы Чезаро.

1.3. Типы сил в механике сплошной среды: внешние и внутренние силы, массовые и поверхностные силы. Теория напряженного состояния, тензоры напряжений Коши и Пиолы-Кирхгофа. Геометрическая интерпретация напряженного состояния: круги Мора. Простейшие виды напряженных состояний.

1.4. Интегральная и дифференциальная форма законов сохранения массы, импульса, момента импульса и энергии.

1.5. Термодинамика сплошной среды. Работа, количество тепла, внутренняя энергия, температура и энтропия термодинамической системы. Первый и второй законы термодинамики.

2. Теория упругости

2.1. Упругая деформация твердых тел. Упругий потенциал и энергия деформации. Линейно упругое тело Гука. Понятие об анизотропии упругого тела. Закон Гука для изотропного и анизотропного твердого тела. Тензор упругих модулей. Упругие модули изотропного тела, их механический смысл.

2.2. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения Ламе в перемещениях. Уравнения Бельтрами-Митчелла в напряжениях. Постановка краевых задач математической теории упругости. Теорема существования и единственности решения. Принцип Сен-Венана.

2.3. Общие теоремы теории упругости и вариационные принципы. Теорема Клапейрона. Теорема Бетти. Теорема о минимуме потенциальной энергии деформаций (вариационный принцип Лагранжа). Теорема о минимуме дополнительной энергии (вариационный принцип Кастильяно).

2.4. Методы решения пространственных задач эластостатики. Действие сосредоточенной силы в неограниченной упругой среде. Тензор фундаментальных решений Грина. Задача Буссинеска.

2.5. Двумерные задачи эластостатики. Плоская деформация. Обобщенное плоское напряженное состояние. Функции напряжений Эри, краевая задача для функции напряжений. Метод комплексных потенциалов Колосова-Мусхелишвили. Примеры решений.

2.6. Теория тонких упругих пластин и оболочек. Основные гипотезы. Деформация срединной поверхности. Внутренние усилия и моменты. Граничные условия. Постановка задач теории пластин и оболочек. Безмоментная теория.

2.7. Температурные задачи теории упругости. Закон Дюамеля-Неймана. Система основных уравнений термоупругости. Методы решения задач термоупругости.

2.8. Динамические задачи теории упругости. Уравнения движения в форме Ламе. Типы упругих волн в неограниченной изотропной среде. Плоские гармонические волны. Коэффициенты отражения и прохождения. Поверхностные волны Рэлея. Волны Лява. Волны в упругом стержне. Собственные частоты упругих тел. Формула Рэлея.

3. Теория пластичности

3.1. Пластическое деформирование твердых тел. Предел текучести. Остаточные деформации. Идеальная пластичность. Физические механизмы пластичности. Дислокации. Локализация пластических деформаций. Линии Людерса-Чернова.

3.2. Модели идеального упругопластического и жесткопластического тела. Критерий текучести и поверхность текучести в пространстве напряжений. Критерий Треска, критерий Мизеса. Геометрическая интерпретация условий текучести в пространстве главных напряжений.

3.3. Модели упрочняющегося упругопластического и жесткопластического тела. Параметр упрочнения и поверхность нагружения.

3.4. Теория пластического течения. Принцип Мизеса, постулат Друккера. Ассоциированный закон течения. Краевые задачи теории течения.

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

3.6. Кручение призматического тела за пределом упругости. Предельное состояние при кручении. Поверхность напряжений как поверхность естественного ската. Аналогия Прандтля-Надаи.

3.7. Пластическое плоское деформированное состояние. Уравнения для напряжений и скоростей. Характеристики. Свойства линий скольжения. Задача Прандтля о вдавливании штампа.

3.8. Деформационная теория пластичности Генки-Ильюшина. Метод упругих решений. Задача о толстостенной трубе под действием внутреннего давления.

3.9. Уругопластические волны в стержне. Ударное нагружение. Волна разгрузки. Остаточные деформации.

4. Теория вязкоупругости и ползучести

4.1. Понятие о ползучести и релаксации. Кривые ползучести и релаксации. Простейшие модели линейно вязкоупругих сред: модель Максвелла, модель Кельвина-Фойхта. Время релаксации.

4.2. Определяющие соотношения теории вязкоупругости. Ядра ползучести и релаксации.

4.3. Формулировка краевых задач теории вязкоупругости. Методы решения краевых задач теории вязкоупругости: принцип соответствия Вольтерра, применение интегрального преобразования Лапласа.

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

5. Механика разрушения

5.1. Понятие о разрушении и прочности тел. Общие закономерности и основные типы разрушения. Концентраторы напряжений. Критерии разрушения. Критерии длительной и усталостной прочности. Коэффициент запаса.

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

5.3. Двумерные задачи о трещинах в упругом теле. Коэффициенты интенсивности напряжений, методы их вычисления и оценки.

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

5.5. Локализованное пластическое течение у вершины трещины. Модель трещины Леонова-Панасюка-Дагдейла с узкой зоной локализации пластических деформаций.

6. Численные методы решения задач механики деформируемого твердого тела

6.1. Метод конечных разностей. Типичные разностные схемы для параболических, эллиптических и гиперболических уравнений. Метод конечных разностей для дифференциальных уравнений теории упругости.

6.2. Вариационный принцип минимума полной потенциальной энергии упругого тела. Методы Рэлея-Ритца и Бубнова-Галеркина в задачах минимизации функционала полной потенциальной энергии.

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

6.4. Формула Соммильяны и метод граничных интегральных уравнений (метод граничных элементов).

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

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

5. Критерии оценивания результатов ответов на экзамене и собеседовании

Ответ оценивается на «отлично» (5 баллов), если поступающий:

1. глубоко и полно раскрывает вопросы, показывает исчерпывающие знания по проблемам механики деформируемого твердого тела;
2. может дать четкое научное определение каждому понятию, задействованному при изложении материала;
3. показывает осознанное отношение к рассматриваемым проблемам, имеет свою точку зрения и может ее обосновать;
4. приводит яркие примеры, подтверждающие его готовность к творческому использованию имеющихся знаний в профессиональной деятельности;
5. уверенно и убедительно отвечает на все дополнительные вопросы.

Ответ оценивается на «хорошо» (4 балла), если поступающий:

1. отвечая на вопросы, показывает, что в достаточно полном объеме освоил вузовскую программу дисциплин по познавательному циклу;
2. может раскрыть содержание большинства научных понятий, задействованных при изложении материала;
3. уверенно излагает материал, выводы отражают наличие собственной точки зрения;
4. знает и может назвать основных специалистов, принимавших участие в разработке рассматриваемой проблемы;
5. приводит примеры, подтверждающие его готовность к практическому применению имеющихся знаний;
6. отвечает на большинство дополнительных вопросов.

Ответ оценивается на «удовлетворительно» (3 балла), если поступающий:

1. в основном раскрывает содержание вопросов;
2. может раскрыть содержание большинства научных понятий, задействованных при изложении материала;
3. по каждому вопросу делает обобщающие выводы;
4. может иллюстрировать теоретические положения примерами из опыта своей научно-исследовательской деятельности;
5. отвечает на дополнительные вопросы комиссии, но не вполне уверенно.

Ответ оценивается «неудовлетворительно» (2 балла), если поступающий:

1. раскрывая содержание вопросов, показывает наличие достаточно грубых пробелов в знаниях;

2. затрудняется в определении базовых понятий общей педагогики, теории и методики воспитания, обучения, истории педагогики;
3. не способен систематизировать и обобщить материал по каждому вопросу;
4. неуверенно называет специалистов, принимающих участие в разработке той или иной проблемы;
5. затрудняется в подборе примеров;
6. не может убедительно ответить на большую часть дополнительных вопросов комиссии;

6. Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Астафьев В. И., Радаев Ю. Н., Степанова Л. В. Нелинейная механика разрушения. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2001.
2. Быковцев Г. И., Ивлев Д. Д. Теория пластичности. Владивосток: Дальнаука, 1998.
3. Годунов С. К., Рябенький В. С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.
4. Годунов С. К. Элементы механики сплошной среды. М.: Наука, 1978.
5. Годунов С. К., Забродин А. В., Иванов М. Я., Крайко А. Н., Прокопов Г. П. Численное решение многомерных задач газовой динамики. М.: Наука, 1976.
6. Горшков А. Г., Старовойтов Э. И., Тарлаковский Д. В. Теория упругости и пластичности. М.: Физматлит, 2002.
7. Ивлев Д. Д. Механика пластических сред: Т. 1. Теория идеальной пластичности. М.: Физматлит, 2001.
8. Ивлев Д. Д. Механика пластических сред: Т. 2. Общие вопросы. Жесткопластическое и упругопластическое состояние тел. Упрочнение. Деформационные теории. Сложные среды. М.: Физматлит, 2002.
9. Ишлинский А. Ю., Ивлев Д. Д. Математическая теория пластичности. М.: Физматлит, 2001.
10. Качанов Л. М. Основы механики разрушения. М.: Наука, 1974.
11. Партон В. З., Морозов Е. М. Механика упругопластического разрушения. М.: Наука, 1985.
12. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1979.
13. Работнов Ю. Н. Введение в механику разрушения. М.: Наука, 1987.
14. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. М.: Наука, 1997.
15. Седов Л. И. Механика сплошной среды. В 2-х томах. Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2004.
16. Селиванов В. В. Прикладная механика сплошных сред. В 3 томах. Том 2: Механика разрушения деформируемого тела. Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.

Дополнительная литература

1. Бреббия К., Уокер С. Применение метода граничных элементов в технике. М.: Мир, 1982.
2. Бураго Н. Г. Вычислительная механика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.
3. Годунов С. К. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1979.

4. Горшков А. Г., Медведский А. Л., Рабинский Л. Н., Тарлаковский Д. В. Волны в сплошных средах. М.: Физматлит, 2004.
5. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия. М.: Мир, 1989.
6. Ильющин А. А. Механика сплошной среды. М.: Изд-во МГУ, 1990.
7. Ключников В. Д. Математическая теория пластичности. М.: Изд-во МГУ, 1979.
8. Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости. М.: Мир, 1974.
9. Куликовский А. Г., Погорелов Н. В., Семенов А. Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. М.: Физматлит, 2001.
10. Лурье А. И. Нелинейная теория упругости. М.: Наука, 1980.
11. Мосолов П. П., Мясников В. П. Механика жесткопластических сред. М.: Наука, 1981.
12. Мухелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966.
13. Новацкий В. К. Волновые задачи теории пластичности. М.: Мир, 1978.
14. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966.
15. Садовский В. М. Разрывные решения в задачах динамики упругопластических сред. М.: Физматлит, 1997.
16. Садовский В. М. Методы решения вариационных задач механики. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998.
17. Самарский А. А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1989.
18. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979.
19. Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1965.
20. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975.
21. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения. М.: Наука, 1974.