

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Программа вступительного испытания		

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель приемной комиссии УлГУ

Б.М. Костишко

Б.М. Костишко 5 апреля 2022 г.



ПРОГРАММА

вступительных испытаний по научной специальности

1.1.8. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Ульяновского государственного университета

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура кафедры	Ученая степень, звание
Андреев Александр Сергеевич	ИБиТУ	д.ф.-м.н., профессор

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Программа вступительного испытания		

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре **1.1.8. Механика деформируемого твердого тела** (далее - Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру УлГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными решением Ученого совета УлГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме устного экзамена в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний): очно и дистанционно.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена и

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Программа вступительного испытания		

формирования билетов.

1.1.8. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Раздел 1. Дифференциальные уравнения

Доказательство существования решения дифференциального уравнения 1-го порядка. Единственность решения. Линейное дифференциальное уравнение n -ого порядка. Линейное однородное уравнение. Линейная зависимость функций. Фундаментальная система. Детерминант Вронского. Линейное уравнение n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Классификация линейных уравнений с частными производными 2-го порядка. Характеристики линейных уравнений с двумя независимыми переменными.

Раздел 2. Теоретическая механика

Теоремы сложения скоростей и ускорений для точки; формулы, задающие распределение скоростей и ускорений точек абсолютно твердого тела. Углы Эйлера. Движение свободной материальной точки под действием ньютоновой силы притяжения к неподвижному центру. Первая и вторая космические скорости и их оценки (для Земли). Математический маятник. Уравнение движения. Фазовый портрет. Система материальных точек. Внутренние и внешние силы. Заданные силы и реакции связей. Теоремы об изменении импульса, кинетического момента и кинетической энергии системы. Формулы Кенига. Идеальные связи. Общее уравнение динамики для системы материальных точек. Уравнения Лагранжа для голономных систем с потенциальными силами. Интеграл Якоби, интеграл энергии, циклический интеграл. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение движения. Определение реакций. Движение твердого тела с неподвижной точкой. Случай Эйлера. Регулярная прецессия. Уравнения Гамильтона. Теорема Якоби об интегрировании канонических уравнений. Вариационный принцип Гамильтона для натуральных систем.

Раздел 3. Механика сплошной среды

Теория деформаций. Компоненты тензора конечных деформаций и их геометрический смысл. Условия совместности для компонент тензора малой деформации. Девiatorная и шаровая части тензора малой деформации. Тензор скоростей деформации. Кинематический смысл его компонент. Дивергенция скорости. Вектор вихря скорости. Их кинематический смысл. Формула Стокса. Кинематические свойства вихря. Теория напряженного состояния. Внешние и внутренние силы. Массовые и поверхностные силы. Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений. Дифференциальные уравнения движения сплошной среды. Связь между напряженным и деформированным состояниями. Определяющие соотношения. Закон Гука и закон Навье-Стокса. Изотропное линейно-упругое тело и изотропная линейная вязкая жидкость. Закон сохранения массы и количества движения в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Теорема живых сил для сплошной среды. Работа внутренних поверхностных сил. Первый закон термодинамики - закон сохранения энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Второй закон термодинамики. Энтропия. Постановка задач теории упругости в перемещениях и

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Программа вступительного испытания		

напряжениях. Граничные условия. Плоские задачи теории упругости. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Задаче Ламе о толстостенной трубе под действием внутреннего и внешнего давления. Пластическая деформация тел. Поверхность нагружения. Уравнение неразрывности, уравнения Эйлера движения идеальной жидкости, уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье. Идеальный совершенный газ, несжимаемая жидкость. Адиабатические процессы. Начальные и граничные условия. Гидростатика. Закон Архимеда. Основные интегралы уравнений движения идеальных жидкостей и газов. Интеграл Бернулли и интеграл Коши-Лагранжа. Явление кавитации. Теорема Томсона. Динамические теоремы Гельмгольца о вихрях. Источники и стоки. Диполь. Прямолинейная вихревая нить. Движение сферы в несжимаемой идеальной жидкости. Присоединенная масса сферы. Уравнения Навье-Стокса. Число Рейнольдса. Ламинарные течения. Течения Пуазейля. Понятие о турбулентности. Звуковые волны, волновое уравнение. Число Маха. Угол Маха. Эффект Доплера. Уравнения Максвелла в вакууме и в материальной среде.

Перечень вопросов

1. Доказательство существования решения дифференциального уравнения 1 -го порядка. Единственность решения.
2. Линейное дифференциальное уравнение n-ого порядка. Линейное однородное уравнение.
3. Линейная зависимость функций. Фундаментальная система. Детерминант Вронского.
4. Линейное уравнение n-ого порядка с постоянными коэффициентами.
5. Классификация линейных уравнений с частными производными 2-го порядка. Характеристики линейных уравнений с двумя независимыми переменными.
6. Теоремы сложения скоростей и ускорений для точки; формулы, задающие распределение скоростей и ускорений точек абсолютно твердого тела. Углы Эйлера.
7. Движение свободной материальной точки под действием ньютоновой силы притяжения к неподвижному центру. Первая и вторая космические скорости и их оценки (для Земли).
8. Математический маятник. Уравнение движения. Фазовый портрет.
9. Система материальных точек. Внутренние и внешние силы. Заданные силы и реакции связей. Теоремы об изменении импульса, кинетического момента и кинетической энергии системы. Формулы Кенига.
10. Идеальные связи. Общее уравнение динамики для системы материальных точек.
11. Уравнения Лагранжа для голономных систем с потенциальными силами. Интеграл Якоби, интеграл энергии, циклический интеграл.
12. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия.
13. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение движения. Определение реакций.
14. Движение твердого тела с неподвижной точкой. Случай Эйлера. Регулярная прецессия.
15. Уравнения Гамильтона. Теорема Якоби об интегрировании канонических уравнений.
16. Вариационный принцип Гамильтона для натуральных систем.
17. Теория деформаций. Компоненты тензора конечных деформаций и их геометрический смысл. Условия совместности для компонент тензора малой деформации. Девiatorная и шаровая части тензора малой деформации.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Программа вступительного испытания		

18. Тензор скоростей деформации. Кинематический смысл его компонент. Дивергенция скорости. Вектор вихря скорости. Их кинематический смысл. Формула Стокса. Кинематические свойства вихря.
19. Теория напряженного состояния. Внешние и внутренние силы. Массовые и поверхностные силы. Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений.
20. Связь между напряженным и деформированным состояниями. Определяющие соотношения. Закон Гука и закон Навье-Стокса. Изотропное линейно-упругое тело и изотропная линейная вязкая жидкость.
21. Закон сохранения массы и количества движения в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа.
22. Теорема живых сил для сплошной среды. Работа внутренних поверхностных сил. Первый закон термодинамики - закон сохранения энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Второй закон термодинамики. Энтропия.
23. Постановка задач теории упругости в перемещениях и напряжениях. Граничные условия.
24. Плоские задачи теории упругости. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Задаче Ламе о толстостенной трубе под действием внутреннего и внешнего давления.
25. Пластическая деформация тел. Поверхность нагружения.
26. Уравнение неразрывности, уравнения Эйлера движения идеальной жидкости, уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье. Идеальный совершенный газ, несжимаемая жидкость. Адиабатические процессы. Начальные и граничные условия.
27. Гидростатика. Закон Архимеда. Основные интегралы уравнений движения идеальных жидкостей и газов. Интеграл Бернулли и интеграл Коши-Лагранжа. Явление кавитации.
28. Теорема Томсона. Динамические теоремы Гельмгольца о вихрях. Источники и стоки. Диполь. Прямолинейная вихревая нить.
29. Движение сферы в несжимаемой идеальной жидкости. Присоединенная масса сферы.
30. Уравнения Навье-Стокса. Число Рейнольдса. Ламинарные течения. Течения Пуазейля. Понятие о турбулентности.
31. Звуковые волны, волновое уравнение. Число Маха. Угол Маха. Эффект Доплера.
32. Уравнения Максвелла в вакууме и в материальной среде.

Рекомендуемая литература

1. Бибиков Ю.Н. Дифференциальные уравнения. — М.: Высшая школа, 1990.
2. Бухгольц И.И. Основы курса теоретической механики. Т. 1.2. — М.: Наука, 1972.
3. Ильюшин А. А. Механика сплошной среды. — М.: МГУ, 1990.
4. Кострикин А.И. Введение в алгебру. В 3-х частях. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
5. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Т. 1,2. — М.: Физматлит, 1963. — 583 с.
6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. — М.: Наука, 1987.
7. Маркеев А.П. Теоретическая механика. — Ижевск: ЧеРО, 1999.
8. Моисеев Н.Д. Очерки развития механики. — М.: Изд-во Моск, ун-та, 1961. — 478 с.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Программа вступительного испытания		

9. Петровский ИГ. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений: [учебное пособие для физ.-мат. фак. ун-тов] / И.Г. Петровский. — М.: Физматлит, 2009. — 207 с.
10. Победря Б.Е. Лекции по тензорному анализу. — М: МГУ, 1979.
11. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. — М.: Наука, 1974.
12. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1,2. — М.: Наука, 1984.
13. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. — М.: КомКнига, 2006.
14. Тихонов А.Н., Самарский В.А. Уравнения математической физики. — М.: МГУ, 1999.
15. Черный Г.Г. Газовая динамика. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1988. — 424 с.
16. Четаев И.Г. Лекции по теоретической механике / Под ред. ВВ. Румянцева, К.Е. Якимовой. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. — 368 с.
17. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. — М.: Наука, 1987.

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
до 39 баллов	40 - 74 баллов	75 - 84 баллов	85 - 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена - 40. Поступающий, набравший менее 40 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 39	Ответ на поставленный вопрос не дан или ответ неполный, отсутствует логичность повествования или допущены существенные логические ошибки
удовлетворительно	40-74	Ответ полный, допущены не существенные логические ошибки
хорошо	75-84	Ответ логичный, конкретный, присутствуют незначительные пробелы в знаниях материала программы

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Программа вступительного испытания		

отлично	85-100	Ответ полный, логичный, конкретный, без замечаний. Продемонстрированы знания материала программы, умение решать предложенные задачи
----------------	--------	---

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами комиссии.