

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
инновациям

Барышев М.Г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Направленность 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Краснодар 2018

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), приказ № 866 от 30 июля 2014 г.

Программу составил(и):

Бабешко В.А., академик РАН, д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой математического моделирования, профессор


_____ подпись

Глушков Е.В., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры прикладной математики


_____ подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № « 10 » от « 20 » июля 2018 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики
Уртенев М.Х.


_____ подпись

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры математического моделирования, протокол № « 16 » от « 18 » июля 2018 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования
Бабешко В.А.


_____ подпись

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № « 2 » от « 22 » июля 2018 г.

Председатель УМК факультета Малыхин К.В.



Зав. отделом аспирантуры и докторантуры Строганова Е.В.


_____ подпись

1. Цели и задачи программы вступительного экзамена

Программа составлена на основе паспорта специальности 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 01.06.01.

Для поступления на конкурсной основе в аспирантуру допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования (специалитет, магистратура).

1.1 Цель программы вступительного экзамена – оказать методическую помощь поступающим в аспирантуру в теоретической подготовке к сдаче вступительного экзамена по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

1.2 Задачи программы вступительного экзамена:

- определить требования к знаниям лиц, поступающих в аспирантуру, при сдаче вступительного экзамена по специальности;
- систематизировать темы специального предмета и входящие в них вопросы;
- включить наиболее значимые учебно-методические, монографические и иные научные работы, изучение которых позволит лицам, поступающим в аспирантуру, сформировать необходимые базовые знания по специальности.

1.3 Требования к уровню знаний лиц, поступающих в аспирантуру

Вступительный экзамен служит для проверки порогового (входного) уровня знаний, умений, опыта деятельности, требуемого для формирования компетенций УК-1, ОПК-1.

При сдаче вступительного экзамена по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела поступающий в аспирантуру должен

ЗНАТЬ: современные физические концепции и методы исследования в области математики и механики;

УМЕТЬ: критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач грамотно использовать математические методы;

ВЛАДЕТЬ: навыками систематизации информации, выбора методов и средств анализа и решения задач.

2. Структура и содержание вступительного экзамена

Основу программы составили ключевые вопросы дисциплин «Теоретическая механика», «Теория упругости».

2.1 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теоретическая механика

Кинематика точки и системы

Кинематика точки. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки (в полярных и криволинейных координатах).

Кинематики твердого тела. Векторно-матричное задание движения твердого тела. Углы Эйлера. Поступательное движение. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Плоское движение тела.

Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (Теорема Кориолиса).

Основные понятия и аксиомы динамики

Инерциальные системы отсчета. Сила. Масса. Принцип относительности Галилея. Законы Ньютона.

Главный вектор системы сил. Момент силы относительно точки и оси. Главный момент системы сил.

Работа системы сил. Элементарная работа сил, приложенных к твердому телу. Силовое поле. Силовая функция. Потенциал.

Дифференциальные вариационные принципы механики

Общее уравнение динамики (принцип Даламбера-Лагранжа). Принцип Журдена. Принцип Гаусса.

Геометрия масс

Центр масс. Момент инерции относительно оси. Радиус инерции. Моменты инерции относительно параллельных осей. Моменты инерции относительно осей, проходящих через одну и ту же точку. Главные оси инерции. Свойства главных моментов.

Основные теоремы и законы динамики

Количество движения системы. Главный момент количеств движения. Кинетический момент твердого тела, движущегося вокруг неподвижной точки.

Кинетическая энергия системы. Теорема Кенига. Кинетическая энергия твердого тела, движущегося вокруг неподвижной точки.

Теорема об изменении количества движения. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии.

Динамика твердого тела

Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение движения. Определения реакций. Условия, при которых динамические реакции равны статическим.

Уравнение движения физического маятника. Фазовая плоскость для уравнения движения физического маятника. Интегрирование уравнения движения маятника.

Дифференциальные уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Динамические уравнения Эйлера. Первые интегралы.

Дифференциальные уравнения аналитической динамики

Общее уравнение динамики в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа. Анализ выражения для кинетической энергии.

Разрешимость уравнений Лагранжа относительно обобщенных ускорений. Уравнения Лагранжа в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа.

Теорема об изменении полной механической энергии голономной системы.

Гироскопические силы. Диссипативные силы. Функция Релея. Обобщенный потенциал.

Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Физический смысл функций Гамильтона

Интеграл Якоби. Уравнения Уиттекера и Якоби.

Уравнения Рауса. Функция Рауса.

Интегральные вариационные принципы механики

Прямой и окольный путь голономной системы. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип Гамильтона – Остроградского для системы в потенциальном поле сил. Экстремальное свойство действия по Гамильтону.

Изоэнергетическое варьирование. Принцип Мопертюи – Лагранжа. Принцип Якоби и геодезические линии в координатном пространстве.

Уравнение возмущенного движения. Определение устойчивости. Функции Ляпунова.

Теорема Ляпунова об устойчивости движения. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости. Теорема о неустойчивости.

Теорема об устойчивости по первому приближению. Критерий Рауса – Гурвица.

Раздел 2. Теория упругости

Теория напряжений

Напряженное состояние тела. Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на площадках, наклонных к координатным плоскостям. Условия на поверхности.

Главные площадки и главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Наибольшие касательные напряжения. Шаровой тензор и девиатор напряжений.

Геометрическая теория напряжений

Компоненты перемещения и компоненты деформаций. Физический смысл компонентов тензора деформаций.

Определение компонент вектора перемещений через компоненты поля малых деформаций. Условия совместности деформаций.

Уравнения неразрывности деформаций. Объемная деформация. Инварианты тензора деформации. Девиатор деформации и его инварианты. Конечная деформация.

Обобщенный закон Гука

Выражение деформаций через напряжения. Выражение напряжений через деформации. Закон Гука. Тензор упругих постоянных.

Работа упругих сил в твердом теле. Потенциал упругих сил. Сокращение числа упругих постоянных при существовании потенциала упругих сил. Изотропное тело.

Решение задач теории упругости

Постановка задачи теории упругости в перемещениях. Продольные и поперечные волны. Поверхностные волны Релея. Продольные и поперечные колебания в упругой среде. Общее решение уравнения колебаний. Энергетический метод определения собственных частот колебаний.

Продольные колебания стержня. Метод Фурье.

Постановка задачи теории упругости в напряжениях. Принцип Сен-Венана. Уравнения Бельтрами – Мичела.

Единственность решения задач теории упругости.

Устойчивость равновесия упругих систем. Критические нагрузки. Формула Эйлера для критической нагрузки сжатого стержня.

Решение задач теории упругости на ЭВМ. Метод конечных элементов.

3. Форма проведения государственного экзамена

Вступительный экзамен по направлению 01.06.01 – Математика и механика (профиль 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела) проводится в устной форме с обязательным составлением письменных тезисов ответов на специально подготовленных для этого бланках и включает вопросы по разделам программы.

Вопросы формируются исходя из требований государственного образовательного стандарта по направлению в соответствии с утвержденной программой. Список вопросов, входящих во вступительный экзамен, обсуждается и утверждается на заседании кафедр математического моделирования и прикладной математики, реализующих основную образовательную программу подготовки кадров высшей квалификации по направлению 01.06.01 – Математика и механика (профиль 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела).

Вступительный экзамен проводится по билетам, билет содержит три вопроса, время на подготовку к ответу составляет 1 час.

Процедуру экзамена включает ответы на вопросы экзаменационных билетов и свободное собеседование по дополнительным вопросам.

Вступительные экзамены оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы билета и дополнительные вопросы членов комиссии к поступающему в аспирантуру.

4. Оценочные средства

В ходе вступительного экзамена подлежат оценке:

- знание поступающим материала дисциплин;
- умение выделять существенные положения дисциплин;
- умение формулировать конкретные положения дисциплин;
- умение применять теоретические знания для анализа конкретных ситуаций и решения прикладных проблем;
- общий (культурный) и специальный (профессиональный) язык ответа.

4.1 Вопросы вступительного экзамена

Тематика экзаменационных вопросов соответствует разделам механики и теории упругости, представленным в п. 2 настоящей программы

1. Кинематика точки. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки (в полярных и криволинейных координатах).
2. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (Теорема Кориолиса).
3. Инерциальные системы отсчета. Сила. Масса. Принцип относительности Галилея. Законы Ньютона.

4. Кинематики твердого тела. Векторно-матричное задание движения твердого тела. Углы Эйлера. Поступательное движение. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Плоское движение тела.
5. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение движения. Определения реакций. Условия, при которых динамические реакции равны статическим.
6. Теорема Ляпунова об устойчивости движения. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости. Теорема о неустойчивости.
7. Уравнение движения физического маятника. Фазовая плоскость для уравнения движения физического маятника. Интегрирование уравнения движения маятника.
8. Центр масс. Момент инерции относительно оси. Радиус инерции. Моменты инерции относительно параллельных осей. Моменты инерции относительно осей, проходящих через одну и ту же точку. Главные оси инерции. Свойства главных моментов.
9. Работа системы сил. Элементарная работа сил, приложенных к твердому телу. Силовое поле. Силовая функция. Потенциал.
10. Общее уравнение динамики (принцип Даламбера – Лагранжа). Принцип Журдена. Принцип Гаусса.
11. Гироскопические силы. Диссипативные силы. Функция Релея. Обобщенный потенциал.
12. Дифференциальные уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Динамические уравнения Эйлера. Первые интегралы.
13. Количество движения системы. Главный момент количества движения. Кинетический момент твердого тела, движущегося вокруг неподвижной точки.
14. Главный вектор системы сил. Момент силы относительно точки и оси. Главный момент системы сил.
15. Теорема об изменении количества движения. Теорема о движении центра масс.
16. Кинетическая энергия системы. Теорема Кенига. Кинетическая энергия твердого тела, движущегося вокруг неподвижной точки.
17. Теорема об изменении кинетической энергии.
18. Теорема об изменении кинетического момента.
19. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Физический смысл функций Гамильтона.
20. Интеграл Якоби. Уравнения Уиттекера и Якоби.
21. Уравнения Рауса. Функция Рауса.
22. Прямой и окольный путь голономной системы. Принцип Гамильтона-Остроградского.
23. Принцип Гамильтона – Остроградского для системы в потенциальном поле сил. Экстремальное свойство действия по Гамильтону.
24. Теорема об изменении полной механической энергии голономной системы.
25. Изоэнергетическое варьирование. Принцип Мопертюи – Лагранжа. Принцип Якоби и геодезические линии в координатном пространстве.

26. Уравнение возмущенного движения. Определение устойчивости. Функции Ляпунова.
27. Теорема об устойчивости по первому приближению. Критерий Рауса – Гурвица.
28. Общее уравнение динамики в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа. Анализ выражения для кинетической энергии.
29. Разрешимость уравнений Лагранжа относительно обобщенных ускорений. Уравнения Лагранжа в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа.
30. Продольные колебания стержня. Метод Фурье.
31. Компоненты перемещения и компоненты деформаций. Физический смысл компонентов тензора деформаций.
32. Определение компонент вектора перемещений через компоненты поля малых деформаций. Условия совместности деформаций.
33. Уравнения неразрывности деформаций. Объемная деформация. Инварианты тензора деформации. Девиатор деформации и его инварианты. Конечная деформация.
34. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Наибольшие касательные напряжения. Шаровой тензор и девиатор напряжений.
35. Напряженное состояние тела. Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на площадках, наклонных к координатным плоскостям. Условия на поверхности.
36. Выражение деформаций через напряжения. Выражение напряжений через деформации. Закон Гука. Тензор упругих постоянных.
37. Постановка задачи теории упругости в напряжениях. Принцип Сен-Венана. Уравнения Бельтрами – Мичела.
38. Постановка задачи теории упругости в перемещениях. Продольные и поперечные колебания в упругой среде. Общее решение уравнения колебаний.
39. Работа упругих сил в твердом теле. Потенциал упругих сил. Сокращение числа упругих постоянных при существовании потенциала упругих сил. Изотропное тело.
40. Единственность решения задач теории упругости.

4.2 Критерии оценки результатов вступительного экзамена

Уровень знаний поступающего в аспирантуру определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итоговая оценка определяется глубиной и качеством знаний теоретической механики и теории упругости, пониманием проблем и методов указанных областей.

При оценке знаний учитываются следующие критерии:

ЗНАНИЕ материала (теории, понятий, методов) по разделам теоретической механики и теории упругости;

УМЕНИЕ выделять существенные положения теории; формулировать конкретные положения по теме вопроса; применять методы исследования для анализа и решения конкретных задач;

ВЛАДЕНИЕ математическими методами теоретической механики и теории упругости, понятийным аппаратом и специальной терминологией.

Оценка «ОТЛИЧНО» – ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на вопросы в билете, а также дополнительные вопросы членов комиссии. Ответы должны отличаться логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание теории, методов, понятийного аппарата и умения ими пользоваться при ответе.

Оценка «ХОРОШО» – ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логичностью, четкостью, знанием понятийного аппарата и основных теоретических положений по теме вопроса при незначительных упущениях при ответах.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» – ставится при неполных и слабо аргументированных ответах, демонстрирующих общее представление и элементарное понимание существа поставленных вопросов, понятийного аппарата и положений теории.

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» – ставится при незнании и непонимании существа экзаменационных вопросов, отсутствии требуемых умений и навыков

При выставлении оценки, особенно неудовлетворительной, председатель объясняет поступающему в аспирантуру недостатки его ответа.

Планируемые результаты (показатели достижения заданного входного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов			
	НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	ХОРОШО	ОТЛИЧНО
ЗНАТЬ: материал разделов теоретической механики и теории упругости	Отсутствие знаний теории и методов, неверное использование понятий.	Общие, но не структурированные знания положений теории, фрагментарные знания методов, элементарное знание понятийного аппарата, неверная трактовка некоторых понятий.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теории и методов, верная трактовка понятий.	Сформированные систематические знания теории и методов, верная трактовка понятий.
УМЕТЬ: выделять существенные положения теории; формулировать конкретные положения по теме вопроса; применять методы исследования для анализа и решения конкретных задач	Отсутствие умения выделять существенные положения теории; формулировать положения по теме вопроса. Неумение выбрать метод и применить его для исследования и решения конкретной задачи.	Отсутствие умения выделить существенные положения теории, нечеткое формулирование положений по теме вопроса, демонстрирующее лишь общие представления о предмете; умение выбрать метод, но неумение применить его для анализа и решения конкретной задачи.	В целом успешное выделение существенных положений теории; умение формулировать конкретные положения по теме вопроса, применять методы исследования решения конкретных задач при незначительных упущениях.	Сформированное умение выделять существенные положения теории; формулировать конкретные положения по теме вопроса; применять методы исследования для анализа и решения конкретных задач
ВЛАДЕТЬ: математическими методами теоретической механики и теории упругости, понятийным аппаратом и специальной терминологией, способностью логически последовательно и четко выражать мысли и обосновывать выводы	Отсутствие навыков применения методов теоретической механики и теории упругости, логического выстраивания рассуждений, аргументации ответов и обоснования выводов.	Неаргументированное использование методов теоретической механики и теории упругости, логически непоследовательное или нечеткое выстраивание рассуждений, недостаточно обоснованные выводы.	В целом успешное, но не всегда аргументированное использование методов теоретической механики и теории упругости, логически последовательное и четкое выстраивание рассуждений, но не всегда обоснованные выводы.	Успешное использование математических методов теоретической механики и теории упругости, логически последовательное и четкое выстраивание рассуждений, обоснованные выводы.

5 Перечень учебно-методического обеспечения при подготовке к вступительному экзамену

5.1 Основная литература

1. Андреев В.К. Математические модели механики сплошных сред. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015. 231 с.
2. Бухгольц Н.Н. Основы курс теоретической механики. Часть 2. Динамика системы материальных точек. СПб.: Лань, 2016. 336 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72973>.
3. Диевский В.А. Теоретическая механика. СПб.: Лань, 2016. 336 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71745>.
4. Темам Р., Миранвиль А. Математическое моделирование в механике сплошных сред. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 319 с.
5. Эглит М.Э. Лекции по основам механики сплошных сред. М.: URSS: ЛЕНАНД, 2014. 207 с.
6. Молотников В.Я. Теория упругости и пластичности / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. —СПб: Лань, 2017. 532 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94741>.
7. Яковенко Н.Г. Краткий курс теоретической механики. М.: Изд-во «Лаборатория знаний», 2015. 119 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70698>.
8. Ханефт А.В. Теоретическая механика. Кемерово: КемГУ, 2012. 110 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232320>.

5.2 Дополнительная литература

1. Солтаханов Ш.Х. Основы механики голономных и неголономных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 183 с.
2. Бутенин, Н.В. Курс теоретической механики / Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. СПб.: Лань, 2009. 736 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/29>.
3. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10 т. Т. I. Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. М.: Физматлит, 2007. 224 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2231>.
4. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Т.7 Теория упругости / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. М.: Физматлит, 2007. 264 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2233>.
5. Лоскутов Ю.В. Лекции по теоретической механике. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. 180 с. [Электронный ресурс]. – Режим: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439200>

6. Учайкин, В.В. Механика. Основы механики сплошных сред. СПб.: Лань, 2017. 860 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91899>.

5.3 Периодические издания

1. Доклады академии наук. Серии: Математика, Физика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство «Наука», ISSN 0869-5652.
2. Доклады академии наук // Российская академия наук, ФГУП «Академиздатцентр «Наука».ISSN 0869-5652.
3. Прикладная математика и механика // Российская академия наук, ФГУП «Академиздатцентр «Наука».ISSN 0032-8235.
4. Математическое моделирование // Российская академия наук, ФГУП «Академиздатцентр «Наука».ISSN 0234-0879.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://eqworld.impnet.ru/ru/library/mechanics/solid.htm>.
2. <http://www.sciencedirect.com/>
3. <http://www.scopus.com/>
4. <http://www.scirus.com>
5. <http://www.elibrary.ru/>

7. Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» (<http://www.rucont.ru>).
2. Электронная библиотечная система «ЮОрайт» (<http://www.biblio-online.ru>).
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>).
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com>).

8. Материально-техническая база, необходимая для проведения вступительного экзамена

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория для проведения вступительного экзамена	Рабочие места для сдающих экзамен и членов экзаменационной комиссии.