

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Кубанский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
и инновациям, профессор

М.Г.Барышев

2017 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

для подготовки аспирантов

Специальность

**01.02.04 Механика деформируемого твердого тела**

Форма обучения

Очная

Краснодар  
2017

## **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.

### **1. 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.

### **Основная литература**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости: учебное пособие в 10 т. Т.7. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 259 с.

2. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред: Курс лекций. М.: "МИСИС", 2010. 235 с.

3. Победря Б. Е. , Георгиевский Д. В. Основы механики сплошной среды. Курс лекций М.: Физматлит, 2006. 272 с.

4. Баженов В. Г. Методы граничных интегральных уравнений и граничных элементов в решении задач трехмерной динамической теории упругости с сопряженными полями. - М.: Физматлит, 2008. 351 с.

5. Черняк В. Г., Суетин П. Е. Механика сплошных сред. М.: Физматлит, 2008. 353 с.

### **Дополнительная литература**

1. Бреббия К., Уокер С. Применение метода граничных элементов в технике. М.: Мир, 1982.
2. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.
3. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности. М.: Физматлит, 2002. 415 с.
4. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.
5. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. М.: Изд-во МГУ, 1990.
6. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. М.: Наука, 1974.
7. Ключников В.Д. Математическая теория пластичности. М.: Изд-во МГУ, 1979.
8. Крылов О.В. Метод конечных элементов и его применение в инженерных расчетах. М.: Радио и связь, 2002. 104 с.
9. Лурье А.И. Теория упругости. М.: Наука, 1970.
10. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966.
11. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975.
12. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. М.: Наука, 1985.
13. Партон В.З., Перлин П.И. Методы математической теории упругости. М.: Наука, 1981, 688 с.
14. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1988.
15. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966.
16. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1965.

17. Седов Л.И. Механика сплошной среды: В 2-х томах. М.: Наука, 1983–1984.
18. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975.
19. Угодников А.Г., Хуторянский Н.М. Метод граничных элементов в механике деформируемого твердого тела. Изд. Казанского университета, 1986, 296 с.

### **Периодические издания**

Вестник Московского университета. Серия 1. Математика и механика. М.: Изд-во МГУ, ISSN 0579-9368.

Доклады академии наук. Серии: Математика, Физика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0869-5652.

Известия РАН. Механика твердого тела. Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0572–3299.

Прикладная математика и механика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук Издательство "Наука", ISSN 0032–8235.

Journal of Applied Mechanics, ISSN 0021–8936.

Journal of Elasticity, ISSN 0374–3535.

Journal of Mechanics, ISSN 1727–7191.

### **Электронные ресурсы**

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

<http://www.nature.com/siteindex/index.html>

<http://www.scirus.com>

<http://www.elibrary.ru/>

<http://iopscience.iop.org/>

<http://online.sagepub.com>

<http://scitation.aip.org>

<http://www.annualreviews.org/ebvc>

<http://www.uspto.gov/patft/>