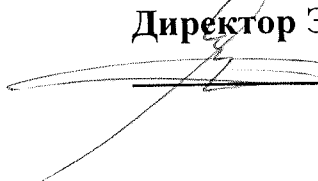


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«Утверждаю»

Директор ЭнМИ

**О.М. Митрохова**

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ

Направления подготовки:

15.04.03 Прикладная механика

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Москва, 2025 год

Базовая часть

1. Содержание теоретических разделов

1.1. ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Модели в строительной механике машин и конструкций: модели материалов, моделирование элементов конструкций, опорных закреплений, внешней нагрузки.

Напряженное состояние и внутренние силовые факторы при различных видах нагружения: центральное растяжение-сжатие, чистый изгиб, кручение, прямой и косой поперечный изгиб, изгиб с кручением. Тензор напряжений. Критерии прочности при сложном напряженном состоянии. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука.

Методика определения внутренних силовых факторов и напряжений при расчете ферм, валов, стержней, многопролетных балок, плоских и пространственных рам.

Общие теоремы механики материалов и конструкций: теорема Клайперона. Теорема взаимности работ Бетти. Принцип взаимности перемещений Максвелла. Формулы Кастильяно и Лагранжа. Формулы Максвелла-Мора для линейно-упругих систем, работающих на растяжение – сжатие, кручение, изгиб.

1.2. МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Модели тел в теоретической механике. Связи и их реакции. Некоторые виды связей. Момент силы относительно центра. Момент силы относительно оси. Выражение моментов силы относительно координатных осей через проекции силы и координаты точки приложения силы. Главный вектор и главный момент системы сил. Пара сил. Момент пары сил. Операции над парой сил, сохраняющие эквивалентность. Классификация систем сил.

Угловая скорость тела. Распределение скоростей точек тела в произвольном движении. Угловое ускорение тела. Распределение ускорений точек тела в произвольном движении. Виды движения АТТ. Способы построения м.ц.с. Классификация мгновенных простейших движений тела. Углы Эйлера. Мгновенная ось вращения, её уравнения в неподвижной и подвижной системах координат.

Законы Ньютона, Дифференциальное уравнение движения материальной точки. Первая и вторая задачи динамики точки. Количество движения материальной точки.

Масса, центр масс системы материальных точек. Внешние и внутренние силы, действующие на материальную систему. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения материальной системы. Теорема о движении центра масс. Момент количества движения материальной системы. Теорема об изменении момента количества движения материальной системы. Геометрия масс.

Кинетическая энергия материальной системы и способы ее вычисления.

Понятие идеальных связей. Примеры идеальных связей. Элементарная работа силы. Работа силы на конечном перемещении. Мощность силы. Мощность пары сил, приложенных к твёрдому телу. Теорема об изменении кинетической энергии точки в дифференциальной и конечной форме. Силовая функция. Силовое поле. Потенциальное силовое поле. Потенциальные силы. Потенциальная энергия. Уравнения Лагранжа II-го рода. Кинетическая энергия системы материальных точек как функция обобщённых координат и обобщённых скоростей. Структура уравнений Лагранжа II-го рода. Функция Лагранжа. Уравнения Лагранжа II-го рода в случае потенциальных сил.

2. Содержание практических заданий

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Напряжённое состояние в окрестности точки тела. Вычисление главных напряжений.

Определение внутренних силовых факторов, расчеты на прочность и жесткость ферм, валов, стержней, многопролетных балок, плоских и пространственных рам.

Специальная часть

Магистерская программа: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

1. Содержание теоретических разделов

Методика расчетов на прочность и жесткость ферм, валов, стержней, многопролетных балок, плоских и пространственных рам.

Расчет статически неопределимых стержневых систем. Метод сил. Канонические уравнения. Алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений. Метод конечных элементов в задачах статики для стержневых систем. МКЭ для стержневых систем при центральном растяжении-сжатии, при изгибе, при кручении.

Классическая теория изгиба пластин. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Напряжения и силовые факторы. Дифференциальное уравнение изгиба пластины и граничные условия. Пластины, прямоугольные в плане, и пластины с криволинейными границами. Методы решения краевых задач классической теории изгиба пластин. Расчеты на прочность и жесткость.

Классическая теория оболочек. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Тензоры деформации и изменения кривизны. Напряжения, силовые факторы и соотношения упругости. Уравнения и граничные условия классической теории оболочек. Расчет цилиндрических, пологих, осесимметричных составных оболочек. Безмоментная и моментная теория оболочек. Расчеты на прочность и жесткость.

Линейная теория колебаний. Кинетическая и потенциальная энергия. Свойства матрицы инерции и матрицы жесткости. Определение и свойства собственных частот и собственных форм колебаний динамической системы.

Уравнения малых свободных колебаний линейных диссипативных систем со многими степенями свободы. Метод главных (нормальных) координат.

Установившиеся вынужденные колебания в линейных диссипативных системах. Случаи гармонической и периодической вынуждающих сил. Применение метода комплексных амплитуд при анализе установившихся вынужденных колебаний линейных диссипативных систем.

Неустановившиеся вынужденные колебания в линейных системах с одной степенью свободы. Интеграл Дюамеля.

2. Содержание практических заданий

Расчеты на прочность и жесткость ферм, валов, стержней, многопролетных балок, плоских и пространственных рам.

Решение краевых задач классической теории пластин.

Расчет оболочек вращения по безмоментной теории.

Расчет осесимметричных оболочек вращения по моментной теории.

Расчет цилиндрических оболочек.

Определение собственных частот и форм простых динамических систем.

Специальная часть

Магистерская программа: Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике

1. Содержание теоретических разделов

Матрица направляющих косинусов и её свойства. Элементарные вращения твёрдого тела.

Расчёт однородных координат точки. Однородные преобразования. Решение прямой задачи о положениях манипулятора методом однородных преобразований.

Описание кинематики манипулятора в параметрах Денавита-Хартенберга. Выражение матрицы однородного преобразования для смежных звеньев через параметры Денавита-Хартенберга.

Кинематическое уравнение для матрицы направляющих косинусов. Кососимметричная матрица и вектор угловой скорости твёрдого тела. Кинематическая формула Эйлера.

Выражение компонент скорости выходного звена манипулятора через обобщённые скорости. Матрица Якоби. Прямая и обратная задача о скоростях. Понятие о манипулятивности.

Обратная задача о положениях манипулятора. Численное решение обратной задачи о положениях методом Ньютона.

Кинетическая энергия механической системы. Теорема Кёнига. Способы вычисления кинетической энергии при простейших движениях твёрдого тела.

Обобщённые координаты. Обобщённые силы. Способы нахождения обобщённых сил, действующих на манипулятор.

Описание динамики механической системы с помощью уравнений Лагранжа второго рода. Уравнения Лагранжа для систем с потенциальными силами. Функция Лагранжа.

Уравнения малых колебаний консервативной механической системы в окрестности положения равновесия. Матрица инерционная. Матрица жесткостей. Их свойства.

Описание линейных систем автоматического управления с помощью передаточных функций и структурных схем. Правила преобразования структурных схем.

Преобразование Лапласа и его основные свойства. Нахождение передаточной функции линейной системы с помощью преобразования Лапласа.

Устойчивость линейной системы по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Формулировка критериев Стодолы и Гурвица.

Частотные характеристики линейной системы. Построение частотных характеристик апериодического и колебательного звеньев.

Применение ПИД-регулятора для управления вращением колеса мобильного робота. Анализ устойчивости и точности в установившемся режиме. Влияние интегральной обратной связи.

Наблюдаемость и управляемость линейной системы. Критерии Калмана.

Линейно-квадратичная задача оптимального управления линейной стационарной системой на полу бесконечном промежутке времени. Алгебраическое уравнение Риккати.

2. Содержание практических заданий

Наблюдатель вектора состояния линейной системы. Асимптотический наблюдатель. Управление по оценке состояния.

Составление уравнений динамики однозвенного манипулятора.

Линеаризация уравнений динамики манипулятора и анализ устойчивости.

Выбор закона стабилизирующего управления для однозвенного манипулятора.

Расчёт наблюдателя для оценивания вектора состояния манипуляционного робота.