

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ**

**«Утверждаю»
И.О. Директора
ЭнМИ
Меркурьев И.В.**

**Направление подготовки:
15.04.03 Прикладная механика**

Москва, 2019 год

Магистерская программа: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

1. Содержание теоретических разделов дисциплины

Модели в строительной механике машин и конструкций: Моделирование объектов курса. Модели материала. Моделирование элементов конструкций. Моделирование опорных закреплений. Моделирование внешней нагрузки. Модель деформируемого стержня.

Деформирование стержней: Физические и геометрические гипотезы для стержня. Деформация в точке. Классификация видов деформации стержней. Простые и сложные виды деформации стержня. Тензор напряжений при различных видах деформации: центральное растяжение-сжатие, чистый изгиб, внецентренное растяжение-сжатие, кручение, поперечный изгиб, растяжение-сжатие с кручением и т.п. Примеры.

Методы расчета на прочность и жесткость: Основные типы задач на использование условия прочности и жесткости. Условия прочности и жесткости при простых видах деформации стержня.

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.

Расчет статически неопределимых стержневых систем: Метод сил и метод перемещений. Канонические уравнения. Использование симметрии при расчетах по методу сил и методу перемещений. Расчет на симметричную и антисимметричную нагрузку. Группировка неизвестных. Сравнение метода сил и метода перемещений. Комбинированный метод. Смешанный метод расчета статически неопределимых систем. Матричный алгоритм расчета простейших 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.

Теория тонкостенных стержней: Теория тонкостенных стержней открытого профиля. Свободное кручение. Стесненное кручение. Перемещения и деформации. Геометрические характеристики. Секториальная площадь и ее свойства. Напряжения и силовые факторы. Дифференциальное уравнение стесненного кручения, граничные условия. Решение краевых задач. Свободное кручение тонкостенных стержней закрытого профиля.

Теория пластин: 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. Точные и приближенные

методы решения краевых задач классической теории изгиба пластин. Некоторые неклассические теории пластин. Пластина Тимошенко. Учет тангенциального нагружения. Техническая нелинейная теория пластин. Уравнения Кармана. Методы решения краевых задач.

Классическая теория оболочек: Гипотезы Кирхгофа-Лява. Напряжения и силовые факторы. Ковариантная форма уравнений теории оболочек. Основы теории поверхностей. Первая и вторая фундаментальные формы поверхности. Метрический тензор, тензор кривизны. Главные кривизны, главные координаты поверхности. Тожества Гаусса и Кодацци. Основные формулы дифференцирования и интегрирования в координатах, связанных с поверхностью. Геометрия оболочки. Кинематические соотношения для оболочек. Тензоры деформации и изменения кривизны. Напряжения и соотношения упругости. Уравнения и граничные условия классической теории оболочек. Основные и естественные граничные условия и их механический смысл. Уравнения совместности деформаций в оболочках. Статико-геометрическая аналогия.

Методы расчета оболочек: Безмоментная теория оболочек. Уравнения равновесия. Применение метода сечений в безмоментной теории. Краевые задачи. Противоречивость безмоментной теории оболочек. Теория цилиндрических оболочек. Техническая теория. Полубезмоментная теория. Расчет круговых цилиндрических оболочек. Теория пологих оболочек. Уравнения Власова. Методы решения краевых задач для пологих оболочек. Осесимметричная деформация оболочек вращения. Частное решение дифференциальных уравнений равновесия. Однородное решение. Функции Мейснера. Уравнения Мейснера. Граничные условия. Расчет составных оболочек вращения. Уточненная теория пологих оболочек. Исходные гипотезы, основные уравнения. Методы решения краевых задач. Техническая нелинейная теория оболочек. Уравнения и граничные условия. Методы расчета оболочек по технической нелинейной теории.

Вариационные и проекционные методы решения краевых задач: Методы Ритца и Треффца. Метод Галеркина. Метод взвешенных невязок. Слабая формулировка метода взвешенных невязок.

Метод конечных элементов (МКЭ): Метод взвешенных невязок с кусочно определенными аппроксимирующими функциями. Требования гладкости. Обоснование уравнений МКЭ с помощью метода взвешенных невязок. Примеры применения метода взвешенных невязок к скалярным уравнениям и к системам уравнений прикладной теории упругости.

Метод граничных элементов (МГЭ): Сведение краевых задач к граничным интегральным уравнениям. Дискретизация границ и уравнений. Система линейных алгебраических уравнений МГЭ. Вычисление матрицы коэффициентов системы линейных алгебраических уравнений МГЭ.

2 Содержание практических занятий дисциплины

Метод сил в расчетах на прочность и жесткость ферм, многопролетных балок, плоских и пространственных рам.

Метод перемещений в расчетах на прочность и жесткость ферм, многопролетных балок, плоских и пространственных рам.

Применение метода конечных элементов в расчетах на прочность стержневых систем при центральном растяжении-сжатии, изгибе и кручении.

Расчет тонкостенных стержней.

Решение краевых задач классической теории пластин. Расчет пластин по уточненной и технической нелинейной теориям.

Основы геометрии поверхностей. Уравнения классической теории оболочек.

Расчет оболочек по безмоментной теории.

Расчет цилиндрических и пологих оболочек.

Осесимметричные задачи оболочек вращения.

Расчет оболочек по уточненной и технической нелинейной теориям.

Применение проекционных методов к решению краевых задач механики конструкций.

Применение метода конечных элементов.

Применение метода граничных элементов.