

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)**

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. ректора,
председатель приемной
комиссии ПНИПУ
_____ Н.А. Шевелёв
«___» _____ 2015 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания (междисциплинарного экзамена) для
поступающих в магистратуру по направлению
15.04.03 – Прикладная механика

Обеспечивающие кафедры: «Вычислительная математика и механика»
 «Динамика и прочность машин»
 «Теоретическая механика и биомеханика»

Пермь 2015

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.04.03 – Прикладная механика, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Составители:

доктор техн. наук, профессор

Н.А. Труфанов

канд. физ.-мат. наук, доцент

А.А. Лежнёва

канд. техн. наук, доцент

Т.Е. Мельникова

Программа рассмотрена и рекомендована к использованию методическим семинаром кафедры «Вычислительная математика и механика», протокол № 15 от 18 мая 2015 г.

Согласовано:

Зав. кафедрой
«Вычислительная математика и механика»
профессор

Н.А. Труфанов

Зав. кафедрой
«Динамика и прочность машин»
академик

В.П. Матвеев

И.о. зав. кафедрой
«Теоретическая механика и биомеханика»
доцент

В.А. Лохов

Введение

Программа предназначена для подготовки к сдаче вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 15.04.03 – Прикладная механика.

Программа содержит примерный перечень вопросов и список литературы для подготовки к экзамену.

К сдаче вступительных испытаний допускаются лица в соответствии с действующими правилами приёма ПНИПУ.

Экзаменационный билет содержит по одному теоретическому вопросу из трех дисциплин, приведенных ниже. Каждый вопрос оценивается по стобалльной системе, результирующая оценка получается усреднением оценок по каждому из вопросов. При выставлении баллов за каждый из вопросов рекомендуется придерживаться следующего соответствия: 5 — 100, 4 — 75, 3 — 60; шкала в баллах за более слабые ответы не регламентируется.

Абитуриенты должны продемонстрировать теоретические знания по основополагающим понятиям и законам дисциплин направления подготовки 15.04.03 – Прикладная механика, включенных в программу междисциплинарного экзамена, понимая связь данных разделов с другими изученными дисциплинами.

1. Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру:

1. Теория упругости
2. Вычислительная механика
3. Аналитическая динамика и теория колебаний

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Теория упругости

Темы (вопросы):

1. *Теория напряжений.* Определение тензора напряжений. Главные значения и оси тензора напряжений, его инварианты, шаровая и девиаторная части тензора напряжений. Уравнения статики и динамики деформируемого твердого тела.

2. *Теория деформаций.* Определение тензора малых деформаций. Главные значения и оси тензора напряжений, его инварианты, шаровая и девиаторная части тензора напряжений. Уравнения совместности тензора малых деформаций.

3. *Физические уравнения линейно-упругого тела.* Запись уравнений связи тензоров напряжений и деформаций в форме Коши (обобщенного закона Гука). Потенциальная энергия упругого деформирования и запись уравнений связи тензоров напряжений и деформаций в форме Грина. Симметрия упругих свойств.

4. *Постановка основных задач теории упругости.* Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости изотропного материала в перемещениях и напряжениях. Прямой, обратный и полуобратный методы решения. Единственность решения статической задачи линейной теории упругости.

5. *Простейшие задачи теории упругости.* Задача об одноосном растяжении бруса. Выражение модуля Юнга и коэффициента Пуассона через параметры Ламе.

6. *Плоские задачи теории упругости.* Плоское деформированное и плоское напряженное состояния. Задача Ламе. Задача о напряжённо-деформированном состоянии вращающегося тонкого диска.

7. *Приближенные методы решения задач теории упругости.* Смягчение граничных условий. Принцип Сен-Венана и использование его для решения задач изгиба и кручения призматических стержней и контактных задач. Использование дополнительных гипотез (например, гипотезы Киргофа-Лява для задач деформирования пластин и оболочек).

8. *Вариационные принципы статики упругой среды.* Вариационные принципы Лагранжа и Кастильяно. Метод Ритца решения вариационных задач.

9. *Распространения волн в упругих средах.* Уравнение распространения волн в однородной упругой среде. Продольные и поперечные волны.

Литература для подготовки по разделу 2.1

1. Демидов С. П. Теория упругости: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 1979.
2. Лурье А. И. Теория упругости. М.: Наука, 1970.
3. Новацкий В. К. Теория упругости. М.: Мир, 1975.
4. Горшков А. Г., Старовойтов Э. И., Тарлаковский Д. В. Теория упругости и пластичности. М.: Физматлит, 2002.

2.2. Вычислительная механика

Темы (вопросы):

1. Концепция метода конечных элементов. Этапы решения краевой задачи методом конечных элементов. Матричная запись уравнений равновесия и граничных условий линейно упругой среды в дифференциальной форме.

2. Интерполяция геометрии и поля конечными элементами. Классификация конечных элементов (по размерности задачи, форме, узловым степеням свободы, интерполяции и соотношению порядков интерполяции геометрии и поля). Суб-, супер- и изопараметрические элементы: определения и области применимости.

3. Построение функций формы двух-, трех- и четырехузловых стержневых конечных элементов в терминах локальных координат.

4. Построение функций формы треугольных элементов с линейной и квадратичной интерполяцией в терминах локальных координат.

5. Построение функций формы четырехугольного билинейного элемента в терминах локальных координат.

6. Основные матричные соотношения для треугольного симплекс-элемента, матрица градиентов, матрица упругих констант, матрица жесткости, векторы узловых сил элемента.

7. Вывод системы линейных уравнений МКЭ с помощью вариационного принципа возможных перемещений, формирование глобальных матрицы жесткости и вектора узловых сил системы конечных элементов. Учет граничных условий в перемещениях.

8. Численное интегрирование матрицы жесткости с помощью квадратурных формул Гаусса в случае применения изопараметрических конечных элементов. Выбор порядка квадратуры.

9. Метод конечных элементов для решения задач на свободные колебания упругих тел. Матричное уравнение движения. Матрица масс конечного элемента. Сведение к задаче на собственные значения. Ортогональность собственных форм колебаний упругого тела.

Литература для подготовки по разделу 2.2

1. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979.
2. Образцов И.Ф., Савельев Л.М., Хазанов Х.С. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1985.
3. Бате К.-Ю. Методы конечных элементов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.

2.3. Аналитическая динамика и теория колебаний

Темы (вопросы):

1. Основные положения аналитической механики; обобщенные силы и обобщенные координаты; число степеней свободы механической системы. Методы составления уравнений движения: уравнения Лагранжа и Гамильтона.

2. Малые свободные колебания линейной системы с одной степенью свободы с учетом и без учета сил сопротивления: уравнение движения, частота собственных колебаний, вид решения.

3. Вынужденные колебания линейных систем с одной степенью свободы. Способы возбуждения колебаний. Резонансные режимы колебаний.

4. Свободные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Собственные формы колебаний и их свойства. Уравнение частот.

5. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Прямой метод решения. Метод разложения по собственным формам колебаний.

6. Приближенные методы определения собственных частот колебаний. Приближенные формулы для оценки низшей собственной частоты: формулы Релея и Донкерлея.

7. Уравнения свободных продольных и крутильных колебаний прямых стержней. Типичные граничные условия. Определение собственных частот и форм колебаний.

8. Вынужденные продольные и крутильные колебания прямых стержней при различных способах возбуждения колебаний. Прямой метод решения и метод разложения по собственным формам.

9. Уравнение изгибных колебаний прямых стержней: свободные колебания; вынужденные колебания при действии различного вида нагрузок. Типичные граничные условия. Функции Крылова.

Литература для подготовки по разделу 2.3

1. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории упругих колебаний. М.: Машиностроение, 1967.
2. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. М.: Высшая школа, 1972.
3. Бабаков И. М. Теория колебаний. М.: Дрофа, 2004. - 592 с.

3. ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ПЕРМСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ
(междисциплинарный экзамен)
по направлению 15.04.03 – Прикладная
механика

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой ВММ
Н.А.Труфанов
18 мая 2015 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

№	Вопрос	Количество баллов
1.	Запись уравнений связи тензоров напряжений и деформаций в форме Коши (обобщенного закона Гука). Потенциальная энергия упругого деформирования и запись уравнений связи тензоров напряжений и деформаций в форме Грина. Симметрия упругих свойств.	100
2.	Построение функций формы четырехугольного билинейного элемента в терминах локальных координат.	100
3.	Вынужденные продольные и крутильные колебания прямых стержней при различных способах возбуждения колебаний. Прямой метод решения и метод разложения по собственным формам.	100