Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Институт машиностроения, материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиТ
_____ А.А. Попович
«05» декабря 20 24 г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки

15.04.01 «Машиностроение»

15.04.01_15 «Технологии виртуального инжиниринга»

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург
2024

АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению **15.04.01 «Машиностроение»**, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале и проводится в форме междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме и дистанционно.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **50 баллов (50%)**.

Руководитель ОП К.В. Елисеев

Составители:

Доцент, к.т.н. А.К. Кузин

Старший преподаватель К.В. Елисеев

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию ученым советом **ИММиТ** (протокол № 6 от «04» декабря 2024 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА

1.1. Механика деформируемого твердого тела

1.2. Аналитическая механика

1.3. Вычислительная механика

1.4. Основы автоматизированного проектирования

1.5 Технологии виртуального инжиниринга

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. «Механика деформируемого твердого тела»

Темы (вопросы)

1. Силы в сплошной среде. Вектор напряжений. Тензор напряжений Коши. Уравнение баланса импульса. Симметричность тензора напряжений, следствия.
2. Линейный тензор деформации. Определение перемещений по деформациям, уравнения совместности деформаций.
3. Полная система уравнений линейной теории упругости. Теоремы линейно-упругой статики: Клапейрона и взаимности работ. Полная система уравнений в перемещениях и в напряжениях.
4. Вариационные принципы линейной теории упругости: принцип минимума потенциальной энергии системы, принцип минимума дополнительной работы, смешанные вариационные принципы.
5. Плоская задача линейной теории упругости. Функция Эри. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
6. Задача Сен-Венана о кручении стержней.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. Елисеев В.В. Зиновьева Т.В. Основы механики материалов. СПб.: Лань, 2021, 88 с.

2. Бабкин А.,Селиванов В.Прикладная механика сплошных сред. Основы механики сплошных сред. Том 1 . М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021, 255 с.

3. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела(3-е издание) . — М.: ЛЕНАНД. 2019. — 712 с.

2) Дополнительная литература:

4. Пановко Я.Г. Механика деформируемого твердого тела: Современные концепции, ошибки и парадоксы. Изд. 2— М.: URSS. 2017.288 с.

2.2. «Аналитическая механика»

Темы (вопросы):

1. Кинематика и динамика точки.
2. Законы динамики систем материальных точек.
3. Связи, обобщенные координаты и силы в механике несвободных систем.
4. Общее уравнение динамики несвободной системы.
5. Уравнения Лагранжа 2-го рода.
6. Колебания системы с одной степенью свободы.
7. Представления о деформациях и напряжениях из курсов сопротивления материалов.
8. Статически неопределимые стержневые системы при растяжении-сжатии.
9. Изгиб балок.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 т. Т.1: Механика. 5-е изд. М.: Физматлит, 2004. 224 с.
2. Иродов И. Е._Механика. Основные законы. М.: Лаборатория знаний, 2017. 312 с.
3. Я. Г. Пановко Введение в теорию механических колебаний. М.: URSS 2017. 256 с.
4. Прохоренко Ф.Ф. Теоретическая механика: учебное пособие. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022, 191 с.

2) Дополнительная литература:

1. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. М.: Наука, 1966. 300 с.
2. Филатов Ю.Введение в механику материалов и конструкций. Учебное пособие. М.: Лань, 2017. 320 с.
3. Товстик П.Е. Конспект лекций по теоретической механике: учебное пособие. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022, 191 с.

2.3. «Вычислительная механика»

Темы (вопросы)

1. Вариационная постановка двумерной задачи линейной теории упругости. Функционал Лагранжа.
2. Метод Ритца.
3. Метод конечных элементов на примере задачи о растяжении стержня под действием его веса.
4. Функции формы конечного элемента. Изопараметрическая техника. Привести примеры функций формы для одномерного и двумерного конечных элементов.
5. Вывод разрешающей системы уравнений метода конечных элементов. Рассмотреть двумерную задачу линейной теории упругости.
6. Разложение Холецкого.
7. Профильная схема хранения симметричной матрицы.
8. Алгоритм Катхилл-Маккиперенумерации узлов конечно-элементной сетки.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. Розин Л.А.Метод конечных элементов в применении к упругим системам Изд. 2URSS. 2021. -130 с.
2. К. Басов: ANSYS для конструкторов ДМК-Пресс, 2016 г. 248с.

2) Дополнительная литература:

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. М.: В.Ш., 1994.- 544 с.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике — М.: Мир, 1975. 271 с.
3. Елисеев К.В., Кузин А.К., Орлов С.Г. Лабораторный практикум по вычислительной механике: учебное пособие СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024, 103 с.

2.4. «Основы автоматизированного проектирования»

Темы (вопросы):

1. Основные приёмы моделирования объектов (вытягивание, протягивание, вращение).
2. Типы соединений сборки (жесткое, шарнирное, цилиндрическое).
3. Основные операции при созданий поверхностей свободным стилем.
4. Способы анимации механизма, анализ механизма (кинематический, динамический).
5. Чертеж детали по 3D модели (настройка видов, расстановка размеров, осей.)

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. В. П. Большаков, А. В. Чернов, А. Л. Бочков, Е. А. Лебедева_ Твердотельное моделирование сборочных единиц в CAD-системах, 2018 СПб: Питер, 2018. 369с.

2. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР в машиностроении М.:Форум, 2014 448с.

3. В. П. Большаков, А. В. Чернов и др. Твердотельное моделирование сборочных единиц в CAD-системах. СПб.:Питер, 2018. 369с

2) Дополнительная литература:

1. Буланов А. Wildfire 3.0 Первые шаги. М.:Поматур, 2008. 240с

2. Теверовский Л.В., Ловыгин А.А.: Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система ДМК-Пресс, 2018 г. 280с.

2.5. «Технологии виртуального инжиниринга»

Темы (вопросы):

1. Концепции цифрового и виртуального инжиниринга. Отличия.
2. Системы виртуального окружения типа X-sided CAVE 3D.
3. Инфраструктура центров принятия решений.
4. Типы виртуальных сред виртуального инжиниринга.
5. Способы навигации в системах виртуального окружения.
6. Распределенная работа в системах виртуального окружения.
7. Современные пакеты прикладных программ систем виртуального окружения.
8. Роль и место современных многопроцессорных систем.
9. Основные сведения о технологиях параллельного программирования.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. COVISE User's Guide. Ruth Lang, Daniela Rainer, Juergen Schulze-Duebold, Andreas Werner, Peter Wolf, Uwe Woessner. 2022.

2. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления / В.В.Воеводин, Вл.В.Воеводин. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002 .— 599 с. : ил .— Библиогр.: с.588-592. — ISBN 5941571607

3. Джозеф Хокинг Unity в действии. Межплатформенная разработкана C# — Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 351с.

4. М. И. Карякин Визуализация механических систем, процессов и явлений:проектные задания с использованием VPython Ростов-на-Дону – Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021г.– 244с.

2) Дополнительная литература:

1. High Performance Scientific Modeling. A course of lectures of Berkeley University, California, USA. http://www.cs.berkeley.edu/~demmel/cs267.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Пример тестового задания (максимальный балл - 100)

1. Закон Гука устанавливает алгебраическую связь между (выберите один ответ)
   a. тензором напряжений и вектором перемещений
   b. тензором деформации и вектором перемещений
   c. тензором жесткости и тензором податливости
   d. тензором деформации и тензором напряжений

2. Упругий стержень растягивается продольными силами, приложенными на концах. Как изменится деформация стержня, если его длину увеличить в 2 раза? (Выберите один ответ)
   a. уменьшится в 2 раза
   b. увеличится в 4 раза
   c. не изменится
   d. увеличится в 2 раза

3. Чем обусловлена симметрия тензора напряжений в сплошной среде? (Выберите один ответ):
   a. Свойствами материалов, реализующимися в природе
   b. Симметрией тензора деформаций
   c. Это следствие уравнения баланса моментов
   d. Это следствие уравнения баланса сил

4. Уравнения Лагранжа 2-го рода применимы к (выберите один ответ)
   a. только к консервативным системам
   b. только к операционным системам
   c. только к стационарным системам
   d. только к голономным системам

5. Колебательное движение характеризуется (выберите один ответ)
   a. затуханием
   b. приблизительной повторяемостью по времени
   c. гармоничностью
   d. явлением резонанса

6. Свободно движущееся абсолютно твёрдое тело можно представить как систему материальных точек со связями. Какого типа эти связи? (Выберите один ответ)
   a. Голономные стационарные
   b. Неголономные нестационарные
   c. Неголономные стационарные
   d. Голономные нестационарные

7. Если уравнение связи содержит лишь обобщенные координаты и не содержит скорости, то такая связь называется (выберите один ответ)
   a. дифференциальной
   b. стационарной
   c. интегральной
   d. конечной

8. Какой язык используется для написания макросов в программах MicrosoftOffice? (Выберите один ответ)
   a. C или C#
   b. APDL
   c. VisualBasic
   d. LaTeX

9. Собственные частоты линейной механической системы (выберите один ответ)
   a. убывают при увеличении амплитуды колебаний
   b. возрастают при увеличении амплитуды колебаний
   c. не зависят от амплитуды колебаний
   d. могут возрастать, убывать или оставаться неизменными, в зависимости от коэффициентов в уравнениях

10. Для каких систем можно записать уравнения Гамильтона? (Выберите один ответ)
    a. Для открытых систем
    b. Для неголономных систем
    c. Для консервативных систем
    d. Для диссипативных систем

11. Простейший метод решения задачи нелинейных колебаний (выберите один ответ)
    a. метод гармонического баланса
    b. метод конечных элементов
    c. метод Герца
    d. метод Галеркина

12. Потенциальная энергия линейной системы есть (выберите один ответ)
    a. кубическая функция координат
    b. линейная функция координат
    c. квадратичная, линейная или кубическая функця координат (возможен любой вариант)
    d. квадратичная функция координат

13. В каких единицах измеряется момент инерции твёрдого тела? (Выберите один ответ)

a. $м^2$
b. Н $м^2$
c. кг $м^2$
d. $м^4$

14. Грузик массы m совершает свободные колебания на пружине жесткости c. Как изменится частота его свободных колебаний, если масса грузика возрастет в два раза и станет равна 2m, а жесткость пружины одновременно уменьшится в два раза и станет равна c/2? (Выберите один ответ)
a. частота уменьшится в 4 раза
b. частота уменьшится в 2 раза
c. частота увеличится в 2 раза
d. частота увеличится в 4 раза

15. Использование балочной модели в МКЭ позволяет (выберите один ответ)
a. сократить время подготовки модели и расчета
b. использовать твердотельную геометрию без модификаций
c. получить точные значения напряжений в балках
d. учитывать геометрию сечения в отличие от других моделей

16. Конечно-элементную сетку массивной трёхмерной области, состоящую из большого числа гексаэдров, сгустили в два раза (при этом каждое ребро каждого элемента превратилось в два ребра двух более мелких элементов новой сетки; тип конечных элементов при сгущении не изменился). Во сколько раз (приблизительно) увеличилось количество степеней свободы? (Выберите один ответ)
a. В 6 раз
b. В 4 раза
c. В 2 раза
d. В 8 раз

17. Каков первичный результат решения системы уравнений МКЭ? (Выберите один ответ)
a. Степени свободы в элементах
b. Перемещения в узлах
c. Перемещения и повороты как функции координат
d. Степени свободы в узлах

18. Векторы в трехмерном пространстве образуют правую тройку, если (выберите один ответ)
a. они ортогональны между собой
b. они линейно-независимы
c. их смешанное произведение положительно
d. их смешанное произведение равно нулю

19. Собственные векторы симметричной матрицы, соответствующие различным собственным числам (выберите один ответ)
    a. ортогональны
    b. имеют равные модули
    c. равны между собой
    d. параллельны

20. След антисимметричного тензора равен (выберите один ответ)
    a. 0
    b. 3
    c. 2
    d. 1