

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

**Институт передовых производственных технологий**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИППТ

  
V.A. Левенцов  
«31» октября 2022 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру  
по направлению подготовки/ образовательной программе**

**15.04.03 Прикладная механика / 15.04.03\_07 «Компьютерный инжиниринг и  
цифровое производство», 15.04.03\_09 «Цифровой инжиниринг и управление  
проектами», 15.04.03\_10 «Механика полимерных и композиционных  
материалов»**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург  
2022

## АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.03 «Прикладная механика», вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание, оценивается по стобалльной шкале.

Руководитель ОП 15.04.03\_07

 О.В. Антонова

Руководитель ОП 15.04.03\_09

 О.Б. Шагниев

Руководитель ОП 15.04.03\_10

 О.В. Толочко

Составители

Профессор, к.т.н.

 А.И. Боровков

Доцент, к.т.н.

 О.В. Антонова

Доцент, к.т.н.

 И.А. Керестень

Доцент, к.т.н.

 О.Б. Шагниев

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Ученым советом ИППТ (протокол № 5 от «21» октября 2022 г.).

## **1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ**

- 1.1. Теория упругости
- 1.2. Аналитическая динамика и теория колебаний
- 1.3. Вычислительная механика
- 1.4. Производственные технологии. Цифровое производство

## **2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН**

### **2.1. «Теория упругости»**

#### **Темы (вопросы)**

- 1. Тензоры второго ранга. Основные операции между тензорами второго ранга, векторами и скалярами
- 2. Описание деформирования твердого тела. Меры и тензоры деформации. Тензор малых деформаций в линейной теории упругости.3. Интегральные и дифференциальные уравнения динамики деформируемого твердого тела. Тензор напряжений и вектор напряжений.
- 3. Фундаментальные законы термодинамики деформируемого твердого тела
- 4. Определяющие уравнения в механике деформируемого твердого тела. Упругие, вязкие и пластические материалы.
- 5. Линеаризация основных уравнений механики деформируемых тел
- 6. Определяющее уравнение линейного термоупругого материала.
- 7. Основные уравнения и теоремы линейной упругости
- 8. Вариационные принципы теории упругости
- 9. Кручение цилиндрического стержня
- 10. Контактные задачи теории упругости. Теория Герца.

#### **Литература для подготовки:**

- 1. Лурье А.И. Теория упругости. М. Наука. 1970
- 2. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М. Наука. 1979
- 3. Кац А.М. Теория упругости. Лань. 2002.

4. Горшков А.Г. и др. Теория упругости и пластичности. М. УРСС. 2002.
5. Победря Б.Е., Георгиевский А.В. Основы механики сплошной среды. М. УРСС. 2006.
6. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1,2. М. УРСС. 2004.

## 2.2. «Аналитическая динамика и теория колебаний»

Темы (вопросы):

1. Основные элементы механических систем. Расчетные схемы и их математические модели
2. Равновесие и устойчивость, элементы теории катастроф
3. Различные формы динамических уравнений механики
4. Колебания систем с одной степенью свободы
5. Колебания систем со многими степенями свободы
6. Колебания стержней
7. Конечномерные модели механических колебательных систем
8. Численные методы определения собственных частот и форм колебаний
9. Численные методы решения задачи Коши для конечномерных моделей колебательных систем
10. Устойчивость линейных систем
11. Устойчивость периодических систем
12. Метод функций Ляпунова

Литература для подготовки:

1. Меркин Д. Р., Смольников Б. А. Прикладные задачи динамики твердого тела: Учеб. Пособие. – СПб. Изд-во С.-Петербургского университета, 2003.
2. Бабаков И.М. Теория колебаний. - М.: Дрофа, 2004.
3. Численное моделирование динамических систем. Лаб. практикум. Ч. II/ М.Г. Захаров, Ю.Г. Исполов, В.А. Полянский и др. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000.

## 2.3. «Вычислительная механика»

Темы (вопросы)

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент
2. Основные численные методы (вариационные методы, метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод граничных элементов)
3. Программные системы компьютерного проектирования, инженерного анализа и мультидисциплинарного компьютерного моделирования (CAD/CAE – системы)
4. Конечно-элементное решение задач теории теплопроводности гетерогенной анизотропной среды
  - 4.1. Стационарные задачи
  - 4.2. Нестационарные задачи
5. Конечно-элементное решение задач теории упругости гетерогенной анизотропной среды
6. Конечно-элементное решение задач теории термоупругости гетерогенной анизотропной среды
7. Решение больших разреженных систем конечно-элементных уравнений
  - 7.1. Характеристики систем конечно-элементных уравнений
  - 7.2. Прямые методы
  - 7.3. Итерационные методы
8. Методы суперэлементов, редуцированных элементов и субмоделирования
9. Конечно-элементное решение задач механики стержневых систем
10. Конечно-элементное решение задач о колебаниях элементов конструкций
11. Конечно-элементное решение задач механики разрушения
12. Алгоритмы конечно-элементного решения нестационарных задач механики деформируемого твердого тела
13. Алгоритмы конечно-элементного решения нелинейных задач механики деформируемого твердого тела

Литература для подготовки:

1. Боровков А.И. и др. Вычислительная механика деформируемого твердого тела. Задачи теплопроводности и теории упругости. Учебное пособие. Спб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 162 с.

2. Голованов А.И., Тюленева О.Н., Шигабутдинова А.Ф. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. М. МАИК Наука. 2006. 392 с.
3. Трушин С.И. Метод конечных элементов, Теория и задачи. М. Изд-ва АСВ. 2008. 256 с.
4. Кузьмин М.А., Лебедев Д.Л., Попов Б.Г. Прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций. Теория и практикум. Решение задач механики методом конечных элементов. М. ИКЦ “Академкнига”. 2008. 160 с.
5. Морозов Е.М., Никишков Г.П. Метод конечных элементов в механике разрушения. М. ЛКИ. 2008. 256 с.

#### 2.4. «Производственные технологии. Цифровое производство»

##### Темы (вопросы)

1. Основные виды традиционных производственных технологий. Особенности их применения.
2. Основные виды аддитивных технологий. Особенности их применения
3. Виды современных конструкционных материалов, особенности их применения в промышленности
4. Основные принципы изготовления изделий из пластика и металла с применением аддитивных технологий
5. Основные принципы изготовления изделий из металла с применением аддитивных технологий
6. Особенности проектирования конструкций для цифрового производства, на основе решения задач оптимизации
7. Основные принципы расчета стоимости производства изделий при использовании различных производственных технологий
8. Классификация технологий лазерной обработки. Особенности их применения
9. Жизненный цикл изделия. Определение и основные характеристики
10. Основные принципы технологической организации производства с применением аддитивных технологий

## 11. Виды механических испытаний для определения механических свойств металлов

Литература для подготовки:

1. А. И. Боровков [и др.]. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие /—СПб.: Изд-во Политехн. ун-та.
2. Основы лазерной технологии / Григорьянц А.Г. — М., Машиностроение, 1989
3. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении – СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2013
4. Механические свойства металлов. учебное пособие. / С. Ю. Кондратьев— СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2011.

### **3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ**

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт передовых производственных технологий**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель ОП**

**\_\_\_\_\_ О.В. Антонова**

**«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.**

### **ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/образовательной программе**

**15.04.03 Прикладная механика / 15.04.03\_07 «Компьютерный инжиниринг и  
цифровое производство»**

---

**Код и наименование направления подготовки / образовательной программы**

#### **Структура тестового задания**

1. Вопрос с вариантами ответов из теории упругости (3 вопроса)
2. Вопрос с вариантами ответов из аналитической динамики и теории колебаний (3 вопроса)
3. Вопрос с вариантами ответов из вычислительной механики (3 вопроса)
4. Вопрос с вариантами ответов из области производственных технологий и цифрового производства (3 вопроса)
5. Открытый вопрос из теории упругости (1 вопрос)
6. Открытый вопрос из аналитической динамики и теории колебаний (1 вопрос)
7. Открытый вопрос из вычислительной механики (1 вопроса)
8. Открытый вопрос из области производственных технологий и цифрового производства (1 вопроса)

**Примеры тестовых и открытых вопросов по каждой теме:**

1. Результатом скалярного умножения тензора на вектор является:
  - a. Скаляр
  - b. Вектор
  - c. Диада
  - d. Триада
2. Выбрать уравнения, не относящиеся к каноническим дифференциальным уравнениям аналитической динамики
  - a. Уравнения Лагранжа 2-го рода
  - b. Динамические уравнения Эйлера
  - c. Уравнения Гамильтона
  - d. Уравнения Раяса.
3. Какая размерность матрицы теплопроводности у линейного КЭ прямоугольной формы (четырехузлового) предназначенного для решения задачи нестационарной теплопроводности в плоской постановке?
  - a. 1x1
  - b. 2x2
  - c. 4x4
  - d. 6x6
  - e. 8x8
4. Выберите из списка производственные технологии, относящиеся к аддитивным
  - a. Селективное лазерное плавление металлов
  - b. Литье металлов по выплавляемым моделям
  - c. Токарная обработка
  - d. Прямая наплавка металлов

5. Какие вариационные принципы теории упругости вы знаете? Перечислите пожалуйста.
6. Опишите основную идею метода функций Ляпунова
7. Когда при решении задачи целесообразно применять метод суперэлементов?
8. Перечислите основные виды аддитивных технологий