

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

Институт металлургии, машиностроения и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММиТ


_____ А.А. Попович

« 21 » октября 20 20 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки / образовательной программе
15.04.03 «Прикладная механика»**

15.04.03_04 «Технология виртуального инжиниринга»

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург
2020

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой и вариативной части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» и 15.03.03 «Прикладная механика», вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание, оценивается по стобальной шкале и состоит из двух блоков:

- 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 (**максимальный балл – 60**);

- портфолио, требования к которому включается в программу вступительного испытания по соответствующей образовательной программе (**максимальный балл – 40**).

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **30 баллов (50%)**.

Руководитель ОП



М.А. Скотникова

Составители:

профессор

С.Г. Орлов

доцент

А.К. Кузин

ст. преподаватель

К.В. Елисеев

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию ученым советом ИММиТ (протокол № 2 от «20» октября 2020 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. Механика деформируемого твердого тела. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 231 с.
2. Снеддон И. Н., Берри Д. С. Классическая теория упругости. М.: Вузовская книга, 2008, 216 с.
3. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела. — М.: Наука. 1979. — 744 с.

2) Дополнительная литература:

4. Амензаде Ю. А. Теория упругости. Учебник для университетов. Изд. 3-е, доп. М., “Высшая школа”, 1976, 272 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. Старовойтов Э.И. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. М.: Физматлит, 2008. 384 с.

2) Дополнительная литература:

1. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. М.: Наука, 1966. 300 с.
2. Гольдштейн Г. Классическая механика. М.: Наука, 1975. 416 с.

2.3. «Вычислительная механика»

Темы (вопросы)

1. Вариационная постановка двумерной задачи линейной теории упругости. Функционал Лагранжа.
2. Метод Рунге.
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-Макки перенумерации узлов конечно-элементной сетки.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. М.: В.Ш., 1994.- 544 с.
2. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления — М.: Мир, 1999. 549 с.

2) Дополнительная литература:

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике — М.: Мир, 1975. 271 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. Малюх В. Введение в современные САПР. Курс лекций М.: ДМК Пресс, 2012. 192 с.
2. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР в машиностроении М.:Форум, 2014 448с.

2) Дополнительная литература:

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

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. 2005.
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

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

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт металлургии, машиностроения и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

_____ А.А. Иванов

« ____ » _____ 20__ г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки

15.04.03 Прикладная механика

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

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 Microsoft Office? (Выберите один ответ)
 - a. C или C#
 - b. APDL
 - c. Visual Basic
 - 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 неавтономных 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 функция 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

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОРТФОЛИО ПОСТУПАЮЩЕГО

Портфолио предоставляется в полном объеме не позднее чем за три рабочих дня до междисциплинарного экзамена.

В портфолио указываются достижения поступающего в научной и образовательной областях, в интеллектуальных и (или) творческих конкурсах, соответствующие направлению подготовки **15.04.03 Прикладная механика**.

Документы, подтверждающие достижения поступающего предоставляются в виде электронного образа документа в формате PDF (Portable Document Files). Электронный образ документа должен обеспечивать визуальную идентичность его бумажному оригиналу в масштабе 1:1.

Качество представленных электронных образов документов должно позволить в полном объеме прочитать текст документа. Если бумажный документ состоит из двух или более листов, электронный образ такого бумажного документа формируется в виде одного файла.

Электронные образы документов, подтверждающие достижения поступающего, располагаются в строгом соответствии с порядковым номером данного достижения в таблице.

№	Наименование достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов
1	Мотивационное письмо, включая резюме об учебной, научной, профессиональной деятельности	Мотивационное письмо	1-2
2	Статьи, индексируемые в Scopus (количество статей суммируется)	ссылка на публикацию на сайте https://www.scopus.com	8
3	Статьи, индексируемые в РИНЦ (количество статей суммируется)	ссылка на публикацию на сайте https://elibrary.ru/	4
4	Наличие статуса победителя (личное или командное первенство) международных, всероссийских, региональных студенческих олимпиад	диплом победителя (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команд)	8
5	Наличие статуса призера (личное или командное первенство) международных, всероссийских, региональных студенческих олимпиад	диплом призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды)	6
6	Наличие статуса победителя международного инженерного чемпионата «Case-in»	диплом победителя	8

7	Наличие статуса призера международного инженерного чемпионата «Case-in»	диплом призера	6
8	Наличие именного сертификата ФИЭБ	сертификат ФИЭБ	3
9	Наличие статуса победителя Школы магистров СПбПУ	диплом победителя	3
10	Наличие статуса победителя или призера отраслевых студенческих олимпиад	диплом победителя или призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды)	5
11	Сертификат, подтверждающий владение иностранным языком	сертификат	3
12	Наличие международных стажировок, включая международные научные школы	документ о прохождении стажировки	3
13	Документ, подтверждающий очное участие в научной конференции	сертификат участника	2
14	Диплом победителя научной конференции / выставки	диплом победителя	3
15	Документы, подтверждающие получение повышенной стипендии (Президента, Правительства РФ, Ученого совета университета, за учебную, научную и др. виды деятельности) при обучении по образовательным программам бакалавриата	приказы о назначении на стипендию	2
16	Диплом за победу в конкурсах кейсов, научных проектов, чемпионатах, научных играх и т.д.	диплом победителя	2

Для сканирования документов необходимо использовать режим сканирования с разрешением 300 точек на дюйм. Не допускается представление нечитаемых отсканированных изображений документов, а также изображений, содержащих потери значимых частей документа (текстовые области, подписи, оттиски печатей и т.д.).

Сумма баллов, начисленных поступающему за портфолио, не может быть более 40 баллов.

В случае предоставления недостоверной информации и/или работы, содержащей неправомерные заимствования (плагиат), либо работы, выполненные иным лицом, поступающий несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. При этом в случае

установления данных фактов, приемная комиссия вправе выставить поступающему низший балл за портфолио – 0 (ноль) баллов.

Баллы, начисленные за портфолио, включаются в сумму баллов вступительного испытания.

После проведения междисциплинарного экзамена абитуриента информируют о результатах междисциплинарного экзамена и баллах, набранных за портфолио. Итоговая сумма вступительного испытания не может превышать 100 баллов.

При получении по междисциплинарному экзамену результата ниже минимального балла, портфолио не рассматривается и не суммируется с результатом междисциплинарного экзамена.

В случае несогласия с результатом вступительного испытания абитуриент подает апелляцию на вступительное испытание, в т.ч. на результат междисциплинарного экзамена и/или оценку баллов за портфолио.