

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.03**

Математические методы в инженерии

Учебный план: ФГОС3++m150402-12\_23-12.plx

Кафедра: 16 Прикладной математики и информатики

Направление подготовки:  
(специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:  
(специализация) Технологические процессы и оборудование целлюлозно-бумажного производства

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
2	УП	17	17	74	36	4	Экзамен
	РПД	17	17	74	36	4	
Итого	УП	17	17	74	36	4	
	РПД	17	17	74	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Пестриков В.М.

Яковлев В.П.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой прикладной математики и информатики

Яковлев В.П.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тотухов Ю.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области современных математических методов решения инженерно-технических задач.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- сформировать у обучающихся навыки решения стандартных инженерно-технических задач на персональных компьютерах с использованием имеющихся программных пакетов;
- освоить основные принципы самостоятельной разработки новых программных модулей для решения нестандартных инженерно-технических задач.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Динамический анализ конструкций, механизмов и машин

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-4: Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов**

**Знать:** принципы построения математических моделей и способы их выбора; методы решения научно-технических задач.

**Уметь:** составлять программные реализации алгоритмов изучаемых методов; проводить статистическую обработку экспериментальных данных.

**Владеть:** умением реализовывать алгоритмы численных методов на одном из языков программирования; пакетами прикладного программного обеспечения в области вычислительной математики.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Базовые математические методы, используемые в инженерных задачах.	2					3
Тема 1. Основные понятия моделирования научно-технических задач  Математическое моделирование. Компьютерное моделирование. Основные принципы построения математических моделей, выбор математической модели, анализ математической модели, выбор переменных.		2	2	8		
Тема 2. Численное интегрирование и дифференцирование  Численное дифференцирование. Интерполяционный полином. Численное интегрирование. Метод трапеций. Метод Симпсона. Примеры вычисления интегралов данными методами.		2	2	8		
Тема 3. Способы решения уравнений и систем уравнений  Две группы методов решения систем линейных алгебраических уравнений. Формула Крамера. Метод Гаусса. Аналитические и численные методы решения нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Ньютона (метод касательных). Сравнительная характеристика методов.		4	4	16	ИЛ	
Раздел 2. Функции и дифференциальные уравнения в инженерных задачах.						
Тема 4. Аппроксимация и интерполяция функций  Понятие аппроксимации функции. Структура и особенности метода наименьших квадратов. Понятие интерполяции. Интерполяционный полином Лагранжа. Линейная интерполяция. Квадратичная интерполяция.		4	6	16		3

Тема 5. Моделирование инженерных задач, приводящих к дифференциальным уравнениям						
Дифференциальные уравнения в прикладных научно-технических задачах. Аналитическое и численное решение дифференциальных уравнений. Метод конечных разностей. Решение задачи Коши. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты.		5	3	26		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	74		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		36,5		107,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-4	Имеет представление об основных понятиях математического и компьютерного моделирования, принципах построения математических моделей. Способен решать задачи: численного интегрирования и дифференцирования; аппроксимации и интерполяции функций. Демонстрирует навыки моделирования инженерных задач, приводящих к дифференциальным уравнениям.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания.

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Практическое задание выполнено в соответствии с поставленной задачей.	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Практическое задание выполнено в соответствии с поставленной задачей. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления.	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов.	

	Задание выполнено полностью, но с существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Точные и приближённые числа. Источники погрешностей. Классификация погрешностей.
2	Абсолютная и относительная погрешность. Правила округления чисел.
3	Значащая цифра числа. Верная значащая цифра. Правила округления чисел.
4	Квадратурная формула правых прямоугольников для вычисления интегралов.
5	Квадратурная формула левых прямоугольников для вычисления интегралов.
6	Квадратурные формулы трапеций для вычисления интегралов.
7	Квадратурные формулы Симпсона для вычисления интегралов.
8	Метод Монте-Карло для нахождения значения определенного интеграла.
9	Способы задания функций. Математические таблицы.
10	Математическая постановка задачи интерполирования.
11	Интерполяционный многочлен Лагранжа для решения нелинейных уравнений.
12	Оценка погрешности интерполяционного многочлена Лагранжа.
13	Первая интерполяционная формула Ньютона.
14	Вторая интерполяционная формула Ньютона.
15	Оценка погрешности первой интерполяционной формулы Ньютона.
16	Оценка погрешности второй интерполяционной формулы Ньютона.
17	Обратное интерполирование. Случай равноотстоящих узлов интерполирования.
18	Обратное интерполирование. Случай равноотстоящих узлов интерполирования.
19	Алгебраические и трансцендентные уравнения. Общие методы решения нелинейных уравнений.
20	Графические методы решения нелинейных уравнений.
21	Отделение корней. Графический метод отделения корней.
22	Общие свойства алгебраических уравнений. Определение числа действительных корней алгебраического уравнения.
23	Вычисление значений многочлена. Теорема Безу.
24	Отделение корней. Аналитический метод отделения корней. Уточнение корней методом проб.
25	Нахождение корней уравнений методом последовательных приближений (итераций). Геометрическая интерпретация метода итераций.
26	Методы численного решения трансцендентных уравнений: Метод Ньютона, дихотомии, метод хорд и секущих.
27	Приближённое решение систем уравнений. Метод Ньютона для решения системы двух уравнений.
28	Схема Горнера для вычисления значений многочлена.
29	Метод последовательного исключения переменных для приближённого решения систем линейных уравнений
30	Решение систем линейных уравнений методом последовательных приближений (итераций). Оценка погрешностей.
31	Условия сходимости и оценка погрешности итерационного процесса.
32	Решение систем линейных уравнений методом Зейделя

33	Условия сходимости и оценка погрешности процесса Зейделя.
34	Численное дифференцирование. Формулы приближённого дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Ньютона.
35	Формула приближённого дифференцирования, основанная на интерполяционной формуле Лагранжа.
36	Графическое дифференцирование функций.
37	Понятие о дифференциальном уравнении первого и второго порядка. 7
38	Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.
39	Метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений (вывод основных формул).
40	Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений. Метод Эйлера (вывод основных формул). Усовершенствованный метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений.
41	Метод Рунге-Кутты (вывод основных формул).
42	Понятие последовательности и ряда. Ряд Фурье. Теорема Дирихле.
43	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных. Метод сеток.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Отделить один корень уравнения и вычислить его на полученном отрезке  $[a;b]$  с точностью до 0,0001 тремя методами.

- А) метод дихотомии
- Б) метод простой итерации.
- Г) метод хорд.

2. Провести аппроксимацию функции , заданной своими значениями, по методу наименьших квадратов с помощью параболы.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочным материалом.
- Время на подготовку ответа 30 минут.
- Экзамен проводится в компьютерном классе с выходом в Интернет.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Мокрова, Н. В., Суркова, Л. Е.	Численные методы в инженерных расчетах	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/71739.html">http://www.iprbooks.hop.ru/71739.html</a>
Краюткина, Е. В.	Численные методы в научных расчетах	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2019	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/99474.html">http://www.iprbooks.hop.ru/99474.html</a>
Алексеев, Г. В., Вороненко, Б. А., Гончаров, М. В., Холявин, И. И.	Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования	Саратов: Вузовское образование	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/26229.html">http://www.iprbooks.hop.ru/26229.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				

Переборова, Н. В.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/102439.html">http://www.iprbookshop.ru/102439.html</a>
Н.Л. Леонова	Компьютерное моделирование [Текст]: курс лекций	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafpriklmatiiif/9.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafpriklmatiiif/9.pdf</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>  
 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/catalog/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013  
 PTC Mathcad 15  
 Delphi  
 MicrosoftWindows 8

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска