

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»**  
**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ**

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ  
 П.В. Луканин  
 «22» Колдовья 2016 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.ДВ.6.2</b> <i>(индекс дисциплины)</i>	<b>Численные методы анализа</b> <i>(Наименование дисциплины)</i>
Кафедра: <b>16</b> <i>Код</i>	Прикладной математики и информатики <i>(Наименование кафедры)</i>
Направление подготовки: <u>18.03.01 Химическая технология</u>	
Профиль подготовки: <u>Технология и переработка полимеров</u>	
Уровень образования: <u>Бакалавриат</u>	

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>108</b>		
	Аудиторные занятия	<b>51</b>		
	Лекции	17		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	34		
	Самостоятельная работа	57		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Зачет	4		
	Контрольная работа			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>3</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная				<b>3</b>						
Очно-заочная										
Заочная										

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Получение основных сведений по методам аппроксимации различных функций, численным методам решения математических задач различной сложности и их применение в практических приложениях, изучение новых аспектов дисциплины, необходимых для дальнейшего обучения и работы по специальности.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть: теоретические и методологические основы методов приближения функций одной и нескольких переменных, численных методов решения систем алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений различной сложности; освоить основные инструментальные средства, необходимые для реализации численных методов различной сложности.
- Научить понимать и применять: полученные знания в практической деятельности.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-4	Владением понимания сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознания опасности и угрозы возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.	3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Структуру и содержание основных разделов математики и информатики. Уметь: 1) Применять вычислительные алгоритмы математики при решении профессиональных задач. Владеть: 1) Методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.		
ОПК-5	Владением основными способами, методами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Численные методы алгебры, методы приближения функций; 2) методы численного интегрирования и решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных. Уметь: 1) Применять алгоритмы численных методов для решения прикладных задач в профессиональной деятельности Владеть: 1) Современными численными методами решения различных математических задач; 2) Инструментальными средствами их реализации.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4.:

1. Информатика (ОПК-4, ОПК-5)
2. Прикладная механика (ОПК-4)
3. Инженерная графика (ОПК-5)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1 Введение в численные методы.</b>			
<b>Тема 1. численные методы. Погрешности</b>	6		
Предмет дисциплины «численные методы». Теория погрешностей. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность. Представление чисел в ЭВМ.			
<b>Тема 2. Численное интегрирование.</b>	8		
Методы численного интегрирования. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Метод Монте-карло. Погрешности вычислительного эксперимента на примере интегрирования.			
<b>Тема 3. Обработка результатов эксперимента.</b>	9		
Интерполяция и аппроксимация. Метод наименьших квадратов.			
<b>Текущий контроль 1 Письменный опрос</b>	4		
<b>Учебный модуль 2 Решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Системы алгебраических и трансцендентных уравнений.</b>			
<b>Тема 4. Алгебраические и трансцендентные уравнения</b>	9		
Понятие уравнения. Виды уравнений. Два этапа численного решения уравнений.			
<b>Тема 5. Численные методы уточнения корня уравнения.</b>	12		
Метод дихотомии. Метод простых итераций. Метод хорд и секущих. Метод Ньютона (касательных)			
<b>Тема 6. Численные методы решения систем алгебраических и трансцендентных уравнений.</b>	12		
Метод итераций. Метод Зейделя. Метод Гаусса.			
<b>Текущий контроль 2 письменный опрос</b>	3		
<b>Учебный модуль 3 Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и систем ОДУ. Численное решение уравнений в частных производных.</b>			
<b>Тема 7. Численное решение ОДУ и систем ОДУ</b>	16		
Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Рунге – Кутта первого порядка точности (метод Эйлера). Метод Рунге – Кутта второго порядка точности. Метод Рунге – Кутта четвертого порядка точности. Правило Рунге оценки погрешности в методах Рунге – Кутта. Решение систем ОДУ первого порядка методом Рунге – Кутта. Численное решение ОДУ высших порядков. Численное решение систем ОДУ высших порядков.			
<b>Тема 8. Численное дифференцирование. Уравнения в частных производных</b>	18		
Численное дифференцирование путем конечно разностной аппроксимации производной. Численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Лагранжа. Решение дифференциальных уравнений в частных производных методом сеток.			
<b>Текущий контроль 3 письменный опрос</b>	3		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет</b>	8		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	4	1				
2	4	2				
3	4	3				
4	4	1				
5	4	2				
6	4	2				
7	4	3				
8	4	3				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>				

#### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Погрешности. Решение задач.	4	4				
2	Численное интегрирование. Решение задач.	4	4				
3	Решение задач, возникающих в ходе обработки результатов эксперимента	4	4				
4	Решение задач на построение графиков функций и определение приближенных значений корней уравнений графически.	4	5				
5	Численное решение уравнений. Уточнение корней. Решение задач.	4	4				
6	Решение задач по нахождению корня системы уравнений и уточнению его численным методом.	4	4				
7	Численное решение дифференциальных уравнений. Решение задач.	4	5				
8	Решение задач численного дифференцирования. Практикум	4	4				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>34</b>				

#### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1-3	Письменный опрос	4	3				

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	4	22				
Подготовка к практическим занятиям	4	27				
Подготовка к Зачету	4	8				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>57</b>				

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий  
Не предусмотрены.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Турчак, Л.И. Основы численных методов [Электрон. ресурс]: учеб. пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 304 с. - КнигаФонд<http://www.knigafund.ru/books/106325>

б) дополнительная учебная литература

2. Жидков, Е.Н. Вычислительная математика: [Текст]: учебник. /Е.Н.Жидков ГрифУМО.-М.:издат. центр «Академия», 2013.- 208с

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Сергеев, И.Н. Дифференциальные уравнения: [Текст]/И.Н. Сергеев учебник Гриф УМО,- М.: Издат. Центр «Академия»,-2013, 288 с. 2014. – 304 с. - КнигаФонд<http://www.knigafund.ru/books/106325>
2. Ракитин, В.И.Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD: [электрон.ресурс] /В.И.Ракитин; учебное пособие.: М.:ФИЗМАТЛИТ ,2014.- 264с.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Образовательный математический сайт "Exponenta.ru" <http://www.exponenta.ru/>

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрены

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов на контрольные вопросы, просмотр рекомендуемой литературы.
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя. При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-4 (3)	1. Знает основные приемы решения задач профессиональной деятельности численными методами 2. Имеет представление об основных направлениях развития научных направлений, относящихся к выбранной специализации, с использованием численных методов;	1. Устное собеседование. 2. Практическое задание.	1. Перечень вопросов к зачету (38 вопросов). 2. Практические задания (16 заданий).
ОПК-5 (3)	1. Излагает базовые теоретические положения по дисциплине. 2. Применяет численные методы при решении задач; в практической деятельности;	1. Устное собеседование. 2. Практическое задание.	1. Перечень вопросов к зачету (38 вопросов). 2. Практические задания (16 заданий).

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание теоретических основ дисциплины, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; знаком с дополнительной литературой; способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины и грамотно изложить материал. Решает практические задачи, может объяснить взаимосвязь основных химических законов с математическими моделями и методами решения задач.
Не зачтено	Обучающийся не знает теоретических основ дисциплины, способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины, но не может грамотно и четко изложить материал, допускает ошибки при решении практических задач.

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

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

27.	Условия сходимости и оценка погрешности итерационного процесса.	6
28.	Решение систем линейных уравнений методом Зейделя. Условия сходимости и оценка погрешности процесса Зейделя.	6
29.	Численное дифференцирование. Формулы приближённого дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Ньютона.	7
30.	Формула приближённого дифференцирования, основанная на интерполяционной формуле Лагранжа.	7
31.	Графическое дифференцирование функций.	7
32.	Понятие о дифференциальном уравнении первого и второго порядка.	7
33.	Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.	7
34.	Метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений (вывод основных формул).	7
35.	Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений. Метод Эйлера (вывод основных формул). Усовершенствованный метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений.	7
36.	Метод Рунге-Кутты (вывод основных формул).	7
37.	Понятие последовательности и ряда. Ряд Фурье. Теорема Дирихле.	8
38.	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных. Метод сеток.	8

### 10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ														
1	Отделить один корень уравнения $e^x + x + 2 = 0$ 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.	Ответ: -2,1201														
2	Провести аппроксимацию функции $f(x)$ , заданной своими значениями, по методу наименьших квадратов с помощью параболы.  <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>x</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>f(x)</td> <td>-100</td> <td>-90</td> <td>-76</td> <td>-52</td> <td>-12</td> <td>50</td> </tr> </table>	x	0	1	2	3	4	5	f(x)	-100	-90	-76	-52	-12	50	<p>Аппроксимация функции <math>f(x)</math> полиномом <math>p(x) \in \mathcal{P}_2</math> с <math>\ f - p\ _{\infty} = 97</math></p> <p>Анализ: Найдите, по заданным значениям функции <math>f(x)</math> в <math>x^2 = 100 - 100x + 100x^2 - 100x^3 + 100x^4 - 100x^5</math> итерационный метод для того, чтобы оценить степень приближенности.</p>
x	0	1	2	3	4	5										
f(x)	-100	-90	-76	-52	-12	50										

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета 15.03.2016г., протокол № 4).

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

#### 10.3.3. Особенности проведения зачета:

- Возможность пользоваться справочным материалом.
- Время на подготовку ответа 20 минут.
- Зачет проводится в компьютерном классе с выходом в Интернет.