

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 30.05.2022 16:02:08  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ОПТИМИЗАЦИИ**

Направления подготовки

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Направленности образовательных программ

**Рациональное использование материальных, энергетических и водных ресурсов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **ресурсосберегающих технологий**

Санкт-Петербург  
2016

**Б1.В.12**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы. **Ошибка! Закладка не определена.**
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. **Ошибка! Закладка не определена.**
3. Объем дисциплины. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
4. Содержание дисциплины. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 4.2. Занятия лекционного типа. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 4.3. Занятия семинарского типа. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
    - 4.3.1. Семинары, практические занятия. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 4.4. Самостоятельная работа обучающихся. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 10.1. Информационные технологии. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 10.2. Программное обеспечение. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 10.3. Информационные справочные системы. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
- Приложение № 1 ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-3</b>	Способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	<b>Знать:</b> методы и алгоритмы поиска корней и экстремумов функций, решения систем алгебраических уравнений, численного дифференцирования, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями, аппроксимации данных по методу наименьших квадратов. <b>Уметь:</b> правильно применять методы вычислительной математики для решения типовых практических задач. <b>Владеть:</b> знаниями основ математической теории численных методов.
<b>ПК-3</b>	способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	<b>Знать:</b> подходы к решению прикладных задач по методам вычислительной математики при помощи ресурсов программного обеспечения. <b>Уметь:</b> проводить корректную оценку погрешности численного решения. <b>Владеть:</b> методами решения различных прикладных задач численного анализа.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части и является обязательной для изучения (Б1.В.12). Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Информатика», «Математика».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	5 / 180
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>54</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР (в т.ч. на курсовой проект)	-
другие виды контактной работы	45
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>81</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен ( <b>45</b> )

### 4. Содержание дисциплины.

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Предмет и математические основы дисциплины. Численное дифференцирование и интегрирование	4	8		20	<b>ОПК-3</b>
2.	Поиск корней функций. Решение систем нелинейных уравнений	6	10		20	<b>ОПК-3</b>
3.	Решение дифференциальных уравнений с начальными условиями	4	10		20	<b>ПК-3</b>
4.	Поиск экстремумов функций. Обработка данных: метод наименьших квадратов	4	8		21	<b>ПК-3</b>

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p><u>Предмет и математические основы дисциплины. Численное дифференцирование и интегрирование</u></p> <p>Задачи численного анализа, сведение к проблеме приближенного вычисления пределов, способы оценки погрешности. Приближение функции отрезком степенного ряда. Вычисление первой и второй производных: вывод и анализ конечно-разностных формул, порядок аппроксимации, погрешность. Вычисление определенных интегралов, сопоставление и ранжирование вариантов квадратурных формул.</p>	4	Мультимедийная презентация материала
2.	<p><u>Поиск корней функций. Решение систем нелинейных уравнений</u></p> <p>Постановка задачи поиска корня функции. Метод простой итерации, условие сходимости. Метод Ньютона, особенности реализации. Метод дихотомии. Сопоставление методов, возможности обобщения на многомерный случай. Системы линейных уравнений, трудоемкость метода Гаусса. Системы нелинейных алгебраических уравнений, особенности реализации метода Ньютона – Рафсона.</p>	6	Мультимедийная презентация материала
3.	<p><u>Решение дифференциальных уравнений с начальными условиями</u></p> <p>Постановка задачи для дифференциального уравнения первого порядка. Простой и модифицированный методы Эйлера. Устойчивость, порядок аппроксимации, погрешность численного решения. Практические способы выбора шага интегрирования. Сравнение двух вариантов метода Эйлера, их обобщение на решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.</p>	4	Мультимедийная презентация материала
4.	<p><u>Поиск экстремумов функций. Обработка данных: метод наименьших квадратов</u></p> <p>Постановка задач, обобщенный алгоритм многомерной оптимизации. Одномерный поиск: методы нулевого и первого порядка. Условная оптимизация. Обработка экспериментальных данных, метод наименьших квадратов, вероятностная трактовка.</p>	4	Мультимедийная презентация материала

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Практические работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Теоретическое и экспериментальное исследование формул численного дифференцирования, решение модельных задач.	4	Мастер-класс
1	Теоретическое и экспериментальное исследование формул численного интегрирования, решение модельных задач.	4	Мозговой штурм
2	Поиск корней модельных функций методами Ньютона и дихотомии, анализ результатов.	4	
2	Решение модельных систем нелинейных уравнений методом Ньютона-Рафсона, анализ результатов	6	
3	Решение модельного дифференциального уравнения первого порядка методами Эйлера. Анализ результатов.	6	
3	Решение модельных систем дифференциальных уравнений первого порядка методами Эйлера.	4	Мастер-класс
4	Оптимизация тестовых функций, обработка данных по методу наименьших квадратов.	8	Работа в малых группах

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Предел последовательности и функции. Степенной ряд Тейлора, остаточный член. Интегральная сумма Римана, определенный интеграл.	20	Устный опрос №1
2	Частные производные, матрица Якоби.	20	Устный опрос №2
3	Обыкновенные дифференциальные уравнения: приложения в физике и химии.	20	Устный опрос №3
4	Линейная алгебра: решение систем линейных уравнений методом Гаусса-Зейделя, сходимость. Теория вероятности: частота, вероятность, независимые величины, дисперсия суммы.	21	Устный опрос №4

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами (для проверки знаний).

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Поиск корня функции: метод простой итерации, условие сходимости.
2. Решение обыкновенного дифференциального уравнения: метод Эйлера.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Демидович Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова; под ред. Б.П. Демидовича. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 400 с.
2. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики: учеб. пособие для вузов / Г.И. Марчук. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2009. - 608 с.
3. Охорзин В.А. Прикладная математика в системе Mathcad. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2009. - 348 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах / Н. В. Копченова. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 367 с.
2. Фаддеев М.А. Основные методы вычислительной математики. [Текст] : учебное пособие / М. А. Фаддеев, К. А. Марков. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 154 с.
3. Устинов С. М. Вычислительная математика. / С. М. Устинов. - СПб. : БХВ - Петербург, 2009. - 330 с.
4. Жидков Е. Н. Вычислительная математик / Е. Н. Жидков. - М. : Издат. центр "Академия", 2010. - 200 с.
5. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций / В. А. Срочко - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2010. - 202 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань (Профессия)» <https://e.lanbook.com/books/>;

сайт федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»: <https://www1.fips.ru/>;

поисковые системы: [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

1. Средства MS Office.
2. Программный пакет MathCad.

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»;  
База федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности».

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения лекций и практических занятий используются персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран.

Для проведения практических занятий используется компьютерная лаборатория кафедры ресурсосберегающих технологий СПбГТИ(ТУ), оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть, библиотека кафедры ресурсосберегающих технологий СПбГТИ(ТУ), фундаментальная библиотека СПбГТИ(ТУ).

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-3	Способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	промежуточный
ПК-3	способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<b>Знать:</b> методы и алгоритмы поиска корней и экстремумов функций, решения систем алгебраических уравнений, численного дифференцирования, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями, аппроксимации данных по методу наименьших квадратов.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 1-5	ОПК-3
Освоение раздела №2	<b>Уметь:</b> правильно применять методы вычислительной математики для решения типовых практических задач. <b>Владеть:</b> знаниями основ математической теории численных методов.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 6-10	ОПК-3
Освоение раздела № 3	<b>Знать:</b> подходы к решению прикладных задач по методам вычислительной математики при помощи ресурсов программного обеспечения.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 11-15	ПК-3

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №4	<b>Уметь:</b> проводить корректную оценку погрешности численного решения. <b>Владеть:</b> методами решения различных прикладных задач численного анализа.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 16-20	ПК-3

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-3:

1. Численный анализ: способы задания числовой последовательности, анализ асимптотического поведения, практическая оценка предела и погрешности.
2. Формулы численного дифференцирования для равноотстоящих узлов. Производная первого порядка: сравнение погрешностей различных формул.
3. Формулы численного дифференцирования для равноотстоящих узлов. Вывод формулы второй производной, порядок аппроксимации, погрешность.
4. Численное интегрирование. Сравнение погрешностей формулы левых прямоугольников и формулы трапеций.
5. Численное интегрирование. Сравнительный анализ формулы средних прямоугольников и формулы трапеций.
6. Поиск корня функции. Метод простой итерации: условие сходимости, оценка погрешности.
7. Поиск корня функции. Метод Ньютона: вывод формулы, особенности реализации.
8. Метод дихотомии: условия применения, скорость сходимости.
9. Решение систем линейных уравнений: расчет трудоемкости метода Гаусса.
10. Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона-Рафсона.

#### б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:

11. Дифференциальное уравнение первого порядка: постановка задачи, метод Эйлера.
12. Дифференциальное уравнение первого порядка. Метод Эйлера: устойчивость, погрешность, выбор шага.
13. Дифференциальное уравнение первого порядка. Модифицированный метод Эйлера, сравнение с простым методом Эйлера.
14. Дифференциальное уравнение произвольного порядка: начальные условия, сведение к системе дифференциальных уравнений первого порядка.
15. Система дифференциальных уравнений первого порядка: метод Эйлера.
16. Постановка задач безусловной и условной оптимизации, общий алгоритм решения многомерных задач.
17. Оптимизация: одномерный поиск, методы нулевого порядка.

18. Оптимизация: одномерный поиск, методы первого порядка.
19. Оптимизация: выбор направления одномерного поиска – метод градиента.
20. Обработка экспериментальных данных: метод наименьших квадратов.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» ( Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.