

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 31.10.2023 16:51:46  
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

«29» апреля 2019 г.

Рабочая программа дисциплины

## **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ДИФ- ФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

Направление подготовки

**09.03.03 Прикладная информатика**

Направленность программы бакалавриата

**Прикладная информатика в химии**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **математики**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		д. ф.-м. н. А. А. Груздков

Рабочая программа дисциплины «Численные методы и алгоритмы решения дифференциальных уравнений» обсуждена на заседании кафедры математики

Протокол от «11» апреля 2019 № 7

Заведующий кафедрой

А. А. Груздков

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления

протокол от «24» апреля 2019 года №8

Председатель

В. В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления «Прикладная информатика»		И. В. Новожилова
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т. И. Богданова
Начальник УМУ		С. Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	7
4.3. Занятия лекционного типа .....	7
4.4. Занятия семинарского типа .....	8
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	9
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	11
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Фонд оценочных средств .....	13

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-1.4</b> Применение методов и алгоритмов приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных при решении практических задач</p>	<p><b>Знать:</b> приближённые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. (ЗН-1); основные уравнения математической физики и методы их решения (ЗН-2);</p> <p><b>Уметь:</b> составлять обыкновенные дифференциальные уравнения, описывающие химические, физические и биологические процессы, находить решения этих уравнений (У-1); приводить линейные уравнения в частных производных к каноническому виду и находить для них общее решение, корректно ставить задачи математической физики (У-2);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения приближённых методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений для решения прикладных задач. (Н-1); методами решения гиперболических и параболических дифференциальных уравнений в частных производных, навыками применения этих методов при решении прикладных задач (Н-2).</p>

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>**

Дисциплина относится к обязательной части. Код дисциплины по учебному плану Б1.О.22. Дисциплина изучается на втором курсе в 4-ом семестре.

Дисциплина «Численные методы и алгоритмы решения дифференциальных уравнений» изучается на основе знаний, полученных при изучении дисциплин «Алгебра и геометрия» и «Математический анализ».

Знания, навыки и умения, приобретённые при изучении дисциплины «Численные методы и алгоритмы решения дифференциальных уравнений», могут быть полезны при изучении ряда общенаучных и специальных дисциплин («Методы оптимизации», «Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределёнными параметрами» и др.), а также в научной работе.

---

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	4
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Контроль</b>	
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>2 Кр, 1 РГР</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	зачёт

### 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.	Численные методы и алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	5	16		20	ОПК-1
2.	Численные методы и алгоритмы решения уравнений математической физики.	13	20		30	ОПК-1
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		<b>50</b>	

## 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ОПК-1.4	Численные методы и алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
2	ОПК-1.4	Численные методы и алгоритмы решения уравнений математической физики.

## 4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Примеры решения задач физики, химии, биологии методом составления и решения дифференциальных уравнений. Графический метод решения дифференциальных уравнений (метод изоклин).	2	Разбор конкретных ситуаций
1	Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов: метод последовательного дифференцирования и метод неопределённых коэффициентов. Метод Эйлера и метод Эйлера с уравниванием.	3	
2	Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка. Основные уравнения математической физики, постановка задач.	1	
2	Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, приведение их к каноническому виду. Решение задачи о свободных колебаниях бесконечной струны методом Даламбера.	2	
2	Решение задачи о вынужденных колебаниях бесконечной струны. Решение задачи о колебаниях полубесконечной струны.	2	Проблемная лекция
2	Задача о свободных колебаниях струны, закреплённой на концах, её решение методом разделения переменных (Фурье). Вынужденные колебания струны, закреплённой на концах.	2	
2	Интеграл Фурье. Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне. Распространение тепла в конечном стержне.	2	
2	Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга разделением переменных.	2	
2	Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.	2	
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	

#### 4.4 Занятия семинарского типа

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Составление и решение дифференциальных уравнений по текстам, описывающим химические, физические, биологические процессы.	4	Мозговой штурм
1	Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом изоклин.	4	
1	Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.	6	Разбор конкретных ситуаций
1	Контрольная работа № 1.	2	
2	Приведение линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных к каноническому виду и нахождение их общих решений.	4	
2	Решение задачи о колебаниях бесконечной струны методом Даламбера.	4	
2	Решение задачи о колебаниях струны, закреплённой на концах методом разделения переменных (Фурье).	4	
2	Контрольная работа № 2.	2	
2	Решение задачи о теплопроводности в стержне методом разделения переменных.	6	
	<b>Итого</b>	<b>36</b>	

##### 4.4.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
	не предусмотрены		

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Составление обыкновенных дифференциальных уравнений по тексту задачи с физическим, химическим или биологическим содержанием. Нахождение решения полученного уравнения при заданных условиях. Выполнение РГР, подготовка к зачету.	4	РГР, вопросы к зачету
1	Приближённое решение дифференциальных уравнений методом изоклин. Выполнение РГР, подготовка к зачету.	4	РГР, вопросы к зачету



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов методом последовательного дифференцирования и методом неопределённых коэффициентов. Подготовка к контрольной работе и зачету.	6	Кр № 1, вопросы к зачету
1	Метод Эйлера. Метод Эйлера с уравниванием. Подготовка к зачету.	6	Вопросы к зачету
2	Постановка задач математической физики. Подготовка к зачету.	2	Вопросы к зачету
2	Приведение линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных к каноническому виду и нахождение их общих решений. Подготовка к Кр № 2 и зачету.	6	Кр 2, вопросы к зачету
2	Решение задач о колебаниях бесконечной и полубесконечной струны методом Даламбера. Подготовка к Кр № 2 и зачету.	6	Кр 2, вопросы к зачету
2	Решение задач о колебаниях закреплённой на концах струны методом Фурье. Подготовка к Кр № 2 и зачету.	6	Кр 2, вопросы к зачету
2	Задачи о распространении тепла в конечном и бесконечном стержне. Подготовка к зачету.	4	Вопросы к зачету
2	Решение задачи Дирихле для круга методом разделения переменных. Подготовка к зачету.	2	Вопросы к зачету
2	Применение метода конечных разностей для приближённого решения задачи теплопроводности в конечном стержне. Подготовка к зачету.	4	Вопросы к зачету
	<b>ИТОГО</b>	<b>50</b>	

## 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 Медия: <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 зачёта. К сдаче зачёта допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачёта предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и практическое задание (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачёта, студент получает два вопроса из перечня вопросов и одно практическое задание аналогичное заданиям контрольных работ и РГР. Время подготовки студента к устному ответу — до 45 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

### **а) печатные издания:**

1. Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения : Учебное пособие / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008. – 276 с. – ISBN 978-5-8114-0677-7.

2. 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. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008. – 400 с. – ISBN 978-5-8114-0799-6.

3. Емельянов, В. М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач : учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-0863-4.

4. Курс математики для технических высших учебных заведений : учебное пособие для вузов по инженерно-техническим специальностям / Н. А. Берков [и др.]. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань. – Ч. 3 : Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации / Под ред.: В. Б. Миносцева, Е. А. Пушкаря. – 2-е изд., испр. – 2013. – 528 с. – ISBN 978-5-8114-1560-1.

5. Никифоров, А. Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики / А. Ф. Никифоров. – Долгопрудный : Интеллект, 2009. – 133 с. – ISBN 978-5-91559-031-0.

6. Типовые варианты контрольной работы по теме ряды : Методические указания / П. Е. Баскакова, Т. В. Винник, Н. Н. Гизлер, Л. В. Зайцева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высшей математики. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2007. – 20 с.

7. Шипачев, В. С. Высшая математика : Учебник для вузов / В. С. Шипачев. – 9-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2008. – 479 с. – ISBN 978-5-06-006050-8.

### **б) электронные учебные издания:**

8. Груздков, А. А. Ряды : учебное пособие / А. А. Груздков, О. В. Шаляпина, В. С. Капитонов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высшей математики. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. – 65 с. – Текст : электронный // Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.04.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

9. Фаттахова, М. В. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка. Решение задач : методические указания / М. В. Фаттахова, М. Б. Купчиненко, Н. М. Климовицкая ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высшей математики. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2009. – 65 с. – Текст : электронный // Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.04.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

10. Шаляпина, О. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебное пособие / О. В. Шаляпина, В. С. Капитонов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высшей математики. – Санкт-Петербург : [б. и.],

2013. – 38 с. – Текст : электронный // Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.04.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **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» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Численные методы и алгоритмы решения дифференциальных уравнений» 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.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭОИС.

### **10.2. Программное обеспечение**

Пакет прикладных программ Mathcad.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы**

[wolframalpha.com/examples/mathematics](http://wolframalpha.com/examples/mathematics)

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

Для ведения лекционных и практических занятий используются аудитории кафедры математики.

При изучении соответствующих разделов курса и для проведения тестирования используется компьютерный класс, оборудованный 16 персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **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 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств**  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Численные методы и алгоритмы решения дифференциальных уравнений»

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>2</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>3</sup></b>
ОПК-1	<b>Способен применять</b> естественнонаучные и общеинженерные знания, <b>методы математического анализа и моделирования</b> , теоретического и экспериментального исследования <b>в профессиональной деятельности</b>	промежуточный

---

<sup>2</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>3</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-1.4</b> Применение методов и алгоритмов приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных при решении практических задач	Знает приближённые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. (ЗН-1)	Ответы на вопросы к зачёту №№ 2-6, выполнение КР № 1.	Знает алгоритмы приближённого решения дифференциальных уравнений, допускает неточности и незначительные ошибки.	Знает алгоритмы приближённого решения дифференциальных уравнений, затрудняется с их корректным обоснованием.	Знает алгоритмы приближённого решения дифференциальных уравнений и их обоснование.
	Знает основные уравнения математической физики и методы их решения (ЗН-2)	Ответы на вопросы к зачёту №№ 7, 10-24, выполнение КР № 2.	Знает постановку и методы решения основных задач математической физики, допускает неточности в постановке задач и незначительные ошибки в их решении.	Знает постановку и методы решения основных задач математической физики, допускает неточности в обосновании решения.	Знает постановку и методы решения основных задач математической физики, обоснованно получая верные результаты.
	Умеет составлять обыкновенные дифференциальные уравнения, описывающие химические, физические и биологические процессы, находить решения этих уравнений (У-1);	Ответы на вопрос к зачёту № 1, выполнение РГР.	Умеет составлять обыкновенные дифференциальные уравнения, допуская существенные неточности или незначительные ошибки.	Умеет составлять обыкновенные дифференциальные уравнения, допуская неточности при обосновании их вывода.	Умеет составлять обыкновенные дифференциальные уравнения, подробно и корректно обосновывая вывод уравнений.
	Умеет приводить линейные уравнения в частных производных к каноническому виду и находить для них общее решение, корректно ставить задачи математической физики (У-2)	Ответы на вопросы к зачёту №№ 8, 9, выполнение КР № 2.	Находит характеристики линейных уравнений в частных производных, верно приводит уравнения к каноническому виду, допуская отдельные ошибки.	Правильно находит характеристики линейных уравнений в частных производных, верно приводит уравнения к каноническому виду, допуская отдельные неточности и вычислительные ошибки.	Правильно находит характеристики линейных уравнений в частных производных, верно приводит уравнения к каноническому виду, правильно обосновывая результаты.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет навыками применения приближённых методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений для решения прикладных задач (Н-1)	Выполнение Кр 1 и РГР.	Применяет приближённые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, допуская отдельные ошибки.	Применяет приближённые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, допуская неточности в обосновании и несущественные ошибки..	Применяет приближённые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, обоснованно получая правильные результаты.
	Владеет методами решения гиперболических, параболических и эллиптических дифференциальных уравнений в частных производных, навыками применения этих методов при решении прикладных задач (Н-2).	Ответы на вопросы к зачёту №№ 10-24, выполнение КР № 2.	Применяет классические методы решений различных типов дифференциальных уравнений в частных производных, допуская отдельные ошибки.	Применяет классические методы решений различных типов дифференциальных уравнений в частных производных, допуская неточности или затрудняясь с обоснованием	Применяет классические методы решений различных типов дифференциальных уравнений в частных производных, обоснованно получая правильные результаты.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная.

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

#### 3.1 Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ОПК-1

##### Вопросы к зачету

1. Пример составления дифференциального уравнения по тексту задачи.
2. Применение метода изоклин к решению обыкновенных дифференциальных уравнений. Пример.
3. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов: метод последовательного дифференцирования.
4. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов: метод неопределённых коэффициентов.
5. Метод Эйлера для приближённого решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
6. Метод Эйлера с уравниванием.
7. Основные уравнения математической физики: уравнения движения (колебаний), уравнения процессов выравнивания (теплопроводности и диффузии), уравнения стационарных процессов.
8. Постановка задач математической физики. Корректность постановки задач.
9. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Приведение уравнений к каноническому виду.
10. Решение задачи о свободных колебаниях бесконечной струны методом Даламбера.
11. Решение задачи о вынужденных колебаниях бесконечной струны при однородных начальных условиях.
12. Решение задачи о вынужденных колебаниях бесконечной струны при неоднородных начальных условиях.
13. Решение задачи о свободных колебаниях полубесконечной струны с закрепленным левым концом.
14. Решение задачи о свободных колебаниях полубесконечной струны с граничным условием  $U'_i(0,t)=0$ .
15. Решение задачи о вынужденных колебаниях полубесконечной струны.
16. Решение задачи о свободных колебаниях струны, закрепленной на концах методом разделения переменных Фурье.
17. Решение задачи о вынужденных колебаниях струны, закрепленной на концах.
18. Интеграл Фурье.
19. Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне методом разделения переменных Фурье.
20. Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с обоих концов, когда концы теплоизолированы.
21. Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с обоих концов, если на концах поддерживается постоянная температура.
22. Уравнение Лапласа в полярной системе координат.
23. Решение уравнения Лапласа для круга методом разделения переменных Фурье.
24. Решение задачи о теплопроводности конечного стержня методом конечных разностей.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше, и практиче-



ское задание аналогичное заданиям контрольных работ и РГР, приведённых ниже. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

### 3.2 Состав контрольных работ

#### Типовые варианты контрольной работы № 1

##### ВАРИАНТ 1

1. Для дифференциального уравнения

$$y'' = xy' + y^2$$

с начальными условиями  $y(0) = 1, y'(0) = 0$

найдите приближённое решение в виде степенного ряда методом последовательного дифференцирования. Выпишите 9 первых членов этого ряда.

2. Для дифференциального уравнения

$$(1 - x^2)y'' + (x^2 - 4x - 1)y' + 2(x - 1)y = 0$$

с начальными условиями  $y(0) = 1, y'(0) = 0$

найдите приближённое решение в виде степенного ряда методом неопределённых коэффициентов.

##### ВАРИАНТ 2

1. Для дифференциального уравнения

$$y' = x^2 + y^3$$

с начальным условием  $y(1) = 1$

найдите приближённое решение в виде степенного ряда методом последовательного дифференцирования. Выпишите 5 первых членов этого ряда.

2. Для дифференциального уравнения

$$y'' - xy = 0$$

с начальными условиями  $y(0) = 0, y'(0) = 1$

найдите приближённое решение в виде степенного ряда методом неопределённых коэффициентов.

#### Типовые варианты контрольной работы № 2

##### ВАРИАНТ 1

1. Дано уравнение

$$x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 3y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + x \frac{\partial u}{\partial x} - 3y \frac{\partial u}{\partial y} = 0.$$

- определите тип уравнения;
- приведите уравнение к каноническому виду;
- найдите общее решение уравнения.

2. Решите задачу о колебаниях бесконечной струны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 49 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, t \geq 0, -\infty < x < +\infty$$

с начальными условиями

$$u(x,t)|_{t=0} = 7x + 1, \quad \frac{\partial u}{\partial x}|_{t=0} = \cos 2x$$

методом Даламбера.

3. Решите задачу о колебаниях бесконечной струны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

с начальными условиями

$$u(x,t)|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x}|_{t=0} = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 4 \\ 8 - x, & 4 < x \leq 8 \end{cases}$$

и граничными условиями

$$u(0,t) = u(8,t) = 0$$

методом разделения переменных.

## ВАРИАНТ 2

1. Дано уравнение

$$4x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 4xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - y \frac{\partial u}{\partial y} = 0.$$

- определите тип уравнения;
- приведите уравнение к каноническому виду;
- найдите общее решение уравнения.

2. Решите задачу о колебаниях бесконечной струны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad t \geq 0, \quad -\infty < x < +\infty$$

с начальными условиями

$$u(x,t)|_{t=0} = \sin \frac{\pi x}{3}, \quad \frac{\partial u}{\partial x}|_{t=0} = 3$$

методом Даламбера.

3. Решите задачу о колебаниях бесконечной струны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

с начальными условиями

$$u(x,t)|_{t=0} = \frac{1}{4}(4x - x^2), \quad \frac{\partial u}{\partial x}|_{t=0} = 0$$

и граничными условиями

$$u(0,t) = u(4,t) = 0$$

методом разделения переменных.

### 3.3 Содержание расчётно-графических работ

1. По тексту задачи с физическим, химическим или биологическим содержанием:

- составьте обыкновенное дифференциальное уравнение;
- найдите общее решение этого уравнения;
- найдите частное решение, удовлетворяющее начальным условиям;

- вычислите приближённое значение характеристик, указанных в условии задачи.
2. Методом изоклин для заданного дифференциального уравнения постройте приближённую интегральную кривую, проходящую через указанную точку.

**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 СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.