



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по учебно-методической работе  
Н.В. Бабина  
«26» *сентября* 2019 г.



*ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ*

**КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ  
ДИСЦИПЛИН**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»**

**Специальность:** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Специализация:** Радиоэлектронная борьба

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

Королев  
2019

Автор: к.т.н., доцент Мацнев Н.П. Рабочая программа дисциплины «Теория оптимизации и численные методы» . – Королев МО: «Технологический университет», 2019.

Рецензент: к.т.н., доцент Водяников Д.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки специалистов 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 7 от 26.03.2019 года.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	к.т.н., доцент Водяников Д.В. 	к.т.н., доцент Водяников Д.В. 	к.т.н., доцент Бугаев И.В. 	
Год утверждения (переутверждения)	2019	2020	2021	
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 7 от 12.03.19	№ 8 от 11.05.20	№ 10 от 28.05.21	

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО



к.в.н., доцент Соляной В.Н.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2019	2020	2021			
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 6 от 26.03.19	№ 9 от 29.08.20	№ 7 от 15.06.21			

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

**Целью** изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации;
2. освоение необходимого математического аппарата, применяемого при решении различных профессиональных задач;
3. формирование готовности применять методы скалярной и векторной оптимизации в профессиональной деятельности;
4. приобретение студентами знаний и представлений об основных методах математической обработки информации;
5. формирование готовности студентов применять численные методы в профессиональной деятельности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **общефессиональные компетенции (ОПК):**

- ОПК-1: способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2: способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Дать студентам базовые знания по методам скалярной и векторной оптимизации.
2. Научить студентов решать типовые задачи дисциплины.
3. Познакомить студентов с примерами математического моделирования и анализа в области их профессиональной деятельности.
4. Приобретение студентами знаний и представлений об основных методах математической обработки информации.
5. Формирование готовности студентов применять численные методы в профессиональной деятельности.

После завершения освоения данной дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;
- современное состояние области.

### Уметь:

- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;
- искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области.

### Владеть:

- навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач;
- навыками работы за персональным компьютером, в том числе пакетами прикладных программ для разработки и представления документации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория оптимизации и численные методы» относится к обязательной части рабочего учебного плана основной образовательной программы подготовки студентов по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (уровень специалитета).

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученной дисциплине: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математический анализ» и компетенциях: ОПК-1 ОПК-5.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для прохождения учебных и производственных практик и выполнения выпускной квалификационной работы специалиста.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Виды занятий	Всего часов	Семестр 5
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Курсовые работы (проекты)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	+	+
Текущий контроль знаний	Тест	Тест
Вид итогового контроля	Экзамен	Экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Лабораторные работы, час.	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Код компетенций
Тема 1. Структура погрешности. Сходимость по норме. Основные задачи численных методов.	2	1	2	1	ОПК –1, ОПК-2
Тема 2. Приближённое решение нелинейных систем и уравнений.	2	1	2	1	ОПК –1, ОПК-2
Тема 3. Интерполирование	4	2	4	1	ОПК –1, ОПК-2
Тема 4. Приближённое дифференцирование	4	2	4	2	ОПК –1, ОПК-2
Тема 5. Приближённое интегрирование	4	2	4	2	ОПК –1, ОПК-2
Тема 6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	4	2	4	2	ОПК –1, ОПК-2
Тема 7. Численная обработка экспериментальных данных.	4	2	4	2	ОПК –1, ОПК-2
Тема 8. Методы скалярной оптимизации.	4	2	4	2	ОПК –1, ОПК-2
Тема 9. Методы векторной оптимизации.	4	2	4	2	ОПК –1, ОПК-2
<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	

### 4.2. Содержание тем дисциплины

**Тема 1. Структура погрешности. Сходимость по норме. Основные задачи численных методов.** Погрешности. Эволюция погрешностей в процессе вычислений. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Связь числа верных знаков с относительной погрешностью. Распространение ошибок в арифметических операциях. Общая формула для погрешности функции. Обратная

задача теории погрешностей. Законы больших чисел и вероятностная оценка суммарной погрешности.

**Тема 2. Приближённое решение нелинейных систем и уравнений.** Решение нелинейных уравнений: Отделение корней уравнения. Погрешность приближенного значения корня. Метод половинного деления. Метод хорд или пропорциональных частей. Метод Ньютона (касательных). Метод простой итерации. Решение систем нелинейных уравнений: Метод Ньютона. Метод простой итерации.

**Тема 3. Интерполирование.** Формулы вычисления  $n$ -й конечной разности функции. Обобщение теоремы Лагранжа о конечном приращении. Обобщенная  $n$ -я степень числа  $x$ . Точечная аппроксимация. Понятие интерполирования. Первая интерполяционная формула Ньютона. Вторая интерполяционная формула Ньютона. Формула Лагранжа.

**Тема 4. Приближённое дифференцирование.** Постановка задачи. Метод неопределенных коэффициентов построения формул численного дифференцирования. Использование интерполяционных формул для построения формул численного дифференцирования. Понятие о корректности формул численного дифференцирования. Неустойчивость процедур численного дифференцирования. Формулы Ньютона отыскания значения производной функции в точке. Оценка точности вычислений. Формулы Рунге-Ромберга.

**Тема 5. Приближённое интегрирование.** Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. Формулы интерполяционного типа. Формулы Ньютона–Котеса. Квадратурная формула Гаусса. Точность простейших квадратур. Экстраполяция по Ричардсону. Процедура Рунге оценки погрешности и уточнения формул численного интегрирования.

**Тема 6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.** Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения: постановка задачи, аппроксимация производных. Методы Эйлера (явный), погрешность метода Эйлера, неявный метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, неявный метод Эйлера-Коши, метод Эйлера-Коши с итерационной обработкой, первый улучшенный метод Эйлера, методы Рунге-Кутты. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом, метод Адамса, метод Адамса-Бэшфорта-Моултона. Сходимость методов. Аппроксимация. Устойчивость. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений высших

порядков: постановка задачи, приближенные методы решения (метод стрельбы, метод конечных разностей).

**Тема 7. Численная обработка экспериментальных данных.** Практическое интерполирование. Интерполяция и приближение сплайнами. Подбор эмпирических формул. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов.

**Тема 8. Методы скалярной оптимизации.** Одномерная оптимизация. Безусловный экстремум скалярной функции векторного аргумента. Условный экстремум скалярной функции векторного аргумента.

Численные методы оптимизации. Задача линейного программирования (ЛП). Оптимизация на графах.

**Тема 9. Методы векторной оптимизации.** Оптимальность по Парето. Отношение доминирования по Парето. Парето-оптимальность. Аналитические методы построения множества Парето. Компромиссная кривая (фронт Парето). Расчёт компромиссных кривых. Методы сужения парето-оптимальных решений

Методы замены векторного критерия скалярным критерием. Аддитивный критерий оптимальности. Мультипликативный критерий оптимальности. Метод "идеальной" точки. Проблемы построения обобщённого критерия для векторных задач оптимизации. Сложности в построении обобщённого критерия. Формальное определение обобщённого критерия. Ранжирование частных критериев. Методы определения весовых коэффициентов.

Методы последовательной оптимизации. Метод главного критерия. Метод последовательных уступок. Лексикографический критерий. Метод равенства частных критериев.

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

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

**Основная литература:**

1. Гавришина О. Н. Численные методы / О.Н. Гавришина; Ю.Н. Захаров; Л.Н. Фомина. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. - 238 с. - ISBN 978-5-8353-1126-2.  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232352>
2. Пименов В. Г. Численные методы. 2 / В.Г. Пименов; А.Б. Ложников. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 107 с. - ISBN 978-5-7996-1342-6.  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275819>.
3. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций /; В.А. Срочко. - Москва: Лань, 2010. - 202 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 200. - ISBN 978-5-8114-1014-9.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=378](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=378)
3. Методы оптимизации в примерах и задачах / А. В. Пантелеев; Пантелеев А.В., Летова Т.А. - Москва: Лань", 2015. - ISBN 978-5-8114-1887-9.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460)
4. Струченков Валерий Иванович. Методы оптимизации в прикладных задачах / Струченков Валерий Иванович; В. И. Струченков. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2009. - 320 с.: ил. - (Библиотека профессионала). - ISBN 978-5-91359-061-9.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=13781](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=13781)
5. Аттетков Александр Владимирович. Методы оптимизации: Учебное пособие / Аттетков Александр Владимирович, Владимир Степанович, Анатолий Николаевич. - Москва; Москва: Издательский Центр РИОР: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013. - 270 с. - ISBN 978-5-369-01037-2.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=350985>

### **Дополнительная литература:**

1. Вержбицкий В. М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения) / В.М. Вержбицкий. - Москва: Директ-Медиа, 2013. - 400 с. - ISBN 978-5-4458-3876-0.  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214561>
2. Ращиков В. И. Численные методы. Компьютерный практикум / В.И. Ращиков. - Москва: МИФИ, 2010. - 132 с. - ISBN 978-5-7262-1223-4.  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231911>
3. Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах / Киреев В.И., Пантелеев А.В. - Москва: Лань", 2015. - ISBN 978-5-8114-1888-6.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65043](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65043)
4. Квасов Б. И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab / Квасов Б.И. - Москва : Лань", 2016. - ISBN 978-5-8114-2019-3.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71713](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71713)
5. Пантелеев Андрей Владимирович. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / Пантелеев Андрей



Владимирович. - Москва: Издательская группа "Логос", 2011. - 424 с. - ISBN 978-5-98704-540-4. URL: <http://znanium.com/go.php?id=469213>

6. Вилицов В.Я. Методы оптимизации: По специальности 090103 65 "Организация и технология защиты информации" Учебное пособие / В. Я. Вилицов.

7. Есипов, Б.А. Методы оптимизации и исследование операций. Конспект лекций [электронный ресурс]: [учеб. пособие] / Б. А. Есипов; Есипов. - Самара: Издательство СГАУ, 2007. - 181с.; нет. - ISBN 978-5-94774-0003-6. URL: <http://rucont.ru/efd/176283>

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

### **Интернет-ресурсы:**

<http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/>- электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> -университетская библиотека онлайн

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

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

**Перечень программного обеспечения:** *MSOffice*

**Информационные справочные системы:** *Электронные ресурсы образовательной среды Университета*

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

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран); доской для письма мелом или фломастерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов.

### **Практические занятия:**

- аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, ноутбук), демонстрационными материалами (наглядными пособиями); доской для письма мелом или фломастерами;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

– рабочее место студента, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕОРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»**

**Специальность:** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Специализация:** Радиоэлектронная борьба

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

Королев  
2019

# 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Тема 1-7.	фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
2.	ОПК-2	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональ	Тема 1-7.	современное состояние области профессиональной деятельности	искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной	навыками работы за персональным компьютером, в том числе пакетами

		<p>ной  деятельности,  и применять  соответствующ  ий физико-  математически  й аппарат для  их  формализации,  анализа и  принятия  решения</p>			<p>области</p>	<p>прикладных  программ    для разработки  и  представления  документации</p>
--	--	--	--	--	----------------	---

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ОПК-1, ОПК-2	Тест	<p>А) <b>полностью сформирована</b> (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) <b>частично сформирована:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•компетенция <b>освоена на продвинутом уровне</b> – 70% правильных ответов;</li> <li>•компетенция <b>освоена на базовом уровне</b> – от 51% правильных ответов;</li> </ul> <p>В) <b>не сформирована</b> (компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно или с применением электронной информационно-образовательной среды</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 30 мин.</p> <p>Неявка 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно – от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо – от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов</p>
	письменная работа	<p>А) полностью сформирована <b>5 баллов</b></p> <p>В) частично сформирована <b>3-4 балла</b></p> <p>С) сформировано менее 30% <b>1-2 балла</b></p> <p>Д) не сформирована <b>0 балла</b></p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл)</li> <li>2. Умение применить выбранный метод (1 балл)</li> <li>3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметически в расчетах (1 балл)</li> <li>4. Решение задачи и получение</li> </ol>

			<p>правильного результата (2 балла)</p> <p>5. Задача не решена вообще (0 баллов)</p> <p>Максимальная оценка - 5 баллов</p>
--	--	--	--

**3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **3.1. Вопросы, выносимые на тестирование**

**ОПК-1: Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики**

#### **Вопросы закрытого типа**

##### **1. Абсолютная погрешность**

1.  $\Delta = |A - a|$

2.  $\Delta A = a$

3.  $\Delta = |B - a|$

4.  $a = |A + a|$

5.  $\Delta a = |A + a|$

**Правильный ответ: 1**

##### **2. Относительная погрешность**

1.  $\sigma = \Delta/|A|$

2.  $\sigma = \Delta$

3.  $\sigma = a - A$

**Правильный ответ: 1**

##### **3. Основная теорема алгебры:**

1. Уравнение вида  $\alpha_0 x^n + \alpha_1 x^{n-1} + \dots + \alpha_{n-1} x + \alpha_n = 0$  имеет ровно  $n$  корней, вещественных или комплексных, если  $k$ -кратный корень считать за  $k$  корней

2. Если функция  $f(x)$  определена и непрерывна на отрезке  $[a; b]$  и принимает на его концах значения разных знаков, то на  $[a; b]$  содержится, по меньшей мере, один корень уравнения  $f(x) = 0$

3. Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a; b]$ , то она интегрируема на этом отрезке

4. Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a; b]$ , то она дифференцируема на этом отрезке



5. Определитель  $D=|a_{ij}|$   $n$ -го порядка равен сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения

**Правильный ответ: 1**

4. В методе хорд решения нелинейного уравнения  $f(x) = 0$  с непрерывной левой частью неподвижным концом интервала считается тот, для которого:

1.  $f(x) * f'(x) > 0$
2.  $f(x) * f'(x) < 0$
3.  $f(x) * f'(x) = 0$
4.  $f(x) * f(x) > 0$
5.  $f(x) * f(x) < 0$
6.  $f(x) * f(x) = 0$

**Правильный ответ: 2**

5. В методе Ньютона решения нелинейного уравнения  $f(x) = 0$  с непрерывной левой частью неподвижным концом интервала считается тот, для которого:

1.  $f(x) * f'(x) < 0$
2.  $f(x) * f'(x) = 0$
3.  $f(x) * f(x) > 0$
4.  $f(x) * f(x) < 0$
5.  $f(x) * f(x) = 0$

**Правильный ответ: 1**

6. Приближенным числом  $a$  называют число, незначительно отличающиеся от

1. точного  $A$
2. неточного  $A$
3. среднего  $A$
4. точного не известного
5. приблизительного  $A$

**Правильный ответ: 1**

7.  $a$  называется приближенным значением  $A$  по недостатку, если

1.  $a < A$
2.  $a > A$
3.  $a = A$
4.  $a \geq A$
5.  $a \leq A$

**Правильный ответ: 1**

8.  $a$  называется приближенным значением числа  $A$  по избытку, если

1.  $a > A$
2.  $a < A$
3.  $a = A$
4.  $a \geq A$
5.  $a \leq A$

**Правильный ответ: 1**

9. Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи

1. погрешность задачи
2. погрешность метода
3. остаточная погрешность
4. погрешность действия
5. начальная

**Правильный ответ: 1**

10. Округлить число  $\pi = 3,1415926535\dots$  до пяти значащих цифр

1. 3,1416
2. 3,1425
3. 3,142
4. 3,14
5. 0,1415

**Правильный ответ: 1**

### Вопросы открытого типа

1. Закончите выражение:

Приближенным числом называют число, незначительно отличающиеся от

**Правильный ответ: точного**

2. Округлить число  $\pi = 3,1415926535\dots$  до пяти значащих цифр

**Правильный ответ: 3,1416**

3. Сколько узлов достаточно для линейной интерполяции таблично заданной функции

**Правильные ответы: 2 узла**

2

4. Сколько узлов достаточно для квадратичной интерполяции таблично заданной функции достаточно:

**Правильный ответ: 3 узла**  
**3**

5. Закончите выражение:

Интерполяция – это способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся \_\_\_\_\_ известным значениям

**Правильный ответ: дискретному набору**

6. Закончите выражение:

Итерация – это \_\_\_\_\_. Результат повторного применения какой-либо математической операции

**Правильный ответ: повторение**

7. Закончите выражение:

Конечными разностями первого порядка называют

**Правильный ответ: разность между значениями функций в соседних узлах интерполяции**

8. Закончите выражение:

Отделение корней можно выполнить двумя способами:

**Правильный ответ: аналитическим и графическим**

9. Какой из методов интерполяции не позволяет найти приближенное значение функции без нахождения вида приближающей функции?

**Правильный ответ: метод интерполяции по формуле Лагранжа**

10. Закончите выражение:

Формула, которая применяется для интерполирования вблизи начала таблицы значений функции (около  $x_0$ ) при равностоящих узлах интерполирования, - это

**Правильный ответ: первая интерполяционная формула Ньютона**

11. Закончите выражение:

Формула, которая применяется для интерполирования вблизи конца таблицы значений функции (около  $x_n$ ) при равностоящих узлах интерполирования, - это

**Правильный ответ: вторая интерполяционная формула Ньютона**

12. Закончите выражение:

За приближённое значение корня нелинейного уравнения  $f(x) = 0$  с

непрерывной левой частью в методе деления отрезка пополам принимают  
**Правильный ответ: середину отрезка, длина которого меньше удвоенной заданной точности**

**13.** Закончите выражение:

Метод оптимизации, в котором осуществляется переход задачи с ограничениями к задаче без ограничений – это метод...

**Правильный ответ: множителей Лагранжа**

**14.** Определите правильную последовательность решения оптимизационной задачи (укажите номера без запятых и пробелов):

- 1) проверка задачи на существование и единственность решения;
- 2) моделирование рассматриваемой физической ситуации;
- 3) анализ результата
- 4) выбор подходящего метода для решения оптимизационной задачи
- 5) реализация выбранного метода

**Правильный ответ: 21453**

**15.** На какие группы разделяются методы оптимизации в зависимости от существования или отсутствия ограничений

**Правильный ответ: условной и безусловной оптимизации**

**ОПК-2: Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения**

### Вопросы закрытого типа

1. Пусть требуется решить следующую оптимизационную задачу:

$$\begin{cases} f(x) = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \min \\ x_1^2 + x_2^2 = 1 \end{cases}$$

Какая система уравнений потребуется для ее решения:

1. 
$$\begin{cases} \lambda_0(4x_1 + 3x_2) = 0 \\ \lambda_1(x_1^2 + x_2^2 - 1) = 0 \end{cases}$$

2. 
$$\begin{cases} 4\lambda_0 + 2\lambda_1x_1 = 0 \\ 3\lambda_0 + 2\lambda_1x_2 = 0 \\ x_1^2 + x_2^2 = 1 \end{cases}$$

3. 
$$\begin{cases} 4\lambda_0 + 2\lambda_1x_1 = 0 \\ 3\lambda_0 + 2\lambda_1x_2 = 0 \end{cases}$$

4. 
$$\begin{cases} 4\lambda_0 + 2\lambda_1x_1 = 0 \\ 3\lambda_0 + 2\lambda_1x_2 = 0 \\ \lambda_2(x_1^2 + x_2^2) = 1 \end{cases}$$

**Правильный ответ: 2**

2. С помощью методов множителей Лагранжа составить систему уравнений для решения следующей оптимизационной задачи:

$$\begin{cases} f(x) = e^{xy} \rightarrow \text{extr} \\ x + y = 1 \end{cases}$$

1. 
$$\begin{cases} \lambda_0 e^{xy} x + \lambda_1 = 0 \\ \lambda_0 e^{xy} y + \lambda_1 = 0 \\ x + y = 1 \end{cases}$$

2. 
$$\begin{cases} \lambda_0 e^{xy} + \lambda_1 = 0 \\ \lambda_1(x + y - 1) = 0 \end{cases}$$

3. 
$$\begin{cases} \lambda_0 e^{xy} = 0 \\ \lambda_1(x + y - 1) = 0 \end{cases}$$

4. 
$$\begin{cases} \lambda_0 e^{xy} x + \lambda_1 = 0 \\ \lambda_0 e^{xy} y + \lambda_1 = 0 \\ (\lambda_0 + \lambda_1)(x + y - 1) = 0 \end{cases}$$

**Правильный ответ: 1**

**3. Какая оптимизационная задача относится к задачам линейного программирования?**

1. в случае, если целевая функция линейна, а ограничения отсутствуют
2. в случае, если целевая функция и ограничения линейны
3. в случае, если ограничения линейны
4. в случае, если целевая функция линейна

**Правильный ответ: 2**

**4. Сопоставьте**

1	Геометрический смысл формул прямоугольников заключается в том, что:	1	площадь криволинейной трапеции приближенно заменяется площадью ступенчатой фигуры
2	Геометрический смысл формулы Симпсона заключается в том, что	2	кривая функции заменяется частью параболы
3	Геометрический смысл формулы трапеций заключается в том, что	3	кривая $y = y(x)$ заменяется отрезком прямой

**5. Выберите формулу метода Эйлера для вычисления приближенных значений  $y(x_{i+1})$ :**

1.  $y_{i+1} = y_i + h * f(x_i, y_i)$ , где  $i = 0, 1, \dots, n-1$
2.  $y_{i+1} = y_0 + h * f(x_i, y_i)$ , где  $i = 0, 1, \dots, n-1$
3.  $y_{i+1} = y_i + f(x_i, y_i) / h$ , где  $i = 0, 1, \dots, n-1$

**Правильный ответ: 1**

**6. Какой из приближенных методов вычисления интегралов позволяет разбивать исходный отрезок на нечетное количество частичных отрезков?**

1. метод парабол
2. метод прямоугольников
3. метод трапеций
4. любой из перечисленных

**Правильный ответ: 1**

**7. Все методы вычисления интегралов делятся на:**

1. Точные и приближенные
2. Прямые и итеративные
3. Прямые и косвенные
4. Аналитические и графические
5. Приближенные и систематические

**Правильный ответ: 1**

**8. Интервал содержит по крайней мере один корень нелинейного уравнения  $f(x) = 0$  с непрерывной функцией  $f(x)$ , если:**

1. на концах этого интервала функция  $f(x)$  принимает значения одного знака;
2. на концах этого интервала функция  $f(x)$  принимает значения разных знаков;
3. на концах этого интервала функция  $f(x)$  может принимать любые значения.

**Правильный ответ: 2**

**9. В методах трапеций и Симпсона уменьшение шага:**

1. повышает точность вычислений;
2. уменьшает точность вычислений;
3. не влияет на точность вычислений.

**Правильный ответ: 1**

**10. Вычисление интеграла равносильно вычислению**

1. объёма любой фигуры;
2. площади любой фигуры;
3. объёма тела, полученного вращением криволинейной трапеции, у которой  $x = a$ ,  $x = b$ ,  $y = 0$ ,  $y = f(x)$ ;
4. площади криволинейной трапеции, ограниченной линиями  $x = a$ ,  $x = b$ ,

$$y = 0, y = f(x).$$

**Правильный ответ: 2**

### Вопросы открытого типа

1. Закончите выражение:

Интервал содержит по крайней мере один корень нелинейного уравнения  $f(x) = 0$  с непрерывной функцией  $f(x)$ , если на концах этого интервала функция  $f(x)$  ...

**Правильный ответ: принимает значения разных знаков**

2. Закончите выражение:

Все методы вычисления интегралов делятся на ...

**Правильный ответ: точные и приближенные**

3. Закончите выражение:

Сущность метода Симпсона заключается в том, что через три последовательные ординаты разбиения проводится ...

**Правильный ответ: квадратичная парабола**

4. Закончите выражение:

В методах Эйлера и Рунге-Кутты уменьшение шага ...

**Правильный ответ: повышает точность вычислений**

5. Первое приближение решения ОДУ  $y' = x + y$  с начальными условиями  $x_0 = 0, y_0 = 1$  методом Эйлера на отрезке  $[0; 0.4]$  с шагом  $h = 0.2$  равно:

**Правильный ответ: 1.2**

6. Первое приближение решения ОДУ  $y' = \frac{x}{y}$  с начальными условиями  $x_0 = 0, y_0 = 1$  методом Эйлера на отрезке  $[0; 2]$  с шагом  $h = 1$  равно:

**Правильный ответ: 1**

8. Закончите выражение:



Вид ограничений общей задачи линейного программирования – это  
**Правильный ответ: уравнения и неравенства**

8. Найти сумму ординат экстремумов функции  $f(x) = 2x_1 + 4x_2$

при условии  $x_1^2 + 4x_2^2 = 8$

**Правильный ответ: 0**

9. Закончите выражение:

Методы Рунге-Кутты решения дифференциальных уравнений являются ... методами

**Правильный ответ: одношаговыми**

10. Закончите выражение:

Процесс решения дифференциального уравнения называется...

**Правильный ответ: интегрированием**

11. Закончите выражение:

Погрешность метода Эйлера пропорциональна...

**Правильный ответ: шагу, возведенному в квадрат**

12. Какой из приближенных методов вычисления интегралов позволяет разбивать исходный отрезок на нечетное количество частичных отрезков

**Правильный ответ: метод парабол**

13. Закончите выражение:

В методах трапеций и Симпсона уменьшение шага повышает

**Правильный ответ: точность вычислений**

14. Необходимым условием применения формул Симпсона является: число точек разбиения должно быть кратным

**Правильные ответы: четырем**

14. Закончите выражение:

Если при попытке решить задачу методом линейного программирования не обнаружено необходимого числа базисных переменных, то необходимо ввести ...

**Правильный ответ: искусственный базис**

### 3.2 Задания письменной работы:

1. Используя 1-ую или 2-ую интерполяционную формулу Ньютона, вычислить значения функции для заданных значений аргумента  $x^*=0,05N-0,03$  и  $x^{**}=1,4-0,048N$ .

Функция задана таблицей:

x	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
y	0	0,1987	0,3900	0,5688	0,7327	0,8814	1,0160	1,1380

2. 1) Отделить корни уравнения графически и уточнить один из них методом касательных, хорд, половинного деления с точностью до 0,001.  
2) Отделить корни уравнения аналитически и уточнить один из них методом касательных, хорд, половинного деления с точностью до 0,001.  
1)            2)

3. Используя схему Гаусса, решить систему уравнений с точностью 0,001.

4. Функция задана таблицей (см. п.1). Для значений  $x^*=0,05N-0,03$  и  $x^{**}=1,4-0,048N$ . В точках  $x^*$  и  $x^{**}$  вычислить производную функции.

$$\int_{0.1+0.05N}^3 \frac{1}{x} e^{0.03Nx} dx$$

5. Вычислить интеграл с точностью .

6. Решить задачу Коши

$$y'' = \frac{y'}{x} + x^2 ; x > 1 ; y(1) = N , y'(1) = 0$$

7. Решить краевую задачу

$$y'' + 2y' - y = \sin x ; 0 \leq x \leq N ; y(0) = N ; y(1) = 0$$

N-номер варианта (по журналу).

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Теория оптимизации и численные методы» являются две текущие аттестации в форме тестов и итоговая аттестация в виде экзамена в письменной форме

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оцениваемых знаний, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Согласно графика учебного процесса	Тестирование 1, 2	ОПК-1 ОПК-2	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0  Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.

						Хорошо - от 70%.  Отлично – от 90%.
Согласно графика учебного процесса	Экзамен	ОПК-1  ОПК-2	3 вопроса	Экзамен проводится в письменной форме, путем ответов на вопросы.  Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки:  <b>«Отлично»:</b>  знание основных понятий предмета;  умение использовать и применять полученные знания на практике;  работа на практических занятиях;  знание основных научных теорий, изучаемых предметов;  ответ на вопросы билета.  <b>«Хорошо»:</b>  • знание основных понятий предмета;  • умение использовать и применять полученные знания на практике;

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответы на вопросы билета</li> <li>• неправильно решено практическое задание</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b></p> <p>демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</p> <p>незнание, неумение использовать и применять полученные знания на практике;</p> <p>не работал на практических занятиях;</p> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b></p> <p>демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</p> <p>незнание основных понятий предмета;</p> <p>неумение</p>
--	--	--	--	--	--	--

						использовать и применять полученные знания на практике;  не работал на практических занятиях;  не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	---

### Вопросы, выносимые на экзамен:

1. Абсолютная погрешность. Относительная погрешность. Действия над погрешностями.
2. Методы решения трансцендентных и алгебраических уравнений: метод половинного деления
3. Методы решения трансцендентных и алгебраических уравнений: метод хорд.
4. Методы решения трансцендентных и алгебраических уравнений: метод Ньютона.
5. Методы решения трансцендентных и алгебраических уравнений: метод простых итераций
6. Приближение функций многочленами: интерполяционный многочлен Лагранжа.
7. Приближение функций многочленами: интерполяционный многочлен Ньютона
8. Обратная интерполяция.
9. Интерполяция сплайнами.
10. Приближённое дифференцирование.
11. Формулы Ньютона отыскания значения производной функции в точке.
12. Оценка точности вычислений.
13. Метод итераций.
14. Метод Зейделя
15. Нахождение конечных разностей.
16. Формулы приближённого вычисления определённого интеграла: трапеций Формулы приближённого вычисления определённого интеграла: Симпсона
17. Вычисление определённого интеграла по формулам прямоугольников
18. Вычисление определённого интеграла по формулам трапеции
19. Метод Гаусса вычисления определённого интеграла

20. Оценка точности методов численного интегрирования.
21. Приближённое решение задачи Коши. Постановка задачи Коши.
22. Построение разностной схемы для численного решения ОДУ
23. Решение задачи Коши. Метод Эйлера.
24. Методы второго порядка точности.
25. Решение задачи Коши. Метод Рунге- Кутта.
26. Краевая задача для ОДУ. Постановка задачи.
27. Метод Адамса решения задачи Коши для ОДУ.
28. Метод конечных разностей для ДУ 2-го порядка.
29. Численная обработка экспериментальных данных.
30. Применение метода наименьших квадратов.