

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

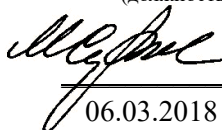
Кафедра №44

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

  
М.Б. Сергеев  
06.03.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы и вариационное исчисление»  
(Название дисциплины)

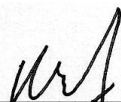
Код направления	09.03.01
Наименование направления	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург 2018г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н.

  
06.03.2018

Д.В. Шинтяков

Программа одобрена на заседании кафедры № 44

06.03.2018, протокол № 6-17/18

Заведующий кафедрой № 44


д.т.н., проф.

  
06.03.2018

М.Б. Сергеев

Ответственный за ОП 09.03.01(02)

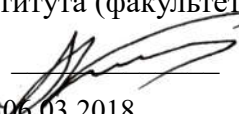
доц., к.т.н., доц.

  
06.03.2018

Н.В. Соловьев

Заместитель директора института (факультета) № 4 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

  
06.03.2018

А.А. Ключарев

## Аннотация

Дисциплина «Численные методы и вариационное исчисление» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки студентов по направлению «09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленность «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». Дисциплина реализуется кафедрой №44

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-2 «способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач»;

профессиональных компетенций:

ПК-3 «способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой и применением алгоритмов численного решения математических задач, включая как конечномерные задачи, так и задачи вариационного исчисления.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение основных алгоритмов численного и аналитического решения систем уравнений и задач оптимизации, конечномерных и вариационных. Изучение математических основ построения этих алгоритмов, их свойств, а также освоение способов их решения в математических пакетах.

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

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ОПК-2 «способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач»:

знать – основные алгоритмы численного решения уравнений и задач оптимизации, вариационного исчисления,

уметь – решать вычислительные задачи с помощью существующих программных пакетов и самостоятельно разработанных алгоритмов,

владеть навыками – разработки алгоритмов численного решения математических задач, применения специализированного программного обеспечения;

ПК-3 «способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности»:

знать – свойства изучаемых алгоритмов, и решаемых ими задач,

уметь - анализировать задачи, выбирать адекватные алгоритмы и программные средства для ее численного решения,

владеть навыками – анализа, разработки и оценки эффективности методов решения вычислительных задач,

иметь опыт деятельности – по использованию программных пакетов для решения математических задач, конечномерных и вариационных.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ
- Математика. Линейная алгебра
- Информатика.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Моделирование
- Теория оптимального управления.

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144

<b>Аудиторные занятия</b> , всего час., <b>В том числе</b>	20	20
лекции (Л), (час)	10	10
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	115	115
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, экзамен, дифференцированный зачет ( <b>Зачет. Экз. Дифф. зач</b> )	Экз.	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение в численные методы	1				10
Раздел 2. Одномерные методы	1		2		30
Раздел 3. Многомерные методы	4		6		40
Раздел 4. Вариационное исчисление	4		2		35
Итого в семестре:	10		10		115
Итого:	10	0	10	0	115

##### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Тема 1.1. Понятие о численных методах  Определение численных методов. История численных методов. Численное и аналитическое решение задачи. Ограничения аналитических и численных методов, задачи без аналитического решения. Численные методы в вычислительной технике. Роль численных методов в современной практике программирования. Примеры известных численных методов.</p> <p>Тема 1.2. Классификация численных методов  Признаки классификации, обзор методов, рассматриваемых в курсе.  Классификация по решаемой задаче. Численное решение уравнений. Численное решение задач оптимизации. Размерность метода. Методы первого порядка.</p>

	<p>Особенности многомерных методов. Вариационное исчисление. Примеры задач. Классификация по наличию ограничений. Классификация по порядку метода. Методы нулевого, первого, второго порядков.</p> <p>Тема 1.3. Свойства численных методов Итерационные методы. Стабильность и надежность численного метода. Точность и представление чисел в компьютере. Понятие сходимости метода. Скорость сходимости метода. Линейная и сверх-линейная сходимость, квадратичная сходимость. Иллюстрация скорости сходимости на практических примерах. Вычислительная сложность многомерных методов, основные понятия теории сложности вычислений.</p>
2	<p>Тема 2.1. Методы исключения интервалов Общая схема методов исключения интервалов. Общие свойства, надежность и скорость сходимости методов исключения интервалов. Решение уравнений: методы деления пополам. Задачи оптимизации: метод деления пополам. Построение оптимального метода: метод Фибоначчи. Метод золотого сечения как предельный случай метода Фибоначчи. Сравнение скорости сходимости методов оптимизационных методов. Методы поразрядного поиска, их эффективность.</p> <p>Тема 2.2. Аппроксимационные методы нулевого порядка Общая схема алгоритма и обоснование принципа работы аппроксимационного метода, принципы и критерии аппроксимации. Аппроксимационный подход к решению уравнений. Методы нулевого порядка: метод хорд, метод секущих, их скорость сходимости. Поиск экстремума: метод параболических аппроксимаций.</p> <p>Тема 2.3. Аппроксимационные методы первого и второго порядков Аппроксимация с использованием производных, методы первого порядка. Метод Ньютона для решения уравнений. Методы поиска нуля производной. Оптимизация методом Ньютона, различные интерпретации метода.</p>
3	<p>Тема 3.1. Многомерные методы нулевого порядка Многомерные задачи, специфика поиска в многомерном пространстве. Метод покоординатного спуска и его недостатки. Овражные функционалы. Тестовые функции, функция Розенброка. Метод Хука-Дживса. Метод Розенброка. Ортогонализация Грама-Шмидта. Метод Нелдера-Мида.</p> <p>Тема 3.2. Многомерные методы первого и второго порядков Производные функции многих аргументов, градиент и его свойства. Метод градиентного спуска, его свойства и вариации. Вторые производные, матрица Гессе. Многомерный метод Ньютона. Квазиньютоновские методы.</p> <p>Тема 3.3. Решение задач с ограничениями Виды ограничений в многомерных задачах. Аналитические подходы к решению задач с ограничениями: исключение переменных, метод множителей Лагранжа. Численные подходы к задачам с ограничениями. Методы штрафных функций. Метод проекции градиента.</p>
	<p>Тема 3.4. Линейное программирование Постановка задачи линейного программирования как оптимизации с ограничениями. Мотивационные примеры задач, сводящихся к линейному программированию. Графическое решение. Метод перебора вершин и его сложность. Симплекс-метод: геометрическая интерпретация. Каноническая форма задачи линейного программирования. Эквивалентные преобразования задачи в канонической форме. Численная реализация симплекс-метода, симплекс-таблица. Выбор начальной точки: метод искусственной вершины. Сложность симплекс-метода. Метод эллипсоидов.</p>
4	<p>Тема 4.1. Понятие о вариационных задачах Вариационные задачи как бесконечно-мерные. Вариационное исчисление и его место в науке. Классические вариационные задачи.</p> <p>Тема 4.2. Функционал и его вариация</p>

Понятие о функционале, примеры функционалов. Интегральный функционал. Вариация функционала. Вариация интегрального функционала.
Тема 4.3. Уравнение Эйлера и его вариации. Основная теорема вариационного исчисления, экстремум функционала. Задача с фиксированными концами. Уравнение Эйлера, основная лемма вариационного исчисления. Частные случаи и обобщения уравнения Эйлера. Решение задачи о брахистохроне. Изопериметрические задачи. Задача Дидоны. Задача о цепной линии. Задача о минимальной поверхности вращения. Геодезические линии. Задачи оптимального управления.
Тема 4.5. Решение задач с подвижными границами. Задача со свободными концами, условия трансверсальности.
Тема 4.6. Численное решение задач вариационного исчисления. Подходы к численному решению вариационных задач. Методы Рунге. Метод начальных параметров.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5			
2	Решение задач безусловной оптимизации	2	2
3	Решение уравнения методом Ньютона	3	3
5	Метод сжимающихся многогранников	3	3
9	Численное решение вариационных задач	2	4
Всего:		10	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час

<b>Самостоятельная работа, всего</b>	115	115
изучение теоретического материала дисциплины	91	91
подготовка отчетов по лабораторным работам	16	16
контрольные работы заочников	8	8

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 8-10.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

#### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.6/.8 К 43	Численные методы в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 480 с.	40
	Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2017. — 176 с. - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=774278">http://znanium.com/bookread2.php?book=774278</a>	
	Васильев, А.Н. MATLAB. Самоучитель. Практический подход [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Наука и Техника, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69619">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69619</a>	

#### 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Абдрахманов, В.Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные	



	задания. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Абдрахманов, А.В. Рабчук. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/45675">http://e.lanbook.com/book/45675</a>	
	Айзек, М.П. Вычисления, графики и анализ данных в EXCEL 2013. Самоучитель [Электронный ресурс] : / М.П. Айзек, М.В. Финков, Р.Г. Прокди. — Электрон. дан. — СПб. : Наука и Техника, 2015. — 416 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69617">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69617</a>	

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/index.php">http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/index.php</a>	А. Г. Трифонов. "Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения"
<a href="http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_1/index.php">http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_1/index.php</a>	А. Г. Трифонов. "Optimization Toolbox 2.2 Руководство пользователя"
<a href="http://mmfd.nsu.ru/mmfd/uch/2/Sor_KURSLEC1.pdf">http://mmfd.nsu.ru/mmfd/uch/2/Sor_KURSLEC1.pdf</a>	А.М. Мацокин, С.Б. Сорокин. «Численные методы, Часть 1. Численный анализ»
<a href="http://www.statistica.ru/branches-maths/chislennye-metody-resheniya-uravneniy/">http://www.statistica.ru/branches-maths/chislennye-metody-resheniya-uravneniy/</a>	Численные методы: решение нелинейных уравнений

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

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	MATLAB R2012b

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при

		необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Лаборатория компьютерного моделирования	М а.22-09

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

**10.1.** Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену.

**10.2.** Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-2 «способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач»	
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Математика. Математический анализ
1	Компьютерный практикум
1	Физика
2	Математика. Математический анализ
2	Физика
2	Основы программирования
2	Учебная практика
3	Электротехника
3	Основы программирования
5	Программирование на языках Ассемблера
5	Численные методы и вариационное исчисление
5	Экология
5	Теория принятия решений
5	Электроника
5	Теория автоматов
6	Схемотехника
6	Моделирование
6	Компьютерная графика
6	Операционные системы
7	Системы виртуальной реальности
7	Организация ЭВМ и вычислительных систем
7	Логическое программирование
7	Моделирование
7	Человеко-машинный интерфейс

7	Микропроцессорные системы
7	Интерактивная компьютерная графика
8	Открытые системы
8	Теория оптимального управления
8	Технология разработки открытого программного обеспечения
8	Системы искусственного интеллекта
8	Цифровые системы автоматизации и управления
8	Системное программное обеспечение
8	Микропроцессорные системы
9	Корпоративные сети со службой каталога
9	Системное программное обеспечение
9	Системы искусственного интеллекта
9	Проектирование систем обработки и передачи информации
9	Цифровая обработка изображений
9	Основы построения экспертных систем
9	Цифровые системы автоматизации и управления
9	Распределенные вычисления на сетях
9	Интерфейсы периферийных устройств
10	Разработка Интернет-приложений
10	Введение в ортогональные преобразования информации
10	Теория вычислительных процессов
10	Проектирование систем обработки и передачи информации
10	Теория надежности ВС и ПО
10	Интерфейсы периферийных устройств
10	Администрирование вычислительных сетей на базе UNIX
ПК-3 «способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности»	
1	Физика
2	Физика
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
5	Численные методы и вариационное исчисление
5	Теория принятия решений
5	Экология
6	Моделирование
7	Моделирование
8	Технико-экономическое обоснование принятия решений
8	Теория оптимального управления
8	Системы искусственного интеллекта
9	Системы искусственного интеллекта
10	Введение в ортогональные преобразования информации
10	Производственная преддипломная практика

**10.3.** В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

**10.4.** Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Понятие о численных методах, их классификация.
2	Уравнения с одной переменной: метод дихотомии.
3	Уравнения с одной переменной: метод Ньютона (касательных).

4	Уравнения с одной переменной: метод секущих.
5	Системы уравнений: метод Ньютона.
6	Необходимое условие экстремума функции одной переменной.
7	Экстремум функции нескольких переменных.
8	Экстремум функции при наличии ограничений: метод исключения переменных.
9	Экстремум функции при наличии ограничений: метод неопределённых множителей Лагранжа.
10	Одномерная оптимизация: метод дихотомии.
11	Одномерная оптимизация: метод Фибоначчи.
12	Одномерная оптимизация: метод золотого сечения.
13	Одномерная оптимизация: метод парабол.
14	Одномерная оптимизация: метод Ньютона.
15	Многомерная оптимизация: метод покоординатного спуска.
16	Многомерная оптимизация: метод Хука-Дживса (исследующего поиска).
17	Многомерная оптимизация: метод Нелдера-Мида (сжимающегося многогранника).
18	Многомерная оптимизация: метод Розенброка (вращающихся координат).
19	Многомерная оптимизация: метод градиентного спуска.
20	Условная оптимизация: метод проекции градиента.
21	Условная оптимизация: метод штрафных функций.
22	Многомерная оптимизация: метод Ньютона.
23	Линейное программирование. Постановка задачи, метод перебора вершин.
24	Каноническая форма задачи линейного программирования.
25	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
26	Понятие функционала и его вариации, интегральный функционал и его вариация.
27	Основная лемма вариационного исчисления.
28	Задача с фиксированными концами. Уравнение Эйлера.
29	Задача о минимальной поверхности вращения.

30	Задача о цепной линии.
31	Задача Дидоны (кривая, ограничивающая максимальную площадь).
32	Численные методы решения задач ВИ: Метод начальных параметров (“стрельбы”).
33	Численные методы решения задач ВИ: Метод Рунге.

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

**10.5.** Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области разработки алгоритмов, применения и анализа численных методов для решения математических задач.

### **Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой
- Описание алгоритмов, анализ их свойств
- Иллюстрация работы алгоритма на конкретном примере
- Обобщение изложенного материала
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, данные варианта задания, требуемые вычисления, графики, полученные результаты и выводы.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

Методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в библиотеке:

Численные методы и вариационное вычисление [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Л. А. Мироновский, Д. В. Шинтяков. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. - 46 с.

Шифр: 519.6/.8 Ч-67

### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методические материалы по дисциплине.

Для обучающихся по заочной форме обучения читаются установочные лекции. Полный лекционный курс они изучают самостоятельно.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.



**Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой