

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

(инициалы, фамилия)

« 05 » марта 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы и вариационное исчисление»  
 (Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
Форма обучения	очно-заочная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

05.03.2020

(подпись, дата)

Д.В. Шинтяков

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 44

«05» марта 2020 г, протокол № 5-19/20

Заведующий кафедрой № 44

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

05.03.2020

(подпись, дата)

М.Б. Сергеев

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.01(02)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

05.03.2020

(подпись, дата)

Н.В. Соловьев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

05.03.2020

(подпись, дата)

А.А. Ключарев

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Численные методы и вариационное исчисление» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». Дисциплина реализуется кафедрой «№44».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен выполнять разработку технических документов, адресованных специалисту по информационным технологиям»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с численными методами решения математических задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы.*

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

*Получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков для применения, анализа и построения 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. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен выполнять разработку технических документов, адресованных специалисту по информационным технологиям	ПК-5.3.1 знать основы теории систем и системного анализа ПК-5.У.1 уметь анализировать техническую документацию, извлекать из нее сведения, необходимые для решения поставленной задачи ПК-5.В.1 владеть навыками составления описания информационной или математической модели

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Линейная алгебра»,
- «Информатика»,

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

- «Моделирование»,
- «Теория оптимального управления».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144



Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз. **)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

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

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение в численные методы Тема 1.1. Понятие о численных методах Тема 1.2. Классификация численных методов Тема 1.3. Свойства численных методов	2				1
Раздел 2. Одномерные методы Тема 2.1. Методы исключения интервалов Тема 2.2. Аппроксимационные методы нулевого порядка Тема 2.3. Аппроксимационные методы первого и второго порядков	5		5		30
Раздел 3. Многомерные методы Тема 3.1. Многомерные методы нулевого порядка Тема 3.2. Многомерные методы первого и второго порядков Тема 3.3. Решение задач с ограничениями Тема 3.4. Линейное программирование	6		10		38
Раздел 4. Вариационное исчисление Тема 4.1. Понятие о вариационных задачах Тема 4.2. Функционал и его вариация Тема 4.3. Уравнение Эйлера Тема 4.4. Классические задачи вариационного исчисления	4		2		5
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
-------	---

раздела	
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. 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. 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-Дживиса. 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>



	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.
4	Тема 4.1. Понятие о вариационных задачах Вариационные задачи как бесконечно-мерные. Вариационное исчисление и его место в науке. Тема 4.2. Функционал и его вариация 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. Тема 4.5. Классические задачи вариационного исчисления Решение задачи о брахистохроне. Изопериметрические задачи. Задача Дидоны. Задача о цепной линии. Задача о минимальной поверхности вращения. Геодезические линии. Задачи оптимального управления.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

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

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5			
1	Численные методы нулевого порядка	2	2
2	Решение задач безусловной оптимизации	2	2
	Решение уравнения методом Ньютона	2	3

3			
4	Вычисление расстояния между кривыми	3	3
5	Метод сжимающихся многогранников	4	3
6	Задачи линейного программирования	4	3
Всего		17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	14	14
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	74	74

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	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>	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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/chislennyye-metody-resheniya-uravneniy/">http://www.statistica.ru/branches-maths/chislennyye-metody-resheniya-uravneniy/</a>	Численные методы: решение нелинейных уравнений

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, 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, 52-04

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Тесты

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения;



Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – 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 при наличии ограничений: метод неопределённых множителей Лагранжа.
8	Одномерная оптимизация: метод дихотомии.
9	Одномерная оптимизация: метод Фибоначчи.
10	Одномерная оптимизация: метод золотого сечения.
11	Одномерная оптимизация: метод парабол.
12	Одномерная оптимизация: метод Ньютона.
13	Многомерная оптимизация: метод покоординатного спуска.
14	Многомерная оптимизация: метод Хука-Дживса (исследующего поиска).
15	Многомерная оптимизация: метод Нелдера-Мида (сжимающегося многогранника).
16	Многомерная оптимизация: метод Розенброка (вращающихся координат).
17	Многомерная оптимизация: метод градиентного спуска.
18	Условная оптимизация: метод штрафных функций.
19	Многомерная оптимизация: метод Ньютона.
20	Квази-ньютоновские методы, метод BFGS
21	Линейное программирование. Постановка задачи, метод перебора вершин.
22	Каноническая форма задачи линейного программирования.
23	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
24	Понятие функционала и его вариации, интегральный функционал и его

	вариация.
25	Основная лемма вариационного исчисления.
26	Задача с фиксированными концами. Уравнение Эйлера.
27	Задача о цепной линии.
28	Задача о брахистохроне (кривая скорейшего спуска).
29	Задача Дидоны (кривая, ограничивающая максимальную площадь).

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Условия применимости метода дихотомии.
2	Скорость сходимости метода дихотомии.
3	Количество шагов метода дихотомии.
4	Условия применимости метода Фибоначчи
5	Скорость сходимости метода Фибоначчи
6	Количество шагов метода Фибоначчи
7	Условия применимости метода золотого сечения
8	Скорость сходимости метода золотого сечения
9	Количество шагов метода золотого сечения
10	Условия применимости метода Ньютона
11	Скорость сходимости метода Ньютона
12	Условия применимости метода парабол
13	Скорость сходимости метода парабол

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру



проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. 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 обучающимися 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.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению 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 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.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.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.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Л. А. Мироновский, Д. В. Шингяков. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. - 46 с.  
Шифр: 519.6/8 Ч-67

### 11.3. 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.

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

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-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

*Тестирование проводится по завершению тематического блока. Результаты тестирования ходят в баллы за работу в семестре.*

11.5. 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 проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

#### 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
«07» марта 2019 г	Корректировка РПД	«07» марта 2019 г, протокол № 6-18/19	
«05» марта 2020 г	Корректировка РПД	«05» марта 2020 г, протокол № 5-19/20	

ы