

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» мая 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дифференциальные уравнения»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности	Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2022

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д.ф.-м.н.,доц.

(должность, уч. Степень, звание)

 23.05.22

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«23» мая 2022 г, протокол № 5/2

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н.,доц.

(уч. Степень, звание)

 23.05.22

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 01.03.02(01)

д.ф.-м.н.,доц.

(должность, уч. Степень, звание)

 23.05.22

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель декана факультета №фпти по методической работе

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

 23.05.22

(подпись, дата)

Р.Н. Целмс

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» направленности «Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-1 «Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности»

ОПК-2 «Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач»

ПК-7 «Способен выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей наукоемкой продукции и процессов ее изготовления, стандартные методы и средства проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами численных методов решения задач линейной алгебры и дифференциальных уравнений, приемами формализации прикладных задач

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

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

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

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» является важной составной частью курса высшей математики, который лежит в основе всей системы высшего образования современного специалиста и изучает количественные соотношения окружающего нас действительного мира.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.1 знать виды ресурсов и ограничения для решения поставленных задач УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения УК-2.У.3 уметь выдвигать альтернативные варианты действий с целью выбора оптимальных способов решения задач, в том числе с помощью цифровых средств УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы ОПК-1.У.1 уметь применять физические и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.В.1 владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и	ОПК-2.3.1 знать математические методы, математические пакеты и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач ОПК-2.У.1 уметь адаптировать математические методы и системы программирования для разработки и

	реализации алгоритмов решения прикладных задач	реализации алгоритмов решения прикладных задач ОПК-2.В.1 владеть навыками выбора математического метода для решения задачи и оценки границ применимости метода
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей наукоемкой продукции и процессов ее изготовления, стандартные методы и средства проектирования	ПК-7.3.1 знать методы разработки математических моделей объектов автоматизации и управления

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ
- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра

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

- Теория автоматического управления
- Вариационное исчисление

## 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
		№4
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	4	4
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		

курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	93	93
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

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)
<b>Семестр 4</b>					
Тема 1.1. Основные понятия. Геометрический смысл дифференциального уравнения первого порядка	1	1			3
Тема 1.2 Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными	1	1			3
Тема 1.3 Однородные дифференциальные уравнения первого порядка	2	1			3
Тема 1.4 Линейные дифференциальные уравнения первого порядка	2	0			3
Тема 1.5 Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах	1	0			3
Тема 1.6 Приближенные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка	1	1			3
<b>Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков</b>					
Тема 2.1 Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка	2	1			4
Тема 2.2 Линейные дифференциальные уравнения высших порядков	1	0			3
Тема 2.3 Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка	1	1			4
Тема 2.4 Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод Лагранжа	2	1			4
Тема 2.5 Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод Эйлера в случае правой части специального вида	2	0			4
Тема 2.6 Применение дифференциальных уравнений к решению задач физики и механики	1	1			4
<b>Раздел 3. Системы дифференциальных уравнений</b>					

Тема 3.1 Системы дифференциальных уравнений в нормальной форме	1	1			3
Тема 3.2 Линейные системы дифференциальных уравнений	1	1			3
Тема 3.3 Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами	1	1			3
Тема 3.4 Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами	2	1			3
Тема 3.5 Автономные системы дифференциальных уравнений	1	0			3
Тема 3.6 Устойчивость по Ляпунову	1	0			4
Тема 3.7 Метод функций Ляпунова	1	1			4
Раздел 4. Преобразование Лапласа и его применение					
Тема 4.1 Оператор Лапласа	1	0			3
Тема 4.2 Основные свойства оригиналов и изображений	1	1			4
Тема 4.3 Решение линейных дифференциальных уравнений операционным методом	1	1			3
Тема 4.4 Решение систем дифференциальных уравнений операционным методом	1	1			3
Тема 4.5 Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом	1	0			4
Тема 4.6 Решение дифференциальных уравнений в частных производных	2	1			4
Тема 4.7 Дискретное преобразование Лапласа	1	0			4
Тема 4.8 Преобразование Фурье	1	0			4
Итого в семестре:	34	17			93
Итого	34	17	0	0	93

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

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

№	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий раздела
---	---

1	<p>Раздел 1. Дифференциальные уравнения первого порядка.</p> <p>1.1. Основные понятия. Геометрический смысл дифференциального уравнения первого порядка.</p> <p>Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Теоремы существования и единственности. Задача Коши. Общее и частное решения. Метод изоклин.</p> <p>1.2. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными. Дифференциальные уравнения с разделенными переменными. Метод разделения переменных в уравнении с разделяющимися переменными.</p> <p>1.3. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка. Понятие однородной функции. Метод нахождения решения однородного дифференциального уравнения способом замены переменной. Квазиоднородные дифференциальные уравнения.</p> <p>1.4. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Нахождение решения линейного однородного дифференциального уравнения. Методы Лагранжа и Бернулли отыскания общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения первого порядка.</p> <p>1.5. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Условие, при котором дифференциальное уравнение является уравнением в полных дифференциалах. Метод отыскания общего решения. Интегрирующий множитель.</p> <p>1.6. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка. Метод последовательных приближений Пикара. Численные методы Эйлера и Рунге-Кутты. Интегрирование дифференциального уравнения первого порядка при помощи степенных рядов.</p>
2	<p>Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков</p> <p>2.1. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.</p> <p>Уравнения, в которых правая часть есть функция только от независимой переменной, а слева стоит производная искомой функции определенного порядка. Метод последовательного интегрирования. Уравнения, не содержащие явно неизвестную функцию или независимую переменную. Применение соответствующих замен переменных, которые понижают порядок уравнения и позволяют найти его общее решение.</p> <p>2.2. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Свойства решений. Линейно зависимые и линейно независимые решения.</p>



	<p>Определитель Вронского. Фундаментальная система решений.</p> <p>2.3. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка. Характеристическое уравнение. Формула Остроградского-Лиувилля. Структура общего решения.</p> <p>2.4. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод Лагранжа.</p> <p>Свойства решений. Построение общего решения. Случай правой части произвольного вида, метод Лагранжа.</p> <p>2.5. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод Эйлера в случае правой части специального вида.</p> <p>Построение общего решения в случае правой части специального вида. Метод Эйлера неопределенных коэффициентов.</p> <p>2.6. Применение дифференциальных уравнений к решению задач физики и механики.</p> <p>Задачи физики и механики, описываемые дифференциальными уравнениями. Постановка задачи, построение модели, отыскание решения с его последующим анализом.</p>
<b>3</b>	<p>Раздел 3. Системы дифференциальных уравнений</p> <p>3.1. Системы дифференциальных уравнений в нормальной форме. Запись системы уравнений в нормальной форме, порядок системы, общее и частное решение системы, постановка задачи Коши. Теоремы Пеано и Пикара.</p> <p>3.2. Линейные системы дифференциальных уравнений. Понятие линейной системы дифференциальных уравнений, ее основные свойства. Однородные линейные системы с переменными коэффициентами. Линейная зависимость и независимость решений, определитель Вронского, формула Остроградского-Лиувилля-Якоби, методы построения решений.</p> <p>3.3. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Свойства линейных однородных систем. Метод Эйлера построения решений. 3.4. Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Свойства решений линейных неоднородных систем. Метод Лагранжа нахождения решений при помощи вариации произвольных постоянных. Метод Эйлера построения решений в случае неоднородностей специального вида.</p> <p>3.5. Автономные системы дифференциальных уравнений. Свойства автономных систем, виды особых точек, фазовое пространство, предельные циклы.</p> <p>3.6. Устойчивость по Ляпунову. Понятие устойчивости по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, устойчивость точек покоя. Устойчивость по первому приближению.</p> <p>3.7. Метод функций Ляпунова. Понятие функции Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теоремы Ляпунова и Четаева о неустойчивости. Методы построения функций Ляпунова.</p>

4	<p>Раздел 4. Преобразование Лапласа и его применение</p> <p>4.1. Оператор Лапласа.</p> <p>Понятие функции оригинала и ее свойства. Оператор Лапласа, изображение функции по Лапласу. Изображение простейших функций: единичной функции, аргумента, целой положительной степени, показательной функции, синуса и косинуса.</p> <p>4.2. Основные свойства изображений и оригиналов.</p> <p>Основные правила операционного исчисления: умножение на постоянную, свойства линейности. Теорема смещения изображения.</p> <p>4.3. Решение дифференциальных уравнений операционным методом.</p> <p>Изображение производной по Лапласу. Применение к нахождению решений линейных дифференциальных уравнений</p> <p>4.4. Решение систем дифференциальных уравнений операционным методом.</p> <p>4.5. Применение методов операционного исчисления к решению задачи Коши систем для дифференциальных уравнений.</p> <p>4.6. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом.</p> <p>4.7. Формулировка теоремы запаздывания. Свертка функций, теорема умножения изображений. Интеграл Дюамеля. Применение к решению дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом.</p> <p>4.8. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.</p> <p>4.9. Применение операционного исчисления в случае, когда искомая функция</p> <p>4.10. зависит от двух независимых переменных. Решение уравнений в частных производных первого и второго порядков.</p> <p>4.11. Дискретное преобразование Лапласа.</p> <p>4.12. Понятие о дискретном преобразовании Лапласа. Свойство линейности, теоремы опережения и запаздывания и теорема смещения для дискретного преобразования Лапласа.</p> <p>4.13. Преобразование Фурье.</p> <p>4.14. Понятие преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье свертки функций. Косинус- и синус-преобразования Фурье.</p>
---	---

#### 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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4					
1	Задачи на составление дифференциальных уравнений Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными Однородные дифференциальные уравнения	Решение задач	1	1	1
2	Линейные дифференциальные	Решение	1		1

	уравнения Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах	задач			
3	Приближенные методы решения дифференциальн ых уравнений Контрольная работа	Решение задач	1		1
4	Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка Линейная зависимость и независимость решений. Поиск частных решений Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка	Решение задач	2		2
6	Метод Лагранжа Метод Эйлера Применение дифференциальных уравнений к решению практических задач Контрольная работа	Решение задач	2	1	2
7	Методы решения систем дифференциальных уравнений в нормальной форме Решение линейных систем дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами Решение линейных однородных систем с постоянными коэффициентами	Решение задач	2		3
8	Решение линейных неоднородных систем с постоянными коэффициентами Нахождение особых точек автономных систем дифференциальных уравнений Устойчивость решения систем дифференциальных уравнений по первому приближению Построение функций Ляпунова Контрольная работа	Решение задач	2		3
9	Нахождение оригиналов и изображений Применение основных теорем операционного исчисления Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	Решение задач	2	1	4
10	Нахождение решений систем дифференциальных уравнений операционным методом	Решение задач	2		4

	Решение дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом операционным методом Решение некоторых задач математической физики операционным методом				
11	Применение дискретного преобразования Лапласа Применение преобразования Фурье Контрольная работа	Решение задач	2	1	4
Всего			17	4	

#### 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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	47	47
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	39	39
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	93	93

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)
ЭБС Лань	Демидович Б.П., Моденов В.П. «Дифференциальные уравнения», 2021, 280 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/152452">https://e.lanbook.com/book/152452</a>	ЭБС Лань
ЭБС Лань	Югова Н. В. «Высшая математика. Дифференциальные уравнения: Учебно-методическое пособие», 2020, 28 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/152276">https://e.lanbook.com/book/152276</a>	ЭБС Лань
ЭБС Лань	Руппель Е. Ю. «Обыкновенные дифференциальные уравнения и их применение к составлению простейших математических моделей: Учебное пособие», 2020, 194 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/163732">https://e.lanbook.com/book/163732</a>	ЭБС Лань

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://www.math-net.ru">http://www.math-net.ru</a> <a href="http://e.lanbook.com/view">http://e.lanbook.com/view</a>	Общероссийский математический портал ЭБС «Лань»

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Аудитория общего назначения	

## 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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов

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»	<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>
«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> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«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>
«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>

### 10.3. 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	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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	Код индикатора
	<p>Предел последовательности</p> <p>Свойства пределов</p> <p>Бесконечно-малые и бесконечно-большие последовательности.</p> <p>Предел функции. Свойства функции, имеющей предел.</p> <p>Замечательные пределы.</p> <p>Непрерывность функции. Точки разрыва.</p> <p>Свойства непрерывных функций.</p> <p>Производная. Ее геометрический и механический смысл.</p> <p>Правила дифференцирования.</p> <p>Производные функций <math>y=C</math>, <math>y=x</math>, <math>y=\ln x</math>.</p> <p>Производные функций <math>y=\sin x</math>, <math>y=\cos x</math>, <math>y=\operatorname{tg} x</math> и <math>y=\operatorname{ctg} x</math>.</p> <p>Производная сложной функции.</p> <p>Производная обратной функции. Производные функций <math>y=\arcsin x</math>, <math>y=\arccos x</math>, <math>y=\operatorname{arctg} x</math> и <math>y=\operatorname{arcctg} x</math>.</p> <p>Дифференциал первого порядка. Его геометрический смысл.</p>	УК-2.3.1

	Дифференциал сложной функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Теорема Ролля. Ее геометрический смысл. Теорема Лагранжа и ее геометрический смысл. Теорема Коши. Правило Лопиталя.	
	Признак постоянства функции на промежутке. Признаки возрастания и убывания функции на промежутке. Максимум и минимум. Необходимое условие существования экстремума. Первое и второе достаточное условие существования экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции. Выпуклость, вогнутость, точки перегиба. Достаточные условия выпуклости и вогнутости функции. Необходимый и достаточный признаки точки перегиба. Асимптоты графика функции. Схема построения графика функции с помощью производных. Первообразная и неопределенный интеграл.	УК-2.У.1
	Свойства неопределенного интеграла. Таблица простейших интегралов. Метод занесения под знак дифференциала. Метод замены переменной интегрирования. Метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование тригонометрических функций.	УК-2.У.3
	Вычисление площади в полярных координатах. Вычисление длину дуги кривой в декартовых координатах. Вычисление длины дуги кривой, заданной параметрически. Вычисление длины дуги кривой в полярных координатах. Вычисление объема тела вращения. Вычисление площади поверхности тела вращения. Вычисление координат центра масс плоской кривой. Вычисление координат центра масс однородной пластины	УК-2.В.2
	Предел функции нескольких переменных Непрерывность функции нескольких переменных Частные производные Дифференциал функции нескольких переменных Повторное дифференцирование Экстремум функции нескольких переменных Наибольшее и наименьшее значение функции в области Градиент Условный экстремум Двойной интеграл. Основные определения. Основные свойства двойного интеграла.	ОПК-1.3.1
	Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах. Тройной интеграл. Основные определения.	ОПК-1.У.1



	<p>Основные свойства тройного интеграла.</p> <p>Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах.</p> <p>Дифференциальные уравнения первого порядка.</p> <p>Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.</p>	
	<p>Числовые ряды. Основные определения.</p> <p>Необходимый признак сходимости числового ряда</p> <p>Первый признак сравнения числовых рядов</p> <p>Второй признак сравнения числовых рядов</p> <p>Признак Даламбера</p> <p>Признак Коши</p> <p>Интегральный признак Коши</p> <p>Знакопеременные ряды. абсолютная и условная сходимости</p> <p>Свойства абсолютно сходящихся рядов</p> <p>Признак Лейбница.</p>	ОПК-1.В.1
	<p>Функциональные ряды. Область сходимости</p> <p>Равномерная сходимость.</p> <p>Степенные ряды. Интервал и радиус сходимости</p> <p>Теорема Абеля</p> <p>Непрерывность степенных рядов</p> <p>Дифференцируемость степенных рядов</p>	ОПК-2.З.1
	<p>Интегрируемость степенных рядов</p> <p>Ряды Тейлора и Маклорена</p> <p>Ряд Маклорена для</p> <p>Ряд Маклорена для</p> <p>Ряд Маклорена для</p>	ОПК-2.У.1
	<p>Ряд Маклорена для</p> <p>Ряд Маклорена для</p> <p>Ряд Фурье. Основные определения</p> <p>Ряд Фурье для функции с произвольным периодом</p> <p>Ряд Фурье для четной функции</p> <p>Ряд Фурье для нечетной функции</p>	ОПК-2.В.1
	<p>Определение определенного интеграла.</p> <p>Свойства определенного интеграла.</p> <p>Оценка определенного интеграла.</p> <p>Интеграл с переменным верхним пределом.</p> <p>Формула Ньютона-Лейбница.</p> <p>Несобственный интеграл по неограниченному промежутку.</p> <p>Несобственный интеграл от неограниченной функции.</p> <p>Вычисление площади в декартовых координатах.</p>	ПК-7.3.1

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	Код индикатора
	Не предусмотрено	

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 (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

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:

- Определения математических терминов.
- Формулировка теоремы.

- Доказательство теоремы.
- Иллюстрирующие примеры.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия начинаются с записи в журнал преподавателя присутствующих студентов. Затем объявляется тема практических занятий (см. пункт 6.3), и выдается задание. Студенты решают задачи, используя знания, полученные на лекции. Студент, который первым решил задачу, вызывается к доске. В случае если студент правильно решил задачу, он получает 5 баллов. Если студент решает задачу с помощью преподавателя, то получает 4 балла. Затем, в конце семестра, оценки студентов (включая оценку посещаемости) переводятся в бонусы (качество) от 0 до 5 баллов. Эти бонусы добавляются к общей сумме баллов в рамках модульно-рейтинговой системы.

Студентам выдается домашнее задание в виде задач, которые они сдают в установленные сроки.

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.

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:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с 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