

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическая физика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности/ специализации	Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.ф. -м.н.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

Д.В. Сугак

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф. -м.н., доц.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата) 08.12.25

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



08.12.25  
(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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»

ОПК-3 «Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с созданием математических моделей физических явлений, методами решения физических задач, описываемых уравнениями в частных производных, интегральными операторами.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Преподавание дисциплины «Математическая физика» имеет целью воспитать высокую математическую культуру у студентов, научить методам решения задач, полученных с помощью математического моделирования физических процессов, связанных с уравнениями в частных производных и интегральными операторами.

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
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 реализации алгоритмов решения прикладных задач	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 ОПК-2.В.1 владеть навыками выбора математического метода для решения задачи и оценки границ применимости метода
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.3.1 знать методы разработки математических моделей ОПК-3.У.1 уметь выбирать математический аппарат для разработки модели процесса, объекта, явления ОПК-3.В.1 владеть навыками разработки математических моделей с использованием пакетов прикладных

		программ; оценки целесообразности и эффективности применения выбранного метода моделирования
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- « Математика. Математический анализ»,
- « Дифференциальные уравнения»,

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

- « Физические основы нанотехнологии»,
- « Физика твердого тела»,

## 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>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	40	40
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

## 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. Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения первого порядка в частных производных.	6	6			8
Раздел 2. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	6	6			8
Раздел 3. Уравнение Лапласа	8	8			8
Раздел 4. Уравнение теплопроводности	8	8			8
Раздел 5. Гиперболические уравнения	6	6			8
Итого в семестре:	34	34			40
Итого	34	34	0	0	40

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

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<b>Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения первого порядка в частных производных.</b>  Метод характеристик для линейного однородного уравнения первого порядка. Метод характеристик для линейного (квазилинейного) неоднородного уравнения первого порядка. Задача Коши для линейного (квазилинейного) неоднородного уравнения первого порядка. Системы линейных (квазилинейных) неоднородных уравнений первого порядка.
<b>2</b>	<b>Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.</b>  Классификация уравнений в точке. Характеристические поверхности. Канонический вид уравнений с двумя независимыми переменными. Уравнение Трикоми.

<b>3</b>	<p><b>Уравнение Лапласа.</b></p> <p>Аналитические и гармонические функции двух переменных. Некоторые специальные решения уравнения Лапласа. Вывод формулы Пуассона. Обоснование формулы Пуассона для решения уравнения Лапласа. Постановка задачи Дирихле и теорема единственности решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.</p>
<b>4</b>	<p><b>Уравнение теплопроводности.</b></p> <p>Вывод уравнения теплопроводности. Задача Дирихле как задача определения стационарного распределения температуры по заданной температуре границы области. Постановка задач для одномерного уравнения теплопроводности. Принцип максимума для одномерного уравнения теплопроводности.</p>
<b>5</b>	<p><b>Гиперболические уравнения.</b></p> <p>Простейшие примеры гиперболических уравнений с частными производными. Задача Коши для этих уравнений и ее решение с помощью характеристик. Гиперболические уравнения второго порядка. Формула Даламбера.</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
<b>Семестр 5</b>					
1.1	Метод характеристик для линейного однородного уравнения первого порядка.	Семинар	2		1
1.2	Метод характеристик для линейного (квазилинейного) неоднородного уравнения первого порядка.	Семинар	2		1

1.3	Задача Коши для линейного (квазилинейного) неоднородного уравнения первого порядка.	Семинар	2		1
2.1	Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду.	Семинар	2		2
2.2	Метод характеристик для уравнения второго порядка.	Семинар	2		2
2.3	Задачи Дирихле для уравнения второго порядка.	Семинар	2		2
3.1	Уравнение Лапласа в прямоугольнике.	Семинар	2		3
3.2	Уравнение Лапласа в полярной системе координат.	Семинар	2		3
3.3	Функция Грина для уравнения Лапласа	Семинар	2		3
3.4	Первая краевая задача для уравнения Лапласа	Семинар	2		3
4.1	Метод Фурье для однородного уравнения теплопроводности на отрезке с постоянными граничными условиями.	Семинар	2		4
4.2	Метод Фурье для однородного уравнения теплопроводности на отрезке в случае отсутствия теплообмена на концах.	Семинар	2		4
4.3	Метод Фурье для уравнения теплопроводности на отрезке с	Семинар	2		4



	переменными граничными условиями.				
4.4	Уравнение теплопроводности в прямоугольной области.	Семинар	2		4
5.1	Метод Даламбера для однородного уравнения струны на оси.	Семинар	2		5
5.2	Метод Даламбера для неоднородного уравнения струны на оси.	Семинар	2		5
5.3	Метод Фурье для однородного уравнения струны на отрезке с закрепленными концами.	Семинар	2		5
Всего			34		

#### 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. Выполнение курсового проекта/ 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)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)	10	10
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	40	40

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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)
517 Д 93	Дьякова, Г.Н. Методы математической физики. Элементы функционального анализа: учеб. пособие/Г.Н. Дьякова, А.В. Стрепетов.	50
517 Е 60	Емельянов, В. М. Уравнения математической физики: практикум по решению задач: учебное пособие / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - СПб.: Лань, 2008. - 213 с.	27
53 Г59	Годунов С. К. Уравнения математической физики: учебное пособие / С. К. Годунов. - М.: Наука, 1971. - 416 с.	1

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.intuit.ru/">http://www.intuit.ru/</a>	Интуит (национальный открытый университет)
<a href="http://e.lanbook.com/books">http://e.lanbook.com/books</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
<a href="http://www.math-net.ru">http://www.math-net.ru</a>	Общероссийский математический портал

## 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	

## 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; Тесты; Задачи.

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 связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«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; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

### 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
1	Объясните, что называется порядком дифференциального уравнения в частных производных?	ОПК-1.3.1

2	Объясните, что называется характеристикой линейного дифференциального уравнения в частных производных первого порядка?	ОПК-1.У.1
3	Приведите пример задачи Дирихле для уравнения Лапласа.	ОПК-1.В.1
4	Объясните, в чем состоит метод разделения переменных при решении уравнения Лапласа в прямоугольнике?	ОПК-2.З.1
5	Сформулируйте определение функции Грина задачи Дирихле для оператора Лапласа.	ОПК-2.У.1
6	Приведите пример первой краевой задачи для уравнения Лапласа.	ОПК-2.В.1
7	Объясните, в чем состоит метод Фурье для однородного уравнения теплопроводности на отрезке с постоянными граничными условиями?	ОПК-3.З.1
8	Приведите пример задачи Дирихле для уравнения теплопроводности в прямоугольной области.	ОПК-3.У.1
9	Объясните, в чем состоит метод Фурье для однородного уравнения струны на отрезке с закрепленными концами?	ОПК-3.В.1
10	Объясните классификацию линейных уравнений с частными производными второго порядка.	ОПК-2.У.1
11	Объясните метод Фурье для однородного уравнения струны с закрепленными концами.	ОПК-3.З.1
12	Объясните каноническую форму уравнения второго порядка гиперболического типа.	ОПК-1.В.1
13	Объясните метод Даламбера для неоднородного уравнения неограниченной струны.	ОПК-3.З.1
14	Объясните характеристическое уравнение для линейного уравнения второго порядка.	ОПК-3.У.1

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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
1	1 тип. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Установите, что является решением данной системы уравнений $\frac{dx}{2y-z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z};$	ОПК-1.З.1

	<p>A) <math>y = C_1 z, x = 2y - z + C_2</math> Б) <math>y = C_1 x, z = 2y - x + C_2</math> В) <math>x = C_1 y, z = 2x - y + C_2</math> Г) <math>x = C_1 y^2, z = 2xy - y + C_2</math> Ответ: А)</p>									
2	<p>2 тип. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p style="text-align: right;"><math>\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}</math></p> <p>Установите все решения данной системы уравнений :</p> <p>A) <math>x^2 - y^2 = C_1</math> Б) <math>x + y = C_2 z</math> В) <math>x = C_1 y^2</math> Г) <math>z = 2xy - y + C_2</math> Ответ: В)</p>	ОПК-1.3.1								
3	<p>3 тип. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Установите решения следующих систем уравнений:</p> <table><thead><tr><th>Системы уравнений</th><th>Решения</th></tr></thead><tbody><tr><td>A) <math>\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}</math></td><td>Г) <math>x^2 - y^2 = C_1, x + y = C_2 z</math></td></tr><tr><td>Б) <math>\frac{dx}{2y - z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}</math></td><td>Д) <math>y = C_1 z, x = 2y - z + C_2</math></td></tr><tr><td>В) <math>\frac{dx}{z} = \frac{dy}{xz} = \frac{dz}{y}</math></td><td>Е) <math>x^2 - 2y = C_1, 6xy - 2x^3 - 3z^2 = C_2</math></td></tr></tbody></table> <p>Ответ: А) – Е); Б) – Г); В) – Д)</p>	Системы уравнений	Решения	A) $\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}$	Г) $x^2 - y^2 = C_1, x + y = C_2 z$	Б) $\frac{dx}{2y - z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}$	Д) $y = C_1 z, x = 2y - z + C_2$	В) $\frac{dx}{z} = \frac{dy}{xz} = \frac{dz}{y}$	Е) $x^2 - 2y = C_1, 6xy - 2x^3 - 3z^2 = C_2$	ОПК-1.У.1
Системы уравнений	Решения									
A) $\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}$	Г) $x^2 - y^2 = C_1, x + y = C_2 z$									
Б) $\frac{dx}{2y - z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}$	Д) $y = C_1 z, x = 2y - z + C_2$									
В) $\frac{dx}{z} = \frac{dy}{xz} = \frac{dz}{y}$	Е) $x^2 - 2y = C_1, 6xy - 2x^3 - 3z^2 = C_2$									
4	<p>4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p style="text-align: right;"><math>\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}, \quad \frac{dx}{2y - z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z},</math></p> <p>Решения систем уравнений <math>\frac{dx}{z} = \frac{dy}{xz} = \frac{dz}{y}</math> имеют вид:</p> <p>A) <math>x^2 - y^2 = C_1, x + y = C_2 z</math> Б) <math>y = C_1 z, x = 2y - z + C_2</math> В) <math>x^2 - 2y = C_1, 6xy - 2x^3 - 3z^2 = C_2</math> Ответ: А), В), Б)</p>	ОПК-1.У.1								
5	<p>5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Объясните может ли решение краевых задач для уравнения Лапласа быть найдено методом разделения переменных в случае</p>	ОПК-1.У.1								

	некоторых простейших областей, таких как круг, прямоугольник, шар и цилиндр? Ответ: Может. Так как получающиеся при этом задачи на собственные значения, то есть задачи Штурма – Лиувилля, приводят к различным классам специальных функций.									
6	1 тип. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Установите, что является общим решением уравнения $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$ : А) $z = f(x^2 + y^2)$ Б) $z = f(2x^2y + \ln y^2)$ В) $z = f(\cos(5xy) + \sin(y^2))$ Г) $z = f(xy + \sin(y^2))$ Ответ: А). Теорема о существовании и единственности решения квазилинейного дифференциального уравнения первого порядка.	ОПК-2.3.1								
7	2 тип. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Установите все решения данной системы уравнений $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$ : А) $z = x^2 + y^2$ Б) $z = 4x^2 + 4y^2$ В) $z = 4x^2 + y^2$ Г) $z = -x^2 + y^2$ Ответ: А). Теорема о существовании и единственности решения квазилинейного дифференциального уравнения первого порядка.	ОПК-2.3.1								
8	3 тип. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите общие решения следующих уравнений: <table><tr><td>Уравнение</td><td>Общее решение</td></tr><tr><td>А) <math>y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math></td><td>Г) <math>z = f(x^2 + y^2)</math></td></tr><tr><td>Б) <math>(x + 2y) \frac{\partial z}{\partial x} - y \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math></td><td>Д) <math>z = f(xy + y^2)</math></td></tr><tr><td>В) <math>x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 0</math></td><td>Е) <math>u = f(y/x, z/x)</math></td></tr></table> Ответ: А) – Е); Б) – Г); В) – Д)	Уравнение	Общее решение	А) $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$	Г) $z = f(x^2 + y^2)$	Б) $(x + 2y) \frac{\partial z}{\partial x} - y \frac{\partial z}{\partial y} = 0$	Д) $z = f(xy + y^2)$	В) $x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 0$	Е) $u = f(y/x, z/x)$	ОПК-2.У.1
Уравнение	Общее решение									
А) $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$	Г) $z = f(x^2 + y^2)$									
Б) $(x + 2y) \frac{\partial z}{\partial x} - y \frac{\partial z}{\partial y} = 0$	Д) $z = f(xy + y^2)$									
В) $x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 0$	Е) $u = f(y/x, z/x)$									
9	4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.	ОПК-2.У.1								

	<p>Общие решения уравнений <math>y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math>, <math>(x+2y) \frac{\partial z}{\partial x} - y \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math>,  <math>x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 0</math> имеют вид:</p> <p>А) <math>z = f(x^2 + y^2)</math>  Б) <math>z = f(xy + y^2)</math>  В) <math>u = f(y/x, z/x)</math>  Ответ: А), В), Б)</p>	
10	<p>5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.  Объясните может ли решение краевых задач для уравнения Лапласа быть найдено методом разделения переменных в случае некоторых простейших областей, таких как круг, прямоугольник, шар и цилиндр?  Ответ: Может. Так как получающиеся при этом задачи на собственные значения, то есть задачи Штурма – Лиувилля, приводят к различным классам специальных функций.</p>	ОПК-2.У.1
11	<p>1 тип. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.  Установите, что является полным интегралом нелинейного уравнения <math>x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math>:</p> <p>А) <math>z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2</math>  Б) <math>z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + 3x + c_2</math>  В) <math>z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + 5y + c_2</math>  Г) <math>z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + c_2</math>  Ответ: А). Теорема о существовании и единственности решения квазилинейного дифференциального уравнения первого порядка.</p>	ОПК-3.3.1
12	<p>2 тип. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.  Установите частные решения нелинейного уравнения <math>x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math>:</p> <p>А) <math>z = \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{2} + xy</math>  Б) <math>z = \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{2} + xy + 2</math>  В) <math>z = 4x^2 + y^2</math></p>	ОПК-3.3.1



	<p>Г) <math>z = -x^2 + y^2</math></p> <p>Ответ: А).</p>									
13	<p>3 тип. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, выберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Установите полные интегралы следующих нелинейных уравнений:</p> <table><tr><td>Уравнение</td><td>Полный интеграл</td></tr><tr><td>А) <math>x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math></td><td>Г) <math>z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2</math></td></tr><tr><td>Б) <math>x \frac{\partial z}{\partial x} + 3y \frac{\partial z}{\partial y} = 2 \left( z - x^2 \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right)</math></td><td>Д) <math>z = c_1 \frac{y}{x} + c_2 x^2 + c_1^2</math></td></tr><tr><td>В) <math>\frac{\partial z}{\partial x} \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = x^2 y^2</math></td><td>Е) <math>z = \frac{c_1}{3} x^3 + \frac{1}{3c_1} y^3 + c_2</math></td></tr></table> <p>Ответ: А) – Е); Б) – Г); В) – Д)</p>	Уравнение	Полный интеграл	А) $x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0$	Г) $z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2$	Б) $x \frac{\partial z}{\partial x} + 3y \frac{\partial z}{\partial y} = 2 \left( z - x^2 \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right)$	Д) $z = c_1 \frac{y}{x} + c_2 x^2 + c_1^2$	В) $\frac{\partial z}{\partial x} \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = x^2 y^2$	Е) $z = \frac{c_1}{3} x^3 + \frac{1}{3c_1} y^3 + c_2$	ОПК-3.У.1
Уравнение	Полный интеграл									
А) $x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0$	Г) $z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2$									
Б) $x \frac{\partial z}{\partial x} + 3y \frac{\partial z}{\partial y} = 2 \left( z - x^2 \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right)$	Д) $z = c_1 \frac{y}{x} + c_2 x^2 + c_1^2$									
В) $\frac{\partial z}{\partial x} \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = x^2 y^2$	Е) $z = \frac{c_1}{3} x^3 + \frac{1}{3c_1} y^3 + c_2$									
14	<p>4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Полные интегралы уравнений</p> $x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0$ $x \frac{\partial z}{\partial x} + 3y \frac{\partial z}{\partial y} = 2 \left( z - x^2 \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right), \quad \frac{\partial z}{\partial x} \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = x^2 y^2$ <p>имеют вид:</p> <p>А) <math>z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2</math></p> <p>Б) <math>z = c_1 \frac{y}{x} + c_2 x^2 + c_1^2</math></p> <p>В) <math>z = \frac{c_1}{3} x^3 + \frac{1}{3c_1} y^3 + c_2</math></p> <p>Ответ: А), В), Б)</p>	ОПК-3.У.1								
15	<p>5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Объясните может ли решение краевых задач для уравнения Лапласа быть найдено методом разделения переменных в случае некоторых простейших областей, таких как круг, прямоугольник, шар и цилиндр?</p> <p>Ответ: Может. Так как получающиеся при этом задачи на собственные значения, то есть задачи Штурма – Лиувилля, приводят к различным классам специальных функций.</p>	ОПК-3.У.1								
16	<p>4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p>	ОПК-1.В.1								

	<p>Решения систем уравнений <math>\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}</math>, <math>\frac{dx}{2y-z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}</math>,  <math>\frac{dx}{z} = \frac{dy}{xz} = \frac{dz}{y}</math> имеют вид:</p> <p>А) <math>x^2 - y^2 = C_1, x + y = C_2 z</math>          Б) <math>y = C_1 z, x = 2y - z + C_2</math>          В) <math>x^2 - 2y = C_1, 6xy - 2x^3 - 3z^2 = C_2</math>          Ответ: А), В), Б)</p>	
17	<p>5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Объясните может ли решение краевых задач для уравнения Лапласа быть найдено методом разделения переменных в случае некоторых простейших областей, таких как круг, прямоугольник, шар и цилиндр?</p> <p>Ответ: Может. Так как получающиеся при этом задачи на собственные значения, то есть задачи Штурма – Лиувилля, приводят к различным классам специальных функций.</p>	ОПК-1.В.1
18	<p>4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Общие решения уравнений <math>y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math>, <math>(x+2y) \frac{\partial z}{\partial x} - y \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math>,  <math>x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 0</math> имеют вид:</p> <p>А) <math>z = f(x^2 + y^2)</math>          Б) <math>z = f(xy + y^2)</math>          В) <math>u = f(y/x, z/x)</math>          Ответ: А), В), Б)</p>	ОПК-2.В.1
19	<p>5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Объясните может ли решение краевых задач для уравнения Лапласа быть найдено методом разделения переменных в случае некоторых простейших областей, таких как круг, прямоугольник, шар и цилиндр?</p> <p>Ответ: Может. Так как получающиеся при этом задачи на собственные значения, то есть задачи Штурма – Лиувилля, приводят к различным классам специальных функций.</p>	ОПК-2.В.1
20	<p>4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p>	ОПК-3.В.1

	<p>Полные интегралы уравнений <math>x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0</math>,</p> <p><math>x \frac{\partial z}{\partial x} + 3y \frac{\partial z}{\partial y} = 2 \left( z - x^2 \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right)</math>, <math>\frac{\partial z}{\partial x} \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = x^2 y^2</math> имеют вид:</p> <p>А) <math>z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2</math></p> <p>Б) <math>z = c_1 \frac{y}{x} + c_2 x^2 + c_1^2</math></p> <p>В) <math>z = \frac{c_1}{3} x^3 + \frac{1}{3c_1} y^3 + c_2</math></p> <p>Ответ: А), В), Б)</p>	
21	<p>5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Объясните может ли решение краевых задач для уравнения Лапласа быть найдено методом разделения переменных в случае некоторых простейших областей, таких как круг, прямоугольник, шар и цилиндр?</p> <p>Ответ: Может. Так как получающиеся при этом задачи на собственные значения, то есть задачи Штурма – Лиувилля, приводят к различным классам специальных функций.</p>	ОПК-3.В.1

#### Примечание.

1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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:

- Определения математических терминов.
- Формулировка теоремы.
- Доказательство теоремы.
- Иллюстрирующие примеры.

## 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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;
- связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия начинаются с записи в журнал преподавателя присутствующих студентов. Затем объявляется тема практических занятий.

Преподаватель читает условие задачи и предлагает студентам самостоятельно решить задачу, используя знания, полученные студентом 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;

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.

В течение семестра в системе дистанционного обучения ГУАП в форме тестирования проводятся две проверочные работы по решению задач и один теоретический опрос (перечень вопросов для тестов размещен в «Банке вопросов» в системе дистанционного обучения ГУАП), на практических занятиях проводятся проверочные работы по разделам курса в письменной форме, рассчитанные как на целое занятие, так и на его часть.

Результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации (при использовании бально-рейтинговой системы оценивания, каждый вид контроля оценивается в баллах, из которых формируется итоговый результат).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета: форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Дифференцированный зачет как правило, проводится в период зачетной недели 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
