

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

д.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов
(инициалы, фамилия)


(подпись)
«26» июня 2024 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	Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.ф.-м.н.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Д.В. Сугак
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1
«24» июня 2024 г, протокол №06/2

Заведующий кафедрой № 1-

д.ф.-м.н., доц.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.О. Смирнов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Ю.А. Новикова
(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 «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.

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:

- « _____ »,
- « _____ »,
- ...

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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	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)		
Самостоятельная работа, всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: 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)
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
1	<p style="text-align: center;">Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения первого порядка в частных производных.</p> <p>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.</p>
2	<p style="text-align: center;">Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.</p> <p>Классификация уравнений в точке. Характеристические поверхности. Канонический вид уравнений с двумя независимыми переменными. Уравнение Трикоми.</p>
3	<p style="text-align: center;">Уравнение Лапласа.</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>
4	<p style="text-align: center;">Уравнение теплопроводности.</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>
5	<p style="text-align: center;">Гиперболические уравнения.</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.
--	--

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 5					
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	Семинар	2		4

	однородного уравнения теплопроводности на отрезке с постоянными граничными условиями.				
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 переменными граничными условиями.	Семинар	2		4
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. 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)	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. 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)
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:	27

	учебное пособие / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - СПб.: Лань, 2008. - 213 с.	
53 Г59	Годунов С. К. Уравнения математической физики: учебное пособие / С. К. Годунов. - М.: Наука, 1971. - 416 с.	1
https://mipt.ru › chair › study › uchebniki › Боговский М Е УМФ ФРТК	Боговский, М. Е. Уравнения математической физики. – М: МФТИ, 2019, 105 с.	

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
http://www.intuit.ru/	Интуит (национальный открытый университет)
http://e.lanbook.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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	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?	УК-2.3.1
2	Объясните, что называется характеристикой линейного дифференциального уравнения в частных производных первого порядка?	ПК-7.3.1
3	Объясните, в чем состоит метод характеристик для решения линейного (квазилинейного) неоднородного уравнения первого порядка?	УК-2.У.1
4	Объясните, как привести к каноническому виду уравнение второго порядка?	УК-2.У.3
5	Объясните, в чем состоит метод характеристик для решения уравнения второго порядка?	УК-2.В.2
6	Приведите пример задачи Дирихле для уравнения Лапласа.	ОПК-1.3.1
7	Объясните, в чем состоит метод разделения переменных при решении уравнения Лапласа в прямоугольнике?	ОПК-1.В.1
8	Сформулируйте определение функции Грина задачи Дирихле для оператора Лапласа.	ОПК-2.3.1
9	Запишите уравнение Лапласа в полярных координатах.	ОПК-1.У.1
10	Приведите пример первой краевой задачи для уравнения Лапласа.	ОПК-2.В.1
11	Объясните, в чем состоит метод Фурье для однородного уравнения теплопроводности на отрезке с постоянными граничными условиями?	ОПК-2.У.1
12	Объясните, в чем состоит метод Фурье для однородного уравнения теплопроводности на отрезке в случае отсутствия теплообмена на концах?	ОПК-1.У.1
13	Объясните, в чем состоит метод Фурье для уравнения теплопроводности на отрезке с переменными граничными условиями?	ОПК-1.У.1
14	Приведите пример задачи Дирихле для уравнения теплопроводности в прямоугольной области.	ОПК-1.У.1
15	Объясните, в чем состоит метод Даламбера для однородного уравнения струны на оси?	ОПК-1.У.1
16	Объясните, в чем состоит метод Даламбера для неоднородного уравнения струны на оси?	ОПК-1.У.1
17	Объясните, в чем состоит метод Фурье для однородного уравнения струны на отрезке с закрепленными концами?	ОПК-1.У.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
1	Приведите пример линейного дифференциального уравнения первого порядка в частных производных.	УК-2.3.1 ПК-7.3.1
2	Какие уравнения второго порядка имеют параболический тип?	УК-2.У.1 УК-2.У.3
3	Запишите уравнение Лапласа в полярных координатах.	УК-2.В.2 ОПК-1.3.1
4	Приведите пример начально-краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности.	ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1
5	Объясните, в чем состоит метод Даламбера для однородного уравнения струны?	ОПК-1.У.1 ОПК-2.В.1
6	Объясните, в чем состоит метод Даламбера для неоднородного уравнения струны?	ОПК-2.У.1 ОПК-1.У.1

ОПК-1

1 тип. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Установите, что является решением данной системы уравнений $\frac{dx}{2y-z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}$:

- А) $y = C_1 z, x = 2y - z + C_2$
- Б) $y = C_1 x, z = 2y - x + C_2$
- В) $x = C_1 y, z = 2x - y + C_2$
- Г) $x = C_1 y^2, z = 2xy - y + C_2$

2 тип. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.

Установите все решения данной системы уравнений $\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}$:

- А) $x^2 - y^2 = C_1$
- Б) $x + y = C_2 z$
- В) $x = C_1 y^2$
- Г) $z = 2xy - y + C_2$

3 тип. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.

Установите решения следующих систем уравнений:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| Системы уравнений | Решения |
| А) $\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}$ | Г) $x^2 - y^2 = C_1, x + y = C_2 z$ |

$$\text{Б) } \frac{dx}{2y-z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}$$

$$\text{Д) } y = C_1 z, x = 2y - z + C_2$$

$$\text{В) } \frac{dx}{z} = \frac{dy}{xz} = \frac{dz}{y}$$

$$\text{Е) } x^2 - 2y = C_1, 6xy - 2x^3 - 3z^2 = C_2$$

4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.

Решения систем уравнений $\frac{dx}{y} = \frac{dy}{x} = \frac{dz}{z}$, $\frac{dx}{2y-z} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}$, $\frac{dx}{z} = \frac{dy}{xz} = \frac{dz}{y}$ имеют

вид:

$$\text{А) } x^2 - y^2 = C_1, x + y = C_2 z$$

$$\text{Б) } y = C_1 z, x = 2y - z + C_2$$

$$\text{В) } x^2 - 2y = C_1, 6xy - 2x^3 - 3z^2 = C_2$$

5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Объясните может ли в области, содержащей особую точку типа узла или фокуса двумерной автономной системы, существовать первый интеграл вида $\varphi(x, y) = C$ с непрерывной и непостоянной функцией $\varphi(x, y)$?

ОПК-2

1 тип. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Установите, что является общим решением уравнения $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$:

$$\text{А) } z = f(x^2 + y^2)$$

$$\text{Б) } z = f(2x^2 y + \ln y^2)$$

$$\text{В) } z = f(\cos(5xy) + \sin(y^2))$$

$$\text{Г) } z = f(xy + \sin(y^2))$$

2 тип. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.

Установите все решения данной системы уравнений $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$:

$$\text{А) } z = x^2 + y^2$$

$$\text{Б) } z = 4x^2 + 4y^2$$

$$\text{В) } z = 4x^2 + y^2$$

$$\text{Г) } z = -x^2 + y^2$$

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:

Уравнение

Общее решение

A) $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$ 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) $u = f(y/x, z/x)$

4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.

Общие решения уравнений $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$, $(x + 2y) \frac{\partial z}{\partial x} - y \frac{\partial z}{\partial y} = 0$,

$x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 0$ имеют вид:

A) $z = f(x^2 + y^2)$

Б) $z = f(xy + y^2)$

В) $u = f(y/x, z/x)$

5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Объясните какой вид должно иметь уравнение в частных производных, которому удовлетворяют цилиндрические поверхности с образующими, параллельными вектору (1, 2, 7)?

ОПК-3

1 тип. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Установите, что является полным интегралом нелинейного уравнения

$x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0$:

A) $z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2$

Б) $z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + 3x + c_2$

В) $z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + 5y + c_2$

Г) $z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + c_2$

2 тип. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.

Установите частные решения нелинейного уравнения $x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0$:

A) $z = \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{2} + xy$

Б) $z = \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{2} + xy + 2$

В) $z = 4x^2 + y^2$

Г) $z = -x^2 + y^2$

3 тип. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите полные интегралы следующих нелинейных уравнений:

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) $z = \frac{c_1}{3} x^3 + \frac{1}{3c_1} y^3 + c_2$

4 тип. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.

Полные интегралы уравнений $x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} = 0$,

$x \frac{\partial z}{\partial x} + 3y \frac{\partial z}{\partial y} = 2 \left(z - x^2 \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right)$, $\frac{\partial z}{\partial x} \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = x^2 y^2$ имеют вид:

А) $z = \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{y^2}{2c_1} + xy + c_2$

Б) $z = c_1 \frac{y}{x} + c_2 x^2 + c_1^2$

В) $z = \frac{c_1}{3} x^3 + \frac{1}{3c_1} y^3 + c_2$

5 тип. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Объясните какой вид должно иметь уравнение в частных производных, которому удовлетворяют все конические поверхности с вершиной в данной точке $(-1, 4, -3)$?

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
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

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:

- _____;
- _____;
- ...

Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловое, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.3. 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 обучающимся 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
Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

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
Обязательно для заполнения преподавателем

Структура и форма отчета о лабораторной работе
Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе
Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.6. 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).

Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.7. 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.

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– 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».

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.

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