

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

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д. пед. н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.Г. Степанов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы математической физики»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

 22.06.2023
(подпись, дата)

Г.Н. Дьякова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2
«22» июня 2023 г, протокол № 12/22-23

Заведующий кафедрой № 2

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

 22.06.2023
(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.03(04)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 22.06.2023
(подпись, дата)

В.А. Галанина
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

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

 22.06.2023
(подпись, дата)

Ю.А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Методы математической физики» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-5 «Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие в составе обеспечивающих систем»

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, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Преподавание дисциплины «Уравнения математической физики» имеет целью воспитать высокую математическую культуру студентов, ознакомить с методами решения задач, полученных с помощью математического моделирования физических процессов, связанных с уравнениями в частных производных и интегральными операторами.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие в составе обеспечивающих систем	ПК-5.3.2 знать методы и приемы формализации задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Специальные разделы математики».

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

- «Государственная итоговая аттестация».

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	1/ 36	1/ 36

Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия , всего час.	17	17
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа , всего (час)	19	19
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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 7					
Раздел 1. Моделирование физических процессов	5				5
Раздел 2. Волновое уравнение	5				5
Раздел 3. Интегральные уравнения	7				9
Итого в семестре:	17				
Итого	17	0	0	0	19

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;">Моделирование физических процессов</p> <p style="text-align: center;">Демонстрация слайдов, управляемая дискуссия</p> <p>Математическая модель физического процесса. Основные принципы математического моделирования. Универсальность математических моделей. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, стационарные процессы. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка и приведение их к каноническому виду. Характеристическое уравнение. Постановка основных задач: Задача Коши, краевые задачи, смешанные задачи, корректность постановки задачи.</p>

2	Волновое уравнение
	Задачи, приводящие к волновому уравнению. Задача Коши для колебания бесконечной струны. Решения волнового уравнения. Метод Д'Аламбера. Метод отражения. Решение начально-краевых задач. Метод Фурье. Телеграфное уравнение. Решение для напряжения и тока в случае линии без потерь с распределенными параметрами методом Д'Аламбера.
3	Интегральные уравнения
	Демонстрация слайдов, управляемая дискуссия Метрические пространства (МП). Сходимость в МП. Полнота МП. Операторы и функционалы. Непрерывность операторов. Оператор сжатия. Теорема Банаха. Метод последовательных приближений. Системы с обратной связью. Уравнения Фредгольма и Вольтерра 2 рода. Линейные пространства. Линейные операторы. Нормированные пространства. Пространства со скалярным произведением.

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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	7	7
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12
Всего:	19	19

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. - СПб.: ГУАП, 2014. - 80с.	55
https://e.lanbook.com/book/156410	Емельянов, В. М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач: учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 216 с.	
517 Е 60	Емельянов, В. М. Уравнения математической физики: практикум по решению задач: учебное пособие / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина.	30

	- СПб.: Лань, 2008. - 213 с.	
https://e.lanbook.com/book/2206	Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа: учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 572 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://lib.aanet.ru/	Электронные ресурсы ГУАП.
http://e.lanbook.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011.
http://znanium.com/bookread	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012.

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
1	Microsoft Windows 7 договор № 110-7 от 28.02.2019
2	MS Office 2016 Professional Plus Лицензия номер 68710015 Договор 809-3 от 04.07.2017

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная 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
Зачет	Список вопросов; Тесты.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– 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	В чем состоит универсальность математических моделей физических явлений?	ПК-5.3.2
2	Сформулируйте задачу Коши для бесконечной струны	ПК-5.3.2
3	Сформулируйте задачу Коши для полу бесконечной струны	ПК-5.3.2
4	Сформулируйте задачу Коши для ограниченной струны	ПК-5.3.2
5	Что такое метрическое пространство?	ПК-5.3.2
6	Дайте определение понятия метрики	ПК-5.3.2
7	Сформулируйте неравенство треугольника для метрических пространств	ПК-5.3.2
8	Дайте определение пространства $C(a, b)$	ПК-5.3.2
9	Как определяется метрика пространства $C(a, b)$?	ПК-5.3.2
10	Как определяется метрика пространства $C_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
11	Как определяется метрика пространства $L_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
12	Сколько существует типов линейных дифференциальных уравнений 2 порядка в частных производных?	ПК-5.3.2
13	К какому типу относится уравнение $u_{xx} + u_{yy} = 0$?	ПК-5.3.2
14	К какому типу относится волновое уравнение?	ПК-5.3.2
15	Дайте определение оператора	ПК-5.3.2
16	Какой оператор называется функционалом?	ПК-5.3.2
17	Приведите пример функционала	ПК-5.3.2
18	Сформулируйте как работает метод последовательных приближений	ПК-5.3.2
19	При каких μ сходится метод последовательных приближений для интегрального данного уравнения $x(t) = t^2 - \mu \int_0^1 sx(s)ds$?	ПК-5.3.2
19	Является ли полным пространство $C_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
20	Является ли полным пространство $L_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
21	В чем суть метода отражения?	ПК-5.3.2
22	Уравнения какого типа описывают колебательные процессы?	ПК-5.3.2
23	Уравнения какого типа описывают явления теплопроводности?	ПК-5.3.2
24	В чем суть метода Фурье?	ПК-5.3.2
25	Уравнения какого типа описывают стационарные процессы?	ПК-5.3.2
26	Какой формулой задается скалярное произведение функций $x(t)$ и	ПК-5.3.2

	$y(t)$ в пространстве $L_2(a, b)$?	
27	Как найти норму элемента $x(t)$ в пространстве $L_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
28	Какой формулой задается скалярное произведение функций $x(t)$ и $y(t)$ в пространстве $C_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
29	Как найти норму элемента $x(t)$ в пространстве $C_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
30	Определите порядок уравнения $U^3 + U^4 + 5xU_y^2 + x + U = 0$	ПК-5.3.2
31	Какие различия существуют между пространствами $C_2(a, b)$ и $L_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
32	Приведите пример системы с обратной связью, описываемой интегральным уравнением Фредгольма 2 рода	ПК-5.3.2
33	Как задается норма элемента евклидова пространства?	ПК-5.3.2
34	Что такое неподвижная точка оператора?	ПК-5.3.2
35	Какими свойствами обладает скалярное произведение?	ПК-5.3.2
36	Какими свойствами обладает норма?	ПК-5.3.2
37	Что означает полнота метрического пространства?	ПК-5.3.2
38	Почему в математических методах исследования физических явлений приходится переходить от пространства $C_2(a, b)$ к $L_2(a, b)$?	ПК-5.3.2
39	Чем отличается математическое описание колебания тока в длинных телеграфных линиях от описания в обычном колебательном контуре?	ПК-5.3.2
40	Чем отличается математическое описание колебания напряжения в длинных телеграфных линиях от описания в обычном колебательном контуре?	ПК-5.3.2

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	<p>Задано уравнение, в котором $U = U(x, y, z)$ -неизвестная функция. Определить порядок уравнения: $x^3 + y^2 + xU_y^4 + z + U_{xx} = 0$.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 1 3. 3 4. 4 	ПК-5.3.2
2	<p>В математической физике колебательные процессы описываются следующим типом дифференциального уравнения в частных производных 2 порядка:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. параболический 2. квадратический 3. эллиптический 4. гиперболический 	ПК-5.3.2

3	<p>При каких μ сходится метод последовательных приближений для интегрального уравнения Фредгольма $x(t) = t^2 + \mu \int_0^2 sx(s)ds, \mu > 0$.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\mu < 2$ 2. $\mu < 1/2$ 3. $\mu < 1/4$ 4. $\mu > 2$ 	ПК-5.3.2
4	<p>Задано уравнение, в котором $U = U(x, y, z)$ -неизвестная функция. Определить порядок уравнения:</p> $U^3 + z^4 + U_y^2 + 2x^2 = 0.$ <ol style="list-style-type: none"> 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 	ПК-5.3.2
5	<p>Какие различия существуют между пространствами $C_2(a, b)$ и $L_2(a, b)$?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В этих пространствах различные элементы 2. В этих пространствах различные метрики 3. Различие в наличии/отсутствии полноты 4. Различий нет 	ПК-5.3.2
6	<p>К какому типу относится данное уравнение в частных производных:</p> $U_{xx} + U_{yy} = 0,$ <ol style="list-style-type: none"> 1. эллиптический 2. параболический 3. квадратический 4. гиперболический 	ПК-5.3.2
7	<p>Функция $x(t) \in C(a, b)$. Какой из приведенных ниже операторов является функционалом?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $y(t) = tx(t)$ 2. $\int_a^b x(t)dt$ 3. $\int_a^t x(s)ds$ 4. никакой 	ПК-5.3.2
8	<p>Задано уравнение, в котором $U = U(x, y, z)$ -неизвестная функция. Определить порядок уравнения</p> $6U^3 + U^4 + 5xU + x + U = 0.$ <ol style="list-style-type: none"> 1. 0 2. 1 3. 3 4. 4 	ПК-5.3.2
9	<p>Выберите правильное решение интегрального уравнения Вольтерра:</p> $x(t) = 1 + \int_0^t x(s)ds$	ПК-5.3.2

	<ol style="list-style-type: none"> 1. $x(t) = 1$ 2. $x(t) = t$ 3. $x(t) = 2$ 4. $x(t) = 0$ 	
10	<p>К какому типу относится данное уравнение в частных производных:</p> $U_{xx} + U_{yy} - U_{zz} = 0$ <ol style="list-style-type: none"> 1. гиперболический 2. эллиптический 3. параболический 4. квадратический 	ПК-5.3.2
11	<p>Выберите правильное решение интегрального уравнения Фредгольма:</p> $x(t) = \int_0^1 x(s) ds + 1$ <ol style="list-style-type: none"> 1. $x(t) = 2$ 2. $x(t) = 1$ 3. $x(t) = \frac{1}{2}t + 1$ 4. $x(t) = 0$ 	ПК-5.3.2
12	<p>Задано уравнение, в котором $U = U(x, y, z)$ - неизвестная функция. Определить порядок уравнения:</p> $U^3 + U_x^4 + 5xU_y^2 + x + U_{zzz} = 0.$ <ol style="list-style-type: none"> 1. 3 2. 0 3. 1 4. 4 	ПК-5.3.2
13	<p>В математической физике процессы конвекции, диффузии, теплопроводности описываются следующим типом дифференциального уравнения в частных производных 2 порядка:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. параболический 2. квадратический 3. эллиптический 4. гиперболический 	ПК-5.3.2
14	<p>В интегральном уравнении Фредгольма 2 рода</p> $x(t) = f(t) + \mu \int_a^b K(s, t)x(s) ds$ <p>сходимость метода последовательных приближений определяется</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. функцией $f(t)$ 2. функцией $f(t)$ и разностью $(b-a)$ 3. соотношением между $K(s, t)$, разностью $(b-a)$ и величиной μ 4. соотношением между $K(s, t)$, разностью $(b-a)$, величиной μ и функцией $f(t)$ 	ПК-5.3.2
15	<p>Выберите какое из соотношений является уравнением Вольтерра 1 рода:</p>	ПК-5.3.2

	<ol style="list-style-type: none"> 1. $x(t) = f(t) + \mu \int_a^b K(s,t)x(s)ds$ 2. $x(t) = \int_0^t K(s,t)x(s)ds$ 3. $x(t) = \int_a^b K(s,t)x(s)ds$ 4. $x(t) = f(t) + \mu \int_0^t K(s,t)x(s)ds$ 	
16	<p>В математической физике различные стационарные физические поля, в частности, стационарный аналог уравнения Шредингера, описываются следующим типом дифференциального уравнения в частных производных 2 порядка:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. параболический 2. квадратический 3. эллиптический 4. гиперболический 	ПК-5.3.2
17	<p>Какие различия существуют между пространствами $C_2(a,b)$ и $C(a,b)$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В этих пространствах различные элементы 2. В этих пространствах различные метрики 3. Различие в наличии/отсутствии полноты 4. Различий нет 	ПК-5.3.2
18	<p>Задача</p> $U_{tt}(x,t) = 5U_{xx}(x,t),$ $U _{t=0} = x^2,$ $U_t _{t=0} = x,$ $U _{x=0} = U _{x=l} = 0.$ <p>описывает</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. колебания ограниченной струны 2. колебания полугораниченной струны 3. колебания бесконечной струны 4. процесс диффузии 	ПК-5.3.2
19	<p>Задача</p> $U_{tt}(x,t) = 5U_{xx}(x,t),$ $U _{t=0} = 2 + x^2,$ $U_t _{t=0} = x,$ $U _{x=0} = 0.$ <p>описывает</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. колебания ограниченной струны 2. колебания полугораниченной струны 3. колебания бесконечной струны 4. процесс конвекции 	ПК-5.3.2
20	<p>Задача</p>	ПК-5.3.2

	$\begin{cases} U_{tt} = 4U_{xx}, \\ U _{t=0} = x^2, \\ U_t _{t=0} = 0. \end{cases}$ <p>описывает</p> <ol style="list-style-type: none"> колебания ограниченной струны колебания полуограниченной струны колебания бесконечной струны процесс теплопроводности 	
21	<p>Скалярное произведение элементов $x(t)$ и $y(t)$ в пространстве $C_2(a, \theta)$ задается формулой</p> <ol style="list-style-type: none"> $\int_a^b x(t)y(t)dt$ $x(t) \cdot y(t)$ скалярное произведение не определено $\sqrt{\int_a^b x(t) - y(t) ^2 dt}$ 	ПК-5.3.2
22	<p>Задана дифференцируемая на $[a, b]$ функция $y = f(x)$. Эта функция является оператором сжатия, если выполнено условие:</p> <ol style="list-style-type: none"> $f \leq \alpha < 1$ $f \geq \alpha > 1$ $f' \leq \alpha < 1$ $f' \geq \alpha > 1$ 	ПК-5.3.2
23	<p>Какие различия существуют между пространствами $C(a, \theta)$ и $L_2(a, \theta)$</p> <ol style="list-style-type: none"> В этих пространствах различные элементы В этих пространствах различные метрики Различие в наличии/отсутствии полноты Различий нет 	ПК-5.3.2
24	<p>Скалярное произведение элементов $x(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $y(y_1, y_2, \dots, y_n)$ пространства R^n задается формулой</p> <ol style="list-style-type: none"> $\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k \cdot y_k)^2}$ $\sum_{k=1}^n x_k y_k$ скалярное произведение не определено $\sqrt{\sum_{k=1}^n x_k - y_k ^2}$ 	ПК-5.3.2
25	<p>Скалярное произведение элементов $x(t)$ и $y(t)$ в пространстве $L_2(a, \theta)$ задается формулой</p> <ol style="list-style-type: none"> $\int_a^b x(t)y(t)dt$ $x(t) \cdot y(t)$ скалярное произведение не определено 	

	4. $\sqrt{\int_a^b x(t) - y(t) ^2 dt}$	
26	<p>Норма удовлетворяет следующим аксиомам:</p> <p>1. $\begin{cases} \ x\ > 0 \text{ при } x \neq \theta, \ \theta\ = 0, \\ \ \lambda x\ = \lambda \cdot \ x\ , \lambda \in \mathbb{R}^1, \\ \ \alpha x + \beta y\ = \alpha \ x\ + \beta \ y\ . \end{cases}$</p> <p>2. $\begin{cases} \ x\ > 0 \text{ при } x \neq \theta, \ \theta\ = 0, \\ \ \lambda x\ = \lambda \cdot \ x\ , \lambda \in \mathbb{R}^1, \\ \ x + y\ \leq \ x\ + \ y\ . \end{cases}$</p> <p>3. $\begin{cases} \ x\ > 0 \text{ при } x \neq \theta, \ \theta\ = 0, \\ \ x + y\ = \ y + x\ , \\ \ x + y\ \leq \ x\ + \ y\ . \end{cases}$</p> <p>4. $\begin{cases} \ x\ > 0 \text{ при } x \neq \theta, \ \theta\ = 0, \\ \ \lambda x\ = \lambda \cdot \ x\ , \lambda \in \mathbb{R}^1, \\ \ x \cdot y\ \leq \ y \cdot x\ . \end{cases}$</p>	
27	<p>Расстояние между элементами метрического пространства удовлетворяет аксиомам:</p> <p>1. $\begin{cases} \rho(x, y) \geq 0, \rho(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y, \\ \rho(x, y) = \rho(y, x), \\ \rho(x, y) \geq \rho(x, z) + \rho(z, y). \end{cases}$</p> <p>2. $\begin{cases} \rho(x, y) \geq 0, \rho(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y, \\ \rho(x, y) = \rho(y, x), \\ \rho(x, y) \leq \rho(x, z) + \rho(z, y). \end{cases}$</p> <p>3. $\begin{cases} \rho(x, y) \geq 0, \rho(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y, \\ \rho(\alpha x, \beta y) = \alpha\beta \rho(x, y), \\ \rho(x, y) \leq \rho(x, z) + \rho(z, y). \end{cases}$</p> <p>4. $\begin{cases} \rho(x, y) \geq 0, \rho(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y, \\ \rho(\alpha x, \beta y) = \alpha\beta \rho(x, y), \\ \rho(x, y) = \rho(x, z) + \rho(z, y). \end{cases}$</p>	
28	<p>Сколько существует типов линейных дифференциальных уравнений 2 порядка в частных производных?</p> <p>1. 1 2. 2 3. 3 4. 4</p>	
29	<p>Выберите какое из соотношений является уравнением Вольтерра 2 рода:</p> <p>1. $x(t) = f(t) + \mu \int_a^b K(s, t)x(s)ds$</p> <p>2. $x(t) = \int_0^t K(s, t)x(s)ds$</p>	

	$3. x(t) = \int_a^b K(s,t)x(s)ds$ $4. x(t) = f(t) + \mu \int_0^t K(s,t)x(s)ds$	
30	<p>Выберите какое из соотношений является уравнением Фредгольма 1 рода:</p> $1. x(t) = f(t) + \mu \int_a^b K(s,t)x(s)ds$ $2. x(t) = \int_0^t K(s,t)x(s)ds$ $3. x(t) = \int_a^b K(s,t)x(s)ds$ $4. x(t) = f(t) + \mu \int_0^t K(s,t)x(s)ds$	

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.

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:

- лекционный материал может сопровождаться раздаточным материалом;
- по ходу лекции студенты могут задавать вопросы преподавателю, дождавшись окончания текущей фразы (прерывать преподавателя недопустимо);
- если после объяснения преподавателя остались невыясненные положения, то их следует уточнить; материал, излагаемый преподавателем, следует конспектировать

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

11.6. Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

11.7. 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).

11.8. 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.

Итоги текущего контроля формируют предполагаемую (80%) итоговую оценку при проведении промежуточной аттестации.

11.9. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– 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».

Студент сдает зачет, аттестационная оценка выставляется с учетом текущей 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