

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Кабардино - Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы  М.Р. Яхутлова
« 02 » 09 2022г.


УТВЕРЖДАЮ
Директор института
 А.Х. Шапсигов
« 02 » 09 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

01.03.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

«Проектирование систем искусственного интеллекта»
(наименование профиля подготовки)

Бакалавр

Квалификация (степень) выпускника

Очная

Форма обучения

Нальчик - 2022

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» /сост. М.А. Керемов – Нальчик: КБГУ, 2022.– 41 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта» 5-6 семестров, 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. № 9 (зарегистрировано в Минюсте России 06 февраля 2018г. № 49937).

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.	12
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	23
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	25
7.1. Нормативно-законодательные акты	25
7.2. Основная литература	25
7.3. Дополнительная литература	25
7.4. Периодические издания	26
7.5. Интернет-ресурсы	26
7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	28
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	36
9. Лист изменений (дополнений)	41

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины:

- ознакомление студентов и освоение ими основных методов математической физики: метода характеристик, метода Фурье, метода построения функций Римана и Грина, метода абс.

Задачи освоения дисциплины:

- выработка общематематической культуры: умения логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями,

- применять полученные знания для решения дифференциальных уравнений в частных производных и систем уравнений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Уравнения математической физики» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта».

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения». Получаемые знания лежат в основе математического образования, необходимы для понимания и освоения ряда математических наук и их приложений.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по данному направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата):

общепрофессиональных (ОПК):

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- классификацию типов уравнений в частных производных;
- определение локальных и нелокальных краевых задач для уравнений математической физики;
- понятия корректно поставленных задач;
- постановки основных локальных краевых задач для уравнений математической физики;
- физический смысл модельных уравнений математической физики и изучаемых краевых и начальных задач;
- основные методы решения задач математической физики;
- специальные функции, такие как: функция Эйлера, Бесселя, Гаусса и т.д.

Уметь:

- выводить модельные уравнения математической физики;
- находить решение задачи Коши для модельных уравнений математической физики;
- определять тип уравнения (эллиптический, гиперболический, параболический, смешанный);
- решать классические краевые, начально-краевые задачи для модельных уравнений математической физики; применять метод Фурье нахождения решения;
- применять метод функции Грина и метод функции Римана к решению краевых задач;
- применять интегральный метод к доказательству однозначности рассматриваемых задач;
- применять свои знания по специальным функциям к построению решений исследуемых краевых задач.

Владеть:

- навыками решения систем уравнений первого порядка различных типов, исследования корректности постановки задач, решения задач Дирихле и Неймана в круге и полукруге;
- навыками использования теории аналитических функций для построения решений уравнений математической физики; решения задачи Коши методом спуска;
- решения краевых задач вариационным методом и методом априорных оценок.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Уравнения математической физики», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1	Классификация уравнений	Дифференциальные уравнения в частных	ОПК-1	Домашнее задание (ДЗ),

	<p>математической физики.</p>	<p>производных. Основные понятия. Свойства линейных операторов. Типы линейных ДУЧП второго порядка. Эллиптический тип. Гиперболический тип. Параболический тип. Типы линейных ДУЧП второго порядка. Смешанный тип. Простейшие примеры трех основных типов УЧП второго порядка. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных любого порядка. Классификация систем дифференциальных уравнений в частных производных. Система Коши-Римана. Система Бицадзе. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка от двух независимых переменных. Эллиптический тип. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка от двух независимых переменных. Гиперболический тип. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка от двух независимых переменных. Параболический тип.</p>		<p>Контрольная работа (КР), Коллоквиум (К), Тестирование (Т), Рубежный контроль (РК)</p>
--	-------------------------------	---	--	--

2	Вывод модельных уравнений.	Вывод уравнения Лапласа, уравнения волнового, уравнения теплопроводности. Определение характеристического уравнения. Характеристики, бихарактеристики и свободные поверхности ДУЧП второго порядка. Характеристики волнового уравнения. Характеристики уравнения теплопроводности. Понятие поверхности слабого разрыва. Понятие фронта волны слабого разрыва. Теорема о слабых разрывах. Задача Коши и связь между начальными данными на характеристиках.	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т
3	Постановка основных граничных, краевых и внутренние краевых задач для дифференциальных уравнений	Определение локальных задач и их классификация. Основные локальные краевые задачи для уравнений эллиптического, параболического, смешанного типов. Задача Дирихле, Неймана, Пуанкаре. Задача Трикоми. Краевые задачи для параболических уравнений. Обобщение Стеклова. Понятие корректности постановки локальных и нелокальных задач. Пример Адамара	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т
4	Уравнения гиперболического типа.	Формула Даламбера. Задача Коши для уравнения колебания струны. Постановка задачи и единственность решения первой начально-краевой задачи для уравнения колебания струны. Существование решения для уравнения колебания струны: случай свободных колебаний струны,	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т

		закрепленной на концах. Вывод телеграфного уравнения. Задача Коши для телеграфного уравнения. Функция Римана задачи Коши для телеграфного уравнения. Метод Римана решения задачи Гурса для гиперболических уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Принцип экстремума для гиперболических уравнений.		
5	Уравнения параболического типа.	Постановка первой начально-граничной задачи для уравнения теплопроводности. Принцип экстремума. Единственность и устойчивость первой начально-граничной задачи для уравнения теплопроводности. Решение первой начально-граничной задачи для уравнения теплопроводности методом разделения переменных. Задача Коши для уравнения теплопроводности.	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т
6	Уравнения эллиптического типа. Теория потенциала.	Задача Дирихле для уравнения Лапласа. Задача Неймана для уравнения Лапласа. Задача Пуанкаре для уравнения Лапласа. Гармонические функции и их свойства. Принцип экстремума для гармонических функций. Строгий принцип экстремума для уравнения Пуассона. Единственность и устойчивость решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т

		<p>круге. Формула Пуассона. Свойства гармонических функций. Теорема о среднем арифметическом. Свойства гармонических функций. Теорема об аналитичности. Свойства гармонических функций. Внутренний принцип экстремума. Свойства гармонических функций. Теорема Лиувилля. Свойства гармонических функций. Свойства гармонических функций. Свойства гармонических функций. Теорема об устранимой особенности. Свойства гармонических функций. Теорема о регулярности на бесконечности. Определение функции Грина. Свойства функции Грина. Решение задачи Дирихле в произвольной области методом функции Грина. Построение функции Грина для круга. Построение функции Грина для полукруга.</p>		
7	Уравнения смешанного типа.	<p>Постановка задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе. Принцип экстремума и единственность решения задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе. Существование решения задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе. Постановка задачи Трикоми для уравнения Трикоми. Принцип экстремума, существование и единственность решения задачи Трикоми для уравнения Трикоми.</p>	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т
8	Об основных методах решения	Метод Фурье. Метод интегральных	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т

	краевых и внутренне краевых задач	преобразований. Преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье. Метод Римана. Метод параметрикса. Вариационный метод.		
--	---	---	--	--

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа)

Таблица 2. Структура дисциплины «Уравнения математической физики»

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	144	252
Контактная работа (в часах):	51	48	99
Лекции (Л)	17	16	33
Практические занятия (ПЗ)	34	32	66
Семинарские занятия (СЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	48	69	117
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	3	3
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-	-
Реферат (Р)	-	-	-
Эссе (Э)	-	-	-
Самостоятельное изучение разделов	48	66	114
Контрольная работа (К)	-	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	27	36
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен	зачет экзамен

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Классификация и приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка.
2.	Вывод модельных уравнений.
3.	Постановка основных граничных, краевых и внутренне краевых задач для дифференциальных уравнений
4.	Уравнения гиперболического типа.
5.	Уравнения параболического типа.
6.	Уравнения эллиптического типа.
7.	Уравнения смешанного типа.
8.	Об основных методах решения краевых и внутренне краевых задач

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
5 семестр	
1.	<i>Классификация уравнений и систем уравнений с частными производными</i>
2.	<i>Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Характеристическая форма и классификация квазилинейных уравнений второго порядка. Понятие характеристической формы. Классификация квазилинейных уравнений второго порядка. Характеристическая форма. Канонический вид. Типы уравнений: эллиптический, гиперболический, параболический, ультрапараболический, ультрагиперболический. Уравнение смешанного типа.</i>
3.	<i>Вывод некоторых уравнений математической физики. Вывод уравнения Лапласа, волнового уравнения, уравнения теплопроводности.</i>
4.	<i>Уравнения гиперболического типа. Волновое уравнение. Формула Даламбера. Задача Коши для уравнения колебания струны.</i>
5.	<i>Постановка задачи и единственность решения первой начально-краевой задачи для уравнения колебания струны. Задачи Гурса и Дарбу для уравнения гиперболического типа.</i>
6.	<i>Уравнения параболического типа. Уравнение теплопроводности.</i>
6 семестр	
7.	<i>Уравнения эллиптического типа. Свойства гармонических функций.</i>
8.	<i>Краевые задачи Дирихле и Неймана для гармонических функций.</i>
9.	<i>Решение краевых задач для уравнения Лапласа методом разделения переменных.</i>
10.	<i>Уравнения смешанного типа. Постановка задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе. Существование решения задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе.</i>
11.	<i>Постановка задачи Трикоми для уравнения Трикоми. Принцип экстремума и единственность решения задачи Трикоми для уравнения Трикоми. Существование решения задачи Трикоми для уравнения Трикоми.</i>
12.	<i>Методы решения краевых и внутреннекраевых задач. Задача Штурма – Лиувилля.</i>
13.	<i>Метод разделения переменных решения краевых задач для уравнения гиперболического типа.</i>
14.	<i>Метод разделения переменных решения краевых задач для уравнения параболического типа.</i>
15.	<i>Метод разделения переменных решения краевых задач для уравнения эллиптического типа.</i>
16.	<i>Метод Римана решения задач Коши и Гурса для уравнения гиперболического типа.</i>
17.	<i>Об основных методах решения краевых и внутреннекраевых задач математической физики.</i>

Таблица 5. Лабораторные работы

№ п/п	Тема
1.	<i>Не предусмотрены</i>

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Тема
5 семестр	
2.	Принцип экстремума. Сильный принцип экстремума. Принцип максимального значения.
6 семестр	
3.	Формула Грина для линейных дифференциальных операторов второго порядка и необходимые краевые условия.
4.	Формула Грина для дифференциальных операторов. Сопряженный оператор. Конормаль. Производная по конормали. Операторы существенных и несущественных краевых условий.
5.	Обобщенная интегральная теорема Гаусса. Формула Бореля – Помпею и интегральная формула Коши.
6.	Единственность регулярного и существование слабого решений задачи Дирихле. Обобщенное решение. Слабое решение. Соболевская обобщенная производная. Метод априорных оценок

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида знаний и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.*

Контрольные мероприятия по дисциплине проводятся в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе аттестации студентов КБГУ.

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Текущий контроль знаний, умений и владений по дисциплине осуществляется в форме устного или письменного опроса на лекционных и практических, а также в ходе проведения самостоятельной работы студентов.

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: ответы на теоретические вопросы на практических, решение практических задач и выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом (защитой) в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности и качества выполнения задания.

**5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Уравнения математической физики»
(контролируемая компетенция ОПК-1)**

1. Предмет теории уравнений математической физики.
2. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка, их классификация по форме записи и типу.
3. Начальные и граничные условия.
4. Классификация задач математической физики (задача Коши, краевая задача, смешанная задача).
5. Граничные условия первого, второго и третьего рода. Внутренние и внешние задачи.
6. Понятие о корректно поставленной задаче математической физики по Адамару.
7. Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.
8. Вывод волнового уравнения (уравнения малых поперечных свободных колебаний струны).
9. Решение задач математической физики для уравнений колебаний конечной струны методом разделения переменных Фурье.
10. Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа.
11. Вывод уравнения теплопроводности (уравнения распространения тепла в стержне).
12. Принцип максимального значения.
13. Физические задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа.
14. Уравнения Лапласа и Пуассона, краевые задачи для них (задачи Дирихле, Неймана, смешанные, внутренние и внешние).
15. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа методом разделения переменных Фурье в круговом секторе, круге, кольце.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Уравнения математической физики». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

5 баллов ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

3-4 балла ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «3», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

1-2 балла ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемая компетенция ОПК-1)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине.

Образцы заданий для домашних работ

1. Определить тип уравнений: $u_{xx} + 4u_{xy} + u_{yy} + u_x + u_y + 2u - x^2 y = 0$.
2. Вдоль соответствующих решений $u(x,y)$ определить тип следующих уравнений: $u_{xx}^2 + (u_{xx} - 2)u_{xy} - u_{yy}^2 = 0, u = x^2 + y^2$.
3. Привести к каноническому виду и проделать дальнейшие упрощения уравнений: $u_{xx} - 4u_{xy} + 5u_{yy} - 3u_x + u_y + u = 0$.
4. Определить тип следующих систем уравнений:
$$2u_x + v_x + 7u_y - 2u = 0,$$
$$3u_x + 3v_x + 31u_y + v_y - e^y \sin x = 0.$$
5. Найти общее решение уравнения: $2u_{xx} - 5u_{xy} + 3u_{yy} = 0$.

6. Решить одномерную задачу Коши: $u_{tt} = u_{xx} + bx^2$, $u(x, 0) = e^{-x}$, $u_t(x, 0) = a$.

7. В полуполосе $0 < x < l, t > 0$ для уравнения $u_{tt} = a^2 u_{xx}$ решить смешанные задачи со следующими условиями:

$$u(0, t) = u(l, t) = 0, \quad u(x, 0) = 0, \quad u_t(x, 0) = \sin \frac{2\pi x}{l}.$$

8. Вне круга $0 \leq r \leq R$ найти решение $u = u(r, \varphi)$ следующих краевых задач для уравнения Лапласа: $u(R, \varphi) = T \sin \frac{\varphi}{2}$.

9. В полуполосе $0 < x < l, t > 0$ решить следующие смешанные задачи: $u_t = a^2 u_{xx} - \beta u$, $u(0, t) = u(l, t) = 0$, $u(x, 0) = \varphi(x)$.

10. Найти гармонические функции $u = u(r, \varphi)$ внутри кольца $a < r < b$, удовлетворяющие соответственно граничным значениям: $u(a, \varphi) = 0$, $u(b, \varphi) = A \cos \varphi$.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи):

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения и индивидуальным выполнением заданий к практическим занятиям.

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Количество баллов	Критерии оценивания
5	Обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, свободно использует необходимые формулы при решении задач.
4	Обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;
3	Обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач.
2	Обучающийся имеет неполное знание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает неточности при решении задач.
1	Обучающийся обнаруживает значительное незнание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает существенные неточности при решении задач.
0	Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам

– учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится *три таких контрольных мероприятия по графику.*

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы (контролируемая компетенция ОПК-1)

Образцы вопросов и задач для проведения коллоквиумов (контрольных работ)

1. Классификация, канонические формы и методы решения уравнений и краевых задач математической физики.
2. Уравнения гиперболического типа.
3. Уравнения параболического типа.
4. Краевые задачи Дирихле и Неймана для гармонических функций
5. Метод Римана.
6. Характеристическая форма и классификация квазилинейных уравнений второго
7. порядка.
8. Задача Дирихле для уравнения Лапласа.
9. Существование решения для уравнения колебания струны
10. Привести уравнение к каноническому виду в каждой из областей, где сохраняется тип рассматриваемого уравнения: $u_{xx} + 2u_{xy} + 5u_{yy} - 32u = 0$.
11. Решить задачу Коши: $4y^2 u_{xx} + 2(1 - y^2)u_{xy} - u_{yy} - \frac{2y}{1 + y^2} (2u_x - u_y) = 0$.
12. Пользуясь системой Коши-Римана ,найти гармоническую функцию $u(x,y)$, если: $u(x, y) = 3x^2 y - y^3$.

Критерии оценочного средства по коллоквиуму (контрольной работе)

- 1) правильные ответы даны на 86-100% вопросов - (4-5 баллов);
- 2) правильные ответы даны на 71-85% вопросов - (2-3 балла);
- 3) если правильные ответы даны на 56-70% вопросов - (1балл);
- 4) правильные ответы даны менее чем на 56% включительно - (0 баллов).

5.2.2. Оценочные материалы для тестовых заданий (контролируемая компетенция ОПК-1)

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1206>

Образцы тестовых заданий

1. Укажите тип дифференциального уравнения $u_{xx} + 4u_{xy} + u_{yy} + u_x + u_y + 2u - x^2 y = 0$.
эллиптический;
гиперболический;
круговой;
параболический;
2. Определить тип следующих уравнений: $u_{xx}^2 + (u_{xx} - 2)u_{xy} - u_{yy}^2 = 0, u = x^2 + y^2$.
3. Привести к каноническому $u_{xx} - 4u_{xy} + 5u_{yy} - 3u_x + u_y + u = 0$.
4. Тип следующей системы уравнений:
$$\begin{aligned} 2u_x + v_x + 7u_y - 2u &= 0, \\ 3u_x + 3v_x + 31u_y + v_y - e^y \sin x &= 0 \end{aligned} \dots$$
5. Найти общее решение уравнения: $2u_{xx} - 5u_{xy} + 3u_{yy} = 0$.
6. Решить одномерную задачу Коши: $u_t = u_{xx} + bx^2, u(x, 0) = e^{-x}, u_t(x, 0) = a$.
7. Найти значение постоянной k , для которой функция являются гармоническими: $x_1^3 + kx_1x_2^2$.
8. Вне круга $0 \leq r \leq R$ найти решение $u = u(r, \varphi)$ следующих краевых задач для уравнения Лапласа: $u(R, \varphi) = T \sin \frac{\varphi}{2}$.
9. В полуполосе $0 < x < l, t > 0$ решение следующей смешанной задачи $u_t = a^2 u_{xx} - \beta u, u(0, t) = u(l, t) = 0, u(x, 0) = \sin x$ равно...:
10. В круге $x^2 + y^2 = r^2 < R$ решение задачи Дирихле:
$$\Delta u(x, y) = 0, \quad 0 \leq r < R,$$
$$u(x, y) = g(x, y) = ax + by, \quad r = R \text{ равно...:}$$
11. Найти функцию $v(x, y)$ гармонически сопряженную с $u(x, y) = xy^3 - yx^3$.
$$v(x, y) = \frac{1}{4}(x^4 + y^4 - 6x^2y^2) + C; \quad v(x, y) = \frac{1}{4}(x^4 + y^4 - 6x^2y^2);$$
$$v(x, y) = \frac{1}{4}(x^4 + y^4) + C; \quad v(x, y) = x^4 + y^4 - 6x^2y^2 + C.$$

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

5 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

4 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

3 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

1-2 балла – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

Шкала оценивания планируемых результатов обучения
Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
5, 6	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических заданий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Уравнения математической физики» в виде проведения экзамена.

Для получения зачёта в 5 семестре студенту необходимо иметь не менее 61 балла. Для допуска к зачёту студент должен по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости набрать число баллов не менее 36. На зачёте он может повысить сумму баллов до 61 (не более), необходимых для получения зачёта. Если по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости студент набрал 61 и более баллов, то ему может выставляться зачёт без сдачи.

Для получения экзамена в 6 семестре студенту необходимо иметь не менее 61 балла. Для допуска к экзамену студент должен по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости набрать число баллов не менее 36. На экзамене он может повысить сумму баллов от 61 и выше (до 100), необходимых для получения экзамена.

***Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Уравнения математической физики»
(контролируемая компетенция ОПК-1)***

1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Основные понятия.
2. Свойства линейных операторов.
3. Типы линейных ДУЧП второго порядка. Эллиптический тип.
4. Типы линейных ДУЧП второго порядка. Гиперболический тип.
5. Типы линейных ДУЧП второго порядка. Параболический тип.
6. Типы линейных ДУЧП второго порядка. Смешанный тип.
7. Простейшие примеры трех основных типов УЧП второго порядка.
8. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных любого порядка.
9. Классификация систем дифференциальных уравнений в частных производных.
10. Система Коши-Римана.
11. Система Бицадзе.
12. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка от двух независимых переменных. Эллиптический тип.
13. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка от двух независимых переменных. Гиперболический тип.
14. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных решения задачи Трикоми для производных второго порядка от двух независимых переменных. Параболический тип. поверхности ДУЧП второго порядка.
15. Характеристики волнового уравнения.
16. Характеристики уравнения теплопроводности.
17. Понятие поверхности слабого разрыва.
18. Понятие фронта волны слабого разрыва.
19. Теорема о слабых разрывах.
20. Задача Коши и связь между начальными данными на характеристиках.

Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Уравнения математической физики» (контролируемая компетенция ОПК-1)

1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Основные понятия.
2. Дифференциальные уравнения в частных производных. Основные понятия. (УМБ)
3. Задачи физики, приводящие к уравнениям в частных производных.
4. Уравнения в частных производных. Высказывательная форма. Локальные и нелокальные операторы. Мультииндекс. Область задания уравнения и определение линейности.
5. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка от двух независимых переменных.
6. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка.
7. Понятие характеристической формы.
8. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных любого порядка.
9. Классификация систем дифференциальных уравнений в частных производных.
10. Система Коши-Римана.
11. Уравнение Лаврентьева-Бицадзе.
12. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка от двух независимых переменных.
13. Уравнение Трикоми.
14. Волновое уравнение.
15. Понятие поверхности слабого разрыва. Теорема о слабых разрывах.
16. Задача Коши и связь между начальными данными на характеристиках.
17. Понятие фронта волны слабого разрыва.
18. Уравнение теплопроводности.
19. Принцип экстремума.
20. Строгий принцип экстремума для уравнения Пуассона.
21. Задача Дирихле, единственность и устойчивость решения.
22. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге методом разделения переменных.
23. Формула Пуассона.
24. Свойства гармонических функций. Теорема о среднем арифметическом.
25. Свойства гармонических функций. Теорема об аналитичности.
26. Свойства гармонических функций. Внутренний принцип экстремума.

27. Свойства гармонических функций. Теорема Лиувилля.
28. Свойства гармонических функций. Первая теорема Горнака.
29. Свойства гармонических функций. Вторая теорема Горнака.
30. Свойства гармонических функций. Теорема об устранимой особенности.
31. Свойства гармонических функций. Теорема о регулярности на бесконечности.
32. Формула Грина для оператора Лапласа.
33. Функция Грина. Свойства функции Грина.
34. Решение задачи Дирихле в произвольной области методом функции Грина.
35. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа методом функции Грина для двумерного шара.
36. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа методом функции Грина для трехмерного шара.
37. Определение локальных задач и их классификация. Примеры локальных задач.
38. Определение нелокальных задач и их классификация. Примеры нелокальных задач.
39. Понятие корректно поставленной задачи.
40. Пример Адамара некорректно поставленной задачи.
41. Формула Даламбера.
42. Задача Коши для одномерного волнового уравнения.
43. Теорема о среднем значении для одномерного волнового уравнения.
44. Задача Гурса для одномерного волнового уравнения.
45. Первая задача Дарбу для одномерного волнового уравнения.
46. Вторая задача Дарбу для одномерного волнового уравнения.
47. Смешанная задача.
48. Первая краевая задача для уравнения параболического типа.
49. Задача с косой производной для уравнения параболического типа.
50. Принцип экстремума для параболических уравнений. Теорема 1.
51. Принцип экстремума для параболических уравнений. Теорема 2.
52. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности методом разделения переменных.
53. Обоснование метода разделения переменных решения первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.
54. Постановка задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе.
55. Принцип экстремума и единственность решения задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе.
56. Существование решения задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе.

57. Постановка задачи Трикоми для уравнения Трикоми.

58. Принцип экстремума и единственность решения задачи Трикоми для уравнения Трикоми.

59. Существование уравнения Трикоми.

Семестр	Шкала оценивания (по итогам текущего и рубежного контроля)			
	Неудовлетворит. (36-60 баллов)	Удовлетворит. (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
5, 6	Обучающийся имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Обучающийся имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Обучающийся имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Обучающийся имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Обучающийся имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос	Обучающийся имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Обучающийся имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Обучающийся имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Обучающийся имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Минимальная сумма – 61 балл, набираемая студентом по дисциплине, включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 25 – баллов в 5 семестре, не более 30 – баллов в 6 семестре).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Уравнения математической физики» в V, в VI семестре является экзамен.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих:

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма в баллах	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	10	3	3	4
2	Текущий контроль:	до 30	до 10	до 10	до 10
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	0 -15	0 – 5	0 -5	0 - 5
3	Рубежный контроль:	до 30	до 10	до 10	до 10
	<i>тестирование</i>	0- 12	0- 4	0- 4.	0- 4.
	<i>коллоквиум</i>	0 - 18	0 - 6	0 -6	0 - 6
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70	до 23	до 23	до 24
В случае экзамена					
	Первый этап (базовый уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12	не менее 12	не менее 12
	Второй этап (продвинутый уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 (51-69)	менее 23	менее 23	менее 24
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70	не менее 23	не менее 23	не менее 24

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции представлены в таблице 5.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижения компетенции	Освоенные показатели оценки результатов обучения	Виды оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	ОПК-1.1. З-1. Знает основные понятия, факты, концепции, принципы теорий математических и (или) естественных; базовый математический аппарат, связанный с прикладной математикой и информатикой ОПК-1.1. У-1. Умеет применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности к решению конкретных задач ОПК-1.1. В-1. Владеет навыками решения задач в профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук	Типовые оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типовые оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2); типовые оценочные материалы к экзамену (п. 5.2.2.)
	ОПК-1.2. Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	ОПК-1.2. З-1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук ОПК-1.2. У-1. Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности. ОПК-1.2. В-1. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний	

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт по образовательным программам ВО (ФГОС 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата). Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. №9 (Зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018г. № 49937);
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/
4. Программа «Цифровая экономика», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р.
5. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».

7.2. Основная литература

1. Нахушев А.М. Нагруженные уравнения и их применение. М.: Наука, 2012. 232 с.
2. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. Физматлит. Изд.2, 2008. 400 с.
3. Емельянов В.И., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению. Физматлит, 2008. 224 с.

7.3. Дополнительная литература

1. Босс В. Лекции по математике: уравнение математической физики. Т.11, Изд.3, испр. Изд-во USSR, 2015. 224 с.
2. Ильин А.М. Уравнения математической физики. – серия «Математика и прикладная математика». Физматлит, 2009. 192 с.
3. Олейник О.А. Лекции по уравнениям с частными производными. Изд-во: Бином, 2007. 260 с.
4. Нахушев А. М. Задачи со смещением для уравнений в частных производных. М.: Наука, 2006. 287с.
5. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики. Изд-во USSR, 2015. 352 с.
6. Русак В.Н. Математическая физика. Изд-во USSR. Изд.2-е, 2006. 248 с.

7.4. Периодические издания

1. Журнал «Дифференциальные уравнения»
2. Журнал «Математическое моделирование»
3. Журнал «Успехи математических наук»
4. Журнал «Математические заметки»

7.5. Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru>
2. <http://www.elibrary.ru>
3. <http://www.lib.vsu.ru>
4. <http://mathmod.ru>
5. <http://www.mathedu.ru/e-journal>
6. <http://www.exponeta.ru>

При проведении занятий лекционного типа практических (семинарских) занятий используются сведения об электронных информационных ресурсах, к которым обеспечен доступ для пользователей библиотеки КБГУ.

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ
(2022-2023 уч. год)**

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации- владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ,

		об их цитировании из более 4500 российских журналов.			имеющихся в РИНЦ
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelibrary.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке) »	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №701КС/02-2022 от 13.04.2022 Активен до 19.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №6ЕП/223 от 15.02.2022 Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/166 6-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №9200/22П от 08.04.2022 Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
10.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

Учебная работа по дисциплине «Уравнения математической физики» состоит из контактной работы (лекции, практических и лабораторных занятий) и самостоятельной работы.

Для подготовки к практическим и лабораторным занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Уравнения математической физики»

Цель курса - подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики, к умению применять полученные знания к решению прикладных задач математической физики. Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную

литературу; пишут контрольные работы, готовят сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

Методические рекомендации по работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии обучающихся. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся.

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Для *самостоятельной работы* имеются помещения, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную библиотеку. Имеется электронный вариант конспекта лекций,

Самостоятельная работа обучающихся – способ активного, целенаправленного приобретения обучающимся новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;

- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль обучающегося в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

- 1) проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- 2) выполнение разно уровневых задач и заданий;
- 3) работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- 4) выполнение итоговой контрольной работы.

Обучающемуся рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса обучающийся может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций и лабораторный практикум. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала.

Самостоятельная работа обучающихся предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости обучающийся может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций,

базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее обучающимся и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы обучающегося и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Обучающийся может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Обучающийся имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде обучающегося имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет обучающемуся своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий – это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность обучающемуся сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов обучающийся будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

- чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название, автор, источник, основная идея текста, фактический материал, анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам, новизна;
- прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм: медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного; выделить ключевые слова в тексте; постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
- прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Зачет является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся в 5 семестре по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может набрать до 25 баллов.

В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания. Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа: - самостоятельная работа в течение семестра;

- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса; - подготовка к ответу на зачетные вопросы. При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу. На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в письменной / устной форме. При проведении зачета в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет перечень вопросов, которые включают в себя тестовые задания, теоретические задания, задачи. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня вопросов к зачету, доведенных до сведения обучающихся накануне. Результат устного (письменного) зачета – «зачтено», «не зачтено».

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Экзамен в 6 семестре является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал

учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

зарубежное лицензионное программное обеспечение:

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
4.	MSAcademicEES	WINEDUperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
5.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
6.	Mathlab/Simulink	ТАН-25	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №80/ЕЛ-223
7.	Embarcadero	RAD Studio Architect Concurrent AcademicEdition 1 Year Term License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
8.	AdobeCreativeCloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
9.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
10.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
11.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
12.	ABBYY	ABBYY FineReader	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

Зарубежное программное обеспечение (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Лицензии
1.		Web Browser - Firefox	Бесплатно
2.		AtomEditor	Бесплатно
3.		Python	Бесплатно
4.	IBM	Eclipse	Бесплатно
5.	Фирма Sun Microsystems	Apache OpenOffice	Бесплатно

Российское лицензионное программное обеспечение:

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	-
3.		Антиплагиат ВУЗ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

Российское программное обеспечение (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензий
---	---------------	--------------	-------------	----------------

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно

8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий обучающемуся необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также

пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию обучающегося экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Лист изменений (дополнений)

в рабочей программе дисциплины «Уравнения математической физики» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Проектирование систем искусственного интеллекта» на 2022-2023 учебный год.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1.			
2.			
3.			

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

Прикладной математики и информатики

Протокол №2 от «02» сентября 2022г.

Зав. кафедрой _____ А.Р. Бечелова