МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.02.02 «Уравнения математической физики»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Энергосбережение и энергетический аудит промышленных предприятий
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Высшая математика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	72 / 2
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Самара 2023

Б1.О.02.02 «Уравнения математической физики»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 143 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат физико-математических наук	А.В Гурская
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	О.В. Юсупова, доктор педагогических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Н.В Маслобойникова, кандидат филологических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Ю.И. Рахимова, кандидат педагогических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Заведующий выпускающей кафедрой	А.В. Еремин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 6
4.1 Содержание лекционных занятий 6
4.2 Содержание лабораторных занятий 7
4.3 Содержание практических занятий 7
4.4. Содержание самостоятельной работы 8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 9
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 10
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 10
9. Методические материалы 11
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 12

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Фундаментальная подготовка	ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментальног о исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.2 Знать физико-математический аппарат, основные законы естествознания, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать физико-математический аппарат, основные законы естествознания, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
		ОПК-3.4 Уметь применять физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Уметь применять физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности
		ОПК-3.6 Владеть навыками применения физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, основных законов естествознания, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Владеть навыками применения физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, основных законов естествознания, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Универсальные компетенции			
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знать основы системного подхода	Знать основы системного подхода

		УК-1.2 Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации	Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации
		УК-1.3 Владеть навыками применения системного подхода для решения поставленных задач	Уметь навыками применения системного подхода для решения поставленных задач

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-3	Математика; Учебная практика: проектная практика; Физика; Химия	Гидрогазодинамика; Учебная практика: проектная практика	Аналитические методы моделирования энергетических систем; Гидрогазодинамика; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Учебная практика: проектная практика; Учебная практика: профилирующая практика
УК-1	Адаптивные информационно-коммуникационные технологии; Введение в информационные технологии; Математика; Учебная практика: проектная практика; Физика	Социология и право; Учебная практика: проектная практика	Автономные источники выработки тепловой энергии; Анализ нормативной документации в проектной деятельности; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Учебная практика: проектная практика; Экология

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	3 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	2	2
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	38	38
выполнение расчетно-графических работ	18	18
подготовка к практическим занятиям	20	20

Итого: час	72	72
Итого: з.е.	2	2

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	6	0	6	12	24
2	Избранные методы и задачи	10	0	10	26	46
	КСР	0	0	0	0	2
	Итого	16	0	16	38	72

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
3 семестр				
1	Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Основные понятия и определения курса математической физики. Канонический вид уравнений. Вывод уравнения колебания струны.	2
2	Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Метод Фурье – метод разделения переменных.	Решение уравнения одномерных колебаний струны. Формула Даламбера. Решение уравнения гиперболического типа на отрезке методом Фурье.	2
3	Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Уравнение теплопроводности.	Вывод уравнения теплопроводности. Запись всех типов уравнения в различных системах координат. Операторы Гамильтона и Лапласа в различных си-стемах координат. Градиент скалярного поля температур.	2
4	Избранные методы и задачи	Избранные задачи теплопроводности и распределения температур.	Метод Фурье для нагревания стержня. Уравнение Лапласа в прямоугольнике. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.	2

5	Избранные методы и задачи	Уравнение колебаний мембраны.	Метод Фурье для двумерных колебаний. Случаи прямоугольной и круглой мембраны. Уравнение и функции Бесселя.	2
6	Избранные методы и задачи	Неоднородные уравнения.	Вынужденные колебания струны. Неоднородное уравнение теплопроводности.	2
7	Избранные методы и задачи	Применение преобразований Лапласа к решению уравнений математической физики.	Основные понятия преобразований Лапласа. Таблица оригиналов и изображений. Решение уравнения теплопроводности с помощью преобразования Лапласа.	2
8	Избранные методы и задачи	Численные методы решения задач уравнения математической физики.	Обзор численных методов для решения дифференциальных уравнений и их систем. Метод сеток для решения уравнений в частных производных.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
3 семестр				
1	Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Приведение к каноническому виду уравнений гиперболического типа. Нахождение общего решения.	2
2	Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Метод Фурье – метод разделения переменных.	Применение Формулы Даламбера к решению задачи Коши для одномерного волнового уравнения. Решение одномерного волнового уравнения с граничными условиями методом разделения переменных.	2
3	Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	Уравнение теплопроводности.	Решение уравнения теплопроводности с различными начальными условиями методом разделения переменных.	2

4	Избранные методы и задачи	Избранные задачи теплопроводности и распределения температур.	Вычисление градиента скалярных полей и других операторов полей. Переход от ортогональной системы координат к криволинейным координатам.	2
5	Избранные методы и задачи	Уравнение колебаний мембраны.	Решение уравнения Бесселя.	2
6	Избранные методы и задачи	Неоднородные уравнения.	Решение неоднородных уравнений темплопроводности.	2
7	Избранные методы и задачи	Применение преобразований Лапласа к решению уравнений математической физики.	Работа с таблицей оригиналов и изображений. Проверка функций на роль оригинала. Решение уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	2
8	Избранные методы и задачи	Численные методы решения задач уравнения математической физики.	Решение уравнения теплопроводности методом сеток. Запись таблицы сеточной функции.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
3 семестр			
Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	подготовка практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Приведение к каноническому виду уравнений гиперболического и параболического типов. Нахождение общего решения.	2
Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	подготовка практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Применение формулы Даламбера к решению од-номерного волнового уравнения. Применения метода Фурье к одномерным уравнениям к решению дифференциальными уравнений с частными производными 2-го порядка.	2
Общее представление о дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	выполнение расчетно-графических работ	Решение 2-х типов задач: приведение к каноническому виду, нахождение общего решения и решение задачи Коши по формуле Даламбера.	8

Избранные методы и задачи	подготовка практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Вычисление коэффициентов ряда Фурье путем интегрирования, в том числе, интегрирования по частям.	4
Избранные методы и задачи	подготовка практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Вычисление градиентов скалярных полей. Запись уравнений в различных системах координат. Уравнение теплопроводности в криволинейных координатах.	4
Избранные методы и задачи	подготовка практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Поиск частных решений неоднородного уравнения теплопроводности.	4
Избранные методы и задачи	подготовка практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Решение уравнение теплопроводности посредством преобразования Лапласа.	4
Избранные методы и задачи	выполнение расчетно-графических работ	Решение уравнение теплопроводности с индивидуально заданными начальными и граничными условиями.	10
		Итого за семестр:	**38**
		Итого:	**38**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Владимиров, В.С. Сборник задач по уравнениям математической физики / Под ред.В.С.Владимирова .- 4-е изд.,стер..- М., ФИЗМАТЛИТ, 2003.- 287 с.	Книжный фонд
2	Владимиров, В.С. Уравнения математической физики : [Учеб.для вузов] / В. С. Владимиров .- 5-е изд.,доп..- М., Наука, 1988.- 512 с.	Книжный фонд
3	Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики : учеб. пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский .- 4-е изд., испр..- М., Наука, 1972.- 735 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
4	Будак, Б.М. Кратные интегралы и ряды : [Учеб.] / Б.М.Будак,С.В.Фомин .- 2-е изд.,стер..- М., Наука, 1967.- 607 с.	Книжный фонд
5	Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление:Для втузов : учебник / Н. С. Пискунов .- 4-е изд..- М., Физматгиз, 1963.- 855 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Adobe Reader XI	Adobe Reader Inc. (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2007 Open License Academic	The Document Foundation (Зарубежный)	Свободно распространяемое
3	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
4	OpenOffice	The Document Foundation (Зарубежный)	Свободно распространяемое

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Библиотека учебно-методической литературы системы "Единое окно"	http://window.edu.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Научная электронная библиотека «Киберлениника»	https://cyberleninka.ru	Ресурсы открытого доступа
3	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий должны быть укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ: читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный

корпус библиотеки).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный

дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.02.02 «Уравнения математической физики»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.02.02 «Уравнения математической физики»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Энергосбережение и энергетический аудит промышленных предприятий
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Высшая математика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	72 / 2
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Фундаментальная подготовка	ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментальног о исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.2 Знать физико-математический аппарат, основные законы естествознания, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать физико-математический аппарат, основные законы естествознания, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
		ОПК-3.4 Уметь применять физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Уметь применять физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности
		ОПК-3.6 Владеть навыками применения физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, основных законов естествознания, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Владеть навыками применения физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, основных законов естествознания, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Универсальные компетенции			
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знать основы системного подхода	Знать основы системного подхода

		УК-1.2 Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации	Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации
		УК-1.3 Владеть навыками применения системного подхода для решения поставленных задач	Уметь навыками применения системного подхода для решения поставленных задач

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код и индикатор достижения компетенции	Оценочные средства		
	КР 1	КР 2	Вопросы к зачету
ОПК-3.2	+	+	+
ОПК-3.4	+	+	+
ОПК-3.6	+	+	+
УК-1.1	+	+	+
УК-1.2	+	+	+
УК-1.3	+	+	+

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Формы текущего контроля успеваемости

Семестр 3

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости

I вариант.

1 Установить тип дифференциального уравнения и привести к канони-ческому виду. Найти общее решение.

$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 4\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 4\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 3\frac{\partial u}{\partial x} + 6\frac{\partial u}{\partial y} = 0$

2. Решить задачу Коши для волнового уравнения ($-\infty < x < \infty,\ t > 0$). Найти $u(1, 1)$.

$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 3\frac{\partial^2 u}{\partial x^2},\ u(x, 0) = e^{-x^2},\ \frac{\partial u}{\partial t}\Big|_{t=0} = 0$

3. Решить уравнение теплопроводности (методом Фурье).

$\frac{\partial u}{\partial t} = 4\frac{\partial^2 u}{\partial x^2},\ 0 < x < 2,\ t > 0,\ u(x, 0) = \sin^3 2\pi x + 2\sin 6\pi x,\ u(0, t) = u(2, t) = 0$

II вариант.

1 Установить тип дифференциального уравнения и привести к канони-ческому виду. Найти общее решение.

$y^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xy\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + x^2\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$

2. Решить задачу Коши для волнового уравнения ($-\infty < x < \infty,\ t > 0$). Найти $u(1, 1)$.

$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},\ u(x, 0) = \frac{1}{1+x^2},\ \frac{\partial u}{\partial t}\Big|_{t=0} = 0$

3. Решить уравнение теплопроводности (методом Фурье).

$_{\partial t} = 16_{\partial x^2},\ 0 < x < 1,\ t > 0,\ u(x, 0)$

Формы промежуточной аттестации

Семестр 3

Типовые вопросы для подготовки к зачету

1. Математическое поле. Основная задача курса уравнений математической физики. Примеры физических полей (скалярного, векторного, тензорного). Операторы поля.

2. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка. Канонический вид. Общее решение.

3. Задача коши для волнового уравнения (одномерный случай). Вывод формулы Даламбера.

4. Метод Фурье на примере уравнения теплопроводности (одномерный случай). Алгоритм решения.

5. Особенности решения неоднородного уравнения в частных производных второго порядка.

5. Численный метод Эйлера.

6. Численный метод сеток.

7. Программные средства для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Перечислить основные программы и сравнить их возможности.

Тесты по компетенциям
по дисциплине Б1.О.02.02 «Уравнения математической физики»
(шифр и наименование дисциплины**)**

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач				
1.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Укажите тип дифференциального уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+4\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}+3\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}-\frac{\partial u}{\partial x}-3\frac{\partial u}{\partial y}=0$: А) гиперболическое Б) параболическое В) эллиптическое	А	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	3
2.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Выберете то уравнение, которое является решением уравнения характеристик по отношению к данному $4\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-4\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial u}{\partial x}=0$: А) $\frac{dy}{dx}=-\frac{1}{2}$ Б) $\frac{dy}{dx}=\pm\frac{1}{2}$ В) $\frac{dy}{dx}=\pm 8$	А	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
3.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Что является решением уравнения свободных колебаний $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=4\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ при начальных условиях $u\mid_{t=0}=0$, $\frac{\partial u}{\partial t}\mid_{t=0}=x$? А) $u=x(1-t)$ Б) $u=xt$ В) $\xi=xy$	Б	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
4.	**Прочитайте текст вопроса и**	Б	Метод Фурье –	3

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	выберите правильный ответ. Какое из выражений является дискриминантом уравнения $3\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+4\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial y}$? А) 0 Б) 1 В) 7		метод разделения переменных.	
5.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Является ли функция $u = x^2 + t^2$ решением данного уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ при начальных условиях $u\mid_{t=0} = 0$, $\frac{\partial u}{\partial t}\mid_{t=0} = x$? А) является Б) является общим решением, независимо от начальных условий В) не является	В	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
6.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Какое из уравнений не является уравнением колебания струны? А) $\frac{\partial^2 \mathrm{u}}{\partial \mathrm{t}^2} = \mathrm{a}^2 \frac{\partial^2 \mathrm{u}}{\partial \mathrm{x}^2}$ Б) $u_t = 16u_{xx}$ С) $u_{tt} = 36u_{xx}$	Б	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
7.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Выбрать из предложенных вариантов уравнение эллиптического типа: А) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ Б)	Б	Избранные задачи теплопроводности и распределения температур.	3

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=0$ В) $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-2\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\alpha\frac{\partial u}{\partial x}+\beta$			
8.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Первый интеграл при решении уравнения характеристик для исходного параболического дифференциального уравнения $4\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+4\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial u}{\partial x}+6\frac{\partial}{\partial}$ выглядит следующим образом: А) $y \pm \cdot 8\, x = C$ Б) $y \pm \frac{1}{2} x = C$ В) $y - \frac{1}{2} x = C$ д) Bidirectional RNN.	**В**	Уравнение теплопроводности.	3
9.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Какая подстановка приводит уравнение $U_{xx}-4U_{xy}-21U_{yy}+2U_x-3U_y+5U=x^2$ к каноническому виду? А) $\xi = y+7x,$ $\eta = y-3x.$ Б) $\xi = 5y+x,\ \eta = x$ В) $\xi = \mathrm{Re}(y+2xi) = y,$ $\eta = \mathrm{Im}(y+2xi) = 2x.$	А	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	3
10.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Какое уравнение записано в каноническом виде? А)	В	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	3

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	$u''_{xx} - 6u''_{xy} + 10u''_{yy} + 2u'_x = 0$ Б) $a_{11} \cdot u''_{xx} + 2 \cdot a_{12} \cdot u''_{xy} + a_{22} \cdot u''_{yy} + b_1 \cdot u'_x + b_2 \cdot u'_y + u = f$ В) $U_{\eta\eta} + 0{,}2U_{\xi} + 0{,}08U = 0{,}4(\xi + \eta).$			
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач				
11.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Как называется метод решения краевой задачи с помощью разделения переменных? А) метод характеристик Б) метод Фурье В) метод конечных разностей	Б	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
12.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Начальные условия краевой задачи описывают: А) функцию на границе области Б) функцию в начале координат В) функцию в начальный момент времени в пространстве	А	Избранные задачи теплопроводности и распределения температур.	3
13.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** О чем свидетельствует отрицательный дискриминант уравнение в частных производных 2-го порядка? А) уравнение не имеет решения Б) это уравнение является уравнением эллиптического типа В) уравнение имеет канонический вид	Б	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
14.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Выберете верное утверждение: А) граничные условия могут быть заданы кусочно-гладкой функцией Б) уравнение гиперболического типа не может быть стационарным В) уравнение колебания описывается уравнением параболического типа	А	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
15.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Общий интеграл:	А	Классификация дифференциальных уравнений с	3

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	А) является функцией Б) является частью уравнения в частных производных 2-го порядка В) является заменой в методе Фурье		частными производными 2-го порядка	
16.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Выберете верное утверждение: А) В частном случае уравнение гиперболического типа может быть сведено к уравнению параболического типа. Б) Уравнение характеристик может быть составлено только для уравнения в каноническом виде. В) Уравнение гиперболического типа – это уравнение, дискриминант которого положителен.	В	Избранные задачи теплопроводности и распределения температур.	3
17.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Что требуется для перехода от общего решения уравнения в частных производных 2-го порядка к частному решению? А) приведение уравнения к каноническому виду Б) поиск решения в виде ряда Фурье В) задание начальных условий	В	Метод Фурье – метод разделения переменных.	3
18.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Выберете неверное утверждение: А) уравнения в частных производных не содержат в себе частные производные 1-го порядка Б) при решении уравнения эллиптического типа возникают комплексные решения В) коэффициенты уравнения в частных производных 2-го порядка могут быть как постоянными, так и являться функциями	А	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	3
19.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Выберете верное утверждение: А) если функция зависит только от одной переменной, то для нее нельзя составить уравнение в частных производных второго порядка Б) дискриминант уравнения 2-го порядка в частных производных можно составить только если	А	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	3

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	коэффициенты этого уравнения являются константами В) уравнение параболического типа не решается методом характеристик			
20.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Общее решение дифференциального уравнения в частных производных 2-го порядка не содержит: А) переменные исходного уравнения Б) новые константы, полученные при интегрировании В) производные первого порядка	В	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка	3

Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям.

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы.

Расчетно-графическая работа (РГР) – набор задач по разделам дисциплины, индивидуальных для каждого студента, предназначенных для закрепления теоретических знаний и отработки практических навыков. Перед выполнением РГР необходимо изучить соответствующие теоретические материалы (лекции, рекомендованная литература) и решения задач, разобранные на практических занятиях. РГР выполняется в отдельной тетради или на листах формата А4. Решения выполняются ручкой, все чертежи выполняются карандашом с использованием линейки и если необходимо циркуля.

Решения задач в РГР следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решение каждой задачи должно доводиться до ответа.

РГР сдается на проверку преподавателю строго в установленный срок. Самостоятельность выполнения РГР проверяется на его защите у преподавателя. Оценка РГР производится по пятибалльной системе оценивания (п.3 ФОС).

Пример расчетно-графической работы

Семестр 3

I. Установить тип дифференциального уравнения и привести к каноническому виду.

$$u''_{xx} - 15u''_{xy} + 14u''_{yy} - 2u'_{y} = 0$$

II. **Решить задачу Коши для волнового уравнения (−1 < x < 1, t > 0). Найти u(1, 1).**

$$u''_{tt} = a^2 u''_{xx},\ x \in (-\infty,+\infty),\ u(x,t)\big|_{t=0} = \frac{5x}{1+x^4},\ u'_t(x,0)\big|_{t=0} = \cos 2x,\ a = 1$$

III. Решить уравнение теплопроводности (методом Фурье).

$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 9\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $0 < x < l, t > 0$ при начальных условиях $u(0,x) = 0$ и $\frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = sin\frac{2\pi x}{l}$ и граничных условиях $u(t,0) = 0, u(t,l) = 0$.

IV. Записать скалярное поле $U(x,y,z) = 2x^2 + y^2 + z^2$ **в криволинейной системе координат, изобразить графически. Найти градиент поле в точках:** ***M(0,1,4); K(-3,1,2); G(0,0,10).***