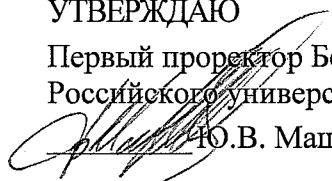


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

 А.В. Машин

«20» 12 2019 г.

Регистрационный № УД-010304/Б.Р.О.19/p

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	4
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	34
Зачёт, семестр	4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	40
Всего часов / зачетных единиц	108/3

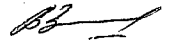
Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»

Составитель: И.И. Маковецкий, к.ф.-м.н., доцент, О.А. Маковецкая
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018 г., учебным планом рег. № 010304-1 от 25.10.2019 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика»
28.11.2019 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«18» декабря 2019 г., протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

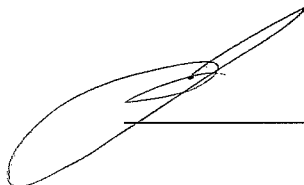
И.Н. Сидоренко, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий УО «Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова»
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение студентами навыков математического моделирования физических и экономических процессов с использованием уравнений с частными производными, а также освоение методов решения и исследования краевых задач для них

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- классификацию и методы приведения к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя и многими независимыми переменными;
 - методы решения и обоснования корректности задачи Коши для уравнения колебания струны и уравнения теплопроводности;
 - постановку и методы решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типа;
 - постановку и методы решения краевых задач для уравнений эллиптического типа;
 - описание марковских стохастических процессов;
- построение социально-экономических моделей с помощью обыкновенных стохастических дифференциальных уравнений;

уметь:

- приводить к каноническому виду уравнения второго порядка;
- решать задачу Коши для волнового уравнения и уравнения теплопроводности;
- решать смешанные задачи для уравнений колебания струны и теплопроводности;
- решать краевые задачи для уравнения Лапласа и Пуассона;
- применять параболические уравнения для описания случайных процессов;
- исследовать уравнения Колмогорова для марковских процессов;
- строить математические модели социально-экономических процессов, использующих уравнения с частными производными;

владеть:

- навыками практического использования изученного математического аппарата для решения конкретных задач;
- современными компьютерными технологиями, позволяющими решать и дифференциальные уравнения с частными производными;
- навыками использования открытых Интернет-ресурсов в этих целях.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (Обязательная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Линейная алгебра;
- Математический анализ;
- Аналитическая геометрия;
- Вычислительные методы алгебры;
- Теория вероятностей и случайные процессы;
- Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- Теория функций и функциональный анализ;
- Численные методы математической физики;
- Исследование операций и теория игр;

- Математическое моделирование в естествознании, технике и экономике.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем
ОПК-3	Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ
ПК-1	Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность
ПК-2	Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Классификация уравнений	Основные понятия об уравнениях с частными производными. Классификация уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Системы уравнений с частными производными. Замена независимых переменных в уравнениях второго порядка. Уравнение характеристик. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Классические решения простейших уравнений с частными производными. Общее решение гиперболических уравнений второго порядка с двумя переменными. Классификация уравнений второго порядка со многими независимыми переменными. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Исключение младших производных в уравнениях	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
2	Задача Коши для уравнений с частными производными	Постановка задачи Коши. Теорема Коши-Ковалевской. Метод характеристик. Формула Даламбера для решения задачи Коши для уравнения колебаний струны. Корректно поставленные задачи. Корректность задачи Коши для уравнения колебаний	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

		струны. Пример Адамара некорректно поставленной задачи Коши. Метод интегральных преобразований для решения задачи Коши для параболических уравнений. Принцип максимума и минимума для уравнения теплопроводности, следствия. Корректность задачи Коши для уравнения теплопроводности. Пространство основных функций. Обобщенные функции и их свойства. Сингулярные обобщенные функции, дельта-функция Дирака. Обобщенная производная, обобщенные решения уравнений с частными производными. Фундаментальное решение уравнений. Фундаментальное решение и решение задачи Коши для уравнения Колмогорова.	
3	Смешанные задачи для гиперболических и параболических уравнений	Постановка смешанных задач для уравнения колебаний струны. Граничные условия первого, второго и третьего рода, физическая интерпретация. Задача Штурма - Лиувилля для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Свойства собственных функций и собственных значений задачи Штурма - Лиувилля. Метод разделения переменных при решении смешанных задач для уравнения колебаний струны. Решение первой смешанной задачи, обоснование решения. Постановка смешанных задач для уравнения теплопроводности, физическая интерпретация. Решение смешанных задач для уравнения теплопроводности методом разделения переменных. Решение первой смешанной задачи для уравнения теплопроводности в стержне, обоснование решения. Корректность первой смешанной задачи.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
4	Краевые задачи для эллиптических уравнений	Уравнение Лапласа. Гармонические функции. Фундаментальное решение для уравнения Лапласа. Формулы Грина для оператора Лапласа. Интегральная 6 формула Грина для гармонических функций. Свойства гармонических функций. Принцип максимума и минимума для гармонических функций, следствия. Краевые задачи Дирихле, Неймана и третьего рода для эллиптических уравнений. Спектральная задача для оператора Лапласа. Корректность внутренних и внешних краевых задач для уравнения Лапласа и Пуассона. Метод разделения переменных для решения задачи Дирихле в круге. Интеграл Пуассона.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
5	Уравнения с частными производными в реальных моделях	Динамические модели денежных накоплений семьи с использованием стохастических дифференциальных уравнений. Одномерные марковские стохастические процессы в моделировании случайных денежных накоплений. Условная плотность вероятностей стохастического процесса и ее свойства. Параболические уравнения Колмогорова. Вывод параболического уравнения денежных накоплений ансамбля семей. Постановка задач для уравнения денежных накоплений, смешанные задачи с нелокальными граничными условиями. Решение задачи Коши для уравнения денежных накоплений. Стохастические дифференциальные уравнения в форме Ито. Связь задачи Коши для стохастического уравнения с задачей Коши для уравнения Колмогорова. Замена переменных в уравнениях Колмогорова. Формула дифференцирования Ито. Моделирование динамики стоимости ценных бумаг с помощью стохастических дифференциальных	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

		уравнений. Уравнение для плотности распределения акций в пространстве цен и смешанная задача для него. Уравнение Блэка - Шоулса, смешанная задача для функции стоимости опциона.	
--	--	--	--

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	1. Классификация уравнений	2	Пр. р. 1 Основные понятия и определения уравнений с частными производными. Классификация уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Аналитические решения простейших уравнений с частными производными	2	2		
2	1. Классификация уравнений	2	Пр. р. 2 Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными	2	2		
3	1. Классификация уравнений	2	Пр. р. 3 Классификация уравнений второго порядка со многими независимыми переменными. Приведение к каноническому виду	2	2		
4	1. Классификация уравнений	2	Пр. р. 4 Общее решение гиперболических уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными	2	2		
5	2. Задача Коши для уравнений с частными производными	2	Пр. р. 5 Решение задачи Коши для гиперболических уравнений методом характеристик	2	2		
6	2. Задача Коши для уравнений с частными производными	2	Пр. р. 6 Метод интегральных преобразований для решения задачи Коши для параболических и гиперболических уравнений	2	2		
7	2. Задача Коши для уравнений с частными производными	2	Пр. р. 7 Постановка смешанных задач для уравнения колебаний струны и уравнения теплопроводности. Физический смысл граничных условий	2	2	КР ЗИЗ	15 15
8	3. Смешанные задачи для гиперболических и параболических уравнений	2	Пр. р. 8 Решение смешанных задач методом разделения переменных для уравнения колебаний струны с однородными граничными условиями.	2	2	ПКУ	30
Модуль 2							
9	3. Смешанные задачи для гиперболических и параболических уравнений	2	Пр. р. 9 Задача Штурма - Лиувилля	2	2		
10	3. Смешанные задачи для гиперболических и параболических уравнений	2	Пр. р. 10 Решение смешанных задач методом разделения переменных для уравнения теплопроводности в стержне с однородными граничными условиями	2	2		
11	3. Смешанные задачи для гиперболических и параболических уравнений	2	Пр. р. 11 Решение смешанных задач с неоднородными граничными условиями для уравнений колебания струны и теплопроводности	2	2		
12	4. Краевые задачи для эллиптических уравнений	2	Пр. р. 12 Решение смешанных задач с неоднородными граничными условиями для неоднородных уравнений	2	2		
13	4. Краевые задачи для эллиптических уравнений	2	Пр. р. 13 Задачи Дирихле и Неймана для уравнений Лапласа и Пуассона	2	2		

14	4. Краевые задачи для эллиптических уравнений	2	Пр. р. 14 Метод Фурье при решении смешанных задач для уравнения теплопроводности в пластине	2	2		
15	5. Уравнения с частными производными в реальных моделях	2	Пр. р. 15 Примеры марковских стохастических процессов. Уравнения Колмогорова. Решение задачи Коши для стохастических дифференциальных уравнений	2	6	КР ЗИЗ	15 15
16	5. Уравнения с частными производными в реальных моделях	2	Пр. р. 16 Постановка и решение смешанных задач для уравнения денежных накоплений	2	3		
17	5. Уравнения с частными производными в реальных моделях	2	Пр. р. 17 Постановка и решение смешанных задач для уравнения для уравнения Блэка - Шоулса	2	3	ПКУ ПА (зачет)	30 40
	Итого	34		34	40		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

КР – контрольная работа;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий**		Всего часов
		Лекции	Практические занятия	
1	Традиционные		Пр. р. 1-17	34
2	Мультимедиа	Лекции 1-5		34
	ИТОГО			68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Контрольные задания	2
3	Индивидуальные задания	2

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>Компетенция ОПК-2</i> Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем			
ОПК-2.11 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач методы и модели теории дифференциальных уравнений в частных производных, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Знает основные типы дифференциальных уравнений в частных производных, основные методы их решений, умеет их применять к решению типовых задач
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника университета	Владеет методами решения дифференциальных уравнений в частных производных, умеет их применять
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Владеет методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений в частных производных, способен модифицировать известный метод теории дифференциальных уравнений в частных производных для решения для решения конкретной прикладной задачи
<i>Компетенция ОПК-3</i> Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ			
ОПК-3.7 Способен использовать и развивать методы теории дифференциальных уравнений в частных производных при решении задач математического моделирования			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Знает прикладные задачи, при моделировании которых используются дифференциальные уравнения в частных производных. Использует основные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных для решения задач математического моделирования.
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности	Применяет методы теории дифференциальных уравнений в частных производных для решения

		компетенции для выпускника университета	любых задач математического моделирования
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Способен самостоятельно вести исследования в предметной области, связанной с получением новых методов решения дифференциальных уравнений в частных производных и их систем
<i>Компетенция ПК-1</i> Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность			
ПК-1.5 Способен использовать знание теории дифференциальных уравнений в частных производных при постановке задач моделирования и анализе математических моделей			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Способен различать математические модели, для исследования которых необходимо использовать математический аппарат теории дифференциальных уравнений в частных производных
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника университета	Способен выполнить постановку задачи математического моделирования с использованием математического аппарата теории дифференциальных уравнений в частных производных
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Способен произвести декомпозицию математической модели и самостоятельно выполнить анализ ее компонентов с использованием теории дифференциальных уравнений в частных производных, трактовать результаты математического моделирования
<i>Компетенция ПК-2</i> Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты			
ПК-2.9 Способен применять знание теории дифференциальных уравнений в частных производных при выборе аналитических или алгоритмических методов решений задач, осуществлять поиск решений, анализировать результаты			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Различает аналитические и алгоритмические методы решения задач теории дифференциальных уравнений в частных производных, умеет их применять для решения типовых задач

2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника университета	Способен по данным задачи выбрать аналитический или алгоритмический метод ее решения, найти ее решение
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Способен обосновать метод решения прикладной задачи, осуществить поиск ее решения, выполнить анализ полученных результатов

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ОПК-2</i> Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем	
Знает основные типы дифференциальных уравнений в частных производных, основные методы их решений, умеет их применять к решению типовых задач	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Владеет методами решения дифференциальных уравнений в частных производных, умеет их применять	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Владеет методами решения дифференциальных уравнений в частных производных, способен модифицировать известный метод теории дифференциальных уравнений в частных производных для решения для решения конкретной прикладной задачи	Индивидуальные задания. Контрольные задания
<i>Компетенция ОПК-3</i> Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ	
Знает прикладные задачи, при моделировании которых используются дифференциальные уравнения в частных производных. Использует основные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных для решения задач математического моделирования.	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Применяет методы теории дифференциальных уравнений в частных производных для решения любых задач математического моделирования	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Способен самостоятельно вести исследования в предметной области, связанной с получением новых методов решения дифференциальных уравнений в частных производных и их систем	Индивидуальные задания. Контрольные задания

<i>Компетенция ПК-1</i> Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность	
Способен различать математические модели, для исследования которых необходимо использовать математический аппарат теории дифференциальных уравнений в частных производных	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Способен выполнить постановку задачи математического моделирования с использованием математического аппарата теории дифференциальных уравнений в частных производных	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Способен произвести декомпозицию математической модели и самостоятельно выполнить анализ ее компонентов с использованием теории дифференциальных уравнений в частных производных, трактовать результаты математического моделирования	Индивидуальные задания. Контрольные задания
<i>Компетенция ПК-2</i> Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты	
Различает аналитические и алгоритмические методы решения задач теории дифференциальных уравнений в частных производных, умеет их применять для решения типовых задач	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Способен по данным задачи выбрать аналитический или алгоритмический метод ее решения, найти ее решение	Индивидуальные задания. Контрольные задания
Способен обосновать метод решения прикладной задачи, осуществить поиск ее решения, выполнить анализ полученных результатов	Индивидуальные задания. Контрольные задания

5.3 Критерии оценки практических работ

Для оценки практических работ предусмотрена модульно-рейтинговая система. В 3 семестре запланировано выполнение по одному индивидуальному заданию и по одной контрольной работе в первом и втором модулях. Одно индивидуальное задание оценивается в 15 баллов. Одна контрольная работа оценивается в 15 баллов.

5.4 Критерии оценки зачета

Для оценки зачета предусмотрено выполнение 4 практических заданий, каждое из которых оценивается в 10 баллов. Всего можно набрать 40 баллов.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

1. Изучение литературы по дисциплине
2. Выполнение индивидуальных заданий
3. Ответы на контрольные вопросы

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Уравнения математической физики : учеб. пособие /В.В. Лесин. — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. — 240 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/520539	нет	Znanium.com
2	Уравнения математической физики. Практикум. Компьютерные технологии решения задач : учеб. пособие / К.В. Титов.— М. : РИОР : ИНФРА-М, 2019. - 262 с. - (Высшее образование). - DOI: https://doi.org/10.29039/01812-5 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1023989	нет	Znanium.com

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Уравнения математической физики : теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. В.Г. Абдрахманов, Г. Т. Булгакова. — 2-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 338 с. — ISBN 978-5-9765-1988-6. — Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1047468 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1047468	нет	Znanium.com

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://exponenta.ru/>

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Маковецкий И.И. Дифференциальные уравнения в частных производных. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления

подготовки 01.03.04 Прикладная математика дневной формы обучения. Могилев: 2019 г.- 48 с.

7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации:

1. Классификация уравнений.
2. Задача Коши для уравнений с частными производными
3. Смешанные задачи для гиперболических и параболических уравнений
4. Краевые задачи для эллиптических уравнений
5. Уравнения с частными производными в реальных моделях

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «405», рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-19.