

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Байханов Исмаил Баутдинович

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.11.2023 09:23:59

Уникальный программный ключ:

442c337cd125e1d014f62698c9d813e502697764

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

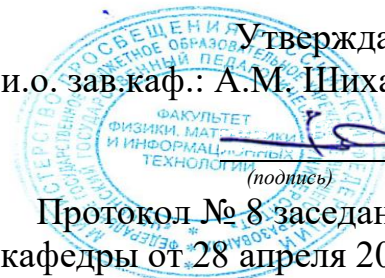
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ГРОЗНИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Утверждаю:
и.о. зав.каф.: А.М. Шихада



(подпись)

Протокол № 8 заседания
кафедры от 28 апреля 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

(код и направление подготовки)

Профили подготовки

«Математика» и «Информатика»

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная, заочная

Год набора 2023

Грозный, 2023

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ / МОДУЛЯ

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1. В. ДВ.01.02. «Уравнения в частных производных» относится к дисциплинам по выбору «Математическая теория» предметно-содержательного модуля Блока 1.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: курс алгебры и математического анализа, дифференциальных уравнений. Знания: алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений. Умения: обращаться с алгебраическими выражениями, числами, многочленами, элементарными функциями и их свойствами; решать типовые задачи алгебры, математического анализа. Навыки: мыслительной деятельности, логического анализа, математического и геометрического мышления. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: дополнительные главы математического анализа, прикладные курсы, для подготовки выпускной квалификационной работы.

1.2. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является

- формирование систематизированных знаний в области интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных;
- овладение аналитическими методами математической физики;
- овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях.

Задачи изучения дисциплины:

- обеспечить подготовку бакалавра педагогического образования к будущей профессиональной деятельности;
- развивать логическое мышление и математическую культуру студентов;
- формировать необходимый уровень математической подготовки для понимания других прикладных дисциплин;
- привить студентам навыки самостоятельной работы;
- подготовить студентов к ведению исследовательской деятельности при выполнении выпускных квалификационных работ по математике;
- обеспечить подготовку студентов для продолжения образования в магистратуре.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Достижение цели освоения дисциплины (модуля) обеспечивается через формирование следующих компетенций:

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций, которые формирует дисциплина (модуль)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические	ПК-1.1 Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета)	Знает: • роль и место математики в общей картине научного знания; • структуру, состав и дидактические единицы содержания школьного курса математики. Умеет:
	ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в	

<p>умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач</p>	<p>различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО</p>	<p>осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с современными требованиями к образованию.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • действием проектирования различных форм учебных занятий, • навыком применения различных методов, приемов и технологий в обучении математике.
	<p>ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • характеристику личностных, предметных и метапредметных результатов в контексте обучения математике; • особенности интеграции учебных предметов для организации разных способов учебной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оказывать педагогическую поддержку обучающимся в зависимости от их образовательных результатов; • организовывать учебный процесс с использованием возможностей образовательной среды для развития интереса к предмету в рамках урочной и внеурочной деятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками организации и проведения занятий с использованием возможностей образовательной среды для достижения образовательных результатов и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами математики.

1.4. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академ. часов)

Таблица 2

Вид учебной работы	Количество академ. часов	
	Очно	Заочно
4.1. Объем контактной работы обучающихся с преподавателем	24	16
4.1.1. аудиторная работа	16	8
в том числе:		
лекции	8	4
практические занятия, семинары, в том числе практическая подготовка	8	4/1
4.1.2. внеаудиторная работа	8	96
в том числе:		
индивидуальная работа обучающихся с преподавателем	6	6
групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем	2	2
4.2. Объем самостоятельной работы обучающихся	56	91
в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену	18	36

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Тематическое планирование дисциплины (модуля):

Таблица 3

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Общая трудоёмкость в акад. часах		Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах)					
		Очно	Заочн.	Лекции		Практ. занятия		Сам. работа	
				Очно	Заочн.	Очно	Заочн.	Очно	Заочн.
1.	Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка.	24	22	2	1	2	1	20	24
2.	Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка.	48	42	6	3	6	3	36	36
3.	Итого	72	68	8	4	8	4	56	60

2.2. Содержание разделов дисциплины (модуля):

Таблица 4

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание дисциплины (дидактические единицы)
1.	Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка.	Основные понятия и определения дифференциальных уравнений с частными производными. Задача Коши.
2.	Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка.	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Характеристики. Уравнения гиперболического типа. Формула Даламбера. Уравнения параболического типа. Задача Штурма-Лиувилля. Собственные значения и функции. Уравнения эллиптического типа. Внутренняя и внешняя задачи Дирихле для круга.

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы обучающихся
1.	Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка.	1) Подготовка докладов и сообщений на тему 2) Выполнение индивидуальных заданий
2.	Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка.	1) Подготовка докладов и сообщений на тему 2) Выполнение индивидуальных заданий

1) Баданина, Л.А. Дополнительные главы математического анализа. Уравнения математической физики: учебное пособие / Л. А. Баданина, Н. В. Сванидзе, А. Л. Трескунов, Г. В. Якунина. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 189 с. — ISBN 978-5-9227-0777-0. — Текст: электронный // ЭБС IPR SMART URL: <http://www.iprbookshop.ru/80746.html>.

2) Владимиров, В.С. Уравнение математической физики: учебник для студентов ВУЗов/ В.С. Владимиров, Жаринов В.В. —М.: Физматлит, 2003. — 400с.

3) Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики»: учебное пособие / С. Н. Кудряшов, Т. Н. Радченко. — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2011. — 308 с. — ISBN 978-5-9275-0879-2. — Текст: электронный// ЭБС IPR SMART URL: <http://www.iprbookshop.ru/47050.html>.

3.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы дисциплины (модуля)

3.2.1. Основная и дополнительная литература

Таблица 6

Виды литературы	Автор, название литературы, город, издательство, год	Количество часов, обеспеченных указанной литературой	Количество обучающихся	Количество экземпляров в библиотеке университета	Режим доступа ЭБС/электронный носитель (CD,DVD)	Обеспеченность обучающихся литературой,
1	2	3	4	5	6	7
Основная литература						
1	Олейник, О. А. Лекции об уравнениях с частными производными : учебное пособие / О. А. Олейник. — 6-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 260 с. — ISBN 978-5-00101-703-5. — Текст : электронный.	48/60 8/100	23		ЭБС Лань URL: https://e.lanbook.com/book/126098	100%
2	Тарасенко, А. В. Дифференциальные уравнения с частными производными : учебно-методическое пособие / А. В. Тарасенко, И. П. Егорова, В. Г. Гумеров. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 98 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный	48/60 8/100	23		ЭБС IPR SMART URL: http://www.iprbookshop.ru/90486.html	100%

1	2	3	4	5	6	7
3	Тарасенко, А. В. Дифференциальные уравнения с частными производными: учебно-методическое пособие/А. В. Тарасенко, И. П. Егорова, В. Г. Гумеров. – Самара : АСИ СамГТУ, 2018. – 98 с. – Текст : электронный.	48/60 8/100	23		ЭБС Лань URL: https://e.lanbook.com/book/127747	100%
4	Баданина, Л.А. Дополнительные главы математического анализа. Уравнения математической физики: учебное пособие/Л. А. Баданина, Н. В. Сванидзе, А. Л. Трескунов, Г. В. Якунина. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 189 с. — ISBN 978-5-9227-0777-0. — Текст : электронный	48/60 8/100	23		ЭБС IPR SMART URL: http://www.iprbookshop.ru/80746.html	100%
5	Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-4099-3. — Текст : электронный	48/60 8/100	23		ЭБС Лань URL: https://e.lanbook.com/book/115196	100%
6	Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению : учебное пособие / В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 222 с. — ISBN 978-5-00101-799-8. — Текст : электронный.	48/60 8/100	48		ЭБС Лань URL: https://e.lanbook.com/book/135528	100%
7	Владимиров, В.С. Уравнение математической физики: учебник для студентов ВУЗов/ В.С. Владимиров, Жаринов В.В. –М.: Физматлит, 2003.- 400с.	48/60 8/100		13		50%
8	Владимиров, В.С. Сборник задач по уравнениям математической физике/Владимиров В.С.; под ред. В.С. Владимирова.-3-е изд.М.:Физмат,2001.- 288с.	48/60 8/100		12		50%

Дополнительная литература						
1	2	3	4	5	6	7
1	Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики»: учебное пособие / С. Н. Кудряшов, Т. Н. Радченко. — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2011. — 308 с. — ISBN 978-5-9275-0879-2. — Текст : электронный	48/60 8/100	23		ЭБС IPR SMART URL: http://www.iprbooks.hop.ru/47050.html	100%
2	Костецкая, Г. С. Уравнения математической физики эллиптического и параболического типов: учебное пособие / Г. С. Костецкая, Т. Н. Радченко. — Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. — 116 с. — ISBN 978-5-9275-2477-8. — Текст : электронный	48/60 8/100	23		ЭБС IPR SMART URL: http://www.iprbooks.hop.ru/87943.html	100%
3	Райтманн, Ф. Прикладная теория дифференциальных уравнений в частных производных: учебное пособие / Ф. Райтманн. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2019. — 204 с. — ISBN 978-5-288-05931-5. — Текст :	48/60 8/100	23		ЭБС Лань URL: https://e.lanbook.com/book/123661	100%
4	Полянин, А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики/А.Д. Полянин. - М.: Физматлит, 2001.-576с.	48/60 8/100	23	12		50%
5	Полянин, А.Д. Справочник по нелинейным уравнениям математической физики: Точные решения/А.Д. Полянин, В.Ф. Зайцев.- М.: Физматлит, 2002.-432с.	48/60 8/100	23	12		50%

3.2.2. Интернет-ресурсы

- 1) Электронно-библиотечная система IPRbooks (www.iprbookshop.ru).
- 2) Образовательная платформа «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>).
- 3) Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).
- 4) МЭБ (Межвузовская электронная библиотека) НГПУ. (<https://icdlib.nspu.ru/>).
- 5) НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU (<https://www.elibrary.ru/>).
- 6) СПС «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru/>).
- 7) Подборка литературы по дифференциальным уравнениям <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm>
- 8) <http://atomas.ru/mat/difur>

3.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима следующая материально-техническая база:

Таблица 7

Помещения для осуществления образовательного процесса	Перечень основного оборудования (с указанием кол-ва посадочных мест)	Адрес (местоположение)
Аудитория для проведения лекционных занятий		
Лекционная аудитория - ауд. 4-12	Аудиторная доска, (столы ученические, стулья ученические на 24 посадочных мест, учебная доска - 1 шт., наглядные пособия	Уч. корпус №3 г. Грозный, ул. Ляпидевского № 9а
Аудитории для проведения практических занятий, контроля успеваемости		
Аудитория для практических занятий - ауд.4-23	Технические средства для отображения мультимедийной или текстовой информации: мультимедиа проектор, экран, акустическая система. Количество посадочных мест - 30.	Уч. корпус №3 г. Грозный, ул. Ляпидевского № 9а
Помещения для самостоятельной работы		
Читальный зал библиотеки ЧГПУ	Компьютеры с выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза. Количество посадочных мест - 50.	Электронный читальный зал. этаж 2 Библиотечно-компьютерный центр г. Грозный, ул. Субры Кишиевой, 33

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / МОДУЛЯ

4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины / модуля осуществляется преподавателем в процессе проведения практических и лабораторных занятий, контрольных работ, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований и т.д.

Таблица 8

№ п/п	Наименование темы (раздела) с контролируемым содержанием	Код и наименование проверяемых компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Раздел 1. Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Устный опрос, выполнение индивидуальных практических заданий.	Контрольная работа № 1
2.	Раздел 2. Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Устный опрос, выполнение индивидуальных практических заданий.	Контрольная работа № 2

4.2. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

4.2.1. Наименование оценочного средства: доклад/сообщение

Методические материалы: приводятся вопросы и/или типовые задания, критерии оценки.

Темы докладов:

- 1) Задача для уравнения свободных колебаний закреплённой струны. Метод Фурье.
- 2) Смешанная задача для уравнения теплопроводности.
- 3) Уравнение теплопроводности. Метод интеграла Фурье. Формула Пуассона.
- 4) Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.
- 5) Задача Дирихле для уравнения Лапласа вне круга.

Критерии и шкалы оценивания доклада/сообщения (в форме презентации):

Таблица 9

Уровень освоения	Критерии	Баллы
Максимальный уровень	– продемонстрировано умение выступать перед аудиторией; – содержание выступления даёт полную информацию о теме; – продемонстрировано умение выделять ключевые идеи; – умение самостоятельно делать выводы, использовать актуальную научную литературу; – высокая степень информативности, компактность слайдов	3
Средний уровень	– продемонстрирована общая ориентация в материале; – достаточно полная информация о теме; – продемонстрировано умение выделять ключевые идеи, но нет самостоятельных выводов; – невысокая степень информативности слайдов; – ошибки в структуре доклада; – недостаточное использование научной литературы	2
Минимальный уровень	– продемонстрирована слабая (с фактическими ошибками) ориентация в материале;	1

	– ошибки в структуре доклада; – научная литература не привлечена	
Минимальный уровень не достигнут	– выступление не содержит достаточной информации по теме; – продемонстрировано неумение выделять ключевые идеи; – неумение самостоятельно делать выводы, использовать актуальную научную литературу.	0

4.2.2. Наименование оценочного средства: контрольная работа

Методические материалы: приводятся вопросы и/или типовые задания, критерии оценки.

Примерное задание для контрольной работы:

Контрольная работа №1

- I. Найти общее решение дифференциального уравнения в частных производных первого порядка

$$\cos y \frac{\partial u}{\partial x} + \cos x \frac{\partial u}{\partial y} = \cos x \cos y$$

- II. Определить тип уравнения $u_{xx} + 5u_{xy} + 4u_{yy} = 0$, приводя его к каноническому виду.

Контрольная работа №2

- I. Найти решение задачи Коши $u_{tt} = a^2 u_{xx}$ методом Даламбера при начальных условиях

$$u(x,0) = \frac{\sin x}{x}; u_t(x,0) = \frac{x}{1+x^2}$$

- II. Методом Фурье найти решение задачи колебания струны $u_{tt} = a^2 u_{xx}$ длины l при следующих граничных и начальных условиях

$$u(x,0) = \sin \frac{\pi x}{l}; u_x(x,0) = x; u(0,t) = u_l(t) = 0;$$

Критерии оценивания результатов контрольной работы

Таблица 10

Балл (интервал баллов)	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций*
10	Максимальный уровень (интервал)	Контрольная работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями, содержит 1-2 мелких ошибки; ответы студента правильные, четкие, содержат 1-2 неточности
[6-8]	Средний уровень (интервал)	Контрольная работа содержит одну принципиальную или 3 или более недочетов; ответы студента правильные, но их формулирование затруднено и требует наводящих вопросов от преподавателя
[3-5]	Минимальный уровень (интервал)	Контрольная работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями, неполное раскрытие темы в теоретической части и/или в практической части контрольной работы; ответы студенты формально правильны, но поверхностны, плохо сформулированы, содержат более одной принципиальной ошибки
Менее 3	Минимальный уровень (интервал) не достигнут.	Контрольная работа содержит более одной принципиальной ошибки моделей решения задачи; контрольная работа оформлена не в соответствии с предъявляемыми требованиями; ответы студента путанные, нечеткие, содержат множество ошибок, или ответов нет совсем; несоответствие варианту.

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Представлено в приложении №1.

Автор(ы) рабочей программы дисциплины (модуля):

Профессор, д.ф-м.н., доцент



(подпись)

Умаров Х.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Директор библиотеки



(подпись)

Арсагириева Т.А.

**Оценочные средства
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Уравнения в частных производных»**

**Направление подготовки
44.03.05 - ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

(с двумя профилями подготовки)

Профили подготовки «Математика» и «Информатика»

Форма обучения: очная и заочная

Год приема: 2023

1. Характеристика оценочной процедуры:

Семестр - А

Форма аттестации – зачет

2. Оценочные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

2.1. Вопросы для промежуточной аттестации по дисциплине:

1. Дифференциальные уравнения с частными производными: основные понятия и определения.
2. Задачи на составление дифференциальных уравнений с частными производными.
3. Существование и единственность решения дифференциального уравнения с частными производными первого порядка.
4. Метод характеристик построения общего решения дифференциальных уравнений с частными производными первого порядка.
5. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям с частными производными второго порядка.
6. Задача Коши для дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.
7. Характеристики.
8. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.
9. Приведение к каноническому виду квазилинейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.
10. Метод характеристик для решения задачи Коши.
11. Уравнение колебаний струны.
12. Формула Даламбера.
13. Метод Фурье.
14. Явление резонанса нагруженных струн.
15. Уравнение теплопроводности.
16. Смешанная задача для уравнения теплопроводности
17. Краевые задачи для уравнения теплопроводности.
18. Уравнение Лапласа.
19. Задачи Дирихле и Неймана.

20. Метод функций Грина.
21. Уравнение Лапласа.
22. Задачи Дирихле и Неймана.
23. Метод функций Грина.

2.2. Задания к зачету

I. Найти общее решение дифференциального уравнения в частных производных первого порядка

1. $xy \frac{\partial u}{\partial x} + x^2 \frac{\partial u}{\partial y} = y$
2. $\cos y \frac{\partial u}{\partial x} + \cos x \frac{\partial u}{\partial y} = \cos x \cos y$
3. $yu \frac{\partial u}{\partial x} + xu \frac{\partial u}{\partial y} = xy$
4. $xy \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} = u - xy$
5. $-xy^2 \frac{\partial u}{\partial x} + y^3 \frac{\partial u}{\partial y} = xu$
6. $xy \frac{\partial u}{\partial x} - y^2 \frac{\partial u}{\partial y} = x^2$
7. $x^2 \frac{\partial u}{\partial x} - xy \frac{\partial u}{\partial y} = -y^2$
8. $x \frac{\partial u}{\partial x} - y \frac{\partial u}{\partial y} = x - y$
9. $x \frac{\partial u}{\partial x} - 2y \frac{\partial u}{\partial y} - z \frac{\partial u}{\partial z} = 0$
10. $y \frac{\partial u}{\partial x} + x \frac{\partial u}{\partial y} = x^2 + y^2$
11. $yu \frac{\partial u}{\partial x} + xu \frac{\partial u}{\partial y} = -2xy$
12. $x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = x^2 + 24$
13. $y \frac{\partial u}{\partial x} - x \frac{\partial u}{\partial y} = y^2 - x^2$
14. $xu \frac{\partial u}{\partial x} + yu \frac{\partial u}{\partial y} = -xy$
15. $x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 4 + \frac{xy}{z}$
16. $x \frac{\partial u}{\partial x} - y \frac{\partial u}{\partial y} - 2z \frac{\partial u}{\partial z} = 0$
17. $x^2 \frac{\partial u}{\partial x} + xy \frac{\partial u}{\partial y} = y$
18. $\sin y \frac{\partial u}{\partial x} + \sin x \frac{\partial u}{\partial y} = \sin x \sin y$
19. $\frac{u}{x} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{u}{y} \frac{\partial u}{\partial y} = xy$
20. $xy^2 \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} = u - xy$
21. $xy^3 \frac{\partial u}{\partial x} - y^4 \frac{\partial u}{\partial y} = xu$
22. $x^2 y \frac{\partial u}{\partial x} - y^3 \frac{\partial u}{\partial y} = x^2$
23. $x^3 \frac{\partial u}{\partial x} - x^2 y \frac{\partial u}{\partial y} = -y^2$
24. $x^2 y \frac{\partial u}{\partial x} - xy^2 \frac{\partial u}{\partial y} = x - y$

$$25. 2x \frac{\partial u}{\partial x} - y \frac{\partial u}{\partial y} - z \frac{\partial u}{\partial z} = 0 \quad 26. xy \frac{\partial u}{\partial x} + x^2 \frac{\partial u}{\partial y} = x^2 + y^2$$

$$27. \frac{yu}{x} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{xu}{y} \frac{\partial u}{\partial y} = -2xy \quad 28. x \frac{\partial u}{\partial x} - y \frac{\partial u}{\partial y} + 2z \frac{\partial u}{\partial z} = x^2 + 9$$

$$29. y^2 \frac{\partial u}{\partial x} - xy \frac{\partial u}{\partial y} = x^2 - y^2 \quad 30. \frac{x}{u} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{y}{u} \frac{\partial u}{\partial y} = xy$$

$$31. x^2 y \frac{\partial u}{\partial x} + xy^2 \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{xy}{z} \quad 32. 2x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} - z \frac{\partial u}{\partial z} = 0$$

$$33. x^3 \frac{\partial u}{\partial x} - x^2 y \frac{\partial u}{\partial y} = y^2 \quad 34. xy \frac{\partial u}{\partial x} - y^2 \frac{\partial u}{\partial y} = x + y$$

II. Найти общее решение дифференциального уравнения в частных производных второго порядка

$$1. u_{xy} = x \sin y - y^2 + 3x^3 y - 1 \quad 2. u_{xy} = x^2 e^{2y} - yx + 5 \sin x$$

$$3. u_{xy} = xy^3 + 2y \cos x - 3x + 4 \quad 4. u_{xy} = x \sin 2y + y^2 + 2e^x + 5$$

$$5. u_{xy} = x^3 y - e^y + 5x \cos y - 7 \quad 6. u_{xy} = x e^{2y} - 2xy + \cos(x + y) + 2$$

$$7. u_{xy} = x^2 y + 2y - 3x \sin y - 1 \quad 8. u_{xy} = xy^2 + x^2 \cos y - 3$$

$$9. u_{xy} = x^3 y^2 - e^y + 5y \sin x - 7 \quad 10. u_{xy} = x^2 y^2 + x \cos y + 3y - 1$$

$$11. u_{xy} = x^2 e^{3y} - 3y^2 \sin x + 5xy + 2 \quad 12. u_{xy} = \cos xy + x^2 - 2xy - 3$$

$$13. u_{xy} = xy^2 + 2x^3 y - 3y - 1 \quad 14. u_{xy} = x^3 y^2 + x^2 y^3 - 3xy$$

$$15. u_{xy} = x^3 - x e^y + 5y^2 - 7 \quad 16. u_{xy} = x^3 y - 3e^y + xy - 2$$

$$17. u_{xy} = x^3 - y^2 x + 5 \cos 2x \quad 18. u_{xy} = x^2 + 2y^3 + 2x - 3 \sin x + 4$$

$$19. u_{xy} = x^3 y + xy^2 + 2 \quad 20. u_{xy} = x^4 - e^{xy} + 5y + 3$$

$$21. u_{xy} = x^2 e^y - 2x + y^3 + 1 \quad 22. u_{xy} = xy^2 + 2 \cos xy - 3x^3 y + 4$$

$$23. u_{xy} = xy^3 + x^4 y - 3 \sin x + 5 \quad 24. u_{xy} = x^3 \cos(1 + 2y) - e^y + 5x - 2$$

25. $u_{xy} = x^2 y^3 + \cos(x + y) + 3y - x$ 26. $u_{xy} = xy^2 - 3x^2 + 5 \sin xy + 2$

27. $u_{xy} = \cos xy + x^2 y - 2xy^4 - 3x + 2$ 28. $u_{xy} = x^3 y^2 + 2xy - 3 \cos y - e^{2x}$ 29.

$u_{xy} = xy^2 + x^2 e^{2y} - 3xy + 6$ 30. $u_{xy} = x^3 y - e^y + 5y^2 \sin 2x - 6$

31. $u_{xy} = \sin xy + xy^3 - 2x^4 y - 3x + 2y$ 32. $u_{xy} = x^5 y^3 + 2x \sin y - 3 \cos(x + y)$

33. $u_{xy} = x^3 \cos y + y^2 e^x + 5xy + 2$ 34. $u_{xy} = xy^3 - e^x + 5x^2 \cos 2y - 6$

III. Привести к каноническому виду дифференциального уравнения в частных производных второго порядка

1	$u_{xx} + 2u_{xy} + 5u_{yy} - 32u = 0$	2	$u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + 9u_x + 9u_y - 9u = 0$
3	$2u_{xx} + 3u_{xy} + u_{yy} + 7u_x + 4u_y - 2u = 0$	4	$u_{xx} + u_{xy} - 2u_{yy} - 3u_x - 15u_y + 27u = 0$
5	$9u_{xx} - 6u_{xy} + u_{yy} + 10u_x - 15u_y - 50u = 0$	6	$u_{xx} + 4u_{xy} + 10u_{yy} - 2u_x + 42u_y = 0$
7	$u_{xx} + 4u_{xy} + 13u_{yy} + 3u_x + 24u_y - 9u = 0$	8	$u_{xx} - 4u_{xy} + 5u_{yy} - 3u_x + u_y + u = 0$
9	$u_{xx} - 6u_{xy} + u_{yy} - u_x + 2u_y = 0$	10	$2u_{xy} - 4u_{yy} + u_x - 2u_y + u = 0$
11	$u_{xy} + 2u_{yy} - u_x + 4u_y + u = 0$	12	$2u_{xx} + 2u_{xy} + u_{yy} + 4u_x + 4u_y + u = 0$
13	$u_{xx} + 2u_{xy} + u_{yy} + 3u_x - 5u_y + 4u = 0$	14	$u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + 9u_x + 9u_y - 9u = 0$
15	$u_{xx} + u_{xy} - u_y - 10u = 0$	16	$3u_{xx} + u_{xy} + 3u_x + u_y - u = 0$
17	$u_{xx} + 4u_{xy} + 5u_{yy} - 2u_x - 2u_y + u = 0$	18	$5u_{xx} + 16u_{xy} + 16u_{yy} + 24u_x + 32u_y + 64u = 0$
19	$u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} - 3u_x + 12u_y + 27u = 0$	20	$u_{xx} + 2u_{xy} + 2u_{yy} + 4u = 0$
21	$u_{xx} - u_{xy} - u_{yy} = 0$	22	$u_{xx} + u_{xy} + u_{yy} = 0$
23	$u_{xx} - u_{xy} + u_{yy} = 0$	24	$2u_{xx} - u_{xy} + u_{yy} = 0$

$\begin{matrix} 2 \\ 5 \end{matrix}$	$u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + 4u = 0$	26	$u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + 9u_x + 9u_y - 9u = 0$
$\begin{matrix} 2 \\ 7 \end{matrix}$	$4u_{xx} - 4u_{xy} + u_{yy} + u_x + u_y - u = 0$	28	$u_{xx} - 6u_{xy} + 8u_{yy} + 2u_x + u_y - u = 0$
$\begin{matrix} 2 \\ 9 \end{matrix}$	$u_{xx} + 6u_{xy} + 10u_{yy} + u_x + u_y = 0$	30	$u_{xx} - 8u_{xy} + 15u_{yy} + u_x + u_y = 0$
$\begin{matrix} 3 \\ 1 \end{matrix}$	$u_{xx} + 8u_{xy} + 17u_{yy} - u_x - u_y = 0$	32	$4u_{xx} - 12u_{xy} + 5u_{yy} + u_x + 2u_y = 0$
$\begin{matrix} 3 \\ 3 \end{matrix}$	$4u_{xx} + 12u_{xy} + 15u_{yy} + u_x + u_y = 0$	34	$u_{xx} - 4u_{xy} + 5u_{yy} - 2u_x - 2u_y = 0$

2.3. Структура билета к зачету (примерная):

1. Найти общее решение дифференциального уравнения в частных производных первого порядка

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

2. Привести к каноническому виду следующие уравнения

$$u_{xx} + 2u_{xy} - 3u_{yy} + 2u_x + 6u_y = 0.$$

3. Критерии и шкала оценивания письменного ответа обучающегося на зачете

Максимальное количество баллов на экзамене – 30, из них:

1. Ответ на первый вопрос, содержащийся в билете – 15 баллов.
2. Ответ на второй вопрос, содержащийся в билете – 15 баллов.

Таблица 11

№ n/n	Характеристика ответа	Баллы
1.	Дан развернутый ответ, содержащий 1-2 мелкие ошибки; ответы студента правильные, четкие, содержат 1-2 неточности	13-15
2.	Дан развернутый ответ, содержащий одну принципиальную или 3 или более недочетов; ответы студента правильные, но их формулирование затруднено и требует наводящих вопросов от преподавателя	10-12
3	Решение задания формально правильно, но поверхностно, содержат более одной принципиальной ошибки	7-9
4.	Ответ содержит более одной принципиальной ошибки моделей решения задачи; ответы студента путанные, нечеткие, содержат множество ошибок, или ответов нет совсем; несоответствие варианту.	6 и менее

Расчет итоговой рейтинговой оценки

Таблица 12

До 50 баллов включительно	«не зачтено»
От 51 до 100 баллов	«зачтено»

4. Уровни сформированности компетенций по итогам освоения дисциплины (модуля)

Таблица 13

Индикаторы достижения компетенции (ИДК)	Уровни сформированности компетенций			
	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно»
	86-100	71-85	51-70	Менее 51
	«зачтено»			«не зачтено»
<i>Код и наименование формируемой компетенции</i>				
ПК-1	Знает – основные понятия теории уравнений в частных производных, определения и свойства математических объектов в этой области; – формулировки утверждений; методы их доказательства; – возможные сферы приложений; – использование их при математическом моделировании.	Знает – основные понятия теории уравнений в частных производных, определения и основные свойства математических объектов в этой области; – формулировки утверждений; методы их доказательства; – возможные сферы приложений.	Знает – основные понятия теории уравнений в частных производных, определения математических объектов в этой области; – формулировки утверждений; – возможные сферы приложений.	Не знает – основные понятия теории уравнений в частных производных, определения и свойства математических объектов в этой области; – формулировки утверждений; методы их доказательства; – возможные сферы приложений; – использование их при математическом моделировании.
	Умеет – решать задачи вычислительного и теоретического характера в области уравнений в частных производных; – решать прикладные задачи вычислительного и теоретического характера методами теории уравнений в частных производных	Умеет – решать задачи вычислительного и теоретического характера в области уравнений в частных производных; – решать прикладные задачи вычислительного и теоретического характера методами теории уравнений в частных производных	Умеет – решать задачи вычислительного и теоретического характера в области уравнений в частных производных;	Не умеет решать задачи вычислительного и теоретического характера в области уравнений в частных производных; – решать прикладные задачи вычислительного и теоретического характера методами теории уравнений в частных производных
	Владет – математическим аппаратом уравнений в частных производных; – методами решения задач и доказательства утверждений в этой области.	Владет – математическим аппаратом уравнений в частных производных; – методами решения задач и доказательства утверждений в этой области.	Владет – математическим аппаратом уравнений в частных производных	Не владеет – математическим аппаратом уравнений в частных производных; – методами решения задач и доказательства утверждений в этой области.

5. Рейтинг-план изучения дисциплины

Таблица 14

I	БАЗОВАЯ ЧАСТЬ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ			
Виды контроля	Контрольные мероприятия	Мин. кол-во баллов на занятиях	Макс. кол-во баллов на занятиях	
Текущий контроль № 1	Тема № 1. Проверить, что функция $z = f(x, y)$ является решением уравнения в частных производных.	0	10	
Текущий контроль № 2	Тема № 2. Найти общее решение уравнения в частных производных первого порядка.	0	10	
	Тема № 3. Привести к каноническому виду уравнение в частных производных второго порядка.			
Рубежный контроль: контрольная работа №1 (Темы 1-3)		0	10	
Текущий контроль №3	Тема № 4. Решить задачу Коши для волнового уравнения по формуле Даламбера.	0	10	
	Тема № 5. Решение смешанной задачи для уравнения свободных колебаний закреплённой струны методом Фурье.			
Текущий контроль №4	Тема № 6. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности методом интеграла Фурье. Формула Пуассона.	0	10	
	Тема № 7. Найти решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге.			
Рубежный контроль: контрольная работа №2 (Темы 4-7)		0	10	
Допуск к промежуточной аттестации		Мин 36		
II	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ		Мин.	Макс.
1	Поощрительные баллы		0-10	10
	Подготовка доклада с презентацией по дисциплине		0-1	1
	Посещаемость лекций (100%)		0-2	2
	Участие в работе круглого стола, студенческой конференции		0-2	2
	Соц.-личностный рейтинг		0-3	3
	Участие в общественной, культурно-массовой и спортивной работе		0-2	2
2	Штрафные баллы		0-3	3
	Пропуск учебных лекций	за пропуск лекции снимается балльная стоимость лекции (2:8=0,25)	0,25 x N (N – количество пропущенных лекций)	
	Несвоевременное выполнение контрольной (аттестационной) работы №1	минус 5% от максимального балла	- 0,5	

	Несвоевременное выполнение контрольной (аттестационной) работы №2	минус 5% от максимального балла	- 0,5	
III	ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ		0-30	30
Форма итогового контроля:	Зачет		0-30	30
ИТОГО БАЛЛОВ ЗА СЕМЕСТР:			0-100	

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ / МОДУЛЯ
Уравнения в частных производных**

(наименование дисциплины / модуля)

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

Профили «Математика» и «Информатика»

(год набора 2023, форма обучения очная, заочная)

на 2023 / 2024 учебный год

В рабочую программу дисциплины / модуля вносятся следующие изменения:

№ п/п	Раздел рабочей программы (пункт)	Краткая характеристика вносимых изменений	Основание для внесения изменений