Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Курганский государственный университет
(КГУ)
Кафедра «Математика и физика»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
и международной деятельности
_____/Кирсанкин А.А./
« ___ »_____20____г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

образовательной программы высшего
образования – программы бакалавриата

01.03.01 – Математика

Направленность (профиль) "Математическое и программное обеспечение экономической деятельности»

Формы обучения: очная

Курган 2026 г.

Рабочая программа дисциплины «Уравнения в частных производных» составлена в соответствии с учебным планом по программе бакалавриата «Математика» (Математическое и программное обеспечение экономической деятельности)

утвержденным для очной формы обучения «26» июня 2026 года

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Математика и физика» 1 сентября 2026 г., протокол № 1

Рабочую программу составил:
к.п.н., доцент кафедры МиФ _____Т.Н. Михащенко

Согласовано:

Заведующий кафедрой МиФ
_____М.В. Гаврильчик

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела
_____Г.В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности _____И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

всего: 4 зачетных единиц (144 академических часа)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
Аудиторные занятия (всего часов), в том числе:	60	60
Лекции	30	30
Практические занятия	30	30
Интерактивные формы обучения		
Самостоятельная работа (всего часов), в том числе:	84	84
Контрольная работа	18	18
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	39	39
Вид промежуточной аттестации:	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам в часах:	144	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Уравнения в частных производных» относится к обязательной части Блока 1. Логически и содержательно дисциплина «Уравнения в частных производных» взаимосвязана с другими профессиональными дисциплинами: математическим анализом, алгеброй, геометрией, учебной и производственной практиками; она использует основные математические понятия и методы решения практических задач.

Освоение дисциплины «Уравнения в частных производных» должно опираться на прочную базу знаний, умений и навыков, полученных студентами в ходе изучения дисциплин «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения» на первом и втором курсах обучения.

Результаты изучения дисциплины необходимы для изучения таких дисциплин как численные методы, функциональный анализ, вариационное исчисление и многих других.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Уравнения в частных производных» является усвоение основ теории дифференциальных уравнений с частными производными, подготовка квалифицированного математика, способного применять полученные знания в различных областях науки и ее приложениях.

Задачами освоения дисциплины «Уравнения в частных производных» являются:

- освоение основных понятий теории уравнений с частными производными и их свойств;
- овладение методами исследования средствами дифференциальных уравнений с частными производными;
- овладение методами и приемами решения прикладных задач из различных областей математики, физики и др.

В результате изучения курса обучающиеся должны усвоить основные понятия теории уравнений с частными производными, простейшие методы качественного исследования уравнений и их систем, иметь представление о методах решения уравнений в частных производных первого и второго порядка.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности (ОПК-1).

Индикаторы и дескрипторы части, соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «уравнения в частных производных» оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «уравнения в частных производных», индикаторы достижения компетенции ОПК-1, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1	ИД-1 ОПК-1	**Знать:** основные понятия теории уравнений с частными производными	**З** (ИД-1 ОПК-1)	**Знает:** основные понятия теории уравнений с частными производными, их свойства и методы решения уравнений	Задания для текущего контроля, вопросы к экзамену
2	ИД-2 ОПК-1	**Уметь:** решать практические задачи на основе моделирования исследуемых процессов с помощью уравнений с частными производными	**У** (ИД-2 ОПК-1)	**Умеет** решать некоторые типы уравнений с частными	Задания для текущего контроля, вопросы к экзамену

З	ИД-З ОПК-1	**Владеть** основными способами решения уравнений с частными производными	**В** (ИД-З ОПК-1)	Владеет основными понятиями, методами решения уравнений с частными производными	Задания для текущего контроля, вопросы к экзамену

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов по видам учебных занятий	
			Лекции	Практические занятия
5 СЕМЕСТР			**30**	**30**
Рубеж 1	Р1	Уравнения в частных производных первого порядка	14	14
Рубеж 2	Р2	Уравнения в частных производных второго порядка	16	16

4.2. Содержание лекционных занятий

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лекции	Трудоемкость, часы
5 СЕМЕСТР			
Р1	***Уравнения в частных производных первого порядка***	Введение в теорию уравнений с частными производными. Основные понятия. Теоремы Коши-Ковалевской.	4
		Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные и квазилинейные уравнения.	4
		Нелинейные уравнения. Системы уравнений.	6
Р2	***Уравнения в частных производных второго***	Классификация уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка, линейного относительно старших производных.	6

	порядка.	Уравнения гиперболического типа.	4
		Уравнения параболического типа.	4
		Уравнения эллиптического типа.	2
		Итого:	**30**

4.3. Содержание практических занятий:

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лекции	Трудоемкость, часы
5 СЕМЕСТР			
Р1	***Уравнения в частных производных первого порядка***	Введение в теорию уравнений с частными производными. Основные понятия. Теоремы Коши-Ковалевской. Пример Адамара. Понятие обобщенного решения.	4
		Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные и квазилинейные уравнения.	4
		Нелинейные уравнения. Системы уравнений.	4
		Рубежный контроль № 1(контрольная работа №1)	**2**
Р2	**Уравнения в частных производных второго порядка**	Классификация уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка, линейного относительно старших производных.	4
		Уравнения гиперболического типа.	4
		Уравнения параболического типа.	4
		Уравнения эллиптического типа.	2
		Рубежный контроль №2	**2**
		Итого:	**30**

4.4. Контрольная работа

По дисциплине «Уравнения в частных производных» предусмотрена одна контрольная работа в пятом семестре, примерные варианты содержаться в фонде оценочных средств и в УМК дисциплины.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению дисциплины «Уравнения в частных производных», необходимо повторить основные понятия курса «Математический анализ» и курса «Дифференциальные уравнения».

Для успешного освоения курса «Уравнения в частных производных», обязательно посещение лекций и практических занятий, регулярное конспектирование материала всех лекций и участие в обсуждении решения задач на практических занятиях.

Систематическая подготовка к аудиторным занятиям и активное участие в рассмотрении вопросов, как на практических занятиях, так и на лекциях является залогом успешного прохождения рубежных контролей и промежуточных аттестаций по дисциплине «Уравнения в частных производных».

Для текущего контроля успеваемости используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки активности обучающихся, что способствует лучшему освоению материала и получению высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям и рубежным контролям, выполнение контрольных работ, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад.час
	5 семестр
Углубленное изучение разделов, тем лекционного курса: Уравнения гиперболического типа Уравнения параболического типа Уравнения эллиптического типа	9
Подготовка к практическим занятиям (по 2 ч на каждое занятие)	26
Подготовка к рубежным контролям (по 2 ч на каждое занятие)	4
Подготовка к экзамену	27
Выполнение контрольной работы	18
ИТОГО:	84

6.Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1.Перечень оценочных средств

1.Балльно - рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся КГУ;

2.Банк заданий к рубежному контролю №1 (контрольная работа);
3.Материалы к экзамену;
4. Банк заданий к рубежному контролю № 2.

6.2 Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

<table>
<tr><td>№</td><td>Наименование</td><td colspan="6">Содержание</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы</td><td colspan="6">Распределение баллов за 5 семестр</td></tr>
<tr><td>Вид УР:</td><td>Посещение лекций</td><td>Работа на практических занятиях</td><td>Рубежный контроль №1 (контрольная работа)</td><td>Рубежный контроль №2</td><td>Экзамен</td></tr>
<tr><td>Балльная оценка:</td><td>1</td><td>0-2</td><td>14</td><td>15</td><td>30</td></tr>
<tr><td>Примечания:</td><td>За прослушанную лекцию, ведение конспекта. Всего:15</td><td>Всего 13*2 Максимум 26</td><td>На 7-м практическом занятии</td><td>На 15-м практическом занятии</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена</td><td colspan="6">60 и менее баллов – неудовлетворительно;
61…73 – удовлетворительно;
74… 90 – хорошо;
91…100 – отлично.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов</td><td colspan="6">Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.
Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.
Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.
За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.
Основанием для получения дополнительных баллов являются:
- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;
- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</td></tr>
</table>

4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль № 1 проводится в форме контрольной работы, обучающимся предлагаются 3-5 практических задания (по 1-3 балла за верный ответ на вопрос), на рубежный контроль № 2 отводится два академических часа, проводится в форме письменной контрольной работы, каждое задание которой оценивается в 2 балла. Перед проведением рубежного контроля проводятся итоговые занятия по соответствующим разделам, где разбираются примерные задания рубежного контроля.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам; обучающимся предлагаются 1-2 теоретических вопроса и 1-2 практических задания. Время, отводимое на экзамен 1-2 часа. Каждый вопрос оценивается по 10 баллов.

Результаты текущего контроля успеваемости, экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета или экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4 Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена.

1. Задания к рубежным контролям № 1, №2.
2. Вопросы к экзамену (5 семестр).

Примерная тематика по используемым формам контроля:

Рубежный контроль № 1 (контрольная работа № 1)

Вариант № 0

Определить вид ДУвЧП. Найти его общее решение уравнений явным, неявным и параметрическим методом: а) $\frac{1}{x}\frac{\partial z}{\partial x}+\frac{1}{y}\frac{\partial z}{\partial y}=\frac{1}{x}$,

б) $-y\frac{\partial u}{\partial x}+4x\frac{\partial u}{\partial y}+z\frac{4x^2-y^2}{xy}\frac{\partial u}{\partial z}=0,\quad u=\frac{z}{x^4},\ y=x,\ x>0, z>0$,

в) $x^2\frac{\partial z}{\partial x}+y^2\frac{\partial z}{\partial y}=z^2$, г) $\frac{\partial z}{\partial x}\frac{\partial z}{\partial y}=x^2y^2$.

Рубежный контроль № 2

Вариант №0

1. Проверить, являются ли функции $U_1= x^3y-3xz+4$, $U_2= xy^2+2xz-5$ решениями уравнения $x^2U_{xx}+U_{yy}+y^2U_{zz}-U_z=0$.

2. Определить тип уравнения с частными производными и привести его к каноническому виду: а) $2U_{xx}+3U_{xy}-9U_{yy}+5U_x-7U=0$; б) $U_{xx}+U_{xy}+\frac{U_{yy}}{4}+4U=0$;

в) $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-2\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+3\frac{\partial u}{\partial x}+4\frac{\partial u}{\partial y}+2u=0.$

3. Найти области на плоскости, в которых уравнение имеет параболический тип (эллиптический, гиперболический)

$$(y^2+1)^2U_{xx}+4(y^2+1)U_{xy}+(2x-6y)U_{yy}-U_y=0\ .$$

4. Привести математическую формулировку задачи о распространении тепла в тонком однородном стрежне длиной L = 4. Боковая поверхность стержня теплоизолирована, концы поддерживаются при постоянной температуре 100°C, начальное распределение температуры φ(x)= 100° + x(4 – x). Решить задачу методом Фурье.

5. Однородная струна, закрепленная на концах x=0 и x=l, имеет в начальный момент времени форму u(x,0), точкам струны сообщена скорость u_t'. Найти отклонение струны для любого момента времени, если $u_{tt}''=u_{xx}''$, 0<x<1, 0<t<∞, u(x,0)=x(x-1), $u_t'(x,0)=x$, u(0,t)=0, u(1,t)=0.

Вопросы к экзамену по дисциплине "Уравнения в частных производных"
(5 семестр)

1. Основные понятия теории ДУвЧП. Теорема Коши-Ковалевской. Примеры ДУвЧП.
2. Задача Коши для ДУвЧП первого порядка функции двух переменных, геометрический смысл.
3. Задачи, приводящие к ДУвЧП первого порядка (о потенциальной энергии материальной точки, о распределении молекул жидкости).
4. Линейное однородное уравнение в частных производных первого порядка (ЛОДУвЧП) функции двух переменных.
5. Линейное однородное уравнение в частных производных первого порядка (ЛОДУвЧП) функции n - переменных.
6. Линейное неоднородное уравнение в частных производных первого порядка (ЛНДУвЧП) функции n переменных.
7. Квазилинейные дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка.
8. Нелинейные дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка.
9. Уравнение Пфаффа.
10. Полный интеграл нелинейного дифференциального уравнения в частных производных.
11. Метод Лагранжа-Шарпи решения нелинейного уравнения с двумя переменными.
12. Метод Коши решения нелинейного уравнения с двумя переменными.
13. Теорема Коши-Ковалевской; приведение уравнения к каноническому виду и

классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка.

14. Вывод уравнения колебания струны, постановка краевых задач, их физическая интерпретация.
15. Вывод уравнения теплопроводности, постановка краевых задач, их физическая интерпретация.
16. Волновое уравнение; метод Фурье для уравнения колебаний струны, общая схема метода Фурье.
17. Уравнение теплопроводности; принцип максимума в ограниченной области и единственность решения задачи Коши; построение решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.
18. Понятие корректной краевой задачи; примеры корректных и некорректных краевых задач.

6.5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература

1. Олейник, О. А. Лекции об уравнениях с частными производными : учебник / О. А. Олейник. - 7-е изд. - Москва : Лаб. знаний, 2025. - 262 с. - (Классический университетский учебник).. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
2. Уравнения математической физики/Ильин А. М. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с.: - Доступ из ЭБС «znanium.com».
3. Михащенко Т.Н. Уравнения с частными производными : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Курганский государственный университет. - Курган :

Издательство Курганского государственного университета, 2022. - 75 с. - Доступ из ЭБС КГУ.

7.2. Дополнительная литература

1. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами: учебное пособие / А.И. Сухинов, В.Н. Зуев, В.В. Семенистый. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2009. - 307 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com»
2. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики/ Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 96 с.- Доступ из ЭБС «znanium.com»

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕСАМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Высшая математика в упражнениях и задачах : учебное пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова, С. П. Данко. - 7-е изд., испр. - Москва : Мир и Образование, 2023. - 816 с. - ISBN 978-5-94666-506-3.
2. Петровский, И. Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / И. Г. Петровский. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 206 с. - ISBN 978-5-9221-1144-7.

9. *Интернет-ресурсы* необходимые для освоения дисциплины

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	http://www.edu.ru/	Федеральный портал «Российское образование»
2	highermath.ru	Курс высшей математики (теория)
3	http://elementy.ru	Энциклопедический сайт

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально- техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требования ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Аннотация

к рабочей программе дисциплины **«Уравнения в частных производных»** образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата.

01.03.01-Математика

Направленность (профиль) "Математическое и программное обеспечение экономической деятельности»

Трудоемкость дисциплины: 4зач.ед.(144 академических часа)

Семестры: 5

Формы промежуточной аттестации: 5 семестр – экзамен

Содержание дисциплины

Уравнения с частными производными первого порядка. Классификация уравнений второго порядка. Уравнения гиперболического типа. Уравнения параболического типа. Уравнения эллиптического типа.