

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

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
\_\_\_\_\_/Змызгова Т.Р./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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 2024 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 28.06. 2024г.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Математика и физика» «31» августа 2024 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       |
| <b>Аудиторные занятия (всего часов), в том числе:</b>                     | 60                | 60      |
| Лекции                                                                    | 30                | 30      |
| Практические занятия                                                      | 30                | 30      |
| <u>Интерактивные формы обучения</u>                                       |                   |         |
| <b>Самостоятельная работа (всего часов), в том числе:</b>                 | 84                | 84      |
| Контрольная работа                                                        | 18                | 18      |
| Подготовка к экзамену                                                     | 27                | 27      |
| Другие виды самостоятельной работы                                        | 39                | 39      |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b>                                      | экзамен           | экзамен |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам в часах:</b> | 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<br>Опк-1                         | <b>Знать:</b><br>основные понятия теории уравнений с частными производным и                                                            | <b>З</b><br>(ИД-1<br>Опк-1)          | <b>Знает:</b><br>основные понятия теории уравнений с частными производным и, их свойства и методы решения уравнений | Задания для текущего контроля, вопросы к экзамену |
| 2     | ИД-2<br>Опк-1                         | <b>Уметь:</b><br>решать практические задачи на основе моделирования исследуемых процессов с помощью уравнений с частными производным и | <b>У</b><br>(ИД-2<br>Опк-1)          | <b>Умеет</b> решать некоторые типы уравнений с частными                                                             | Задания для текущего контроля, вопросы к экзамену |

|   |               |                                                                                                    |                             |                                                                                                          |                                                               |
|---|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 3 | ИД-3<br>Опк-1 | <b>Владеть</b><br>основными<br>способами<br>решения<br>уравнений с<br>частными<br>производным<br>и | <b>В</b><br>(ИД-3<br>Опк-1) | Владеет<br>основными<br>понятиями,<br>методами<br>решения<br>уравнений с<br>частными<br>производным<br>и | Задания для<br>текущего<br>контроля,<br>вопросы к<br>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          | P1                            | Уравнения в частных производных первого порядка | 14                                        | 14                   |
| Рубеж 2          | P2                            | Уравнения в частных производных второго порядка | 16                                        | 16                   |

### 4.2. Содержание лекционных занятий

| Шифр<br>раздела, темы<br>дисциплины | Наименование<br>раздела, темы<br>дисциплины                               | Наименование и содержание лекции                                                                                                                         | Трудоемкость,<br>часы |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>5 СЕМЕСТР</b>                    |                                                                           |                                                                                                                                                          |                       |
| P1                                  | <b><i>Уравнения в<br/>частных<br/>производных<br/>первого порядка</i></b> | Введение в теорию уравнений с частными<br>производными. Основные понятия.<br>Теоремы Коши-Ковалевской.                                                   | 4                     |
|                                     |                                                                           | Уравнения с частными производными<br>первого порядка. Линейные и<br>квазилинейные уравнения.                                                             | 4                     |
|                                     |                                                                           | Нелинейные уравнения. Системы<br>уравнений.                                                                                                              | 6                     |
| P2                                  | <b><i>Уравнения в<br/>частных<br/>производных<br/>второго</i></b>         | Классификация уравнений второго порядка.<br>Приведение к каноническому виду<br>уравнения второго порядка, линейного<br>относительно старших производных. | 6                     |

|  |                 |                                  |           |
|--|-----------------|----------------------------------|-----------|
|  | <b>порядка.</b> | Уравнения гиперболического типа. | 4         |
|  |                 | Уравнения параболического типа.  | 4         |
|  |                 | Уравнения эллиптического типа.   | 2         |
|  |                 | <b>Итого:</b>                    | <b>30</b> |

### 4.3. Содержание практических занятий:

| Шифр<br>раздела, темы<br>дисциплины          | Наименование<br>раздела, темы<br>дисциплины     | Наименование и содержание лекции                                                                                                                | Трудоемкость,<br>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 содержатся 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:<br>Уравнения гиперболического типа<br>Уравнения параболического типа<br>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                                   |
| <b>ИТОГО:</b>                                                                                                                                               | <b>84</b>                            |

### **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

| № | Наименование                                                                                                                                                            | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |                                 |                                           |                              |         |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|---------|
| 1 | Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы                                                                                    | <b>Распределение баллов за 5 семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |                                 |                                           |                              |         |
|   |                                                                                                                                                                         | Вид УР:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Посещение лекций                                    | Работа на практических занятиях | Рубежный контроль №1 (контрольная работа) | Рубежный контроль №2         | Экзамен |
|   |                                                                                                                                                                         | Балльная оценка:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1                                                   | 0-2                             | 14                                        | 15                           | 30      |
|   |                                                                                                                                                                         | Примечания:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | За прослушанную лекцию, ведение конспекта. Всего:15 | Всего 13*2<br>Максимум 26       | На 7-м практическом занятии               | На 15-м практическом занятии |         |
| 2 | Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена                                                                                  | <b>60 и менее баллов – неудовлетворительно;</b><br><b>61...73 – удовлетворительно;</b><br><b>74... 90 – хорошо;</b><br><b>91...100 – отлично.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |                                 |                                           |                              |         |
| 3 | Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</li> </ul> |                                                     |                                 |                                           |                              |         |

|   |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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.<br>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. 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)  $-y \frac{\partial u}{\partial x} + 4x \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{4x^2 - y^2}{xy} \frac{\partial u}{\partial z} = 0$ ,  $u = \frac{z}{x^4}$ ,  $y = x$ ,  $x > 0$ ,  $z > 0$ ,

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

#### Рубежный контроль № 2

##### Вариант №0

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

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)

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

4. Привести математическую формулировку задачи о распространении тепла в тонком однородном стержне длиной  $L = 4$ . Боковая поверхность стержня теплоизолирована, концы поддерживаются при постоянной температуре  $100^\circ\text{C}$ , начальное распределение температуры  $\omega(x) = 100^\circ + x(4 - x)$ . Решить задачу методом Фурье.

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

### 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. Бобылева, Т. Н. Уравнения в частных производных : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 09.03.02 Информационные системы и технологии, / Т. Н. Бобылева, С. В. Ерохин, А. С. Полянина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра высшей математики. – Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. - 67 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
2. Уравнения математической физики/Ильин А. М. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с.: - Доступ из ЭБС «znanium.com».

3. Михашенко 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 ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ 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 | <a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a> | Федеральный портал «Российское образование» |
| 2 | <a href="http://highermath.ru">highermath.ru</a>    | Курс высшей математики (теория)             |
| 3 | <a href="http://elementy.ru">http://elementy.ru</a> | Энциклопедический сайт                      |
|   |                                                     |                                             |

## 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»

2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znaniyum.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально- техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями 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.

**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.