

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Декан факультета ВТ**

  
(Подпись) **Фионова Л.Р.**  
(Фамилия, инициалы)

« 3 » 10 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**С1.1.22 Уравнения в частных производных**

Специальность **01.05.01 Фундаментальные математика и механика**

Специализация **Вычислительная математика и вычислительная механика**

Квалификация (степень) выпускника – **Математик. Механик. Преподаватель**

Форма обучения **очная**

Пенза, 2016

## 1. Цели освоения дисциплины «Уравнения в частных производных»

Целями освоения учебной дисциплины «Уравнения в частных производных» являются формирование математической культуры студентов, фундаментальная подготовка студентов в области функционального анализа, овладение современным аппаратом функционального анализа для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета

Дисциплина «Уравнения в частных производных» в учебном плане находится в базовой части цикла С1 и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для специалиста по специальности 01.05.01 «Фундаментальная математика и механика» (специализация «Вычислительная математика и вычислительная механика»).

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:

- математический анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения; Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:
- численные методы;
- псевдодифференциальные операторы и псевдодифференциальные уравнения, общая теория приближенных методов, численные методы решения краевых задач, математические модели в акустике, математические модели в электродинамике.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Уравнения в частных производных»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-2	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: основные понятия, определения и свойства объектов уравнений с частными производными, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, их связи, возможные сферы их приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания
		Уметь: доказывать утверждения и решать задачи уравнений с частными производными
		Владеть: аппаратом, методами доказательства утверждений уравнений с частными производными
ПК-2	способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	Знать: основные понятия, определения и свойства объектов уравнений с частными производными, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, их связи, возможные сферы их приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания

		<p>Уметь: доказывать утверждения уравнений с частными производными, решать задачи уравнений с частными производными</p> <p>Владеть: аппаратом уравнений с частными производными, методами доказательства утверждений и навыками применения его аппарата в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания</p>
ПК-8	способность представлять и адаптировать знания с учетом уровня аудитории	<p>Знать: основные понятия, определения и свойства объектов уравнений с частными производными, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, их связи, возможные сферы их приложения с учетом специфики предметной области</p>
		<p>Уметь: объяснять утверждения функционального анализа, разъяснять ход решения задач уравнений с частными производными</p>
		<p>Владеть: навыками изложения основных положений уравнений с частными производными, применения его аппарата в других областях науки с учетом специфики предметной области в образовательных организациях</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Уравнения в частных производных»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа				Коллоквиум	Проверка контролн. работ	курсовая работа
				Всего	Лекция	Практические занятия	Всего	Подготовка к Аудл. занятиям	Курсовая работа	Подготовка к экзамену			
1.	Постановка и классификация основных краевых задач, канонические формы уравнений второго порядка	5	1-3	15	6	9		7			3	3	
2.	Приведение линейного уравнения к каноническому виду	5	4-6	15	6	9		7			6	6	
3.	Обобщенные функции: пространство обобщенных функций, операции над обобщенными функциями	5	7-10	20	8	12		7			10	10	
4.	Фундаментальное решение и задача Коши для операторов Лапласа, Гельмгольца и Коши-Римана	5	11-17	35	14	21		7			15	15	
	<i>Подготовка к экзамену</i>									36			
5.	Распространение волн в пространстве и ограниченных объемах. Интегральная формула	6	1-8	32	16	16		7			3,8	3,8	
6.	Распространение тепла в пространстве и ограниченных объемах	6	9-13	20	10	10		7			10	10	
7.	Теория потенциала: объемный и поверхностный потенциалы	6	14-17	16	8	8		11			15	15	
	<i>Курсовая работа</i>								10				17
	<i>Подготовка к экзамену</i>									36			
	Общая трудоемкость, в часах			<b>153</b>	<b>68</b>	<b>85</b>		<b>135</b>	<b>53</b>	<b>10</b>	<b>72</b>		
								Промежуточная аттестация					
								Форма			Семестр		
								Экзамен			5, 6		

## 4.2. Содержание дисциплины

1. Постановка и классификация основных краевых задач.
2. Приведение линейного уравнения к каноническому виду.
3. Обобщенные функции.
  - Пространство обобщенных функций
  - Регулярные и сингулярные обобщенные функции
  - Дифференцирование обобщенных функций
4. Фундаментальное решение и задача Коши.
  - Фундаментальное решение оператора теплопроводности
  - Фундаментальное решение волнового оператора
  - Фундаментальное решение оператора Лапласа
  - Фундаментальное решение оператора Гельмгольца
  - Фундаментальное решение оператора Коши - Римана
5. Распространение волн.
  - Распространение волн на прямой
  - Распространение волн на плоскости
  - Распространение волн в пространстве
  - Колебания ограниченных объемов
  - Интегральная формула
6. Распространение тепла в пространстве.
  - Распространение тепла в неограниченном пространстве
  - Распространение тепла в ограниченных телах
7. Теория потенциала.
  - Объемный потенциал
  - Поверхностный потенциал
  - Потенциал простого и двойного слоя

## 5. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы: лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены. В течение семестров студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В каждом семестре проводятся контрольные работы и коллоквиумы (или письменные тесты).

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

#### Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Контрольные, коллоквиумы оцениваются по пятибалльной системе. Экзамены оцениваются по системе: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. На практических занятиях контроль осуществляется при ответе у доски и при проверке домашних заданий. В течение каждого семестра студенты разбирают и решают задачи, указанные преподавателем к каждому семинару, разбирают и повторяют основные понятия и теоремы, доказанные на лекциях. В каждом семестре предусмотрены коллоквиумы и контрольные работы.

#### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
--------	------	----------------------------	---------	--------------------------	------------------

1-3, 5сем	Постановка и классификация основных краевых задач, канонические формы уравнений второго порядка	Подготовка аудиторным занятиям	к	Закрепить знания по пройденной теме, изучив дополнительную литературу	Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2009. — 404 с.	7
4-6, 5сем	Приведение линейного уравнения к каноническому виду	Подготовка аудиторным занятиям	к	Закрепить знания по пройденной теме, изучив дополнительную литературу	Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2009. — 404 с.	7
7-10, 5сем	Обобщенные функции: пространство обобщенных функций, операции над обобщенными функциями	Подготовка аудиторным занятиям	к	Закрепить знания по пройденной теме, изучив дополнительную литературу	Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2009. — 404 с.	7
11-17, 5сем	Фундаментальное решение и задача Коши для операторов Лапласа, Гельмгольца и Коши-Римана	Подготовка аудиторным занятиям	к	Закрепить знания по пройденной теме, изучив дополнительную литературу	Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2009. — 404 с.	7
.	<i>Подготовка к экзамену</i>					<b>36</b>
1-8, 6сем	Распространение волн в пространстве и ограниченных объемах. Интегральная форму-	Подготовка аудиторным занятиям	к	Закрепить знания по пройденной теме, изучив допол-	Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными	7

	ла		нительную литературу	[Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2009. — 404 с.	
9-13, бсем	Распространение тепла в пространстве и ограниченных объемах	Подготовка к аудиторным занятиям	Закрепить знания по пройденной теме, изучив дополнительную литературу	Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2009. — 404 с.	7
14-17, бсем	Теория потенциала: объемный и поверхностный потенциалы	Подготовка к аудиторным занятиям	Закрепить знания по пройденной теме, изучив дополнительную литературу	Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2009. — 404 с.	11
	Подготовка к курсовой работе				10
	Подготовка к экзамену				36

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Студенты получают от преподавателя задание на повторение пройденного материала и самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам лекционного курса. Преподаватель предлагает студентам литературу для самостоятельного изучения, а также выдает дополнительные практические задания (списки задач из учебников и сборников задач согласно списку основной и дополнительной литературы по изучаемой дисциплине).

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

### *Контроль освоения компетенций*

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
-------	--------------	-------------------------------	--

1	контрольная работа, коллоквиум	Постановка и классификация основных краевых задач, канонические формы уравнений второго порядка	ОПК-2, ПК-2, ПК-8
2	контрольная работа, коллоквиум	Приведение линейного уравнения к каноническому виду	ОПК-2, ПК-2, ПК-8
3	контрольная работа, коллоквиум	Обобщенные функции: пространство обобщенных функций, операции над обобщенными функциями	ОПК-2, ПК-2, ПК-8
4	контрольная работа, коллоквиум	Фундаментальное решение и задача Коши для операторов Лапласа, Гельмгольца и Коши-Римана	ОПК-2, ПК-2, ПК-8
6	контрольная работа, коллоквиум	Распространение волн в пространстве и ограниченных объемах. Интегральная формула	ОПК-2, ПК-2, ПК-8
7	контрольная работа, коллоквиум	Распространение тепла в пространстве и ограниченных объемах	ОПК-2, ПК-2, ПК-8
		Теория потенциала: объемный и поверхностный потенциалы	

**Перечень вопросов к экзамену:**

1. Постановка I, II, III краевых задач.
2. Приведение к каноническому виду линейных УсЧП гиперболического типа.
3. Приведение к каноническому виду линейных УсЧП параболического типа.
4. Приведение к каноническому виду линейных УсЧП эллиптического типа.
5. Пространство обобщенных функций.
6. Регулярные и сингулярные обобщенные функции.
7. Дифференцирование обобщенных функций.
8. Фундаментальное решение оператора теплопроводности.
9. Фундаментальное решение волнового оператора.
10. Фундаментальное решение оператора Лапласа.
11. Фундаментальное решение оператора Гельмгольца.
12. Фундаментальное решение оператора Коши – Римана.
13. Распространение волн на прямой.
14. Распространение волн на плоскости.
15. Распространение волн в пространстве.
16. Распространение тепла в неограниченном пространстве.
17. Распространение тепла в ограниченных телах.
18. Волновой потенциал.
19. Тепловой потенциал.

**Варианты контрольных работ**

**Контрольная работа №1.**

Привести к каноническому виду линейное уравнение в частных производных:

1. Гиперболического типа.
2. Параболического типа.
3. Эллиптического типа.

**Контрольная работа №2.**

1. Произвести редукцию 1 краевой задачи в общей постановке.



2. Решить волновое уравнение для неограниченной струны методом Даламбера.
3. Решить волновое уравнение для полуограниченной струны методом продолжений.

### ***Контрольная работа №3.***

1. Решить уравнение свободных колебаний струны методом разделения переменных.
2. Решить уравнение колебаний нагруженной струны методом разделения переменных.
3. Решить уравнение теплопроводности методом Фурье.

### ***Контрольная работа №4.***

1. Решить смешанную задачу с неоднородными граничными условиями к задаче с однородными граничными условиями.
2. Решить смешанную задачу для неоднородного уравнения.
3. Решить краевую задачу для уравнения Лапласа в круге методом Фурье.

## **Список вопросов к коллоквиуму**

### ***Коллоквиум №1***

1. Постановка I, II, III краевых задач.
2. Приведение к каноническому виду линейных УсЧП гиперболического типа.
3. Приведение к каноническому виду линейных УсЧП параболического типа.
4. Приведение к каноническому виду линейных УсЧП эллиптического типа.
5. Пространство обобщенных функций.

### ***Коллоквиум №2***

6. Регулярные и сингулярные обобщенные функции.
7. Дифференцирование обобщенных функций.
8. Фундаментальное решение оператора теплопроводности.
9. Фундаментальное решение волнового оператора.
10. Фундаментальное решение оператора Лапласа.

### ***Коллоквиум №3***

11. Фундаментальное решение оператора Гельмгольца.
12. Фундаментальное решение оператора Коши – Римана.
13. Распространение волн на прямой.
14. Распространение волн на плоскости.

### ***Коллоквиум №4***

15. Распространение волн в пространстве.
16. Распространение тепла в неограниченном пространстве.
17. Распространение тепла в ограниченных телах.
18. Волновой потенциал.
19. Тепловой потенциал.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение Дисциплины «Уравнения с частными производными»**

### **основная литература:**

1. Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 404 с.  
[https://e.lanbook.com/book/59551?publisher=0#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/59551?publisher=0#book_name)
2. Треногин, В.А. Уравнения в частных производных [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Треногин, И.С. Недосекина. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2013. — 228 с.  
<https://e.lanbook.com/book/59744?publisher=0#authors>
3. Олейник, О.А. Лекции об уравнениях с частными производными [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 263 с.  
[https://e.lanbook.com/book/70703?publisher=0#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/70703?publisher=0#book_name)

### **дополнительная литература:**

1. Алгазин, О.Д. «Краевые задачи для аналитических функций и их приложение к решению задач математической физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 51 с  
<https://e.lanbook.com/book/52063#authors>
2. Капцов, О.В. Методы интегрирования уравнений с частными производными [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 184 с.  
[https://e.lanbook.com/book/48203?publisher=0#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/48203?publisher=0#book_name)

### **интернет-ресурсы:**

<https://e.lanbook.com> ЭБС «Лань»

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**


При освоении дисциплины необходимы учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, доступ студентов к компьютеру с Microsoft Office. Аудитории должны быть оборудован и/или снабжены: доской, мелом и тряпкой, крепкими столами и стульями, окнами. Приветствуется наличие в аудитории кондиционера.

## **9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучающиеся, из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на компьютере, в формате тестирования и т.д.) и позволяют оценить достижения ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровня сформированности всех заявленных компетенций. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. Студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете и экзамене.

Рабочая программа дисциплины С1.1.22 «Уравнения в частных производных» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 01.05.01 «Фундаментальная математика и механика».

Программу составили:

1. \_\_\_\_\_ Куприянова С.Н., доцент каф. МСМ   
(Ф.И.О., должность, подпись)
2. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры МСМ

Протокол № 3

от « 30 » сентября 2016 года

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 Смирнов Ю.Г.  
(подпись, Ф.И.О.)


Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № 2

от « 3 » 10 2016

года

Председатель методической комиссии  
факультета ВТ

 Глотова Т.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2014-2018	Пр. № 1 от 4.05.18. В.С.	изм. нет	—	—	—