

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Дополнительные главы математической физики Б1.В.ОД.2

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология

Профиль подготовки: Геофизика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Широкова Е.А.

**Рецензент(ы):**

Гурьянов Н.Г.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Широкова Е. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 317717

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Широкова Е.А. Кафедра общей математики отделение математики, Elena.Shirokova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Ознакомить студентов с постановками и методами решения задач математической физики, являющимися моделями различных физических процессов, изучаемых геофизикой. Дать студентам понятие о вероятности события, случайных величинах и их распределениях, познакомить со статистическими задачами

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.2 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.01 Геология и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Для изучения дисциплины "Дополнительные главы математической физики" необходимо знакомство студентов с курсами "Математика" и "Дополнительные главы математики". Курс "Дополнительные главы математической физики" Б2.В.2 необходим для изучения курсов естественнонаучного цикла и для ряда курсов профессионального цикла. Изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	владение представлениями о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и методы разделов математики, входящих в программу курса

2. должен уметь:

применять математические методы, относящиеся ко всем разделам курса, при решении профессиональных задач

3. должен владеть:

навыками применения математических моделей для описания физических процессов

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

Знать основные понятия и методы разделов математики, входящих в программу курса.

Уметь применять математические методы, относящиеся ко всем разделам курса, при решении профессиональных задач.

Владеть навыками применения математических моделей для описания физических процессов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Постановки задач математической физики. Классификация уравнений.	5	1-2	5	0	10	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Ряды Фурье по ортогональным системам. Метод Фурье решения задач математической физики.	5	3-4	6	0	11	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Применение интегральных преобразований. Применение конформных отображений.	5	5-7	4	0	8	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Приближенные методы решений.	5	8-10	3	0	7	Контрольная работа
5.	Тема 5. Вероятность события, формулы для определения вероятности.	6	11-12	3	0	3	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Случайные величины и примеры их распределений.	6	13-15	6	0	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Статистические аналоги вероятностных формул, доверительные интервалы.	6	16-18	5	0	5	Письменное домашнее задание Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			32	0	48	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Постановки задач математической физики. Классификация уравнений.

#### **лекционное занятие (5 часа(ов)):**

Приведение дифференциальных уравнений в частных производных к каноническому виду. Классификация уравнений. Постановки задач для уравнений гиперболического типа (телеграфные уравнения, колебание мембраны), параболического типа (уравнение теплопроводности), эллиптического типа (потенциальные поля, поля, содержащие заряды уравнения Лапласа и Пуассона). Краевые и начальные условия.

#### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Примеры на приведение дифференциальных уравнений в частных производных к каноническому виду. Решение уравнений для бесконечных проводов, задачи с начальными условиями и с условиями на характеристиках.

### Тема 2. Ряды Фурье по ортогональным системам. Метод Фурье решения задач математической физики.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Примеры ортогональных систем. Ряды Фурье по ортогональным системам. Приближение функций в среднем по отрезку. Метод Фурье решения задач математической физики. Разделение переменных с помощью введения параметра.

#### **лабораторная работа (11 часа(ов)):**

Решение задач с начальными и нулевыми краевыми условиями методом Фурье. Случаи ненулевых краевых условий. Применение разложений в ряды Фурье по тригонометрическим функциям, по функциям Бесселя, по полиномам Лежандра.

### Тема 3. Применение интегральных преобразований. Применение конформных отображений.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Интегральные преобразования Фурье и Бесселя. Решение задачи с начальными условиями для уравнения теплопроводности в случае бесконечного стержня. Интегральное представление в задаче о звуковых колебаниях в пространстве. Интегральное представление решения задач Дирихле и Неймана для круга. Применение конформных отображений в задачах Дирихле и Неймана для плоских областей, отличных от круговых.

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Решение задач математической физики с применением интегральных преобразований и конформных отображений.

### Тема 4. Приближенные методы решений.

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Метод конечных разностей, понятие о методе конечных элементов, метод интегральных уравнений (в теории потенциала).

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Написание контрольной работы по всем темам курса.

**Тема 5. Вероятность события, формулы для определения вероятности.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Вероятности. Полная группа событий. Теоремы сложения вероятностей. Умножение вероятностей независимых событий. Условная вероятность. Формула полной вероятности.

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

Решение задач на вычисление вероятностей событий.

**Тема 6. Случайные величины и примеры их распределений.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Случайные величины. Закон распределения случайной величины. Функция распределения непрерывной и дискретной случайной величины. Плотность распределения непрерывной случайной величины. Числовые характеристики случайной величины. Наиболее важные законы распределения случайной величины: нормальный, Пуассона, биномиальный. Системы случайных величин. Двумерное распределение случайных величин, плотность совместного распределения. Регрессия.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Вычисление числовых характеристик случайных величин для дискретных и непрерывных распределений.

**Тема 7. Статистические аналоги вероятностных формул, доверительные интервалы.**

**лекционное занятие (5 часа(ов)):**

Закон больших чисел. Теорема Чебышева. Основная задача математической статистики. Выборочный метод. Доверительные оценки параметров нормального распределения. Критерий Пирсона проверки гипотезы нормальности распределения. Коэффициент корреляции. Условные распределения вероятностей, регрессии, анализ линейной корреляции по результатам эксперимента. Стохастические процессы в физике. Энтропия.

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Выборочные оценки. Вычисление доверительных интервалов, коэффициентов корреляции.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Постановки задач математической физики. Классификация уравнений.	5	1-2	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
2.	Тема 2. Ряды Фурье по ортогональным системам. Метод Фурье решения задач математической физики.	5	3-4	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Применение интегральных преобразований. Применение конформных отображений.	5	5-7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Приближенные методы решений.	5	8-10	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Вероятность события, формулы для определения вероятности.	6	11-12	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
6.	Тема 6. Случайные величины и примеры их распределений.	6	13-15	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
7.	Тема 7. Статистические аналоги вероятностных формул, доверительные интервалы.	6	16-18	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
	Итого				37	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проводятся лекции и лабораторные занятия и использованием компьютеров. Большая часть материала изучается самостоятельно

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Постановки задач математической физики. Классификация уравнений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Приведение уравнений в частных производных к каноническому виду. Переход к полярным и сферическим координатам в уравнении Лапласа (плоский и пространственный случаи). Начальные условия и условия на характеристиках для уравнений гиперболического типа.

### Тема 2. Ряды Фурье по ортогональным системам. Метод Фурье решения задач математической физики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решений задач математической физики методом Фурье (разделения переменных). Применение ортогональных систем функций, вычисление коэффициентов Фурье. Случаи нулевых и ненулевых краевых условий.

### Тема 3. Применение интегральных преобразований. Применение конформных отображений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задачи распространения тепла в бесконечном стержне с применением интегральных преобразований. Интегральное представление решения задачи о распространении звуковых волн в пространстве. Применение конформных отображений для решений задач Дирихле и Неймана.

#### **Тема 4. Приближенные методы решений.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерное задание: 1 решить уравнение гиперболического типа с начальными условиями, 2 найти распределение электрического потенциала для конечной линии без искажения с изолированными концами по заданному начальному распределению потенциала при отсутствии начального тока.

#### **Тема 5. Вероятность события, формулы для определения вероятности.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач на вычисление вероятностей событий.

#### **Тема 6. Случайные величины и примеры их распределений.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вычисление числовых характеристик случайных величин для дискретных и непрерывных распределений.

#### **Тема 7. Статистические аналоги вероятностных формул, доверительные интервалы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выборочные оценки. Вычисление доверительных интервалов, коэффициентов корреляции.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задач по теории вероятностей на применение формул комбинаторики (непосредственное вычисление вероятности события), формул полной вероятности, схемы Бернулли, вычисление математического ожидания, дисперсии непрерывной, дискретной случайной величины, проверка гипотезы по критерию Пирсона, вычисление доверительного интервала.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Максимальный суммарный балл по результатам тестирования и выполнения индивидуального задания - 30.

Оценка активности студентов во время лабораторных занятий - до 20 баллов.

Максимальный балл на зачете и экзамене - 50

Приложение 1.

Вопросы к зачету по уравнениям математической физики

1. Определение и примеры ортонормальных систем функций.
2. Свойство коэффициентов Фурье, неравенство Бесселя.
3. Ряд Фурье. Тригонометрический ряд Фурье в вещественной и комплексной формах. Сходимость ряда Фурье.
4. Интеграл Фурье. Интегральное преобразование Фурье от производной.
5. Уравнения в частных производных. Введение новых переменных. Лемма.
6. Классификация уравнений в частных производных.
7. Уравнение Лапласа в полярных и сферических координатах.
8. Вывод уравнений колебаний в электрических линиях (телеграфные уравнения).
9. Решение задачи электрических колебаний в бесконечной электрической линии в случае линии без потерь.
10. Решение задачи электрических колебаний в бесконечной электрической линии в случае линии без искажений.



11. Метод Фурье решения задачи электрических колебаний в линии конечной длины, свободной от искажений. Случай изолированного и заземленного концов.
12. Метод Фурье решение задачи электрических колебаний в линии конечной длины, свободной от искажений. Случай двух изолированных концов.
13. Вывод уравнения колебаний мембраны.
14. Решение задачи о колебании прямоугольной мембраны.
15. Решение задачи о колебании круглой мембраны.
16. Функции Бесселя в задачах матем. физики.
17. Вывод уравнения теплопроводности для стержня. Начальные и граничные условия.
18. Метод Фурье для решения задачи о распространении тепла в конечном стержне.
19. Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне.
20. Метод Фурье для решения задачи о распространении тепла в круглой пластине.
21. Задачи, приводящиеся к уравнению Лапласа. Потенциальные поля.
22. Краевые задачи для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле и Неймана для круга методом Фурье.
23. Вывод формулы Пуассона.
24. Решение задачи Неймана для круга методом Фурье.
25. Решение задачи Дирихле для кругового кольца.
26. Решение задачи Дирихле во внешности сферы. Полиномы Лежандра.
27. Радиальные колебания при распространении волн в пространстве.
28. Метод усреднения при распространении волн в пространстве.
29. Метод интегральных преобразований в задаче теплопроводности для бесконечного стержня.

Решение задач по теории вероятностей на применение формул комбинаторики (непосредственное вычисление вероятности события), формул полной вероятности, схемы Бернулли, вычисление математического ожидания, дисперсии непрерывной, дискретной случайной величины, проверка гипотезы по критерию Пирсона, вычисление доверительного интервала.

### 7.1. Основная литература:

- Уравнения математической физики/ Е.А.Широкова, В.А.Сочнева. - Казань. Изд КПФУ, 2010. - 51 с. <URL:[http://z3950.ksu.ru/bcover/0000681305\\_con.pdf](http://z3950.ksu.ru/bcover/0000681305_con.pdf)>. (136 экз.)
- Сочнева В.А. Введение в математическую физику: методическое пособие - Казань: Казанский университет, 2014 - 27 стр. <http://kpfu.ru/portal/docs/F637439068/MatPhys.pdf>
- Заботина Н.П., Низамутдинов Н.М., Тюленева О.Н., Хасанова Н.М. Методические указания по курсу "Теория вероятностей и математическая статистика" - Казань: Казанский государственный университет, 2014, - 101 с  
<http://kpfu.ru/portal/docs/F379638956/Posobie.Tjuleneva.Zabotina.pdf>
- Задачи и упражнения по уравнениям математической физики / Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 96 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-9221-1053-2, 300 экз. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=392891>

### 7.2. Дополнительная литература:

- Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по высшей математике. Ч.1: Тридцать шесть лекций / Дмитрий Письменный. М.: Рольф: Айрис Пресс, 2000. 280с.: схем.. ISBN 5-7836-0311-2: 41.19. (98 экз.)

Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по высшей математике. Ч.2: Тридцать пять лекций / Дмитрий Письменный. ?М.: Рольф: Айрис Пресс, 2000.?252с.: схем..?ISBN 5-7836-0312-0: 41.19. (53 экз.)

Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по высшей математике / Д.Т. Письменный. ?2-е изд., испр..?М.: Айрис-пресс, 2003. Ч.1: Тридцать шесть лекций. ?2003. ?280с.: граф..?ISBN 5-8112-0151-6((Ч.1)).?ISBN 5-8112-0189-3. (77 экз.)

Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по высшей математике / Д.Т. Письменный. ?2-е изд., испр..?М.: Айрис пресс, 2003. Ч.2: Тридцать пять лекций. ?2003. ?252с.: табл., граф..?ISBN 5-8112-0190-7((Ч.2)).?ISBN 5-8112-0189-3. (92 экз.)

Журбенко Л. Н. Математика в примерах и задачах: Учеб. пособие / Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова, Н.В. Никонова, О.М. Дегтярева. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 373 с.<http://znanium.com/bookread.php?book=153685>

Математический анализ в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] / С.В. Злобина, Л.Н. Посицельская. Изд-во: "Физматлит", 2009. - 360 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2377](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2377)

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Интегральные преобразования - <http://umf.kmf.usu.ru/index.php?id=26&id1=0>

Уравнения мат. физики - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/methods/meth-pde.htm>

Функции Бесселя - [www.mat.net.ua/autor/spec/Part1-full-for-Printer.pdf](http://www.mat.net.ua/autor/spec/Part1-full-for-Printer.pdf)

Функции Лежандра - [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/3696/ЛЕЖАНДРА](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3696/ЛЕЖАНДРА)

Численное решение - <http://www.mielt.ru/dir/cat32/subj1594/file1366/view10394.html>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Дополнительные главы математической физики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.03.01 "Геология" и профилю подготовки Геофизика .

Автор(ы):

Широкова Е.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Гурьянов Н.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.