

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**«Теория поля»**

**Специальность**

21.05.03 - «Технологии геологической разведки»

**Специализация**

**«Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных  
ископаемых»**

**квалификация**

**горный инженер-геофизик**

**Грозный – 2019**

## **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является – обобщение полученных ранее студентами сведений о микро- и макро свойствах физических полей используемых в геофизике для дистанционного количественного изучения состава и свойств горных пород.

Задачами изучения дисциплины является ознакомление студентов с основными понятиями общей теории поля; его основными теоремами и уравнениями, вопросы применения этой теории в прикладной геофизике.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения «Теории поля»: высшая математика, общий курс полевой геофизики и дисциплины специализаций по методам разведочной геофизики.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Курс «Теория поля» входит в состав цикла математических и естественнонаучных дисциплин специализаций для подготовки специалистов по специальности «Технологии геологической разведки» и изучается студентами специализации «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» в течение 5 семестра после прохождения курсов «Физика», «Математика (общий курс)».

Для освоения «Теории поля» студент должен обладать устойчивыми знаниями по физике и математике в рамках школьной программы и изучить перечисленные выше дисциплины.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Выпускник по специальности 21.05.03 Технологии геологической разведки с квалификацией инженер геофизик должен обладать следующими компетенциями:

### **а) общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

- пониманием значимости своей будущей специальности, ответственным отношением к своей трудовой деятельности (ОПК-5);

### **б) профессиональными компетенциями (ПК):**

- наличием высокой теоретической и математической подготовки, а также подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических процессов геологической разведки, позволяющим быстро реализовывать научные достижения, использовать современный аппарат математического моделирования при решении прикладных научных задач (ПК-13);
- способностью находить, анализировать и перерабатывать информацию, используя современные информационные технологии (ПК-14);

### **в) профессионально-специализированными компетенциями (ПСК):**

- способностью проводить математическое моделирование и исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами, в том числе стандартными пакетами программ (ПСК-1.9);

С целью получения данной специализации при изучения базовой части цикла обучающийся должен:

**Знать:**

- теорию функций комплексного переменного; гармонический анализ, линейные преобразования, цифровую фильтрацию и теоретические приемы цифровой обработки сигналов – в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом при решении геолого-разведочных задач;
- основные математические закономерности, описывающие поведение статических, стационарных и переменных полей разной физической природы (ОПК-5); (ПК-13); (ПСК-1.9).

**Уметь:**

- применять математические методы теории поля: теории комплексных переменных для решения типовых профессиональных задач;
- рассчитывать параметры статических, стационарных и переменных полей для заданных условий (ОПК-5); (ПК-13); (ПСК-1.9).

**Владеть:**

- способами графического изображения результатов и их грамотного анализа;
- математическими приемами цифровой обработки сигналов (ОПК-5); (ОПК-5); (ПК-14); (ПСК-1.9).

#### 4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
	ОФО	ЗФО	6	6
<b>Контактная работа (всего)</b>	48/1,33	12/0,33	48/1,33	12/0,33
В том числе:				
Лекции	32/0,88	8/0,22	32/0,88	8/0,22
Практические занятия	16/0,44	4/0,11	16/0,44	4/0,11
Семинары				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	60/1,66	96/2,66	60/1,66	96/2,66
В том числе:				
Доклады	25/0,69	41/1,14	25/0,69	41/1,14
Рефераты	25/0,69	41/1,14	25/0,69	41/1,14
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к практическим занятиям	4/0,11	8/0,22	4/0,11	8/0,22
Подготовка к экзамену	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17
<b>Вид отчетности</b>	<b>Экз.</b>	<b>Экз.</b>	<b>Экз.</b>	<b>Экз.</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. часы	Пр. зан. часы	Всего часов
1.	Введение. Содержание дисциплины и ее значение. Связь со смежными дисциплинами	2	2	4
2.	Основные элементы теории поля	6	4	10
3.	Электромагнитное поле	8	4	12
4.	Основные элементы теории упругости	8	4	12
5.	Теория потенциала	8	2	10
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>48</b>

### 5.2. Лекционные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	<b>Введение.</b>	Содержание дисциплины и ее значение. Связь со смежными дисциплинами.
2.	<b>Основные элементы теории поля.</b>	Основные понятия теории поля. Определение поля. Постоянные переменные поля, скалярные и векторные поля. Производные скалярного и векторного полей. Градиент скалярного поля. Дивергенция и ротор векторного поля как объемные производные. Поток векторного поля.
		Основные интегральные теоремы поля. Формула Остроградского-Гаусса для преобразования кратных интегралов, векторная форма записи этой формулы. Формула Стокса и векторная форма ее записи. Формула Грина. Частные случаи основных формул для случая плоских геофизических полей.
		Уравнение поля. Определение векторного поля по его дивергенции и ротору. Частные случаи уравнений векторного поля. Потенциальное и соленоидальное поля. Условия потенциальности и квазипотенциально-сти поля. Скалярный потенциал поля. Уравнение Пуассона и Лапласа. Векторный потенциал вихревого поля. Решение уравнений скалярного и векторного полей.
3.	<b>Электромагнитное поле.</b>	Уравнения магнитного поля, уравнения электрического поля. Законы Кулона и Ома. Законы Био-Савара и Фарадея. Переменное электромагнитное поле. Уравнение Максвелла. Переменное магнитное поле – вихрь электрического поля. Ток смещения. Переменное электрическое поле – вихрь магнитного поля.
		Электромагнитное поле в веществе. Проводники и диэлектрики. Ток проводимости. Поляризация диэлектриков и поляризационный ток. Ток намагничивания. Система уравнения Максвелла в

		веществе.
		Модели электромагнитных полей, используемых в электроразведке. Стационарные и квазистационарные электромагнитные поля. Электро-динамические потенциалы.
		Частные случаи уравнений Максвелла – волновые уравнения, уравнения теплопроводности, уравнения Лапласа и Пуассона. Их применение в геофизике.
4.	<b>Основные элементы теории упругости.</b>	Теория напряжений. Силы массовые и поверхностные. Тензор упругих напряжений и его компоненты.
		Теория деформации. Дилатация – относительное объемное расширение. Представление вектора деформации через скалярный и векторный потенциалы. Энергия упругой деформации.
		Связь между напряжениями и деформациями. Уравнение Гука.
		Распространение свободных сейсмических волн в безграничной среде. Волновые уравнения для продольных и поперечных волн. Вывод формулы Кирхгофа.
		Волны в граничащих полупространствах. Поверхностная волна Рэлея. Волна Лява. Скорости распространения волн в жидкостях и газах.
5.	<b>Теория потенциала.</b>	Поле и потенциал точечного источника, объемных масс, простого слоя, логарифмические потенциалы. Поле и потенциал диполя, двойного слоя, объемного намагниченного тела.
		Задачи Дирихле и Неймана для сферы и плоскости. Функции Грина и Неймана и основные их свойства. Интеграл Пуассона и его применение.
		Полиномы Лежандра или шаровые функции. Их связь с основными видами потенциалом притяжения. Сферические функции.

### 5.3. Лабораторный практикум

Не предусмотрены учебным планом.

### 5.4. Практические занятия (семинары)

#### Практические занятия, их содержание

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	<b>Введение</b>	Решение уравнений скалярного и векторного полей
2.	<b>Основные элементы теории поля</b>	Решение задач векторной и тензорной алгебры
3.	<b>Электромагнитное поле</b>	Вычисление полей элементарных источников и вихрей
4.	<b>Основные элементы теории упругости</b>	Решение уравнений стационарного электромагнитного поля
5.	<b>Теория потенциала</b>	Анализ систем уравнений Максвелла в вакууме и веществе

## **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

### **Темы для самостоятельного изучения**

1. Основные понятия теории поля?
2. Скалярное поле?
3. Поверхности и линии уровня?
4. Производная по направлению?
5. Градиент скалярного поля и его свойства?
6. Векторное поле?
7. Векторные линии поля?
8. Поток поля?
9. Дивергенция поля. Формула Остроградского-Гаусса?
10. Циркуляция поля?
11. Ротор поля. Формула Стокса?
12. Оператор Гамильтона?

### **Темы для рефератов и докладов**

1. Векторные дифференциальные операции первого порядка?
2. Векторные дифференциальные операции второго порядка?
3. Некоторые свойства основных классов векторных полей?
4. Соленоидальное поле?
5. Потенциальное поле?
6. Гармоническое поле?
7. Распространение свободных сейсмических волн в безграничной среде?
8. Волновые уравнения для продольных и поперечных волн?
9. Вывод формулы Кирхгофа?
10. Волны в граничащих полупространствах?
11. Поверхностная волна Рэлея. Волна Лява?
12. Скорости распространения волн в жидкостях и газах?
13. Электромагнитное поле?
14. Уравнения магнитного поля, уравнения электрического поля?

### **Рекомендуемая литература**

1. Альпин Л.М., Даев Д.С., Каринский А.Д. Теория полей, применяемых в разведочной геофизике». М., "Недра", 1985.
2. Денисов А.А.. Основы теории отражения движения (ТОД). – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2004 – 40 с.
3. Денисов А.А.. Основы электромагнетизма. – Ростов-Дон.: РЮИ. 2000. – 36 с.
4. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Математический анализ. М.: Наука, 1999.
5. Кудрявцев Ю. И. Теория поля и ее применение в геофизике. М., "Недра", 1988.
6. Титаренко В.И., Выск Н.Д. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Теория поля. М.: МАТИ, 2006.
7. Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление: Учебник. 5-е изд. – М., Едиториал УРСС, 2002.

## **7. Оценочные средства**

## Вопросы к 1<sup>ой</sup> рубежной аттестации

1. Содержание дисциплины и ее значение. Связь со смежными дисциплинами?
2. Основные элементы теории поля?
3. Основные понятия теории поля?
4. Определение поля?
5. Постоянные переменные поля, скалярные и векторные поля?
6. Производные скалярного и векторного полей?
7. Градиент скалярного поля?
8. Дивергенция и ротор векторного поля как объемные производные?
9. Поток векторного поля?
10. Основные интегральные теоремы поля?
11. Формула Остроградского-Гаусса для преобразования кратных интегралов, векторная форма записи этой формулы?
12. Формула Стокса и векторная форма ее записи?
13. Формула Грина?
14. Частные случаи основных формул для случая плоских геофизических полей?
15. Уравнение поля?
16. Определение векторного поля по его дивергенции и ротору?
17. Частные случаи уравнений векторного поля?
18. Потенциальное и соленоидальное поля?
19. Условия потенциальности и квазипотенциальности поля?
20. Скалярный потенциал поля?
21. Уравнение Пуассона и Лапласа?
22. Векторный потенциал вихревого поля?
23. Решение уравнений скалярного и векторного полей?

*Образец экзаменационного билета*

Грозненский государственный нефтяной технический университет

**Аттестационный билет №** \_\_

Дисциплина: **Теория поля**

Факультет: **ИНГ** специальность: **НИ-**\_\_ -\_\_ семестр: \_\_\_\_\_

1. Основные понятия теории поля?
2. Градиент скалярного поля?

---

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Ст.преп. кафедры «ПГиГ» \_\_\_\_\_

## Вопросы ко 2<sup>ой</sup> рубежной аттестации

1. Электромагнитное поле. Уравнения магнитного поля, уравнения электрического поля?
2. Законы Кулона и Ома?
3. Законы Био-Савара и Фарадея?
4. Переменное электромагнитное поле?
5. Уравнение Максвелла?
6. Переменное магнитное поле – вихрь электрического поля?
7. Ток смещения?

8. Переменное электрическое поле – вихрь магнитного поля?
9. Электромагнитное поле в веществе?
10. Проводники и диэлектрики?
11. Ток проводимости?
12. Поляризация диэлектриков и поляризационный ток?
13. Ток намагничивания?
14. Система уравнения Максвелла в веществе?
15. Модели электромагнитных полей, используемых в электроразведке?
16. Стационарные и квазистационарные электромагнитные поля?
17. Электродинамические потенциалы?
18. Частные случаи уравнений Максвелла – волновые уравнения, уравнения теплопроводности, уравнения Лапласа и Пуассона. Их применение в геофизике?
19. Основные элементы теории упругости. Теория напряжений?
20. Силы массовые и поверхностные?
21. Тензор упругих напряжений и его компоненты?
22. Теория деформации. Дилатация – относительное объемное расширение?
23. Представление вектора деформации через скалярный и векторный потенциалы. Энергия упругой деформации?

*Образец экзаменационного билета*

Грозненский государственный нефтяной технический университет

**Аттестационный билет № \_\_\_**

Дисциплина: **Теория поля**

Факультет: **ИНГ** специальность: **НИ-\_\_-\_\_** семестр: \_\_\_\_\_

1. Основные понятия теории поля?
2. Градиент скалярного поля?

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Ст.пр. кафедры «ПГиГ» \_\_\_\_\_

### Вопросы к экзамену

1. Содержание дисциплины и ее значение. Связь со смежными дисциплинами?
2. Электродинамические потенциалы?
3. Дивергенция и ротор векторного поля как объемные производные?
4. Волновые уравнения для продольных и поперечных волн?
5. Частные случаи основных формул для случая плоских геофизических полей?
6. Ток проводимости?
7. Переменное магнитное поле – вихрь электрического поля?
8. Формула Остроградского-Гаусса для преобразования кратных интегралов, векторная форма записи этой формулы?
9. Связь между напряжениями и деформациями?
10. Градиент скалярного поля?
11. Электромагнитное поле в веществе?
12. Постоянные переменные поля, скалярные и векторные поля?
13. Определение векторного поля по его дивергенции и ротору?
14. Тензор упругих напряжений и его компоненты?
15. Производные скалярного и векторного полей?

16. Распространение свободных сейсмических волн в безграничной среде?
17. Частные случаи уравнений векторного поля?
18. Волны в граничащих полупространствах?
19. Решение уравнений скалярного и векторного полей?
20. Переменное электромагнитное поле?
21. Основные понятия теории поля?
22. Уравнения магнитного поля, уравнения электрического поля?
23. Уравнение Пуассона и Лапласа?
24. Модели электромагнитных полей, используемых в электроразведке?
25. Основные элементы теории поля?
26. Поверхностная волна Рэлея. Волна Лява?
27. Законы Кулона и Ома?
28. Поляризация диэлектриков и поляризационный ток?
29. Условия потенциальности и квазипотенциальности поля?
30. Скорости распространения волн в жидкостях и газах?
31. Переменное электрическое поле – вихрь магнитного поля?
32. Уравнение Гука?
33. Представление вектора деформации через скалярный и векторный потенциалы. Энергия упругой деформации?
34. Проводники и диэлектрики?
35. Скалярный потенциал поля?
36. Уравнение Максвелла?
37. Система уравнения Максвелла в веществе?
38. Стационарные и квазистационарные электромагнитные поля?
39. Потенциальное и соленоидальное поля?
40. Формула Стокса и векторная форма ее записи?

*Образец экзаменационного билета*

Грозненский государственный нефтяной технический университет

**БИЛЕТ №** \_\_

Дисциплина: **Теория поля**

Факультет: **ИНГ** специальность: **НИ-**\_\_-\_\_ семестр: \_\_\_\_\_

3. Основные понятия теории поля?
4. Градиент скалярного поля?

---

**«Утверждаю»**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Зав. кафедрой «ПГиГ» \_\_\_\_\_

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Литература

#### а) основная:

1. Булах Б.Г., Шуман В.Н. Основы векторного анализа и теория поля. Учебное пособие. Киев: Наукова думка, 1998. (библиотека каф.)
2. Керимов И.А. Метод F-аппроксимации при решении задач гравиметрии и магнитометрии. ФИЗМАТЛИТ, 2011.(библиотека ГГНТУ)
3. Серкерев С.А. Теория гравитационного и магнитного потенциалов. Учебник. М.: Недра, 1989.(библиотека каф.)

4. Кудрявцев Ю.И. Теория поля и ее применение в геофизике. Учебник. Л.: Недра, 1988.- 335 с.
5. Путиков О.Ф. Лекции по теории поля (электронный вариант). СПГГИ. 2009.
6. Путиков О.Ф., Горбунова В.А. Теория поля. Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 130201. С.-Петербург: РИЦ СПГГИ, 2010.-31 с.
7. Папоротная А.А. Геолого-геофизическое моделирование разрабатываемых залежей. Лабораторный практикум, Северо-Кавказский федеральный университет, 2016, (ЭБС IPRbooks)

**б) дополнительная:**

1. Кауфман А.А. Введение в теорию геофизических методов. Ч.1. Гравитационные, электрические и магнитные поля/ пер. с англ. – Ред. Бердичевский М.Н. – М.: Недра, 1997.-520 с. (библиотека каф.)
2. Кауфман А.А. Введение в теорию геофизических методов. Ч.2. Электромагнитные поля/ пер. с англ. – Ред. Бердичевский М.Н. – М.: Недра, 2000.-483 с.
3. Жданов М.С. Теория обратных задач и регуляризация в геофизике/ пер. с англ. – М.: Научный мир, 2007.-712 с.( библиотека каф.)
4. Алексеев А.С., Глинский Б.М., Ковалевский В.В. Методы решения прямых и обратных задач сейсмологии, электромагнетизма и экспериментальные исследования в проблемах изучения геодинамических процессов в коре и верхней мантии Земли, Сибирское отделение РАН, 2010, (ЭБС IPRbooks)

**в) программное обеспечение:**

Microsoft Office, Matlab, Mathcad.

**г) Интернет ресурсы:**

<http://www.geokniga.org/books/6822>

[www.geokniga.org](http://www.geokniga.org)

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

Специализированная аудитория для проведения лекционных занятий. Компьютерный класс с необходимым программным обеспечением и мультимедийным проектором.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Ст. преп. кафедры "Прикладная  
геофизика и геоинформатика"

/ Гацаева С.С.-А./

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой «ПГ и Г»

/ Эльжаев А.С./

Директор ДУМР

/ Магомаева М.А./