

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
“КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Институт географии, геологии, туризма и сервиса
Кафедра геофизических методов поисков и разведки

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе,
качеству образования —
первый проректор

Г. А. Хагуров

“ 23 ” мая 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.10.01 ТЕОРИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Специальность 21.05.03 “Технология геологической разведки”

Специализация “Геофизические методы поиска и разведки месторождений
полезных ископаемых”

Квалификация (степень) выпускника: горный инженер-геофизик

Форма обучения: очная

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Теория геофизических полей» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №977 от 12.08.2020 г.

Программу составил:

Захарченко Е.И., канд. техн. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки




Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры геофизических методов поисков и разведки

«22» 04 2022 г.

Протокол № 9

И.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки, канд. техн. наук, доцент



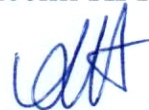
Захарченко Е.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебно-методической комиссии Института географии, геологии, туризма и сервиса

«23» 05 2022 г.

Протокол № 5

Председатель учебно-методической комиссии ИГГТиС,
канд. геогр. наук, доцент



Филобок А.А.

Рецензенты:

Курочкин А.Г., канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры геофизических методов поисков и разведки

Шкирман Н.П., канд. геол.-мин. наук, руководитель группы обработки и интерпретации ООО «Краснодарспецгеофизика»

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины

Геофизические методы решения геологических и других задач основаны на исследовании физических полей (гравитационного, магнитного, электромагнитного и др.), которые отражают свойства и строение изучаемых объектов. Таким образом, очевидно, что дисциплина «Теория геофизических полей» является теоретическим фундаментом всех геофизических методов.

Целями изучения дисциплины «Теория геофизических полей» являются получение студентами знаний о фундаментальных свойствах физических полей, применяемых в геофизике, об особенностях их пространственной и временной структуры; применение математического аппарата теории геофизических полей: алгебры физических величин, дифференцирования и интегрирования физических полей, криволинейных координатных систем; исследования возбудителей, уравнений и потенциалов полей.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Задачи освоения дисциплины «Теория геофизических полей»:

— дать студентам сведения о способах построения систем дифференциальных уравнений для описания полей разного вида;

— научить методам расчета характеристик полей по заданным источникам (решение “прямых” задач теории поля);

— дать представление о математической постановке и путях решения задач определения характеристик источников поля по заданному (измеренному) физическому полю (решение “обратных” задач теории поля).

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу специалитета, являются горные породы и геологические тела в земной коре, горные выработки.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория геофизических полей» введена в учебные планы подготовки специалиста (специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки») согласно ФГОС ВО цикла Б1, вариативная часть (Б1.В), индекс дисциплины согласно ФГОС — Б1.В.10.01, читается в пятом семестре.

Дисциплина предусмотрена основной образовательной программой (ООП) КубГУ в объеме 4 зачетных единиц (144 часа, итоговый контроль — экзамен).

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине <i>(знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))</i> |
|--|--|
| ПК-1. Способен управлять процессом обработки и интерпретации наземных геофизических данных | |
| ИПК-1.1. Управление разработкой перспективных планов в области обработки и интерпретации наземных геофизических данных | Знает основные понятия теории поля и используемые экспериментальные законы |
| | Умеет применять математические методы теории поля |
| | Владеет навыками проектирования отдельных вычислительных методов для решения поставленных геологических задач |
| ИПК-1.2. Руководство производственно-технологическим процессом обработки и интерпретации наземных геофизических данных | Знает основные закономерности физических полей (гравитационного, магнитного, электрического, электромагнитного, сейсмического, теплового), существующих в сплошной среде; |
| | Умеет математически описать физическое поле, создаваемое различными возбудителями |
| | Владеет методами численного расчета геофизических полей с применением современного вычислительного программного обеспечения; |
| ИПК-1.3. Совершенствование производственно-технологического процесса обработки и интерпретации наземных геофизических данных | Знает способы графического изображения результатов теории геофизических полей |
| | Умеет применять методы обработки информации и интерпретации материалов геофизических исследований, как в пространственно-временной, так и в спектральной областях |
| | Владеет способностью обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлением результатов работы, обоснованием предложенных решений на высоком научно-техническом и профессиональном уровне |
| ПК-2. Способен анализировать и интерпретировать геолого-геофизическую информацию с учетом имеющегося мирового опыта, используя современные информационные технологии | |
| ИПК-2.1. Владеет способностью использовать современные информационные технологии | Знает основные математические закономерности, описывающие поведение статических, стационарных и переменных полей разной физической природы |

| Код и наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)) |
|---|---|
| | <p>Умеет рассчитывать параметры статических, стационарных и переменных полей для заданных условий</p> <p>Владеет навыками решения типовых задач на вычисление числовых характеристик векторного поля и других простейших задач в области теории поля</p> |
| ИПК-2.2. Способен анализировать и интерпретировать геолого-геофизическую информацию с учетом имеющегося мирового опыта | <p>Знает методы постановки и способы решения математически некорректных обратных задач теории геофизических полей</p> <p>Умеет выполнять математическое моделирование физических полей</p> <p>Владеет методами определения параметров источников поля по его заданным характеристикам</p> |
| ПК-3. Способен решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов | |
| ИПК-3.1. Владеет теоретическими, методическими и алгоритмическими основам создания новейших технологических геофизических процессов | <p>Знает основные математические закономерности, описывающие поведение статических, стационарных и переменных полей разной физической природы</p> <p>Умеет выполнять математическое моделирование физических полей</p> <p>Владеет навыками решения типовых задач на вычисление числовых характеристик векторного поля и других простейших задач в области теории поля</p> |
| ИПК-3.2. Владеет способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики | <p>Знает математические модели физических явлений при изучении земной коры</p> <p>Умеет решать прямые и обратные задачи геофизики</p> <p>Владеет способами решения прямых и обратных (некорректных) задач геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов</p> |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Виды работ | | Всего часов | Форма обучения |
|---|--------------------------------------|-------------|------------------|
| | | | очная |
| | | | 5 семестр (часы) |
| Контактная работа, в том числе: | | 68,3 | 68,3 |
| Аудиторные занятия (всего): | | | |
| занятия лекционного типа | | 34 | 34 |
| лабораторные занятия | | - | - |
| практические занятия | | 34 | 34 |
| Иная контактная работа: | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 5 | 5 |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,3 | 0,3 |
| Самостоятельная работа, в том числе: | | 35 | 35 |
| Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.). Подготовка к текущему контролю | | 35 | 35 |
| Контроль: | | | |
| Подготовка к экзамену | | 35,7 | 35,7 |
| Общая трудоёмкость | час. | 144 | 144 |
| | в том числе контактная работа | 68,3 | 68,3 |
| | зач. ед. | 4 | 4 |

2.2. Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре.

| № раздела | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|-----------|------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеаудиторная работа СР |
| | | | Л | ЛР | ПЗ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Основы векторного исчисления | 21 | 7 | — | 7 | 7 |
| 2 | Поле и его потенциалы | 22 | 8 | — | 6 | 8 |
| 3 | Основы электродинамики | 20 | 6 | — | 8 | 6 |
| 4 | Упругие колебания | 19 | 6 | — | 6 | 7 |

| | | | | | | |
|---|--|-----|---|---|---|---|
| 5 | Спектральные представления в теории поля | 21 | 7 | — | 7 | 7 |
| | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 5 | | | | |
| | Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,3 | | | | |
| | Общая трудоемкость по дисциплине | 144 | | | | |

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1. Занятия лекционного типа

Принцип построения программы — модульный, базирующийся на выделении крупных разделов программы — модулей, имеющих внутреннюю взаимосвязь и направленных на достижение основной цели преподавания дисциплины. В соответствии с принципом построения программы и целями преподавания дисциплины курс «Теория геофизических полей» содержит 5 модулей, охватывающих основные разделы (темы).

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице.

| № раздела | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|-----------|------------------------------|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Основы векторного исчисления | Линейная зависимость векторов. Разложение вектора по базису. Преобразование компонент вектора при смене базиса. Скалярное и векторное произведения векторов. Смешанное и двойное векторное произведения векторов. Понятие тензора. Линейное преобразование векторов. Основные правила матричной алгебры. Градиент скалярного поля. Производная скалярного и векторного полей по направлению. Дивергенция и ротор векторного поля. Вторые производные, лапласиан. Оператор Гамильтона, основные формулы дифференцирования. Поток скалярного поля. Скалярный и векторный потоки векторного поля. Циркуляция векторного поля. Векторные формулировки теорем Остроградского-Гаусса и Стокса. Градиент, дивергенция и ротор как объёмные производные. Формулы Грина. Сферические и цилиндрические системы координат | УО, КР Т |
| 2 | Поле и его потенциалы | Условия существования поля. Определение векторного поля по его дивергенции и ротору. Источники и вихри поля. Гидродинамическая интерпретация. | УО, КР, ДКР, Т |

| № раздела | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|-----------|-------------------------------|---|-------------------------|
| | | <p>Безвихревые и вихревые поля. Скалярный и векторный потенциалы. Потенциальное и соленоидальное поля. Лапласово поле. Графическое изображение поля. Уровенные поверхности, уровенные слои, векторные линии и трубки. Статическое поле. Точечный и дипольный источники. Линейные источники, логарифмический потенциал. Простой и двойной слои. Объёмные источники и их поляризация. Линейный вихрь. Поверхностный и объёмный вихри. Формула Пуассона. Основные модели (поле кольца, диска, плоского слоя, сферического слоя, сферы). Непрерывность поля и потенциала и её нарушения. Уравнение Пуассона. Прямые и обратные задачи. Задачи Дирихле и Неймана. Функция Грина. Гравитационное, электрическое и магнитостатическое поля. Энергия</p> | |
| 3 | <p>Основы электродинамики</p> | <p>Источники и вихри переменного электромагнитного поля. Электромагнитное поле в свободном пространстве. Фундаментальная система уравнений электродинамики Максвелла. Поле в веществе. Вещественные уравнения. Свободные и связанные заряды. Токи проводимости, смещения, намагничивания, поляризационный ток. Уравнение непрерывности, материальные уравнения. Изотропные и анизотропные среды. Постоянное электрическое и магнитное поля, их уравнения. Переменное электромагнитное поле, его уравнения. Гармонические колебания поля, комплексная проводимость, комплексные векторы поля. Квазистационарное приближение. Принцип взаимности. Фиктивные магнитные токи. Электродинамические потенциалы электрического и магнитного типа. Уравнение Гельмгольца. Граничные условия. Принцип излучения и поглощения. Закон сохранения энергии в электромагнитном поле. Электрический и магнитный диполи в безграничной однородной среде. Ближняя (квазистатическая) и дальняя (волновая) зоны. Сферические волны. Плоские волны. Импеданс. Скин-эффект. Становление электромагнитного поля в проводящей среде. Понятие краевых задач электродинамики.</p> | <p>УО, КР, ДКР</p> |

| № раздела | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|-----------|--|--|-------------------------|
| | | Функция Грина для уравнения Гельмгольца. Методы решения (разделение переменных, интегральные уравнения). Прямые и обратные задачи электродинамики | |
| 4 | Упругие колебания | Деформация и напряжения в упругой среде. Закон Гука. Модуль всестороннего сжатия, модуль сдвига и коэффициент Пуассона. Упругие волны в изотропной среде. Скалярное и векторное волновые уравнения. Поперечные и продольные волны, их скорости. Параметры Ляме. Граничные условия. Отражение упругих волн от плоской границы. Обменные волны. Поверхностные волны, волны Рэлея, волны Лява, волны Стоунли, трубные волны. Идея лучевой сейсмологии | УО, КР |
| 5 | Спектральные представления в теории поля | Фурье-преобразование функции одной переменной. Спектральная плотность энергии. Амплитудный и фазовый спектры. Теорема о свёртке и её следствия. Теорема Котельникова. Временные и пространственные спектры. Фурье-преобразование функции нескольких переменных. Пространственно-временные гармоники поля. Фильтрация поля. Стохастический подход к анализу поля | УО, КР |

Форма текущего контроля — устный опрос (УО), контрольная работа (КР). вопросов тестового контроля (Т), домашняя контрольная работа (ДКР).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.2. Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

Перечень практических занятий по дисциплине “Теория геофизических полей” приведен в таблице.

| № раздела | Наименование раздела (темы) | Тематика практических занятий | Форма текущего контроля |
|-----------|------------------------------|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Основы векторного исчисления | Расчет градиента скалярной функции | КР-1 |
| | | Расчет дивергенции и ротации векторного поля | КР-2 Т-1 |

| № раздела | Наименование раздела (темы) | Тематика практических занятий | Форма текущего контроля |
|-----------|--|--|-------------------------|
| | | Расчет параметров векторного поля | КР-3, УО-1 |
| 2 | Поле и его потенциалы | Расчет потенциала электростатического поля | КР-4 |
| | | Расчет магнитного поля намагниченного шара | КР-5 |
| | | Расчет потенциала и напряженности гравитационного поля | КР-6 Т-2 |
| | | Расчет потенциала электростатического поля | ДКР-1, УО-2 |
| 3 | Основы электродинамики | Расчет потенциала и напряженности электрического поля | КР-7 |
| | | Расчет зависимости амплитуды электрического поля от глубины проникновения плоской электромагнитной волны | КР-8 |
| | | Расчет скин-эффекта | ДКР-2, УО-3 |
| 4 | Упругие колебания | Решение волнового уравнения для сферических волн. | КР-9, УО-4 |
| 5 | Спектральные представления в теории поля | Расчет Фурье-преобразования функции | КР-10 |
| | | Расчет амплитудного и фазового спектров | КР-11, УО-5 |

Форма текущего контроля — устный опрос (УО-1 — УО-5), защита контрольных работ (КР-1 — КР-11), вопросы тестового контроля (Т-1 — Т-2), домашних контрольных работ (ДКР-1 — ДКР-2).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине «Теория геофизических полей» не предусмотрены.

2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю) приведен в таблице.

| № | Вид СР | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|--------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | СР | Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине “Теория геофизических полей”, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2021 г. |
| 2 | Контрольная работа | Методические рекомендации по выполнению контрольных работ, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2021 г. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Общим вектором изменения технологий обучения должны стать активизация студента, повышение уровня его мотивации и ответственности за качество освоения образовательной программы.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Теория геофизических полей» используются следующие образовательные технологии, приемы, методы и активные формы обучения:

1) разработка и использование активных форм лекций (в том числе и с применением мультимедийных средств):

- а) проблемная лекция;
- б) лекция-визуализация;
- в) лекция с разбором конкретной ситуации.

- 2) разработка и использование активных форм практических работ:
- а) практическая работа с разбором конкретной ситуации;
 - б) бинарное занятие.

В сочетании с внеаудиторной работой в активной форме выполняется также обсуждение контролируемых самостоятельных работ (КСР).

В процессе проведения лекционных занятий и практических работ практикуется широкое использование современных технических средств (проекторы, интерактивные доски, Интернет). С использованием Интернета осуществляется доступ к базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Теория геофизических полей».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольной работы, домашняя контрольная работа, устного опроса, рефератов, тестов и промежуточной аттестации в форме вопросов к экзамену.

| № | Код и наименование индикатора | Результаты обучения | Наименование оценочного средства | |
|----|--|--|----------------------------------|---------------------------|
| | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1. | ИПК-1.1. Управление разработкой перспективных планов в области обработки и интерпретации наземных геофизических данных | Знает основные понятия теории поля и используемые экспериментальные законы | КР-1 | Вопросы на экзамене 1-5 |
| 2. | | Умеет применять математические методы теории поля | КР-2 | Вопросы на экзамене 6-11 |
| 3. | | Владет навыками проектирования отдельных вычислительных методов для решения поставленных геологических задач | КР-3 | Вопросы на экзамене 12-18 |
| 4. | ИПК-1.2. Руководство производственно-технологическим процессом обработки и интерпретации | Знает основные закономерности физических полей (гравитационного, магнитного, | КР-4 | Вопросы на экзамене 19-24 |

| | | | | |
|-----|--|--|-------|---------------------------|
| | наземных геофизических данных | электрического, электромагнитного, сейсмического, теплового), существующих в сплошной среде; | | |
| 5. | | Умеет математически описать физическое поле, создаваемое различными возбудителями | КР-5 | Вопросы на экзамене 25-30 |
| 6. | | Владеет методами численного расчета геофизических полей с применением современного вычислительного программного обеспечения; | КР-6 | Вопросы на экзамене 31-36 |
| 7. | | Знает способы графического изображения результатов теории геофизических полей | ДКР-1 | Вопросы на экзамене 37-41 |
| 8. | ИПК-1.3. Совершенствование производственно-технологического процесса обработки и интерпретации наземных геофизических данных | Умеет применять методы обработки информации и интерпретации материалов геофизических исследований, как в пространственно-временной, так и в спектральной областях | Р | Вопросы на экзамене 42-47 |
| 9. | | Владеет способностью обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлением результатов работы, обоснованием предложенных решений на высоком научно-техническом и профессиональном уровне | УО-2 | Вопросы на экзамене 48-50 |
| 10. | ИПК-2.1. Владеет способностью использовать современные информационные технологии | Знает основные математические закономерности, описывающие поведение статических, стационарных и переменных полей разной физической природы | КР-7 | Вопросы на экзамене 51-53 |
| 11. | | Умеет рассчитывать параметры статических, стационарных и | КР-8 | Вопросы на экзамене 54-58 |

| | | | | |
|-----|---|---|-------|-----------------------------|
| | | переменных полей для заданных условий | | |
| 12. | | Владеет навыками решения типовых задач на вычисление числовых характеристик векторного поля и других простейших задач в области теории поля | ДКР-2 | Вопросы на экзамене 59-64 |
| 13. | ИПК-2.2. Способен анализировать и интерпретировать геолого-геофизическую информацию с учетом имеющегося мирового опыта | Знает методы постановки и способы решения математически некорректных обратных задач теории геофизических полей | УО-3 | Вопросы на экзамене 65-70 |
| 14. | | Умеет выполнять математическое моделирование физических полей | Р | Вопросы на экзамене 71-75 |
| 15. | | Владеет методами определения параметров источников поля по его заданным характеристикам | КР-9 | Вопросы на экзамене 76-80 |
| 16. | ИПК-3.1. Владеет теоретическими, методическими и алгоритмическими основам создания новейших технологических геофизических процессов | Знает основные математические закономерности, описывающие поведение статических, стационарных и переменных полей разной физической природы | Р | Вопросы на экзамене 81-85 |
| 17. | | Умеет выполнять математическое моделирование физических полей | УО-4 | Вопросы на экзамене 86-90 |
| 18. | | Владеет навыками решения типовых задач на вычисление числовых характеристик векторного поля и других простейших задач в области теории поля | КР-10 | Вопросы на экзамене 91-96 |
| 19. | ИПК-3.2. Владеет способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики | Знает математические модели физических явлений при изучении земной коры | Р | Вопросы на экзамене 97-100 |
| 20. | | Умеет решать прямые и обратные задачи геофизики | КР-11 | Вопросы на экзамене 101-104 |

| | | | | |
|-----|--|--|------|-----------------------------|
| 21. | | Владеет способами решения прямых и обратных (некорректных) задач геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов | УО-5 | Вопросы на экзамене 105-108 |
|-----|--|--|------|-----------------------------|

4.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

К формам письменного контроля относится *контрольная работа*.
Перечень контрольных работ приведен ниже.

Контрольная работа 1. Расчет градиента скалярной функции.

Контрольная работа 2. Расчет дивергенции и ротации векторного поля.

Контрольная работа 3. Расчет параметров векторного поля.

Контрольная работа 4. Расчет потенциала электростатического поля.

Контрольная работа 5. Расчет магнитного поля намагниченного шара.

Контрольная работа 6. Расчет потенциала и напряженности гравитационного поля.

Контрольная работа 7. Расчет потенциала и напряженности электрического поля.

Контрольная работа 8. Расчет зависимости амплитуды электрического поля от глубины проникновения плоской электромагнитной волны.

Контрольная работа 9. Решение волнового уравнения для сферических волн.

Контрольная работа 10. Расчет Фурье-преобразования функции.

Контрольная работа 11. Расчет амплитудного и фазового спектров.

Критерии оценки контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их

выполнения, а также правильно выполняет расчеты контрольной работы: а именно расчёт искомых величин, расчёт погрешностей к этим величинам, построение графиков, объяснение полученных результатов и графиков;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, в расчетной части контрольной работы допускает существенные ошибки, затрудняется объяснить расчетную часть, а также неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно.

К формам контроля самостоятельной работы студента относится *домашняя контрольная работа*, одна из форм контроля уровня знаний студента и ориентирования его в вопросах, ограниченных объемом учебной тематики.

Цели домашней контрольной работы:

— углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания студентов;

— проверить степень усвоения одной темы или вопроса;

— выработать у студента умения и навыки самостоятельной обработки материала.

Перечень домашних контрольных работ приведен ниже.

Домашняя контрольная работа 1. Расчет потенциала электростатического поля.

Домашняя контрольная работа №2. Расчет скин-эффекта.

Критерии оценки домашних контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если выполнено не менее 60% заданий варианта, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, если он не справился с заданием (выполнено менее 60% задания), не раскрыто основное содержание работы, имеются грубые ошибки в освещении вопросов, в решении задач, а так же если работа выполнена не самостоятельно.

Устный опрос — наиболее распространенный метод контроля знаний студентов.

Вопросы для проведения устного опроса приведены ниже.

Вопросы устного опроса по разделу №1 “Основы векторного исчисления”.

1. Сложение и умножение векторов.
2. Матрицы, действия над матрицами.
3. Переход от одного базиса к другому.
4. Преобразование компонент вектора при смене базисов.

5. Тензор, линейные векторные функции векторного аргумента.
 6. Дифференцирование скалярного поля, производная поля по направлению.
 7. Дифференцирование векторного поля.
 8. Градиент скалярного поля.
 9. Дивергенция поля.
 10. Ротор поля.
 11. Вторые производные скалярных и векторных полей, лапласиан.
 12. Понятие криволинейных координат, коэффициенты Ламэ.
- Вопросы устного опроса по разделу №2 “Поле и его потенциалы”.*
1. Градиент скалярного поля в криволинейной системе координат.
 2. Дивергенция векторного поля в криволинейной системе координат.
 3. Ротор в криволинейной системе координат.
 4. Лапласиан скалярного поля в криволинейной системе координат.
 5. Цилиндрическая система координат.
 6. Сферическая система координат.
 7. Гармоническая функция, лемма об её регулярности на бесконечности, теорема о тождественном нуле.
 8. Теоремы единственности определения скалярной и векторной функции.
 9. Скалярные возбудители поля.
 10. Векторные возбудителя поля.
 11. Классификация полей.
 12. Изображение скалярного поля.
 13. Графическое изображение векторного поля.
 14. Безвихревое векторное поле в графическом изображении.
 15. Вихревое поле в графическом изображении.
 16. Поле точечного источника.
 17. Поле дипольного источника.
 18. Линейный источник, поле однородного прямолинейного источника.
 19. Бесконечный однородный прямолинейный источник.
 20. Поверхностный источник.
 21. Непрерывность поля и потенциала и её нарушения.
 22. Гравитационное, электрическое и магнитостатическое поля.
 23. Электромагнитное поле в свободном пространстве.
- Вопросы устного опроса по разделу №3 “Основы электродинамики”.*
1. Фундаментальная система уравнений электродинамики Максвелла.
 2. Постоянное электрическое и магнитное поля, их уравнения.

3. Переменное электромагнитное поле, его уравнения.
4. Электродинамические потенциалы электрического и магнитного типа.
5. Уравнение Гельмгольца.
6. Закон сохранения энергии в электромагнитном поле.
7. Сферические волны. Плоские волны.
8. Импеданс.
9. Скин-эффект.
10. Становление электромагнитного поля в проводящей среде.
11. Прямые и обратные задачи электродинамики.

Вопросы устного опроса по разделу №4 “Упругие колебания”.

1. Деформация и напряжения в упругой среде.
2. Скалярное волновое уравнение.
3. Векторное волновое уравнение.
4. Отражение упругих волн от плоской границы.

Вопросы устного опроса по разделу №5 “Спектральные представления в теории поля”.

1. Фурье-преобразование функции одной переменной.
2. Амплитудный и фазовый спектры.
3. Теорема о свёртке и её следствия.
4. Временные и пространственные спектры.
5. Фурье-преобразование функции нескольких переменных.
6. Фильтрация поля.

Критерии оценки защиты устного опроса:

— оценка “зачтено” ставится, если студент достаточно полно отвечает на вопрос, развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа, демонстрирует знание специальной литературы и дополнительных источников информации;

— оценка “не зачтено” ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий.

К формам письменного контроля относится тестирование.

Тест №1.

| № п/п | Тестовые задания (к каждому заданию дано несколько вариантов ответов, из которых один и более является правильным. Выберите правильный ответ и обведите его кружком) |
|----------|---|
| 1 | Вставьте пропущенное слово: _____ - функция точки, ставящая в соответствие в каждой точке пространства определенное число. 1. тензор; 2. скаляр; |

| | |
|---|---|
| | 3. вектор; 4. градиент. |
| 2 | Продолжите утверждение: Тензор – это ____ 1. функция точки, ставящая в соответствие в каждой точке пространства определенное число; 2. функция точки, которая ставит в соответствие в каждой точке пространства определенное направление; 3. функция точки пространства, которая к заданному в этой точке вектору, ставит в соответствие другой вектор; 4. все утверждения не верны. |
| 3 | Каким видом поля можно охарактеризовать поле температур? 1. скалярным; 2. векторным; 3. тензорным; 4. градиентным. |
| 4 | Упругие колебания в твердом теле образуют поле: 1. скалярное; 2. векторное; 3. градиентное; 4. тензорное. |
| 5 | Вставьте пропущенное слово: Неограниченная или ограниченная часть пространства, точкам которой отнесены по некоторому закону численные значения какой-либо скалярной величины называют _____ полем. 1. тензорным; 2. векторным; 3. убывающим; 4. скалярным. |
| 6 | Какая из формул не является свойством градиента? 1. $\text{grad}(u + v) = \text{grad} u + \text{grad} v$; 2. $\text{grad}(u \cdot v) = u \cdot \text{grad} v + v \cdot \text{grad} u$; 3. $\text{grad}(C \cdot u) = C \cdot \text{grad} u$; $\text{grad} u = \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right _M \cdot \bar{i} + \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right _M \cdot \bar{j} + \left. \frac{\partial u}{\partial z} \right _M \cdot \bar{k}$ 4. |
| 7 | Символ ∇ в формуле $\nabla = \mathbf{i} \frac{\partial}{\partial x} + \mathbf{j} \frac{\partial}{\partial y} + \mathbf{k} \frac{\partial}{\partial z}$ называется оператором: 1. Максвелла; 2. Эйлера; 3. Гамильтона; 4. Ньютона; |

| | |
|----|---|
| 8 | <p>Операция $\text{grad } f = \nabla f$ в декартовых координатах имеет вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> $\frac{\partial f}{\partial x} \mathbf{e}_x + \frac{\partial f}{\partial y} \mathbf{e}_y + \frac{\partial f}{\partial z} \mathbf{e}_z$; $\frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$; $\begin{vmatrix} \mathbf{e}_x & \mathbf{e}_y & \mathbf{e}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$; $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}$; |
| 9 | <p>Направленная производная векторного поля имеет вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> $d\mathbf{v} = d\mathbf{r} * \nabla * \mathbf{v} = (d\mathbf{r} * \nabla) \mathbf{v}$; $d\mathbf{v}/ds = (\mathbf{t} * \nabla) \mathbf{v} = \mathbf{t} * \nabla \mathbf{v}$; $d\Phi/ds = \mathbf{t} * \nabla \Phi$; направленной производной векторного поля не существует. |
| 10 | <p>Вставьте пропущенное слово: Формула $d\Phi/ds = \mathbf{t} * \nabla \Phi$ определяет направленную производного _____ поля</p> <ol style="list-style-type: none"> скалярного; векторного; тензорного; градиентного. |
| 11 | <p>Дивергенцией векторного поля называется _____ произведение ∇ на вектор поля</p> <ol style="list-style-type: none"> скалярное; векторное; градиентное ; тензорное. |
| 12 | <p>Символ Δ в операции $\Delta = \nabla \cdot \nabla = \nabla^2$ называют оператором:</p> <ol style="list-style-type: none"> Лапласа; Гамильтона; Эйлера; Даламбера. |
| 13 | <p>Уравнение $\text{div grad } 1/r = \Delta * 1/r = 0$ называется уравнением:</p> <ol style="list-style-type: none"> Лапласа; Гамильтона; Эйлера; Даламбера. |
| 14 | <p>Необходимое и достаточное условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования состоит в том, чтобы вектор \mathbf{v} был...</p> |

| | |
|----|--|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. определен в области; 2. равен 0; 3. градиентом; 4. не равен 0. |
| 15 | <p>Криволинейный интеграл градиента однозначной функции по замкнутой кривой (интеграл по контуру) равен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Const; 2. $-\infty$; 3. 0; 4. $+\infty$. |
| 16 | <p>Равенство $\int \text{div } v^* dr = \int v^* d0$ выражает интегральную теорему:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лапласа; 2. Даламбера; 3. Гаусса; 4. Стокса. |
| 17 | <p>Ротация вектора v в любой точке твердого тела равна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. удвоенному ускорению твердого тела; 2. ускорению твердого тела ; 3. угловой скорости твердого тела; 4. удвоенной угловой скорости твердого тела. |
| 18 | <p>Теорема, которая гласит, что криволинейный интеграл вдоль замкнутой кривой C можно преобразовать в интеграл по поверхности S, окаймленной кривой C, если возможно провести через кривую C поверхность S так, чтобы во всех точках этой поверхности вектор v был конечным, однозначным, непрерывным, дифференцируемым, называется теоремой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лапласа; 2. Даламбера; 3. Стокса; 4. Гаусса. |
| 19 | <p>Равенство интегральной теоремы Стокса имеет вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\oint v^* dr = \int \text{rot } v^* d0$; 2. $\int \text{div } v^* dr = \int v^* d0$; 3. $\text{div grad } 1/r = \Delta^* 1/r = 0$; 4. $dv/ds = (t^* \nabla) v = t^* \nabla v$. |
| 20 | <p>Поток ротации какого-либо вектора через замкнутую поверхность равен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Const; 2. $-\infty$; 3. $+\infty$; 4. 0. |

Тест №2.

| № п/п | Тестовые задания (к каждому заданию дано несколько вариантов ответов, из которых один и более является правильным. Выберите правильный ответ и обведите его кружком) |
|----------|---|
| 1 | Превращение интеграла по объему в интеграл по поверхности можно осуществить путем замены 1. $dr \cdot dv \rightarrow d0$; 2. $dr \rightarrow d0$; 3. $dv \cdot \nabla \rightarrow d0$; 4. $dr \cdot \nabla \rightarrow d0$. |
| 2 | В формуле $v \cdot d0 = 4r^2 \pi [v] = E$, E- это 1. производительность источника; 2. мощность источника; 3. равноденствующая приложенных сил к источнику; 4. температура источника. |
| 3 | Для каждого бесконечно малого перемещения dr , лежащего на поверхности уровня, градиент равен 1. $+\infty$; 2. Const; 3. 0; 4. $-\infty$. |
| 4 | Какое из уравнений не относится к уравнениям Максвелла для описания электромагнитного поля? 1. $\text{rot } \vec{H} = \vec{j}_{pr} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$; 2. $\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$; 3. $\text{div } \vec{D} = \rho$; 4. $\text{div } v = \text{const}$. |
| 5 | Верны ли утверждения: 1. Градиент направлен по нормали и идет от поверхности более низкого уровня к поверхности более высокого уровня. 2. Градиент является инвариантом 1. нет, нет; 2. нет, да; 3. да, нет; 4. да, да. |
| 6 | Как называется поле, не зависящее от времени? 1. стационарным; 2. независимым; 3. нестационарным; 4. постоянным. |
| 7 | Когда говорят о скалярном поле, то подразумевают, что |

| | |
|----|--|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. каждой точке в некоторой области пространства поставлено в соответствие число; 2. на плоскости выделена некоторая область; 3. на плоскости или поверхности выбрано множество элементов; 4. в пространстве выделена конкретная область. |
| 8 | <p>Вы полагаете, что градиент:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. скалярного поля является векторной функцией положения точки; 2. векторного поля является скалярной функцией положения точки; 3. векторного поля является векторной функцией положения точки; 4. векторного поля направлен по касательной к векторным линиям поля. |
| 9 | <p>Вы полагаете, что дивергенция:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. векторного поля является скалярной функцией положения точки; 2. векторного поля является векторной функцией положения точки; 3. векторного поля направлена перпендикулярно к векторным линиям поля; 4. скалярного поля является скалярной функцией положения точки. |
| 10 | <p>Вы полагаете, что ротор:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. представляет собой нечто иное, не предусмотренное ни в одном из вышеприведенных вариантов ответа; 2. векторного поля является скалярной функцией, характеризующей быстроту изменения поля; 3. векторного поля представляет собой вектор, направленный перпендикулярно к поверхностям уровня; 4. векторного поля описывает распределение источников поля в пространстве. |
| 11 | <p>Скалярное поле φ задано уравнением: $\varphi = C \cdot r$, где r – радиус-вектор точки; C – постоянный вектор. Какое из нижеприведенных утверждений является верным?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\text{grad } \varphi = C$; 2. $\text{grad } \varphi = r$; 3. $\text{grad } \varphi = C$; 4. $\text{grad } \varphi = r$. |
| 12 | <p>Пусть векторное поле A задано уравнением $A = r \cdot r$, где r – радиус-вектор произвольной точки. Какое из нижеприведенных утверждений является верным?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\text{div } A = 4r$; 2. $\text{div } A = 2r$; 3. $\text{div } A = r$; |

| | |
|----|---|
| | 4. $\operatorname{div} \mathbf{A} = 0$. |
| 13 | <p>Пусть векторное поле \mathbf{A} задано уравнением $\mathbf{A} = C r^3$, где C – постоянный вектор; r – длина радиус-вектора произвольной точки. Какое из нижеприведенных утверждений является верным?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\operatorname{rot} \mathbf{A} = 0$; 2. $\operatorname{rot} \mathbf{A} = 3 C r^2$; 3. $\operatorname{rot} \mathbf{A} = 3 C r^2$; 4. $\operatorname{rot} \mathbf{A} = 3 C \cdot r r$. |
| 14 | <p>Какие из нижеприведенных утверждений являются верными?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\nabla \varphi = \operatorname{grad} \varphi$; 2. $\nabla \varphi = \operatorname{div} \varphi$; 3. $\nabla \varphi = \operatorname{rot} \varphi$; 4. $\nabla \mathbf{A} = \operatorname{grad} \mathbf{A}$. |
| 15 | <p>Какие из нижеприведенных утверждений являются верными?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\nabla \mathbf{A} = \operatorname{div} \mathbf{A}$; 2. $\nabla \mathbf{A} = \operatorname{rot} \mathbf{A}$; 3. $\nabla \times \mathbf{A} = \operatorname{grad} \mathbf{A}$; 4. $\nabla \times \mathbf{A} = \operatorname{div} \mathbf{A}$. |
| 16 | <p>Какие из нижеприведенных утверждений являются верными?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\nabla \times \mathbf{A} = \operatorname{rot} \mathbf{A}$; 2. $\nabla \varphi = \operatorname{div} \varphi$; 3. $\nabla \times \mathbf{A} = \operatorname{div} \mathbf{A}$; 4. $\nabla \mathbf{A} = \operatorname{grad} \mathbf{A}$. |
| 17 | <p>Описывает плотность распределения источников поля:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\operatorname{div} \mathbf{A}$; 2. $\operatorname{grad} \varphi$; 3. $\operatorname{rot} \mathbf{A}$; 4. $\nabla \varphi$. |
| 18 | <p>Указывает направление наиболее быстрого изменения поля:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\operatorname{grad} \varphi$; 2. $\operatorname{div} \mathbf{A}$; 3. $\operatorname{rot} \mathbf{A}$; 4. $\nabla \varphi$. |
| 19 | <p>Циркуляция векторного поля \mathbf{A} равна нулю, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\mathbf{A} = \operatorname{grad} \varphi$; 2. $\operatorname{div} \mathbf{A} = 0$; 3. $\operatorname{rot} \mathbf{A} = 0$; 4. $\mathbf{A} = \operatorname{rot} (\nabla \varphi)$. |
| 20 | <p>Какие из нижеприведенных утверждений являются верными?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\operatorname{div} (\operatorname{grad} \varphi) = \nabla^2 \varphi$; 2. $\operatorname{grad} (\operatorname{div} \mathbf{A}) = \nabla^2 \mathbf{A}$; |

- | | |
|--|--|
| | 3. $\text{grad}(\text{rot } A) = \nabla \times (\nabla A)$; |
| | 4. $\text{rot}(\text{grad } \varphi) = \nabla^2 \varphi$. |

Критерии оценок тестового контроля знаний:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, набравшему 61 — 100 % правильных ответов тестирования;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, набравшему 60 % и менее правильных ответов тестирования.

4.2. Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточно аттестации (экзамен/зачет)

К формам контроля относится экзамен.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Понятие о линейном векторном пространстве.
2. Линейная зависимость векторов.
3. Разложение вектора по базису.
4. Преобразование компонент вектора при смене базиса.
5. Скалярное и векторное произведения векторов.
6. Смешанное и двойное векторное произведения векторов.
7. Понятие тензора.
8. Скалярное и тензорное произведения двух тензоров.
9. Инварианты тензора.
10. Линейное преобразование векторов.
11. Основные правила матричной алгебры.
12. Производная скалярного и векторного полей по направлению.
13. Градиент скалярного поля.
14. Оператор Гамильтона.
15. Дивергенция векторного поля.
16. Ротор векторного поля.
17. Вторые производные, лапласиан.
18. Поток скалярного поля.
19. Скалярный и векторный потоки векторного поля.
20. Векторная формулировка теоремы Остроградского-Гаусса.
21. Векторная формулировка теоремы Стокса.
22. Циркуляция векторного поля.
23. Градиент, дивергенция и ротор как объёмные производные.
24. Первая и вторая формулы Грина.
25. Сферические и цилиндрические системы координат.

26. Уровенные поверхности, уровенные слои, векторные линии и векторные трубки.
27. Потенциальное поле.
28. Скалярный потенциал.
29. Определение потенциального поля по плотности источников.
30. Фундаментальные формулы Грина.
31. Соленоидальное поле.
32. Определение векторного поля по его ротору.
33. Калибровочное условие Кулона.
34. Основные свойства гармонического потенциала.
35. Потенциалы простого и двойного слоёв.
36. Постановка задач Дирихле и Неймана.
37. Функция Грина.
38. Задача Дирихле для полупространства.
39. Задача Дирихле для шара.
40. Формула Пуассона для полупространства.
41. Задача Неймана для полупространства.
42. Статическое поле.
43. Точечный источник.
44. Дипольный источник.
45. Потенциал и напряжённость диполя.
46. Потенциал поляризованного тела.
47. Вектор поляризации.
48. Линейные источники.
49. Логарифмический потенциал.
50. Поле кольца, диска, плоского слоя.
51. Поле сферического слоя, сферы.
52. Непрерывность поля и его нарушения.
53. Энергия поля.
54. Заряды и токи.
55. Закон сохранения заряда.
56. Магнитный момент и вектор намагничённости.
57. Плотность поляризационного тока.
58. Векторы электромагнитного поля.
59. Фундаментальная система уравнений Максвелла.
60. Материальные уравнения.
61. Анизотропная среда.
62. Постоянное электрическое поле.
63. Система уравнений электрического поля при наличии постоянных токов.
64. Уравнения магнитостатики при отсутствии токов.

65. Вычисление магнитного поля по заданной намагниченности тела.
66. Переменное электромагнитное поле, его уравнения.
67. Калибровочные условия Лоренца.
68. Комплексное представление полей, гармонических во времени.
69. Квазистационарное приближение.
70. Уравнение Гельмгольца.
71. Плоская гармоническая волна.
72. Плоская волна в проводящем полупространстве.
73. Закон сохранения энергии в электромагнитном поле.
74. Линейный контур с током.
75. Асимптотические формулы для потенциалов.
76. Дальняя или волновая зона.
77. Определение статических электрических и магнитных полей методом разделения переменных.
78. Представление функции $1/R$ рядом по полиномам Лежандра.
79. Проводящий шар со скачком потенциала на его поверхности.
80. Проводящий однородно поляризованный шар.
81. Цилиндрическая система координат.
82. Функции Бесселя и Неймана.
83. Деформация и напряжения в упругой среде.
84. Тензоры деформации и напряжения.
85. Закон Гука. Модули упругости.
86. Постоянные Ляме.
87. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона.
88. Модуль всестороннего сжатия, модуль сдвига.
89. Упругие волны в изотропной среде. Продольные и поперечные волны.
90. Граничные условия.
91. Отражение и преломление плоских волн.
92. Поверхностные волны.
93. Волны Рэлея.
94. Волны Лява.
95. Волны Стоунли.
96. Трубные волны.
97. Ряды и преобразование Фурье.
98. Фурье-преобразование функции одной переменной.
99. Двумерная фильтрация геофизических полей.
100. Теорема о свёртке и её следствия.
101. Теорема Котельникова.
102. Спектральная плотность энергии.
103. Амплитудный и фазовый спектры.

104. Временные и пространственные спектры.
 105. Фурье-преобразование функции нескольких переменных.
 106. Пространственно-временные гармоники поля.
 107. Фильтрация поля.
 108. Стохастический подход к анализу поля.

Критерии выставления оценок на экзамене:

| Оценка | Критерии оценивания по экзамену |
|--|---|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы |
| Средний уровень «4» (хорошо) | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы |

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

— при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

— при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

— при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

5.1. Учебная литература

Основная литература

1. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики: учебное пособие для студентов вузов [в 3 т.]. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. — Изд. 7-е, стер. — СПб.: Лань, 2007. — 339 с. (50)

2. Степаньянц К.В. Классическая теория поля: учебное пособие. — М.: Физматлит, 2009. — 544 с. — [Электронный ресурс]: Электрон. дан. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2328.

3. Медведев Б.В. Начала теоретической физики. Механика, теория поля, элементы квантовой механики: учебное пособие. — М.: Физматлит, 2007. — 599 с. — [Электронный ресурс]: Электрон. дан. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59454.

**Примечание:* в скобках указано количество экземпляров в библиотеке КубГУ.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

Дополнительная литература

1. Гаврилов В.Р., Иванова Е.Е., Морозова В.Д. Кратные и криволинейные интегралы. Элементы теории поля: учебник для студентов технических университетов. — М.: Изд – во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. — 492 с.
2. Ефимов А.В., Золотарев Ю.Г., Терпигорева В.М. Математический анализ: специальные разделы: учебное пособие. Ч. 2. — М.: Высшая школа, 1980. — 295 с.
3. Запорожец Г.И. Руководство к решению задач по математическому анализу: учебное пособие. — М.: Высшая школа, 1964. — 480 с.
4. Лапин И.А., Ратафьева Л.С. Кратные интегралы. Теория геофизических полей / под ред. Ратафьевой Л.С. Учебное пособие. — СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. — 112 с. — [Электронный ресурс]: Электрон. данные.— Режим доступа: http://window.edu.ru/window/catalog?p_rubr=2.2.74.12.48.
5. Семянистый В.И., Цукерман В.В. Задачник-практикум по математической теории поля. — М.: Просвещение, 1976. — 136 с.
6. Кудрявцев Ю.И. Теория поля и её применение в геофизике. — Л.: Недра, 1988. — 333 с.
7. Овчинников И.К. Теория поля. — М.: Недра, 1979. — 352 с.
8. Справочник геофизика / под ред. Гурвича И.И., Номоконова В.П. — М.: Недра, 1981. — 464 с.
9. Справочник геофизика. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. — М.: Недра, 1982 — 222 с.
10. Ковалёв В.А., Радаев Ю.Н. Элементы теории поля: вариационные симметрии и геометрические инварианты. — М.: Физматлит, 2009. — 141 с. — [Электронный ресурс]: Электрон. дан. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2213.

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека Grebennikon.ru <https://grebennikon.ru>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru

3. ЭБС «Book.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «Znaniy.com» www.znaniy.com
5. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com>
2. Scopus <http://www.scopus.com>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru>
9. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
10. zbMath <https://zbmath.org>
11. Nano Database <https://nano.nature.com>
12. Springer eBooks <https://link.springer.com>
13. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv>
14. Университетская информационная система Россия <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

Консультант Плюс – справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки).

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada>
3. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru>
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru>
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru>
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» <https://pushkininstitute.ru>
10. Справочно-информационный портал «Русский язык» <http://gramota.ru>
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru>
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru>
13. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com>
14. Законопроект «Об образовании в Российской Федерации». Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала «Школьные годы» <http://icdau.kubsu.ru>

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теоретические знания по основным разделам курса «Теория геофизических полей» студенты приобретают на лекциях и практических занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Лекции по курсу «Теория геофизических полей» представляются в виде обзоров с демонстрацией презентаций по отдельным основным темам программы.

Для углубления и закрепления теоретических знаний студентам рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы. Общий объем часов, выделенных для внеаудиторных занятий, составляет 35 часов.

Внеаудиторная работа по дисциплине «Теория геофизических полей» заключается в следующем:

— повторение лекционного материала и проработка учебного (теоретического) материала;

- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций);
- написание домашних контрольных работ (контролируемой самостоятельной работы);
- подготовка к текущему контролю.

Для закрепления теоретического материала и выполнения контролируемых самостоятельных работ по дисциплине во внеучебное время студентам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерных классов.

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft PowerPoint) |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации |

| | | |
|-------------------------------------|--|--|
| контроля и промежуточной аттестации | | видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point) |
|-------------------------------------|--|--|

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|--|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 10, пакет Microsoft Office 2016, Abbyy Finereader 9 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. А106) | Мебель: учебная мебель. Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional |