

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра геофизики

Авторы-составители: **Пригара Андрей Михайлович
Бычков Сергей Габриэлевич
Ласкина Татьяна Андреевна
Ковин Олег Николаевич**

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ
Код УМК 74393

Утверждено
Протокол №9
от «20» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Основы разведочной геофизики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.01** Геология
направленность Геофизика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Основы разведочной геофизики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.03.01 Геология (направленность : Геофизика)

ПК.1 готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности

ПК.18 готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.03.01 Геология (направленность: Геофизика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Основы разведочной геофизики. Первый семестр

В результате изучения дисциплины студенты должны получить фундаментальные знания по физическим и геологическим основам:

электроразведки; сейсморазведки, магниторазведки, гравиразведки, комплексированию методов, Практическая сторона методов геофизики закрепляется во время прохождения учебной и производственной практик, написании курсовой и выпускной работ.

Введение в разведочную геофизику

Сведения по физическим и геологическим основам:

электроразведки; сейсморазведки, магниторазведки, гравиразведки, комплексированию методов. Практическая сторона методов геофизики закрепляется во время прохождения учебной и производственной практик, написании курсовой и выпускной работ.

Разведочная геофизика

Введение в данный курс несет в себе информацию о теоретических основах и методах поиска и разведки нефтегазовых и рудных месторождений, об аппаратурных и программных инструментах, используемых при этом. С целью более глубокого уяснения материала слушателями, при проведении лекционных занятий рекомендуется использовать информационно-коммуникационные технологии. Для проведения самостоятельных занятий рекомендуется сформировать электронную базу исходных данных, сопровождая каждую работу методическими указаниями по ее выполнению. Целесообразно акцентировать внимание на выборе оптимального решения инженерно-геологической задачи.

Геофизические поля, классификация геофизических методов

Дается обобщенное геологическое строение нефтяных и газовых месторождений.

Указывается на особенности строения и физических свойств нефтяных и газовых залежей, проявляющиеся в геофизических полях и позволяющие заниматься поиском и разведкой данных месторождений.

Приводятся физико-геологические модели месторождений нефти и газа.

Процесс получения геофизической информации

Полевые геофизические методы и методики, используемые для поиска и изучения нефтегазовых месторождений: сейсморазведка (МОВ ОГТ, КМПВ), магниторазведка, электроразведка (ВЭЗ, МТЗ), гравиразведка.

Гравиразведка.

Рассматриваются физико-геологические основы метода гравиразведки. Кратко характеризуется аппаратура для выполнения гравиметрических работ, включая их топографо-геодезическое обеспечение. Изучаются инструктивные требования и стандарты обработки геофизических данных. Рассматриваются этапы процесса гравиметрических исследований: детально - начиная с проектирования работ и вплоть до текущей обработки гравиметрических данных включительно, обобщенно – начиная с камеральной обработки и геологической интерпретации и заканчивая защитой геологического отчета. Таким образом, раздел охватывает профессиональные компетенции геофизика-гравиметриста в части теории метода, выполнения гравиметрических съемок, а также дает начальные представления об интерпретации наблюденных аномалий.

Физические основы метода, аномалии силы тяжести

В разделе изучаются основные теоретические сведения о гравитационном поле Земли, рассматриваются аномалии силы тяжести и поправки. Приводятся физико-геологические основы метода гравиметрической разведки, основные, термины, понятия и определения. Изучаются способы измерения

силы тяжести.

Измерение гравитационного поля

Дается обзор современного состояния метода гравиразведки, включая аппаратуру и методики наблюдений. Рассматриваются основные этапы процесса гравиметрических исследований. Изучаются регламентирующие документы. Детально рассматриваются вопросы, касающиеся полевых наблюдений с гравиметрами и текущей обработки гравиметрических данных, а также процесс вычисления поправки за влияние рельефа местности и построение графиков и карты аномалий силы тяжести в редукции Буге.

Обработка гравиметрических данных

Уделяется особое внимание каждой модификации метода: наземной, подземной, морской, аэро-, спутниковой гравиразведке и гравиметрическому каротажу. Рассматриваются их особенности.

Магниторазведка.

Дисциплина является базовой частью направления «Технологии геологической разведки», направленной на формирование специальных навыков в области использования знаний о магнитном поле Земли при поисках и разведки полезных ископаемых. В курсе рассматриваются основные аспекты использования магниторазведочного метода: физические и петрофизические основы магниторазведки (включая сведения о магнитном поле Земли в целом), методика съемок, обработка полевых данных, интерпретация и составление отчетных материалов, применение магниторазведки при решении геологических задач. Особое место в курсе занимают теоретические и практические вопросы решения прямых и обратных задач магниторазведки.

Физико-геологические основы метода

Дается физическое и петрофизическое обоснование магниторазведочного метода. Рассматривается магнитное поле Земли, его особенности и модели. Обосновывается наличие магнитных аномалий и их связь с магнитными свойствами геологической среды.

Измерение магнитного поля

Рассматриваются основные принципы численного моделирования в геофизике. Приведены основные простые модели геологических тел, используемых в магниторазведке: форма объектов и их геологические аналоги; теоретический вывод формул для вертикальной, горизонтальной составляющей и полного вектора магнитной индукции; вид графиков и их основные особенности; карты аномального магнитного поля над простыми объектами. Отдельно рассматривается вопрос моделирования произвольных изолированных и групп тел, сильномагнитных объектов. Рассматривается взаимосвязь геометрических и физических параметров источников и их отражение в магнитном поле.

Обработка данных

Рассматриваются теоретические вопросы решения обратных задач магниторазведки. Приводится классификация методов решения обратных задач геофизики, каждая группа методов подробно изучается.

Интерпретация гравимагнитных данных

Рассматриваются теоретические вопросы решения обратных задач гравиразведки. Приводится классификация методов решения обратных задач геофизики,

Основные задачи интерпретации, качественная и количественная интерпретация, решение обратных задач

Уделяется особое внимание каждой модификации методов геофизики: наземной, подземной, морской, аэро-, спутниковой гравиразведке и гравиметрическому каротажу, магниторазведки. Рассматриваются

их особенности.

Особенности решения геологических задач

Рассматриваются теоретические вопросы решения обратных задач. Приводится классификация методов решения обратных задач геофизики, каждая группа методов подробно изучается.

Электроразведка.

Рассмотрены основные положения теории электромагнитных полей в целях применения ее при изучении методов разведочной геофизики. Дано физическое истолкование основных понятий и базовых уравнений данной теории. Изложены особенности формирования и распространения электромагнитных полей в различных средах. Приведены способы расчета и анализ параметров электромагнитного поля для ряда моделей сред, необходимые при истолковании результатов электроразведочных наблюдений.

Физико-математические и геологические основы электроразведки, типы полей и классификация методов электроразведки

Природа электрического и магнитного полей.

Постоянное электрическое поле. . Граничные условия для неполяризуемых и поляризуемых сред. Понятие прямой и обратной задач.

Методы сопротивлений. Потенциал и градиент потенциала точечного источника, диполя и других возбудителей поля. Кажущееся сопротивление, его понятие и физический смысл. Изменение плотности тока с глубиной, понятие эффективной глубины проникновения электрического тока. Принцип взаимности.

Электрическое поле точечного источника в анизотропной среде. Связь кажущегося сопротивления с параметрами однородной анизотропной среды. «Парадокс анизотропии», его физическое объяснение и использование при решении геологоразведочных задач.

Методы сопротивлений и электрохимической поляризации, электромагнитные и магнитотеллурические методы

Примеры применения электроразведки при проведении региональных геологических исследований, решении экологических и инженерно-геологических задач. Рассмотрены возможности исследования грунтового основания зданий и сооружений, находящихся на территории шахтной отработки месторождения с использованием комплекса, включающего набор традиционных и нетрадиционных геофизических методов: инженерной сейсморазведки, электроразведки, георадиолокационного зондирования, съемки техногенного электромагнитного поля и тепловизионной съемки.

Сейсморазведка

Сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки. История развития сейсморазведки. Типы реальных сред.

Сферический источник продольных волн. Сферическая продольная волна вдали и вблизи от источника. Плоская продольная волна.

Сферический источник вращения. Сферическая поперечная волна. Волны от источника в виде сосредоточенной силы

Характеристика направленности источника. Принцип взаимности. Общее решение волнового уравнения для безграничной среды. Формула Кирхгофа. Формула Пуассона. Принцип Гюйгенса-Френеля. Принцип Ферма. Граничные условия. Отражение и преломление плоских волн. Поверхностные волны (Релея, Лява). Отражение и преломление сферических волн. Волны в градиентной среде.

Физические и геологические основы

Методика сейсморазведки основана на изучении кинематики волн или времени пробега различных волн от пункта их возбуждения до сейсмоприемников, улавливающих скорости смещения почвы, и их динамики или интенсивности волн. В специальных достаточно сложных установках (сейсмостанциях) электрические колебания, созданные в сейсмоприемниках очень слабыми колебаниями почвы, усиливаются и автоматически регистрируются на сейсмограммах и магнитограммах. В результате их интерпретации можно определить глубины залегания сейсмогеологических границ, их падение, простирание, скорости волн, а используя геологические данные, установить геологическую природу выявленных границ.

В сейсморазведке различают два основных метода: метод отраженных волн (МОВ) и метод преломленных волн (МПВ). Помимо этой классификации, существует множество других, рассматривающих методы и модификации сейсморазведки, например, с точки зрения, типа используемых волн, их частотного диапазона, мерности измерений и др.

Методы сейсморазведки

Скорость распространения упругих волн в горных породах. Слоистость геологического разреза. Отражающие и преломляющие границы. Поглощение и рассеяние сейсмических волн. Полезные волны и помехи. Сейсмогеологические условия

Расчет глубин и области применения сейсморазведки.

Способы расчета глубин в МОВ: способ касательных, огибающих, полей времен, T_0 (средних скоростей). Способы построения преломляющих границ: полей времен, способом t_0 , встречных годографов. Построение и анализ карт изохрон, структурных и других карт и схем. Оценка точности сейсмических построений

Модификации сейсморазведки и области применения (3 час.).

Многоволновая сейсморазведка, особенности приема, возбуждения, обработки и интерпретации информации. Поляризационный метод. Частотные модификации сейсморазведки. Сейсморазведка высокого разрешения. Области применения сейсморазведки.

Метод общей глубинной точки

Понятие поля времен. Уравнения поля времен и лучей. Поверхностный и линейный годографы.

Кажущаяся скорость. Связь между полями времен и годографами. Взаимные волны.

Поле времен и годографы прямой и отраженной волн в двухслойной среде. Годографы волн, отраженных от криволинейной границы. Годографы дифрагированных волн. Годографы обменных отраженных волн. Годографы кратных отраженных волн.

Линейный годограф головной волны. Поверхностный годограф головной волны. Годографы отраженно-преломленных и преломлено-отраженных волн. Годографы головных волн от криволинейной границы.

Годографы головных и отраженных волн в случае горизонтально-слоистой среды. Годографы волн в случае сброса.

Годографы рефрагированных волн в средах с линейной и нелинейной зависимостью скорости от глубины.

Общая характеристика волнового поля. Принципы построения модели сейсмограммы. Модель одноканальной сейсмотрассы. Модель импульсной сейсмотрассы.

Комплексирование геофизических методов

Формируется способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания по комплексному применению геофизических методов для решения широкого круга геологических и других задач. Содержание темы охватывает круг проблем, связанных с принципами комплексирования различных методов прикладной геофизики, построением

физико-геологических моделей объектов исследования, выбором сети наблюдений и обоснованием их точности, неоднозначностью решения обратных задач геофизики и комплексной интерпретацией геоданных. Рассматриваются вопросы практического применения геофизических комплексов в области глубинной, региональной, картировочно-поисковой, нефтяной, рудной и инженерной геофизики. Приводятся результаты геофизических исследований, иллюстрирующие возможности как отдельных методов, так и их комплексов при решении геологических задач.

Стадии и этапы геологоразведочного процесса, физико-геологическая модель, формирование комплекса геофизических методов

Основная идея и цель комплексирования геофизических методов - достижение однозначного решения поставленных задач. В связи с разнообразием геофизических методов возникает проблема выбора наиболее информативных из них, определения последовательности их применения, распределения средств между методами для достижения максимального эффекта при решении поставленных геологических задач. Выбор рационального комплекса может быть осуществлен лишь тогда, когда, во-первых, исследователь понял необходимость комплексирования и четко сформулировал задачи, как перед отдельными методами, так и перед их комплексом, во-вторых, создана физико-геологическая модель объекта, в-третьих, обеспечена оценка геолого-экономической эффективности отдельных методов и их сочетаний.

Комплексирование геофизических методов при изучении глубинного строения земной коры

Строение Земли и ее оболочек (геосфер) недоступно для непосредственных исследований и может быть изучено с помощью косвенных глубинных геофизических методов. Они объединяют геофизические методы исследования Земли и ее геосфер, основанные на изучении различных физических полей в атмосфере и ближнем космосе, на поверхности суши, в океанах и морях. Глубинная геофизика предназначена для выявления в Земле физических неоднородностей и вместе с физикой вещества при высоких давлениях и температурах, геохимией составляет физику Земли, т.е. науку, изучающую физические поля Земли, ее строение, физические и химические свойства вещества недр. Она основана на использовании таких методов, как сейсмология, глубинная сейсморазведка, гравиметрия, магнитометрия, глубинная геоэлектрика. Теоретической основой для изучения строения Земли служат механика, электромагнетизм, геотермия сплошных сред в приложении к горным породам и минеральным ассоциациям в условиях больших давлений и высоких температур. Интерпретируя материалы названных методов геофизики, удалось расчленить Землю на сферические оболочки, определять скачки и плавные изменения физических свойств в них, как по глубине, так и по латерали, строить физико-химические модели недр Земли

Решение рудных задач, изучение месторождений солей, инженерная и экологическая геофизика

Определяются виды и обобщенное геологическое строение рудных месторождений. Говорится об особенностях строения и физических свойствах рудных залежей, проявляющиеся в геофизических полях и позволяющие заниматься поиском и разведкой данных месторождений. Даются физико-геологические модели рудных месторождений.

Поиски и разведка месторождений нефти и газа

Полевые геофизические методы и методики, используемые для поиска и изучения месторождений нефти и газа: сейсморазведка (МОВ ОГТ, КМПВ), магниторазведка, электроразведка (ВЭЗ и его модификации, МТЗ, ЕП), гравиразведка, радиационные методы.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Соколов, А. Г. Полевая геофизика : учебное пособие / А. Г. Соколов, О. В. Попова, Т. М. Кечина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 160 с. — ISBN 978-5-7410-1182-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/33649>

Дополнительная:

1. Геофизические исследования скважин : справочник мастера по промысловой геофизике / Н. Н. Богданович, А. С. Десяткин, В. М. Добрынин, Г. М. Золоева ; под редакцией В. Г. Мартынов, Н. Е. Лазуткина, М. С. Хохлова. — Москва : Инфра-Инженерия, 2013. — 960 с. — ISBN 978-5-9729-0022-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13536>

2. Шустер, В. Л. Мировой опыт изучения нефтегазоносности кристаллического фундамента. Разведочная геофизика : обзор / В. Л. Шустер, Ю. Г. Такаев. — Москва : Геоинформмарк, Геоинформ, 1997. — 71 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17091>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY

<https://elis.psu.ru/> Цифровая библиотека ПГНИУ

<https://psu.bibliotech.ru/Account/LogOn> Цифровая библиотека «Библиотех»

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Основы разведочной геофизики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Образовательный процесс по данной дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1.Офисный пакет приложений;
- 2.Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);
- 4.Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий необходима учебная геофизическая лаборатория или компьютерный класс. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской, учебная геофизическая лаборатория или компьютерный класс. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для самостоятельной работы используются помещения библиотеки: персональные компьютеры с доступом к локальной сети университета и доступом к интернету.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Основы разведочной геофизики**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1 готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: теоретические, методические и алгоритмические основы создания новейших технологических процессов геологической разведки Уметь: самостоятельно приобретать новые знания и умения с помощью информационных технологий Владеть: способностью организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>НЕ ЗНАЕТ заложенных в основу теории предмета физических принципов геологической разведки; НЕ ВЛАДЕЕТ основными методами и методиками, применяемыми в нефтегазовой и рудной геофизике. НЕ УМЕЕТ выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой. НЕ УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами НЕ ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ и не способен применять комплексы геофизических методов разведки в своей практике. НЕ ЗНАЕТ возможности конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, НЕ УМЕЕТ выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи;</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>ЗНАЕТ основные методы и методики, применяемые в нефтегазовой и рудной геофизике, о заложенных в их основу теории и физических принципах; ВЛАДЕЕТ (ЧАСТИЧНО) возможностями конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, уметь выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи; НЕ УВЕРЕННО ВЛАДЕЕТ представлением</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>о геологическом строении объектов, изучаемых рудной и нефтегазовой геофизикой, а так же об их физико-геологических моделях; ЗНАЕТ (не полностью) современное аппаратурное и программное обеспечение, иметь представление о его технико-экономических характеристиках; УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами. НЕ ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ комплексов геофизических методов. Способен применять комплексы геофизических методов разведки в своей практике.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>ЗНАЕТ основные методы и методики, применяемые в нефтегазовой и рудной геофизике, о заложенных в их основу теории и физических принципах; ВЛАДЕЕТ возможностями конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, уметь выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи; НЕ ПОЛНОСТЬЮ ВЛАДЕЕТ представлением о геологическом строении объектов, изучаемых рудной и нефтегазовой геофизикой, а так же об их физико-геологических моделях; ЗНАЕТ современное аппаратурное и программное обеспечение, иметь представление о его технико-экономических характеристиках; УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>информационными системами. ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ и способен применять комплексы геофизических методов разведки в своей практике.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>ЗНАЕТ основные методы и методики, применяемые в нефтегазовой и рудной геофизике, о заложенных в их основу теории и физических принципах; ВЛАДЕЕТ возможностями конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, уметь выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи; ВЛАДЕЕТ представлением о геологическом строении объектов, изучаемых рудной и нефтегазовой геофизикой, а так же об их физико-геологических моделях; ЗНАЕТ современное аппаратное и программное обеспечение, иметь представление о его технико-экономических характеристиках; УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами. ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ и способностью применять комплексы геофизических методов разведки в своей практике.</p>
<p>ПК.18 готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>ВЛАДЕТЬ способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>НЕ ЗНАЕТ заложенных в основу теории предмета физических принципов геологической разведки; НЕ ВЛАДЕЕТ основными методами и методиками, применяемыми в нефтегазовой и рудной геофизике. НЕ УМЕЕТ выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой. НЕ УМЕЕТ провести математическое</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>геофизических процессов УМЕТЬ использовать нормативные правовые документы в своей деятельности оценивать результаты своей деятельности</p>	<p>Неудовлетворител моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами НЕ ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ и не способен применять комплексы геофизических методов разведки в своей практике. НЕ ЗНАЕТ возможности конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, НЕ УМЕЕТ выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи;</p> <p>Удовлетворительн ЗНАЕТ основные методы и методики, применяемые в нефтегазовой и рудной геофизике, о заложенных в их основу теории и физических принципах; ВЛАДЕЕТ (ЧАСТИЧНО) возможностями конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, уметь выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи; НЕ УВЕРЕННО ВЛАДЕЕТ представлением о геологическом строении объектов, изучаемых рудной и нефтегазовой геофизикой, а так же об их физико-геологических моделях; ЗНАЕТ (не полностью) современное аппаратное и программное обеспечение, иметь представление о его технико-экономических характеристиках; УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами. НЕ ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ комплексов геофизических методов. Способен применять комплексы</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>геофизических методов разведки в своей практике.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>ЗНАЕТ основные методы и методики, применяемые в нефтегазовой и рудной геофизике, о заложенных в их основу теории и физических принципах; ВЛАДЕЕТ возможностями конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, уметь выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи; НЕ ПОЛНОСТЬЮ ВЛАДЕЕТ представлением о геологическом строении объектов, изучаемых рудной и нефтегазовой геофизикой, а так же об их физико-геологических моделях; ЗНАЕТ современное аппаратное и программное обеспечение, иметь представление о его технико-экономических характеристиках; УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами. ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ и способен применять комплексы геофизических методов разведки в своей практике.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>ЗНАЕТ основные методы и методики, применяемые в нефтегазовой и рудной геофизике, о заложенных в их основу теории и физических принципах; ВЛАДЕЕТ возможностями конкретных методов при решении задач, возникающих в нефтегазовой и рудной геофизике, уметь выбрать правильный геофизический комплекс для решения той или иной задачи; ВЛАДЕЕТ представлением о геологическом строении объектов, изучаемых рудной и</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>нефтегазовой геофизикой, а так же об их физико-геологических моделях; ЗНАЕТ современное аппаратное и программное обеспечение, иметь представление о его технико-экономических характеристиках; УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами. УМЕЕТ провести математическое моделирование; исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами/ ВЛАДЕЕТ стандартными пакетами программ и способностью применять комплексы геофизических методов разведки в своей практике.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль ПК.18 готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению	Геофизические поля, классификация геофизических методов Входное тестирование	Владение основами геофизики

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности</p> <p>ПК.18 готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>Контрольная работа: обработка и интерпретация геопотенциальных полей</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Гравиразведка Знать гравитационный потенциал и его производные. Знать геоид, эллипсоид, параметры Земли (ПЗ-90). Владеть абсолютными и относительными измерениями гравитационного поля, типами аппаратуры. Уметь выполнить гравиметрический рейс. Знать опорные и рядовые сети (назначение и варианты создания). Знать особенности видов съемок (спутниковая, аэро- и морская, наземная, шахтная и скважинная, мониторинг). Уметь выполнить обработку рейсов, вычисление смещения нуля-пункта, поправки за лунно-солнечное притяжение. Уметь провести вычисление аномалий силы тяжести. Знать физический смысл редуцирования гравиметрических данных. Знать методы определения плотности горных пород. Владеть понятиями аномальной плотности, плотностных границ. Знать сущность качественной интерпретации гравитационного поля. Владеть способами разделения полей (геологическое редуцирование, корреляционные способы, трансформации поля, аппроксимационные способы). Знать методы трансформаций поля (осреднение и сглаживание, вычисление производных, аналитическое продолжение, томографические преобразования полей). Уметь проводить количественную интерпретацию. Знать способы решения прямых и обратных задач. Знать сущность метода подбора.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>Магниторазведка Владеть понятиями о магнитном поле Земли и его вариации. Знать магнитный потенциал и его производные. Владеть элементами земного магнетизма. Знать характеристики магнитного поля (напряженность и индукция). Знать намагниченность пород и магнитную восприимчивость. Знать типы магниторазведочной аппаратуры, достоинства и недостатки отдельных типов. Знать методику и технологию магниторазведочных работ, Знать обработку магниторазведочных данных (помехи в магнитном поле, нормальное и аномальное поля, представление результатов) Знать особенности магнитных аномалий. Владеть методами качественной интерпретации аномалий магнитного поля. Знать способы трансформации поля Уметь проводить решение прямых задач магниторазведки. Знать методы решения обратных задач.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности</p> <p>ПК.18 готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>Контрольная работа: обработка и интерпретация волновых полей</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Электроразведка Знать физико-математические и геологические основы электроразведки. Владеть изучаемыми параметрами электромагнитного поля. Имеет понятия о естественных и искусственных электромагнитных полях. Знать электромагнитные параметры и свойства горных пород, электрохимическую активность и поляризуемость. Знать классификацию основных методов электроразведки. Знать метод естественного постоянного электрического поля (сущность метода ЕП, применение метода). Иметь понятие о электропрофилировании (методика работ, определение кажущегося сопротивления). Знать метод вертикального электрического зондирования (сущность метода, кривые ВЭЗ, интерпретация данных). Знать метод вызванной поляризации (основы ВП, определение кажущейся поляризуемости, обработка данных). Знать метод частотных электромагнитных зондирований (сущность метода, аппаратура частотного зондирования, обработка и интерпретация результатов). Знать метод зондирования становлением электромагнитного поля (сущность метода, установки ЗС, обработка и интерпретация результатов). Знать магнитотеллурические методы (зондирование и профилирование, измерение магнитотеллурического поля, обработка и интерпретация данных) Знать индуктивные методы электроразведки. Знать георадар (применение, аппаратура, особенности</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>обработки результатов).</p> <p>Сейсморазведка</p> <p>Знать физические основы сейсморазведки (виды деформаций, волновые уравнения). Знать типы и характеристики сейсмических волн. Знать законы геометрической сеймики (принцип Гюйгенса, зона Френеля, принцип Ферма, принципы суперпозиции, взаимности, перераспределение энергии на границе раздела сред) Знать геологические основы сейсморазведки (сейсмические свойства горных пород, скорости сейсмических волн, скоростной разрез, модели сейсмических сред). Иметь понятия о годографе волны, сейсмограммах, временном разрезе.</p> <p>Знать источники сейсмических волн (невзрывные источники возбуждения, взрывы, вибраторы). Знать регистрацию сейсмических волн (сейсмографы и геофоны, сейсмоприемники, гидрофоны). Знать строение и принципы работы сеймостанции (сейсморегистрирующий канал, линейные сейсморазведочные станции, телеметр</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности</p> <p>ПК.18 готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>Контрольная работа: комплексирование геофизических методов</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать классификацию уровней комплексирования (типовой, рациональный и оптимальный комплексы). Знать стадии и этапы геологоразведочного процесса (региональные геолого-геофизические исследования, поисковые работы, предварительная и детальная разведка, эксплуатационная разведка). Знать физико-геологическую модель (геологическая и петрофизическая модели, модель физических полей, априорные и апостериорные физико-геологические модели). Знать современное программное обеспечение комплексной интерпретации. Знать методы изучения глубинного строения земной коры. Знать методы и способы изучения кристаллического фундамента. Знать основные методы решения рудных задач. Знать вопросы поисков и разведка нефтеперспективных структур. Знать способы изучения месторождений солей. Знать проблемы инженерной и экологической геофизики.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Геофизические поля, классификация геофизических методов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знание основ сейсморазведки	3
Знание основ электроразведки	3
Знание основ ГИС	2
Знание основ магниторазведки и гравиразведки	2

Контрольная работа: обработка и интерпретация геопотенциальных полей

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает методы определения плотности горных пород	1
Владеет элементами земного магнетизма.	1
Знает геоид, эллипсоид, параметры Земли (ПЗ-90).	1
Знает методы решения обратных задач магниторазведки.	1
Знает физический смысл редуцирования гравиметрических данных.	1
Знает классификацию геофизических полей.	1
Владеет методами качественной интерпретации аномалий магнитного поля.	1
Владеет размерностью геофизических данных (скважинных, профильных, площадных, мониторинга).	1
Знает обработку магниторазведочных данных (помехи в магнитном поле, нормальное и аномальное поля, представление результатов).	1
Знает методику и технологию магниторазведочных работ,	1
Знает типы магниторазведочной аппаратуры, достоинства и недостатки отдельных типов.	1
Знает намагниченность пород и магнитную восприимчивость.	1
Владеет методами разведочной геофизики.	1
Владеет понятиями аномальной плотности, плотностных границ.	1
Владеет процессом получения геофизической информации (полевых геофизических работы, первичной обработкой, интерпретацией геофизических данных).	1
Владеет способами разделения полей (геологическое редуцирование, корреляционные способы, трансформации поля, аппроксимационные способы).	1
Знает методы трансформаций поля (осреднение и сглаживание, вычисление производных, аналитическое продолжение, томографические преобразования полей).	1
Владеет вопросами неоднозначности, неустойчивости и эквивалентности решения обратных задач геофизики.	1
Знает гравитационный потенциал и его производные.	1
Знает сущность метода подбора.	1
Владеет понятиями о магнитном поле Земли и его вариации.	1
Знает магнитный потенциал и его производные.	1
Владеет абсолютными и относительными измерениями гравитационного поля, типами аппаратуры.	1
Умеет выполнить гравиметрический рейс.	.5
Умеет проводить решение прямых задач магниторазведки.	.5
Знает способы трансформации поля	.5

Знает особенности магнитных аномалий.	.5
Знает характеристики магнитного поля (напряженность и индукция).	.5
Знает опорные и рядовые сети (назначение и варианты создания).	.5
Умеет проводить количественную интерпретацию	.5
Знает сущность качественной интерпретации гравитационного поля.	.5
Умеет провести вычисление аномалий силы тяжести.	.5
Умеет выполнить обработку рейсов, вычисление смещения нуль-пункта, поправки за лунно-солнечное притяжение.	.5
Знает особенности видов съемок (спутниковая, аэро- и морская, наземная, шахтная и скважинная, мониторинг).	.5
Знает особенности спутниковых, аэро-, аквальных, наземных и подземных наблюдений.	.5
Знает цели и объекты исследований в прикладной геофизике.	.5
Знает способы решения прямых и обратных задач гравиразведки.	.5

Контрольная работа: обработка и интерпретация волновых полей

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает физико-математические и геологические основы электроразведки.	1
Знает метод вертикального сейсмического профилирования (сущность метода, интерпретация данных ВСП).	1
Владеет изучаемыми параметрами электромагнитного поля.	1
Знает сейсмокаротаж (сущность метода, вертикальный годограф).	1
Знает строение и принципы работы сейсмостанции (сейсморегирующий канал, линейные сейморазведочные станции, телеметрические сейсморегирующие системы)	1
Знает регистрацию сейсмических волн (сейсмографы и геофоны, сеймоприемники, гидрофоны).	1
Знает электромагнитные параметры и свойства горных пород, электрохимическую активность и поляризуемость.	1
Знает классификацию основных методов электроразведки.	1
Знает метод естественного постоянного электрического поля (сущность метода ЕП, применение метода).	1
Имеет понятие о электропрофилеировании (методика работ, определение кажущегося сопротивления).	1
Знает метод вертикального электрического зондирования (сущность метода, кривые ВЭЗ, интерпретация данных).	1

Знает метод вызванной поляризации (основы ВП, определение кажущейся поляризуемости, обработка данных).	1
Знает метод частотных электромагнитных зондирований (сущность метода, аппаратура частотного зондирования, обработка и интерпретация результатов).	1
Знает метод зондирования становлением электромагнитного поля (сущность метода, установки ЗС, обработка и интерпретация результатов)	1
Знает магнитотеллурические методы (зондирование и профилирование, измерение магнитотеллурического поля, обработка и интерпретация данных)	1
Знает индуктивные методы электроразведки.	1
Знает георадар (применение, аппаратура, особенности обработки результатов).	1
Знает физические основы сейсморазведки (виды деформаций, волновые уравнения).	1
Знает типы и характеристики сейсмических волн.	1
Знает метод преломленных волн (методика работ МПВ, головные и рефрагированные волны, обработка и интерпретация данных).	1
Знает метод отраженных волн (методика полевых наблюдений, интерпретация данных МОВ).	1
Знает основы метода общей глубинной точки(формирование сейсмограмм ОГТ, подавление многократных волн).	1
Знает системы наблюдений ОГТ (профильные и площадные системы наблюдений и их проектирование, сейсморазведка 4D).	1
Знает цифровую обработку данных ОГТ (препроцессинг, предварительное накапливание, фильтрация, расчет статических и кинематических поправок, построение временного разреза/куба).	1
Знает современные системы обработки и интерпретации сейсмических данных.	1
Знает законы геометрической сеймики (принцип Гюйгенса, зона Френеля, принцип Ферма, принципы суперпозиции, взаимности, перераспределение энергии на границе раздела сред)	1
Знает геологические основы сейсморазведки (сейсмические свойства горных пород, скорости сейсмических волн, скоростной разрез, модели сейсмических сред).	1
Знает источники сейсмических волн (невзрывные источники возбуждения, взрывы, вибраторы).	1
Умеет проводить динамический анализ волнового поля (мгновенные параметры сейсмической записи, сейсмофациальный анализ, AVO-анализ, прогноз коллекторских свойств).	.5
Имеет понятия о годографе волны, сейсмограммах, временном разрезе.	.5
Умеет проводить кинематическую интерпретацию временных разрезов (корреляция сейсмических волн, стратиграфическая привязка отражений, скоростная модель среды, построение структурных карт, оценка качества структурных построений).	.5
Имеет понятия о естественных и искусственных электромагнитных полях.	.5

Контрольная работа: комплексирование геофизических методов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает классификацию уровней комплексирования (типовой, рациональный и оптимальный комплексы).	5
Знает стадии и этапы геологоразведочного процесса (региональные геолого-геофизические исследования, поисковые работы, предварительная и детальная разведка, эксплуатационная разведка).	5
Знает физико-геологическую модель (геологическая и петрофизическая модели, модель физических полей, априорные и апостериорные физико-геологические модели).	4
Знает методы и способы изучения кристаллического фундамента.	4
Знает основные методы решения рудных задач.	4
Знает методы изучения глубинного строения земной коры.	4
Знает современное программное обеспечение комплексной интерпретации.	4
Знает проблемы инженерной и экологической геофизики.	4
Знает вопросы поисков и разведки нефтеперспективных структур.	3
Знает способы изучения месторождений солей.	3