

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Д.С. Гуц / Д.С. Гуц /
«10» марта 2023 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности
1.6.9 Геофизика

Красноярск 2023

Введение

Настоящая программа охватывает базовые разделы современной геофизической науки в области развития и применения основных геофизических методов, направленных на изучение внутреннего строения Земли в целях эффективного поиска полезных ископаемых, сейсморазведку, гравиразведку, магниторазведку, электроразведку, геофизических методов исследования скважин, а также их связи с фундаментальными науками о Земле.

Программа разработана в соответствии с программой рекомендованной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по наукам о Земле при участии Центральной геофизической экспедиции Минэнерго РФ.

1. Сейсморазведка

Сущность сейсморазведки, история ее развития, современное состояние и место в геолого-разведочном процессе. Волновое уравнение для однородной абсолютно упругой среды. Продольные и поперечные волны и их скорости. Геометрическая сейсмика. Принципы Гюйгенса-Френеля и Ферма. Волны в поглощающей среде.

Отражение и прохождение плоских и сферических волн. Законы Снеллиуса и Бенндорфа. Зона Френеля. Головная волна. Рефрагированная волна. Дифракция. Поверхностные волны Рэлея и Лявы. Многократные волны. Волны в анизотропных средах.

Скорости волн в горных породах. Зона малых скоростей. Отражающие и преломляющие границы. Сейсмические источники на суше и акватории. Методы полевой и скважинной сейсморазведки. 2D- и 3D- сейсморазведка.

Поля времен и годографы - линейные и поверхностные. Годографы ОТВ, ОТП, ОСТ (ОГТ), РУ отраженных и преломленных волн от одной границы и в многослойной среде.

Сейсморегистрирующий канал и его параметры. Линейные и телеметрические сейсмостанции для сухопутных и морских работ. Методика полевых работ. Системы наблюдений. Группирование источников и приемников. Технология, организация и экономика полевых работ.

Принципы обработки сейсморазведочных данных и ее основные процедуры. Схема обработки по методу ОГТ. Частотная фильтрация и деконволюция. Двумерная фильтрация. Скоростной анализ. Статические и кинематические поправки. Суммарные временные разрезы и кубы. Сейсмическая миграция до и после суммирования. Динамическая интерпретация. Анализ АВО и амплитудная инверсия.

Области применения сейсморазведки. Роль сейсморазведки в поисках, разведке и эксплуатации нефтегазовых месторождений.

2. Гравиразведка

Гравитационное поле и его элементы. Измерения силы тяжести. Гравиметры. Гравитационный потенциал. Потенциал силы тяжести (геопотенциал). Нормальное гравитационное поле. Редукции силы тяжести: редукции Фая, Буге, поправки за рельеф местности и за приливные вариации. Аномалия Буге. Прямая и обратная задачи гравиразведки. Методы изучения гравитационного поля. Гравиметрическая съемка. Методы изучения фигуры Земли. Изучение глубинного строения земной коры, верхней мантии, кристаллического фундамента, осадочной толщи.

3. Магниторазведка

Магнитное поле Земли и его происхождение. Элементы земного магнетизма. Магнитные карты. Вариации магнитного поля. Палеомагнетизм. Методы измерения элементов земного магнетизма. Магнитометры.

Магнитный потенциал. Формализм Гаусса. Геомагнитный момент. Магнитное поле мировых магнитных аномалий. Магнитное поле Земли от ионосферных источников. Нормальное геомагнитное поле. Аномальное магнитное поле Земли.

Прямые и обратные задачи магниторазведки. Магнитные свойства горных пород.

Методика магниторазведочных работ. Качественный и количественный анализ аномальных магнитных полей. Применение магниторазведки при решении геологоразведочных задач.

4. Электроразведка

Физико-геологические модели и электромагнитные свойства горных пород. Понятие о геоэлектрическом разрезе. Типы геоэлектрических разрезов. Суммарная продольная проводимость и суммарное поперечное сопротивление геоэлектрического разреза.

Естественные и искусственные, постоянные и переменные поля, применяемые в электроразведке. Классификация методов электроразведки.

Методы сопротивлений. Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ). Кажущееся сопротивление. Дипольное электрическое зондирование (ДЭЗ). Электрическое профилирование (ЭП). Качественная и количественная интерпретация результатов электроразведки методами сопротивлений.

Метод вызванной поляризации (ВП). Поляризуемость геологических объектов. Методика измерений ВП. Качественная интерпретация данных ВП. Аппаратура методов сопротивлений и ВП.

Методы магнитотеллурических полей. Физические принципы магнитотеллурического зондирования (МТЗ). Входной импеданс среды. Кажущееся сопротивление. Магнитотеллурическое профилирование (МТП). Аппаратура для проведения МТЗ и МТП. Области применения методов магнитотеллурических полей при решении геологоразведочных задач.

Метод частотного зондирования (ЧЗ). Физические основы ЧЗ. Достоинства и недостатки методов ЧЗ. Области применения при решении геологоразведочных задач.

Метод зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ). Физические основы ЗСБ. Кажущееся сопротивление в методе ЗСБ. Аппаратура метода ЗСБ. Достоинства и недостатки метода ЗСБ. Области применения при решении геологоразведочных задач.

5. Методы геофизических исследований скважин

Скважина как объект исследований. Виды геофизических работ, выполняемых в скважинах. Классификация методов ГИС.

5.1. Электрометрия скважин.

Электрическое удельное сопротивление горных пород и его зависимость: от минерального состава, проводящих включений, водо-, нефте- и газонасыщенности, температуры, структурных и текстурных особенностей горных пород.

Кажущееся сопротивление. Зонды метода КС: типы зондов, их классификация, обозначения. Типичные диаграммы КС.

Боковое каротажное зондирование (БКЗ): назначение, методика применения, обработка и примеры интерпретации полученных данных, область применения.

Боковой каротаж (БК). Трехэлектродный, семиэлектродный и девятиэлектродный зонды БК: их назначение, принцип измерения, геометрический фактор и методика применения. Типичные диаграммы экранированных зондов.

Метод потенциалов собственной поляризации пород (ПС). Назначение, методика применения, принцип измерения. Форма кривых ПС и влияние на нее различных факторов. Решаемые задачи и область использования метода.

Физические основы высокочастотных электромагнитных исследований в скважинах. Индукционный каротаж (ИК), высокочастотное индукционное

каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ). Области применения.

5.2. Радиоактивный каротаж

Гамма-каротаж: физическая сущность метода, принцип измерения в скважине, область применения. Форма кривых. Качественная и количественная интерпретация диаграмм.

Гамма-гамма каротаж (ГГК). Физические основы метода, модификации -плотностной (ГГК-П) и селективный (ГГК-С) гамма-гамма каротаж. Формы кривых, влияние размера зонда на характер диаграмм. Область использования.

Нейтронный каротаж (НК). Физические основы метода. Нейтрон-нейтронные методы по тепловым и надтепловым нейтронам (ННК-Т, ННК-НТ). Их преимущества и недостатки, области применения.

Нейтронный гамма-каротаж (НГК). Физические основы метода. Влияние размера зонда, скважинных условий и условий измерения на регистрируемые величины. Форма кривых. Калибровка. Решаемые задачи.

5.3. Акустический каротаж

Упругие свойства горных пород и параметры, регистрируемые в скважинах (интервальное время, амплитуды, коэффициент поглощения упругих волн).

Акустические каротаж (АК) по скорости и по поглощению упругих волн. Физические основы методов. Задачи, решаемые АК.

5.4. Ядерно-магнитный каротаж

Физические основы ядерно-магнитного резонанса. Возбуждение прецессии протонов ядер флюидов, содержащихся в горной породе. Характерное время поперечной релаксации и его связь с инкрементной пористостью. Геологические задачи и область применения ЯМК.

Применение данных каротажа при поисках, разведке и разработке месторождений жидких и твердых полезных ископаемых. Методы контроля разработки месторождений. Использование методов ГИС при региональных работах.

Основная литература

1. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика: Учеб. для вузов. -М.: «Издательский дом Недра», 2010.
2. Геофизика: учебник /под ред. В.К. Хмелевского. -М.: КДУ, 2007.
3. Геофизические методы исследования. (под редакцией В.К.Хмелевского). Учебное пособие. -М.: Недра, 1988.
4. Знаменский В.В. Общий курс полевой геофизики. Учебник. - М.: Недра, 1989.
5. Гурвич И.И., Боганик В.Н. Сейсмическая разведка. -М.: Недра, 1986.
6. Якубовский И.И., Ренард И.В. Электроразведка. -М.: Недра, 1991
7. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. -М.: Недра, 1987.
8. Серкерев С.А. Гравиразведка и магниторазведка. -М.: Недра, 1999.

Дополнительная литература

Справочники геофизика:

1. Гравиразведка. -М.: Недра, 1981.
2. Магниторазведка. - М.: Недра, 1980.
3. Сейсморазведка. -М.: Недра, 1981.
4. Электроразведка. -М.: Недра, 1979.
5. Геофизические методы исследования скважин. -М.: Недра, 1979.
6. Вычислительная математика и техника в геофизике. -М.: Недра, 1990.

Программу составил:
д-р техн. наук, профессор



В.А. Поздняков