

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.06 Сейсморазведка

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Направленность (профиль)

21.05.03.31 Геофизические методы поиска и разведки месторождений
полезных ископаемых

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Сейсморазведка» заключается в получении студентами теоретических и методических основ сейсморазведки, приобретении знаний, навыков, необходимых для проектирования и производства полевых работ, обработки и геологической интерпретации полученных материалов.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения курса «Сейсморазведка» студенты должны знать:

- место сейсморазведки в комплексе геологоразведочных работ по поиску месторождений нефти и газа;
- физические и геологические основы сейсморазведки; кинематику сейсмических волн для различных моделей геологического строения реальных геологических сред; виды годографов различных типов волн;
- методику и технологию сейсморазведочных работ 2Д и 3Д; теоретические основы, методику и технологию обработки сейсморазведочных данных на современных вычислительных комплексах;
- основы кинематической и динамической интерпретации данных сейсморазведки;
- основы комплексной интерпретации результатов сейсморазведки и других методов геофизики;

должны уметь:

- оценивать разрешающую способность сейсморазведки и возможности её применения для решения различных геологических работ;
- на основе знаний о кинематике сейсмических волн выделять и прослеживать эти волны на сейсмограммах и временных разрезах;
- проектировать сейсморазведочные работы 2Д и 3Д, рассчитывать параметры систем наблюдения, выбирать оптимальную методику и технологию полевых работ;
- решать прямые задачи сейсморазведки;

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-5: Способен применять знания о современных методах геофизических исследований, планировать и проводить геофизические научные исследования, оценивать их результаты	
ПК-5.1: Использует в своей практической деятельности знания о современных методах геофизических исследований земной коры	

ПК-5.2: Планирует и проводит геофизические научные исследования	
ПК-5.3: Оценивает результаты геофизических исследований земной коры	
ПК-9: Способен решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне теоретической, методической и алгоритмической подготовки	
ПК-9.1: Имеет представление о методах решения прямых и обратных задач прикладной геофизики	
ПК-9.2: Способен решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне теоретической, методической и алгоритмической подготовки	
ПК-9.3: Интерпретирует результаты решения прямых и обратных задач геофизики	

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	Сем естр	
		1	2
Контактная работа с преподавателем:	3,67 (132)		
занятия лекционного типа	1,83 (66)		
лабораторные работы	1,83 (66)		
иная внеаудиторная контактная работа:	0,09 (3,3)		
индивидуальные занятия	0,09 (3,3)		
Самостоятельная работа обучающихся:	4,13 (148,7)		
курсовое проектирование (КП)	Да		
курсовая работа (КР)	Нет		
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	0,93 (33,6)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Понятие о сейсмических методах разведки.									
	1. Понятие о сейсмических методах разведки. История развития сейсморазведки и приоритеты отечественной науки. Место сейсморазведки в геологоразведочном процессе. Современное состояние и перспективы развития сейсморазведки.	2							
	2.							8	
2. Сейсмические волны в безграничных однородных средах.									

<p>1. Сейсмические волны в безграничных однородных средах. Волновое уравнение. Продольные и поперечные волны. Принцип суперпозиции. Сферические и плоские волны. Волны от источников различной направленности. Принцип взаимности. Интеграл Кирхгофа. Принципы Гюйгенса-Френеля и Ферма. Энергия волны. Геометрическая сейсмика и уравнение эйконала. Понятие о поглощающей среде. Коэффициент и декремент поглощения. Частотная дисперсия скорости.</p>	4							
2.						4		
3. Сейсмические волны в неоднородных средах.								
<p>1. Сейсмические волны в неоднородных средах. Среда с одной границей раздела. Отражение и прохождение плоских волн. Монотипные и обменные волны. Закон Снеллиуса. Зависимость коэффициентов отражения и прохождения от угла падения. Отражение и прохождение сферических волн. Головные (преломленные) волны. Закрытые условия. Зона Френеля и эффективная отражающая площадка. Криволинейные и шероховатые отражающие границы. Дифракция. Поверхностная волна Релея. Волны в градиентной среде. Рефракция. Отраженные и преломленные волны в многослойных средах. Толстослоистые и тонкослоистые среды. Эффект экранирования. Квазианизотропия. Многократные волны. Отражение от тонкого слоя. Волна Лява и псевдорелеевские волны. Каналовые волны и волноводы. Волны в анизотропных средах.</p>	4							
2.						6		

4. Геологические основы и методы сейсморазведки.								
1. Геологические основы и методы сейсморазведки. Скорости упругих волн в горных породах и определяющие их факторы. Связь скорости с фильтрационно-емкостными свойствами пород-коллекторов. Влияние слоистости и анизотропии. Отражающие и преломляющие границы. Средняя, пластовая, истинная скорости. Поглощение и рассеяние волн в реальных средах. Зона малых скоростей и верхняя часть разреза. Возбуждение сейсмических волн. Основные методы сейсморазведки: метод отраженных волн (МОВ), метод преломленных волн (МПВ). Модификации сейсморазведки. Метод общей средней (глубинной) точки (ОСТ-ОГТ). Полезные волны и помехи. Сейсмогеологические условия.	4							
2.							10	
5. Поля времен и годографы волн в двухслойных средах.								
1. Поля времен и годографы волн в двухслойных средах. Поле времен и временные поля. Годографы, их виды и значение. Поверхностные и линейные годографы. Годографы ОТВ, ОТП, ОСТ (ОГТ), РД (РУ). Кажущаяся скорость. Поле времен и годограф прямой волны. Поле времен и годографы ОТВ монотипных и обменных отражениях и преломленных волн. Линейные и поверхностные годографы ОСТ (ОГТ). Годографы проходящих волн. Вертикальные годографы. Годографы отраженных и головных волн от криволинейных границ и в многослойной горизонтально-слоистой среде. Годографы ОТВ и ОСТ дифрагированных волн.	6							

2. Лабораторные работы по теме «Поля времен и годографы волн в двухслойных средах.»					8			
3.							8	
6. Годографы волн в многослойных и градиентных средах.								
1. Годографы волн в многослойных и градиентных средах. Отраженные и головные волны в горизонтально-слоистых средах. Головные и дифрагированные волны в сложных средах. Поля времен и лучи в градиентных средах. Рефрагированные, отраженные и головные волны в градиентных средах.	4							
2. Лабораторные работы по теме «Годографы волн в многослойных и градиентных средах.»					8			
3.							8	
7. Структура и моделирование волновых полей								
1. Структура и моделирование волновых полей. Основные компоненты наблюдаемого сейсмического поля. Интенсивность и спектральный состав волн. Естественный динамический диапазон. Волновые зондирования. Регулярные, нерегулярные и случайные волны. Моделирование волновых полей – задачи и методы. Сейсмогеологические модели. Импульсные и синтетические сейсмограммы и временные разрезы. Математическая модель сейсмограммы.	2							
2. Лабораторные работы по теме «Структура и моделирование волновых полей»					8			
3.							14	
8. Полевая сейсморазведочная аппаратура.								

1. Полевая сейсморазведочная аппаратура. Сейсмозаписывающий канал и требования к нему. Полный и мгновенный динамический диапазон записи. Частотный диапазон записи. Состав и характеристики сейсмозаписывающего канала. Способы цифровой записи и устройство цифрового канала. Многоканальная запись, мультиплексирование. Теория и устройство сейсмоприемников, их частотные характеристики и характеристики направленности. Типы сейсмоприемников и их выбор для полевых работ. Многокомпонентная запись колебаний. Усилительные устройства и фильтры – аналоговые и цифровые. Фильтры зеркальных частот. Устройства визуализации. Типы сейсмостанций, их основные характеристики. Телеметрические сейсмозаписывающие системы.	4							
2. Лабораторные работы по теме «Полевая сейсморазведочная аппаратура»					10			
3.							14	
9. Методика полевых сейсморазведочных работ.								

1. Методика полевых сейсморазведочных работ. Системы наблюдений в сейсморазведке – профильные и площадные. Выбор сети профилей. 2Д- и 3Д- сейсморазведка. Выбор расстояния между точками приема и возбуждения. Многократные перекрытия. Изображение систем наблюдения, обобщенная плоскость. Системы наблюдений в МОВ, МПВ и ВСП. Возбуждение сейсмических волн взрывными и невзрывными источниками – на суше и акватории. Накапливание воздействий. Выбор оптимальных условий возбуждения и приема. Особенности методики взрывной и вибрационной сейсморазведки на суше и морской сейсморазведки. Опытные работы	4							
2.							2,3	
3.								
10. Технология, организация и экономика сейсморазведочных работ.								

<p>1. Технология, организация и экономика сейсморазведочных работ. Технология полевых работ в сухопутной, морской и скважинной сейсморазведке. Топографические, буровые и взрывные работы. Спутниковая навигация и позиционирование. Техника безопасности. Охрана окружающей среды. Проектирование и организация полевых работ. Сейсмическая экспедиция, партия, отряд. Экономическая эффективность сейсморазведки. Структура затрат в сейсморазведочном производстве и возможности их снижения. Кондиционная продукция сейсморазведки на различных стадиях геологоразведочного процесса. Этапы сейсморазведочных работ и их проектирование. Планирование и организация полевых работ в 2Д- и 3Д-сейсморазведке. Организация обработки и интерпретации сейсморазведочных данных. Отчетность.</p>	6							
2.						8		
11. Основы обработки сейсморазведочных данных.								
<p>1. Основы обработки сейсморазведочных данных. Обратная задача теории сейсморазведки и ее решение. Корректность решения. Граф и процедуры обработки. Алгоритмы. Стадии обработки и интерпретации. Многоэтапность и итеративность обработки. Интерактивная и пакетная обработка. Схема обработки по методу ОГГ. Средства обработки сейсмических данных – требования к ресурсам быстродействия, памяти, визуализации. Геофизические рабочие станции и компьютерные комплексы. Программное обеспечение – общее и специализированное.</p>	2							

2.							8	
12. Введение поправок и корреляция волн.								
1. Введение поправок и корреляция волн. Расчет и введение статических поправок. Коррекция статических поправок. Расчет и введение кинематических поправок. Растяжение колебаний и мьютинг. Коррекция кинематических поправок. Учет наклона отражающих границ. Общие принципы корреляции волн. Оси синфазности. Особенности корреляции разных типов сейсмических волн. Поляризация корреляция. Составление годографов.	4							
2. Лабораторные работы по теме «Введение поправок и корреляция волн»					4			
3.							8	
13. Частотная фильтрация и регулировка амплитуд колебаний.								
1. Частотная фильтрация и регулировка амплитуд колебаний. Амплитудная и временная разрешенность записи и задачи частотной фильтрации. Уравнение Колмогорова–Винера. Оптимальные фильтры - согласованные и обратные. Регуляризация фильтров. Оценка формы импульса отраженной волны. Минимально-фазовый импульс. Применение частотной селекции к сейсмограммам и временным разрезам. Коррекция, регулировка и нормировка амплитуд колебаний. Обработка с сохранением относительных амплитуд.	4							
2. Лабораторные работы по теме «Частотная фильтрация и регулировка амплитуд колебаний.»					4			
3.							10	

14. Пространственно-временная фильтрация колебаний.								
1. Пространственно-временная фильтрация колебаний. Двумерный спектр волнового поля. Волновое число. Многоканальная фильтрация – ее разновидности и условия применения. Модель двумерного спектра и F-K фильтрация. Веерные и когерентные фильтры. Интерференционные системы - назначение, разновидности и характеристики направленности. Статистический эффект. Суммирование плоских волн. Метод РНП. Группирование сейсмоприемников и источников. Суммирование неплоских волн. Метод ОГТ (ОСТ). Вычитание волн. Подавление кратных волн.	4							
2. Лабораторные работы по теме «Пространственно-временная фильтрация колебаний.»					6			
3.							10	
15. Определение сейсмических скоростей.								
1. Определение сейсмических скоростей. Обработка данных сейсмического и акустического каротажа. Вертикальное сейсмическое профилирование. Понятие об эффективной скорости и скорости ОГТ. Определение скоростей по годографам и сейсмограммам МОВ. Вертикальные и горизонтальные спектры скоростей. Случайные и систематические погрешности и искажения при определении скоростей. Оценка пластовых и средних скоростей по данным МОВ. Выявление скоростной анизотропии. Определение граничных скоростей по данным МПВ. Обобщение и использование данных о скоростях.	4							
2. Лабораторные работы по теме «Пространственно-временная фильтрация колебаний.»					6			

3.							10	
16. Сейсмические изображения геологических сред.								
1. Сейсмические изображения геологических сред. Сейсмические изображения по данным МОВ. Построения отражающих границ по годографам. Динамические временные разрезы. Сейсмический куб и горизонтальные срезы. Учет сейсмического сноса – миграция. Интегральные и дифференциальные методы миграции, их возможности и ограничения. Двумерная и трехмерная миграция. Миграция до и после суммирования. Сейсмические изображения по данным МПВ. Построение преломляющих границ по годографам. Учет рефракции. Динамические разрезы общей глубинной площадки.	4							
2. Лабораторные работы по теме «Сейсмические изображения геологических сред.»					6			
3.							10	
17. Интерпретация данных сейсморазведки.								

<p>1. Интерпретация данных сейсморазведки. Автоматизированные системы интерпретации данных сейсморазведки. Кинематическая интерпретация. Составление и анализ сейсмических разрезов. Корреляция и стратификация сейсмических горизонтов. Обнаружение и прослеживание разрывных нарушений. Выявление многократных отражений и боковых волн. Сейсмические карты и схемы. Разрешающая способность МОВ. Оценка точности сейсмических построений. Динамическая интерпретация. Использование разрезов и срезов динамических параметров и атрибутов (ЭКО, ПАК, АВО, МДП и др.). Оценка литологии и фильтрационно-емкостных свойств пластов. Выявление залежей углеводородов. Сейсмическая стратиграфия. Структурно-формационная интерпретация.</p>	4							
2. Лабораторные работы по теме «Интерпретация данных сейсморазведки.»					6			
3.							10,4	
4.								
5.								
6.								
Всего	66				66		148,7	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Бондарев В. И., Крылатков С. М. Сейсморазведка: Т. 2. Обработка, анализ и интерпретация данных: учебник для вузов по специальности 130201 - "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" направления 130200 - "Технология геологической разведки": в 2-х томах(Екатеринбург: УГГУ).
2. Бондарев В. И., Крылатков С. М. Сейсморазведка: Т. 1. Основы теории метода, сбор и регистрация данных: учебник для вузов по спец. 130201 - "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" направления 130200 - "Технология геологической разведки": в 2-х т.(Екатеринбург: УГГУ).
3. Кузнецов В. М., Шехтман Г. А., Хандамиров Д. Т., Коротков И. П. Многоволновая сейсморазведка: краткий библиографический справочник отечественных и зарубежных работ с 1960 по 2008 год (Москва: Спектр).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Пакет программ Paradigm Geophysical.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Нет необходимости

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютерный класс, видеопроектор.

Рабочие места геофизика, подключенные к серверу с установленным пакетом Paradigm Geophysical.

Регистрирующие комплексы SGD-SEL48, SGD-SET48