

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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра геофизики
(Геофиз_ИНГ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра геофизики (Геофиз_ИНГ)

наименование кафедры

В.М. Киселев

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СЕЙСМОРАЗВЕДКА**

Дисциплина Б1.В.06 Сейсморазведка

Направление подготовки /
специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
специализация 21.05.03.01 Геофизические
методы поисков и разведки месторождений

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2017

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

210000 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО,
НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
специализация 21.05.03.01 Геофизические методы поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых

Программу
составили _____

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 проследивать 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

ОПК-2:самостоятельным приобретением новых знаний и умений с помощью
--

информационных технологий и использованием их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОПК-6:самостоятельным принятием решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовностью работать над междисциплинарными проектами
ПК-5:выполнением разделов проектов и контроль за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности
ПК-17:способностью выполнять наукоемкие разработки в области создания новых технологий геологической разведки, включая моделирование систем и процессов, автоматизацию научных исследований
ПСК-1.9:способностью проводить математическое моделирование и исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами, в том числе стандартными пакетами программ

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

- Комплексирование геофизических методов;
- Практикум по обработке данных сейсморазведки;
- Нетрадиционные методы сейсморазведки;
- Производственно-технологическая практика;
- Преддипломная практика.

- Физика;
- Математика;
- Геология;
- Теория функций комплексных переменных;
- Теория поля;
- Физика сплошных сред.

1.5 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)	Семестр	
		7	8
Общая трудоемкость дисциплины	9 (324)	4 (144)	5 (180)
Контактная работа с преподавателем:	3,78 (136)	1,89 (68)	1,89 (68)
занятия лекционного типа	1,89 (68)	0,94 (34)	0,94 (34)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия			
практикумы			
лабораторные работы	1,89 (68)	0,94 (34)	0,94 (34)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся:	3,22 (116)	1,11 (40)	2,11 (76)
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Да	Нет	Да
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	2 (72)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Понятие о сейсмических методах разведки.	2	0	0	4	
2	Сейсмические волны в безграничных однородных средах.	4	0	0	4	
3	Сейсмические волны в неоднородных средах.	4	0	0	4	
4	Геологические основы и методы сейсморазведки.	4	0	0	4	
5	Поля времен и годографы волн в двухслойных средах.	6	0	8	4	
6	Годографы волн в многослойных и градиентных средах.	4	0	8	4	
7	Структура и моделирование волновых полей	2	0	8	4	
8	Полевая сейсморазведочная аппаратура.	4	0	10	8	

9	Методика полевых сейсморазведочных работ.	4	0	0	4	
10	Технология, организация и экономика сейсморазведочных работ.	8	0	0	8	
11	Основы обработки сейсморазведочных данных.	2	0	0	8	
12	Введение поправок и корреляция волн.	4	0	6	8	
13	Частотная фильтрация и регулировка амплитуд колебаний.	4	0	4	10	
14	Пространственно-временная фильтрация колебаний.	4	0	6	10	
15	Определение сейсмических скоростей.	4	0	6	10	
16	Сейсмические изображения геологических сред.	4	0	6	10	
17	Интерпретация данных сейсморазведки.	4	0	6	12	
Всего		68	0	68	116	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Понятие о сейсмических методах разведки. История развития сейсморазведки и приоритеты отечественной науки. Место сейсморазведки в геологоразведочном процессе. Современное состояние и перспективы развития сейсморазведки.</p>	2	0	0
2	2	<p>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	0	0

3	3	<p>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. Закритические 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	0	0
---	---	--	---	---	---

4	4	<p>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.</p>	4	0	0
---	---	---	---	---	---

5	5	<p>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.</p>	6	0	0
6	6	<p>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.</p>	4	0	0

7	7	<p>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.</p>	2	0	0
---	---	---	---	---	---

8	8	<p>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 сеймостанций, их основные характеристики. Телеметрические сейсмозаписывающие системы.</p>	4	0	0
---	---	---	---	---	---

9	9	<p>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</p>	4	0	0
---	---	--	---	---	---

10	10	<p>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>	8	0	0
----	----	---	---	---	---

11	11	<p>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.</p> <p>Интерактивная и пакетная обработка. Схема обработки по методу ОГТ. Средства обработки сейсмических данных – требования к ресурсам быстродействия, памяти, визуализации. Геофизические рабочие станции и компьютерные комплексы.</p> <p>Программное обеспечение – общее и специализированное.</p>	2	0	0
----	----	--	---	---	---

12	12	<p>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. Поляризационная корреляция. Составление годографов.</p>	4	0	0
13	13	<p>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.</p>	4	0	0

14	14	<p>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.</p>	4	0	0
----	----	---	---	---	---

15	15	<p>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.</p>	4	0	0
----	----	---	---	---	---

16	16	<p>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.</p>	4	0	0
----	----	--	---	---	---

17	17	<p>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	0	0
Всего			68	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

Всего				
-------	--	--	--	--

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	5	Лабораторные работы по теме «Поля времен и годографы волн в двухслойных средах.»	8	0	0
2	6	Лабораторные работы по теме «Годографы волн в многослойных и градиентных средах.»	8	0	0
3	7	Лабораторные работы по теме «Структура и моделирование волновых полей»	8	0	0
4	8	Лабораторные работы по теме «Полевая сейсморазведочная аппаратура»	10	0	0
5	12	Лабораторные работы по теме «Введение поправок и корреляция волн»	6	0	0
6	13	Лабораторные работы по теме «Частотная фильтрация и регулировка амплитуд колебаний.»	4	0	0
7	14	Лабораторные работы по теме «Пространственно-временная фильтрация колебаний.»	6	0	0
8	15	Лабораторные работы по теме «Пространственно-временная фильтрация колебаний.»	6	0	0
9	16	Лабораторные работы по теме «Сейсмические изображения геологических сред.»	6	0	0
10	17	Лабораторные работы по теме «Интерпретация данных сейсморазведки.»	6	0	0
Всего			68	0	0

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	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 прлезных ископаемых" направления 130200 - "Технология геологической разведки": в 2-х томах	Екатеринбург: УГТУ, 2011
Л1.2	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: УГТУ, 2010
Л1.3	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, 2010

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины основными видами учебной работы являются аудиторные занятия (в том числе: лекции и семинарские занятия), самостоятельная работа (в том числе: изучение теоретического материала и решение задач по дисциплине).

Практические занятия ориентированы на закрепление лекционного материала и на выполнение дополнительных заданий, расширяющих объем пройденного материала.

При изучении курса большое значение придается самостоятельной работе, которая, с одной стороны, тесно связана с аудиторными занятиями, с другой, позволяет расширить объем изучаемого материала.

Самостоятельная работа предполагает:

- изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для решения задач;
- работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет.

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида учебно-методические материалы для самостоятельной работы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Пакет программ Paradigm Geophysical.
-------	--------------------------------------

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Нет необходимости
-------	-------------------

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

1. Компьютерный класс, видеопроектор.

2. Рабочие места геофизика, подключенные к серверу с установленным пакетом Paradigm Geophysical.
3. Регистрирующие комплексы SGD-SEL48, SGD-SET48