

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

ВЫСШАЯ ШКОЛА ИННОВАЦИОННОГО БИЗНЕСА МГУ



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины (модуля):

Трехмерная сейсморазведка при поисках углеводородов

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.01. «Геология»

Направленность (профиль) ОПОП:

*Магистерская программа «Геолого-геофизические исследования нефтяных и
газовых месторождений»*

Форма обучения:

очная

Рабочая программа
рассмотрена и одобрена на Административном Совете
(протокол № 3, дата 18.03.2022)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.04.01. «Геология».

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от _____ 20 ____ года (протокол №__).

Год (годы) приема на обучение _____

© Высшая школа инновационного бизнеса МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс состоит из введения и 3 разделов, в которых рассматриваются физические и геологические основы 3D сейсморазведки; технология проведения полевых работ 3D; обработка данных 3D сейсморазведки.

Целью освоения дисциплины Трехмерная сейсморазведка является изучение магистрантами основ трехмерной сейсморазведки, как важнейшего геофизического метода при поисках и разведке углеводородного сырья, возможностей его применения для решения различных задач нефтегазовой геологии. К основным задачам курса можно отнести освоение теоретических основ 3-D сейсморазведки; освоение технологии проведения сейсмических исследований 3D; ознакомление с принципами цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных 3D; развитие у магистрантов способностей самостоятельно оценивать достоинства и недостатки метода, разрабатывать и ставить конкретные задачи перед сейсморазведкой и уметь оценивать результаты работ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО - дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО, курс 1, семестры 1, 2.

3. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Для изучения дисциплины "Трехмерная сейсморазведка" необходимо знакомство студентов с курсами математики и физики в объеме уровня бакалавриата естественнонаучных факультетов. Как учебная дисциплина она является одной из основополагающих в освоении дисциплин вариативной части магистерской программы.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ ВЫПУСКНИКОВ

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-6	<p>М.ОПК-6. И-1. Знает технические характеристики и возможности основных современных видов научного и технического оборудования, используемого в работах по профилю подготовки.</p> <p>М.ОПК-6. И-2. Анализирует альтернативные варианты решения поставленной задачи, и выбирает оптимальный вариант с позиций доступности оборудования и экономических затрат.</p> <p>М.ОПК-6. И-3. Имеет базовые практические навыки работы с современным оборудованием,</p>	<p><i>Знать</i></p> <ul style="list-style-type: none">• основные принципы и особенности технологии проведения полевых сейсмических наблюдений 3D• современное геофизическое оборудование и компьютерные технологии для выполнения трехмерных сейсмических исследований на объектах

	применяемым в работах по профилю подготовки.	
МПК-1	МПК-1.5. Знает основные принципы и особенности технологии проведения полевых сейсмических наблюдений 2D и 3D	<p><i>Знать</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные принципы и особенности технологии проведения полевых сейсмических наблюдений 3D • современное геофизическое оборудование и компьютерные технологии для выполнения трехмерных сейсмических исследований на объектах <p><i>Уметь</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • применять знания о современных методах приема и регистрации сейсмической информации
МПК-2	МПК – 2.5 Умеет профессионально ставить нефтегазовые задачи перед сейсморазведкой и с максимальной эффективностью использовать ее результаты	<p><i>Уметь</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • профессионально ставить нефтегазовые задачи перед сейсморазведкой и с максимальной эффективностью использовать ее результаты • грамотно представлять результаты сейсмических исследований на объектах, защищать полученные результаты на различных уровнях
МПК-3	МПК-3.2 Владеет навыками интерпретации геолого-геофизической информации	<p><i>Владеть</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • принципами цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных

5. **ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** 4 з.е., в том числе 56 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, (14 – лекционные занятия, 28 часов практических занятий, 14 часов - семинары), 8 часов групповых консультаций, 8 часов промежуточная аттестация, 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся

6. **ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ** очный, лекционные и семинарские занятия.

7. **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы*</i>					Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего			Всего
Семестр 1									
Введение	28	2	2			4		Выполнение индивидуальных заданий, тестирование	24
Физические и геологические основы 3D сейсморазведки.	36	6	6			12		Выполнение индивидуальных заданий, тестирование	24
Технология проведения полевых работ 3D.	36	6	6			12		Выполнение индивидуальных заданий, тестирование	24
Консультации	4			4		4			4
Промежуточная аттестация	4			4		4			4 зачет
Семестр 2									
Обработка данных 3D	28		4			4		Выполнение	24

сейсморазведки -1								индивидуальн ых заданий, тестирование	
Обработка данных 3D сейсморазведки - 2	36		12			12		Выполнение индивидуальн ых заданий, тестирование	24
Обработка данных 3D сейсморазведки -3	36		12			12		Выполнение индивидуальн ых заданий, тестирование	24
Консультации	4			4		4			4
Промежуточная аттестация	4			4		4			4 экзамен
Итого	144	14	42	8		56			
1 семестр	72	14	14	4		28			
2 семестр	72	0	28	4		28			

Содержание разделов дисциплины:

ВВЕДЕНИЕ.

Задачи, решаемые сейсморазведкой при поисках и разведке месторождений углеводородов. Этапы развития сейсморазведки. Преимущества 3D сейсморазведки перед 2D сейсморазведкой.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Краткие сведения из теории упругости. Кинематика и динамика волн. Годографы основных типов волн. Особенности распространения сейсмических волн в горных породах. Понятия средней, пластовой, эффективной скоростей. Предельная эффективная и среднеквадратичная скорости. Типичные значения скоростей продольных и поперечных волн и значения плотности для некоторых пород. Коллекторские свойства горных пород, нефтегазонасыщение и их проявление в сейсмическом волновом поле: в значениях скоростей продольных и поперечных волн, поглощении, коэффициентах отражения, AVO-эффекте, сейсмической анизотропии.

Кинематика и динамика сейсмических волн в 3-мерно неоднородной среде. Решение прямой и обратной кинематической задачи сейсморазведки. Боковые и дифрагированные волны.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ 3D СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ ПОЛЕВЫХ РАБОТ.

Характеристики сейсмических сигналов и помех: амплитуда, форма, частотный спектр, направление подхода волн, кажущаяся скорость.

Способы повышения соотношения сигнал/помеха: накопление возбуждений, частотная и пространственная фильтрация волн, способ ОГТ.

Системы наблюдений в сейсморазведке, как способ достижения поставленных целей: регистрация целевых волн, определение скоростных и других характеристик среды, построение сейсмических границ. Расчет системы наблюдений в 2D сейсморазведке: определение длины расстановки, шага наблюдений, кратности перекрытия.

Планирование 3D сейсмических наблюдений. Системы наблюдений в 3D сейсморазведке, их сравнительные характеристики. Понятия кратности перекрытия, бина, распределения выносов, распределения азимутов.

Аппаратура, применяемая при 3D сейсмических наблюдениях: сейсмоприемники, косы, сейсмостанции, телеметрические системы, 3-компонентные системы.

Контроль качества полевых работ: контролируемые параметры, программное обеспечение.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ 3D СЕЙСМОРАЗВЕДКИ.

Ввод и визуализация данных. Расчет кинематических поправок. Определение сейсмических скоростей, интерактивный скоростной анализ. Определение пластовых скоростей. Анализ распределения скоростей по азимутам, оценка трещиноватости. Суммирование по ОГТ. Миграция после суммирования и миграция до суммирования. 3-х мерная миграция.

Способы представления данных 3D сейсморазведки. Сейсмический куб, вертикальные и горизонтальные срезы.

Использование динамических характеристик сейсмической записи: вычисление сейсмических атрибутов, разрезов мгновенных амплитуд и полярности отражений, AVO-анализ, псевдоакустический каротаж.

8. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ** для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

8.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Перечень примерных тестовых заданий для текущей аттестации по курсу:

1. Миграция в F-K области.
2. Миграция в T-K области.
3. Скоростной анализ с перебором постоянных скоростей.
4. Скоростной анализ с использованием спектров скоростей.
5. Критерии выбора параметров бинирования при сортировке трасс по ОГТ.
6. Критерии выбора параметров суммирования по ОГТ и мьютинг.
7. Назначение и способы сортировки трасс (ОПВ, ОГТ, ОУ, ОПП).
8. Способы редактирования сейсмических записей (сортировка при вводе, редактирование трасс, амплитудная коррекция, ручное редактирование).
9. Способы ввода и коррекции кинематических поправок.
10. Исследование возможностей частотной фильтрации.
11. Исследование возможностей предсказывающей деконволюции.
12. Исследование возможностей деконволюции по форме сигнала.
13. Назначение и способы регулировки амплитуд.
14. Назначение и способы реализации пространственной фильтрации.
15. Ввод и коррекция статических поправок.
16. Обработка данных ВСП – прием на сейсмоприемник на поверхности.
17. Обработка данных ВСП – прием на гидрофон в скважине.
18. Обработка данных МПВ по способу T0.
19. Обработка данных МПВ как рефрагированных волн.

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации

1. В каких пределах меняются скорости продольных и поперечных волн в горных породах?
2. Как по годографам волн можно определить скорости сейсмических волн в среде?
3. Как можно определить затухание волн в среде?
4. Как можно определить акустическую (сейсмическую) жесткость среды?
5. Чем годограф ОГТ отличается от годографа отраженной волны при фиксированном пункте возбуждения?
6. Как выглядят годографы волн на непродольных профилях?
7. Как связаны между собой глубинность исследований, энергия источника и частотный состав возбуждаемых колебаний?
8. Перечислите основные характеристики сейсмических волн.
9. Основные характеристики сейсмоприемников, сейсмических усилителей, регистраторов.
10. Что означает «формат сейсмической записи» (на примере формата SEG-Y)?
11. Принципы построения многоканальных сейсмических станций. Какие преимущества имеют телеметрические сейсмические станции?
12. Что такое «отношение сигнал/помеха»?
13. Какие помехи подавляются при накоплении сигналов? При группировании источников и приемников?
14. По каким признакам разделяются волны при частотной фильтрации? При веерной фильтрации?
15. Какие помехи, не подавляемые вышеуказанными способами, позволяет подавлять метод ОГТ?
16. Какие способы борьбы с помехами используются в сейморазведке для подавления поверхностных волн?
17. В чем заключается важность планирования 3D сейсмических наблюдений?

18. Что нужно знать о сейсмическом формате данных, чтобы считать полевые данные обрабатывающей программой и визуализировать их на экране?
19. Для чего и как вводятся статические поправки? Что такое «коррекция статических поправок»?
20. В каких целях производится сортировка трасс на сейсмограммы ОПВ, ОПП, ОГТ и равных удалений?
21. Для чего и как вводятся кинематические поправки? Приведите формулу для вычисления кинематических поправок.
22. Какие существуют возможности определения скорости в покрывающей толще?
23. По каким принципам выполняется анализ скоростей суммирования в МОГТ?
24. Почему правильнее было бы название «Метод общей глубинной площадки» а не «точки»? Что означает термин «бинирование»?
25. Назначение и принципы реализации миграции сейсмических временных разрезов.
26. Преимущества и недостатки миграции после суммирования и миграции до суммирования.
27. Какие цели преследуют скважинные сейсмические исследования?
28. Системы наблюдений при ВСП.
29. Системы наблюдений при межскважинном просвечивании.
30. Системы наблюдений при АК.
31. Преимущества и недостатки скважинных исследований по сравнению с наблюдениями с дневной поверхности.

8.3. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4	5
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение

Навыки (владения, опыт деятельности) <i>(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач
---	--------------------------------------	--	--	---

9.. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

9.1 Перечень основной литературы

1. Бондарев В.И. Сейсморазведка. Екатеринбург: Издательство УГТГА, 2007. 703 с. Режим доступа: <http://www.geokniga.org/books/2398>
2. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Издательство АИС, Тверь, 2006 г., 744 стр., УДК: 550.843, ISBN: 1810-5599 Режим доступа: <http://www.geokniga.org/books/2638>

9.2 Перечень дополнительной литературы

1. Урупов А.К. Основы трехмерной сейсморазведки. Изд. Нефть и газ, 2004. 582с
2. Гайнанов В.Г. Сейсморазведка. М., Изд-во МГУ, 2006. 148 с.

9.3 Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
система обработки данных сейсморазведки RadExPro, файлы с сейсмическими данными с разных экспедиций

9.4.Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

отсутствует

9.5.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

отсутствует

9.6.Описание материально-технического обеспечения.

Компьютерный класс, компьютер с доступом в Интернет, проекционное
Компьютерный класс, компьютер с доступом в Интернет, проекционное оборудование для презентаций, средства звуковоспроизведения, экран.

10. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ. - русский

11. ПРЕПОДАВАТЕЛЬ (ПРЕПОДАВАТЕЛИ). – Гайнанов В.Г., доктор техн. наук, профессор, Геологический факультет МГУ.

12. АВТОР (АВТОРЫ) ПРОГРАММЫ. – Гайнанов В.Г., доктор техн. наук, профессор, Геологический факультет МГУ.