

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

« ____ » _____ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ**

Автор-составитель: Гайнанов В.Г.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геология и геохимия горючих ископаемых

Магистерская программа:

Геология и геохимия нефти и газа

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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 «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019 г.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины Основы нефтегазовой сейсморазведки являются:

- изучение магистрантами основ сейсморазведки, как важнейшего геофизического метода при поисках и разведке углеводородного сырья, возможностей его применения для решения различных задач нефтегазовой геологии;
- развитие у магистрантов способностей самостоятельно оценивать достоинства и недостатки тех или иных методов сейсморазведки, разрабатывать и ставить конкретные задачи перед сейсморазведкой и уметь оценивать результаты работ.

Задачи:

- освоение теоретических основ сейсморазведки;
- освоение технологии проведения сейсмических исследований 2Д и 3Д;
- ознакомление с принципами цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных 2Д и 3Д.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – Дисциплина Основы нефтегазовой сейсморазведки находится в блоке профессиональной подготовки вариативной части магистерской программы.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин Высшая математика, Программирование, Физика, Общая геология.

Дисциплина необходимо в качестве предшествующей для дисциплин Интерпретация сейсмических данных, Нефтегазовая геология.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

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

СПК-1.М Способность использовать научные представления о глобальных и региональных закономерностях нефтегазоносности, классификации нефтегазоносных бассейнов, принципах нефтегеологического районирования для выделения перспективных объектов для геологоразведочных работ при поисках и разведке на нефть и газ.

СПК-2.М Владение методами интерпретации результатов исследований и анализа (структурно-формационного, бассейнового, анализа нефтяных систем и др.) с учетом рисков геологической среды для обоснования перспектив нефтегазоносности изучаемых территорий.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: — теоретические основы сейсморазведки;

- основные принципы и особенности технологии проведения полевых наблюдений 2Д и 3Д;
- принципы цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных.

Уметь: — применять знания о современных методах приема и регистрации сейсмической информации;

- анализировать результаты применения сейсморазведки для поисков и разведки месторождений нефти и газа;

— профессионально ставить нефтегазовые задачи перед сейсморазведкой и с максимальной эффективностью использовать ее результаты.

Владеть: — основными методами, способами и средствами получения, хранения и обработки информации, иметь навыки обработки данных и работать с компьютером как средством управления информацией;

- научно-методическими основами и стандартами в области сейсморазведки.;

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (10 часов – занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 32 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс состоит из 3 частей. В первой части излагаются физические и геологические основы сейсморазведки. Во второй части рассматривается технология проведения сейсморазведочных работ 2Д и 3Д. В третьей части излагаются принципы цифровой обработки и интерпретации данных. Даются примеры применения различных процедур обработки и интерпретации данных.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Физические и геологические основы сейсморазведки.		2		4	6	
Раздел 2. Технология проведения полевых работ.		4		4	8	2 расчетно-графические работы, 12 часов
Раздел 3. Обработка данных сейсморазведки.		4		10	14	4 расчетно-графические работы, 20 часов
Групповые консультации						2
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
Итого	72			28		44

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 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.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ 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-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.

Содержание семинаров.

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.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

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 сейсморазведке 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.

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

1. Осуществить предварительную интерпретацию прилагаемого сейсмического временного разреза, разделить однократные и многократные волны.
2. Сделать описание волновой картины по прилагаемой многоканальной сейсмограмме.
3. Объяснить принципы определения по годографам волн скорости сейсмических волн в среде.
4. Способы определения акустической (сейсмической) жесткости среды.
5. Основные кинематические и динамические характеристики сейсмических волн.
6. Основные характеристики сейсмоприемников, сейсмических усилителей, регистраторов.
7. Принципы построения многоканальных сейсмических станций. Какие преимущества имеют телеметрические сейсмические станции?
8. Какие помехи подавляются при накоплении сигналов? При группировании источников и приемников?
9. По каким признакам разделяются волны при частотной фильтрации? При веерной фильтрации?
10. Какие помехи могут подавляться при суммировании сейсмических трасс по способу ОГТ?
11. Какие способы борьбы с помехами используются в сейсморазведке для подавления поверхностных волн?
12. Для чего и как вводятся статические поправки? Что такое «коррекция статических поправок»?

13. Для чего и как вводятся кинематические поправки? Приведите формулу для вычисления кинематических поправок.
14. По каким принципам выполняется анализ скоростей суммирования в МОГТ?
15. Почему правильнее было бы название «Метод общей глубинной площадки» а не «точки»? Что означает термин «бинирование»?
16. Назначение и принципы реализации миграции сейсмических временных разрезов.
17. Преимущества и недостатки миграции после суммирования и миграции до суммирования.
18. Какие цели преследуют скважинные сейсмические исследования?

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: теоретические основы сейсморазведки; — основные принципы и особенности технологии проведения полевых наблюдений 2Д и 3Д; — принципы цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения - применять знания о современных методах приема и регистрации сейсмической информации; — анализировать результаты применения сейсморазведки для поисков и разведки месторождений нефти и газа; — профессионально ставить нефтегазовые задачи перед	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания о современных методах приема и регистрации сейсмической информации;	Успешное умение применять знания о современных методах приема и регистрации сейсмической информации; — анализировать результаты применения сейсморазведки для поисков и разведки месторождений нефти и газа;

сейсморазведкой и с максимальной эффективностью использовать ее результаты.				
Владения: — основными методами, способами и средствами получения, хранения и обработки информации, иметь навыки обработки данных и работать с компьютером как средством управления информацией; — научно-методическими основами и стандартами в области сейсморазведки.;	Навыки владения основными методами, способами и средствами получения, хранения и обработки информации отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения и обработки информации, иметь навыки обработки данных и работать с компьютером как средством управления информацией; — научно-методическими основами и стандартами в области сейсморазведки	Владение на «отлично» методами, способами и средствами получения, хранения и обработки информации, иметь навыки обработки данных и работать с компьютером как средством управления информацией; — научно-методическим и основами и стандартами в области сейсморазведки и

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Учебник для вузов. — Тверь: Изд-во АИС, 2006.
2. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки. Екатеринбург: Издательство УГГГА, 2003.
3. Шериф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. В двух томах. М., Мир, 1987.

- дополнительная литература:

1. Гайнанов В.Г. Практикум по обработке данных сейсморазведки МОВ-ОГТ. Руководство к практическим занятиям по курсу «сейсморазведка». Издание второе, переработанное: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения — М.: «КДУ», «Добросвет», 2018.
2. Гайнанов В.Г. Методы морских сейсмоакустических исследований. (Теория и практика). EAGE. 2019.
3. Гайнанов В.Г. Сейсморазведка. М., Изд-во МГУ, 2006.
4. Кузнецов В.И. Элементы объемной (3D) сейсморазведки. 2012.
5. Череповский А.В. Наземная сейсморазведка нового технологического уровня. EAGE. 2016.
- 6.
7. Brown Alistair R. Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data. AAPG & SEG, Tulsa, Oklahoma, USA, 1999.

- .Б) Перечень лицензионного программного обеспечения – система обработки данных сейсморазведки RadExPro.
- В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):
- Д) Материально-технического обеспечение: - компьютерный класс в ауд. 301.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Гайнанов В.Г.

11. Автор (авторы) программы – Гайнанов В.Г.