

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан геологического факультета МГУ
академик Д.Ю. Пущаровский
«2» сентября 2015 года



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТРЕХМЕРНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Уровень высшего образования
ПОДГОТОВКА НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

Направление подготовки: **05.06.01. Науки о Земле**
Направленность программы *Геофизика, геофизические методы поиска и разведки полезных ископаемых.*

Квалификация:

Исследователь. Преподаватель-исследователь.

МОСКВА 2015

1. Код и наименование дисциплины – **Трехмерная сейсморазведка**

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки **05.06.01. «Науки о Земле»**

Направленность программы *Геофизика, геофизические методы поиска и разведки полезных ископаемых.*

4. Место дисциплины в структуре ООП: **относится к вариативной части ОПОП, дисциплина по выбору для освоения в 3 семестре второго года обучения**

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

(заполняется в соответствии с картами компетенций)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<i>способностью к принятию самостоятельных мотивированных решений в нестандартных ситуациях и</i>	З(УК-6) Знать нормативно-правовые документы, регламентирующие организацию и содержание геофизических работ на различных объектах

<p><i>готовность нести ответственность за их последствия (УК-6).</i></p>	<p>У (УК-6) Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p>
<p><i>способность самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач (ОПК-2);</i></p>	<p>З(ОПК-2) Знать основные принципы и особенности технологии проведения полевых сейсмических наблюдений 3D У(ОПК-2) Уметь применять знания о современных методах приема и регистрации сейсмической информации</p>
<p><i>умение профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование и компьютерные технологии, в том числе ГИС-технологии для решения научных и практических задач (ОПК-3);</i></p>	<p>З(ОПК-3) Знать современное геофизическое оборудование и компьютерные технологии для выполнения трехмерных сейсмических исследований на объектах У(ОПК-3) Уметь профессионально ставить нефтегазовые задачи перед сейсморазведкой и с максимальной эффективностью использовать ее результаты</p>
<p><i>умение критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-4);</i></p>	<p>З(ОПК-4) Знать принципы цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных У(ОПК-4) Уметь грамотно представлять результаты сейсмических исследования на объектах, защищать полученные результаты на различных уровнях</p>

6. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единицы, всего 216 часов, из которых 28 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часов занятия семинарского типа, 4 часа индивидуальные консультации, 4 часа мероприятия промежуточной аттестации), 188 часа составляет самостоятельная работа обучающегося

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): **знание основ разведочной геофизики**

8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии): **дисциплина частично реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных технологий.**

9. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) (часы)			Самостоятельная работа обучающегося (часы)	
		Занятия сем-кого типа	Инд-ные кон-ции	всего	домашние заданий	всего
<p>Тема 1.* Задачи, решаемые сейсморазведкой при поисках и разведке месторождений углеводородов. Этапы развития сейсморазведки. Преимущества 3D сейсморазведки перед 2D сейсморазведкой.</p>	34	2	0	2	32	32
<p>Тема 2.* 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</p>	36	4	0	4	32	32

<p>поле: в значениях скоростей продольных и поперечных волн, поглощении, коэффициентах отражения, AVO-эффекте, сейсмической анизотропии.</p> <p>Кинематика и динамика сейсмических волн в 3-мерно неоднородной среде. Решение прямой и обратной кинематической задачи сейсморазведки. Боковые и дифрагированные волны.</p>						
<p>Тема 3.*</p> <p>Характеристики сейсмических сигналов и помех: амплитуда, форма, частотный спектр, направление подхода волн, кажущаяся скорость.</p> <p>Способы повышения соотношения сигнал/помеха: накопление возбуждений, частотная и пространственная фильтрация волн, способ ОГТ.</p> <p>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.</p>	36	4	2	6	30	30
<p>Тема 4.*</p> <p>Планирование 3D сейсмических наблюдений. Системы наблюдений в 3D сейсморазведке, их сравнительные характеристики. Понятия кратности перекрытия, бина, распределения выносов, распределения азимутов.</p> <p>Аппаратура, применяемая при 3D сейсмических наблюдениях: сейсмоприемники, косы, сеймостанции, телеметрические системы, 3-компонентные системы.</p> <p>Контроль качества полевых работ: контролируемые параметры, программное обеспечение.</p>	34	4	0	4	30	30
<p>Тема 5.*</p> <p>Ввод и визуализация данных. Расчет кинематических поправок. Определение сейсмических скоростей, интерактивный скоростной анализ. Определение пластовых скоростей. Анализ распределения</p>	36	4	2	6	30	30

скоростей по азимутам, оценка трещиноватости. Суммирование по ОГТ. Миграция после суммирования и миграция до суммирования. 3-х мерная миграция.						
Тема 6.* 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.	36	2	0	2	34	34
Промежуточная аттестация**	4	-	4	4	-	-
Итого	216	20	8	28	188	188

**Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа или индивидуальных консультаций*

*** Промежуточная аттестация проходит в форме зачета*

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине.

а) основная литература:

1. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки. Екатеринбург: Издательство УГГГА, 2003.
2. Гурвич И.И., Боганик Г.Н. Сейсмическая разведка. М., Недра, 1980.
3. Уотерс К. Отражательная сейсмология. М., Мир, 1981.
4. Урупов А.К., Основы трехмерной сейсморазведки. Изд. Нефть и газ, 2004.
5. Хаттон Л., Уэрдингтон М., Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных. Теория и практика. М., Мир, 1989.
6. Шериф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. В двух томах. М., Мир, 1987.
7. Brown Alistair R. Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data. AAPG & SEG, Tulsa, Oklahoma, USA, 1999.
8. Andreas Cordsen, Mike Galbraith and John Peirce. Planning Land 3-D Seismic Surveys. SEG, USA. 2000.

б) дополнительная литература:

1. Гайнанов В.Г. Сейсморазведка. М., Изд-во МГУ, 2006.
2. Богданов А.И. Сейсморазведка методом отраженных волн. М., Недра, 1982.

3. Шнеерсон М.Б., Майоров Б.В. Наземная сейсморазведка с невзрывными источниками колебаний. М., Недра, 1980.
4. Шнеерсон М.Б., Потапов О.А., Гродзенский В.А. и др. Вибрационная сейсморазведка. М. Недра. 1990.
5. Kleyn A.H. Seismic Reflection Interpretation. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York. 1983.

11. Ресурсное обеспечение:

Для материально-технического обеспечения дисциплины Трехмерная сейсморазведка используются: лаборатории кафедры Сейсмометрии и геоакустики, компьютерный класс кафедры Сейсмометрии и геоакустики, полевая сейсморазведочная аппаратура, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, библиотека Геологического факультета МГУ.

12. Язык преподавания - **русский**

13. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен: знать теоретические основы 3D сейсморазведки, основные принципы и особенности технологии проведения полевых сейсмических наблюдений 3D, принципы цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных; уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; 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.

14. Преподаватель (преподаватели).- **д.т.н. профессор Гайнанов Валерий Гарифьянович (vgain@hotmail.ru)**

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Трехмерная сейсморазведка»
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине «Трехмерная сейсморазведка» (критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом пользуются либо БРС)					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
З(УК-6) Знать нормативно-правовые документы, регламентирующие организацию и содержание геофизических работ на различных объектах	отсутствие знаний	фрагментарные представления о нормативно-правовых документах, регламентирующие организацию и содержание геофизических работ	сформированные представления о требованиях, предъявляемых к организации и содержанию геофизических работ	сформированные представления о требованиях к организации и содержанию геофизических работ на различных объектах	Систематизированные знания о требованиях к организации и содержанию геофизических работ на различных объектах	<i>индивидуальное собеседование</i>
У (УК-6) Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	отсутствие умений	фрагментарные представления об основных принципах сейсмических исследований	сформированные представления об основных принципах сейсмических исследований	сформированные представления об основных принципах трехмерных сейсмических исследований	Системные знания об основных принципах трехмерных сейсмических исследований, в том числе с учетом зарубежного опыта	<i>практические контрольные задания</i>
З(ОПК-2) Знать	отсутствие	Знает основные	Знает основные	Знает основные	В совершенстве знает	<i>индивидуальное</i>

основные принципы и особенности технологии проведения полевых сейсмических наблюдений 3D	знаний	принципы проведения полевых сейсмических методов	принципы проведения полевых трехмерных сейсмических методов с учетом специфики некоторых задач	принципы полевых трехмерных сейсмических методов с учетом специфики любых технических задач	принципы полевых трехмерных сейсмических методов с учетом специфики любых технических задач	<i>собеседование</i>
У(ОПК-2) Уметь применять знания о современных методах приема и регистрации сейсмической информации	отсутствие умений	осуществляет отбор и использование геофизических методов	осуществляет отбор и использование трехмерных сейсмических методов с учетом специфики некоторых задач	осуществляет отбор и использование трехмерных сейсмических методов с учетом специфики любых технических задач	осуществляет построение оптимальной методики трехмерных сейсмических методов с учетом специфики конкретной задачи	<i>практические контрольные задания</i>
З(ОПК-3) Знать современное геофизическое оборудование и компьютерные технологии для выполнения трехмерных сейсмических исследований на объектах	отсутствие знаний	фрагментарные знания о работе и применении геофизической аппаратуры	знает современное сейсморазведочное оборудование для выполнения геофизических исследований на технических объектах	знает современное сейсморазведочное оборудование и компьютерные технологии для выполнения геофизических исследований на объектах	Систематизированные знания сейсморазведочного оборудования и компьютерных технологий для выполнения геофизических исследований на любых объектах	<i>индивидуальное собеседование</i>
У(ОПК-3) Уметь профессионально ставить нефтегазовые задачи перед сейсморазведкой и с максимальной эффективностью	отсутствие умений	фрагментарные представления об основных нефтегазовых задачах	сформированные представления об основных нефтегазовых задачах	сформированные представления об основных нефтегазовых задачах и методах их решения с помощью сейсморазведки	Системные знания об нефтегазовых задачах и оптимальных методах их решения с помощью сейсморазведки на любых объектах	<i>практические контрольные задания</i>

использовать ее результаты						
З(ОПК-4) Знать принципы цифровой обработки и интерпретации сейсмических данных	отсутствие знаний	фрагментарные представления о принципах обработки и интерпретации сейсмических исследований	сформированные представления о принципах обработки и интерпретации сейсмических исследований	сформированные представления о принципах обработки и интерпретации сейсмических исследований на различных объектах	систематизированные знания о принципах обработки и интерпретации сейсмических исследований на конкретных объектах	<i>индивидуальное собеседование</i>
У(ОПК-4) Уметь грамотно представлять результаты сейсмических исследования на объектах, защищать полученные результаты на различных уровнях	отсутствие умений	фрагментарные представления о принципах представления результатов сейсмических исследований	сформированные представления о принципах представления результатов сейсмических исследований	сформированные представления о принципах представления результатов трехмерных сейсмических исследований на различных объектах	систематизированные знания о принципах представления результатов трехмерных сейсмических исследований на конкретных объектах	<i>практические контрольные задания</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примерные темы рефератов по разделам дисциплины

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.

Контрольные вопросы и задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

В течение преподавания курса Трехмерная сейморазведка в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используются такие формы, как заслушивание и оценка доклада по теме реферата, собеседование, промежуточное тестирование. По итогам обучения проводится зачет.

Контрольные вопросы:

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.