

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пущаровский/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Интерпретация сейсмо-акустических данных**

Автор-составитель: Волконская А.Л.

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Геология и геохимия горючих ископаемых**

**Магистерская программа**

**Геология, геохимия нефти и газа**

Форма обучения:

*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 20\_\_

---

***На обратной стороне титула:***

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 – 2018.

## **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** курса «Интерпретация сейсмо-акустических данных» являются ознакомление студентов с основными подходами к интерпретации профильных сейсмических наблюдений (преимущественно МОВ ОГТ) и геоакустических данных на акваториях - моделирования геологической среды и возможности реконструкции истории геологического (тектонического) развития земной коры (главным образом осадочных бассейнов).

### **Задачи:**

- приобретение знаний о стадиях сейсмических и геоакустических работ на акваториях, контроль качества данных;
- идентификация и корреляция региональных, сейсмических границ, увязка сейсмических границ по площади, дискретизация сейсмических горизонтов;
- построение структурных карт, программное обеспечение для интерпретации сейсмических и геоакустических данных;
- изучение новых технологий и подходов в сейсморазведке и геоакустике на акваториях, а также в обработке и интерпретации данных.

**1.** Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, дисциплины по выбору, дисциплина по выбору, модуль геофизические исследования, I курс магистратуры, 1 – семестр.

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:** освоение дисциплин естественнонаучный цикл дисциплин, дисциплины в объеме вступительных экзаменов в магистратуру, по профилю «Геология и геохимия горючих ископаемых».

**3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

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

Выпускник, освоивший программу магистратуры должен обладать следующими **общефессиональными компетенциями:**

- Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию (ОПК-3.М).
- Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (ОПК-4.М).
- Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-5.М).
- Способность профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки (ОПК-8.М).

**Профессиональные компетенции,** соответствующие видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры:

научно-исследовательская деятельность:

- Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (ПК-4.М)

научно-производственная деятельность:

- Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач (ПК-9.М).

Выпускник, освоивший программу магистратуры «Геология, геохимия нефти и газа», должен обладать следующими **специализированными профессиональными компетенциями**, соответствующими направленности (профилю) «Геология, геохимия нефти и газа» магистратуры:

- 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 (СПК-2.М).

#### **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

**Знать:** стадии сейсмических и геоакустических работ на акваториях, контроль качества данных, методы построения структурных карт, программное обеспечение для интерпретации морских сейсмических и геоакустических данных, новые технологии и подходы в сейсморазведке и геоакустики на акваториях, обработку и интерпретацию данных.

**Уметь:** интерпретировать сейсмические разрезы и мозаики данных многолучевых эхолотов и гидролокаторов бокового обзора, полученные в различных геологических обстановках.

**Владеть:** принципами построения и использования батиметрических карт, структурных карт, карт распространения современных донных осадков и других специализированных карт океанов и морей, методами сбора информации и подготовки самостоятельных проектов в группе.

#### **4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 зачетных единицы, в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 14 часов – занятия семинарского типа), 44 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

**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 «Интерпретация сейсмо-акустических данных» направлен на ознакомление студентов с широким спектром методов обработки и интерпретации морских сейсмо-акустических исследований, основами морской сейсмометрии и геоакустики. Особое внимание уделяется конкретным примерам интерпретации сейсмических и акустических данных, а также методике комплексирования этих методов для решения конкретных геолого-поисковых задач

На семинарских занятиях студенты знакомятся с методами интерпретации современных морских сейсмо-акустических 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. Комплекс обработки и интерпретации современных сейсмоакустических данных.		7		7	14	
Раздел 2. Особенности интерпретации морских сейсмо-акустических методов исследований		7		7	14	
Промежуточная аттестация						<u>зачет</u>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>28</b>				<b>44</b>

## **Содержание дисциплины:**

**Введение.** Морские сейсмоакустические методы. Эхолот. Однолучевой. Многолучевой. Профилограф. Гидролокаторы бокового обзора (ГБО). Сейсмический метод отраженных волн. Сейсмика одноканальная, многоканальная. 2D и 3D. Четырехкомпонентные сейсмические исследования на акваториях

**Обработка и интерпретация морских сейсмических данных МОВ 2Д.** Основные приемы обработки. Методы подавления кратных волн. Зависимость углов наклона осей синфазности отраженных волн от соотношения вертикального и горизонтального масштабов. Необходимость знания формы импульса при выделении отражающих границ в условиях интерференции. Признаки выделения кратных и неполнократных волн-помех и возможность их использования при интерпретации сейсмоакустических данных. Признаки выделения разрывных нарушений, сейсмических аномалий. Граница типа BSR и с чем ее нельзя путать.

**Обработка и интерпретация морских сейсмических данных МОВ 3Д.** Создание базы данных, присвоение геометрии, редакция данных. Скоростной анализ, восстановление амплитуд, суммирование по ОСТ, трехмерная миграция, пересчет временного куба в глубинный. Привязка к скважинным данным, расчет синтетических трасс, выделения отражающих горизонтов. Расчет сейсмических атрибутов, построение глубинных срезов и карт результатов интерпретации.

**Обработка и интерпретация первичных материалов морской четырехкомпонентной сейсмики, построение годографов.** Обработка данных, полученных при использовании автономных донных станций. Соотношение между годографами отраженной и преломленной волн для одной и той же границы. Корреляция волн на сейсмограммах. Определение природы зарегистрированных волн. Выделение и прослеживание записей отдельных типов волн от одной точки регистрации к другой.

**Интерпретация годографов преломленных волн.** Определение граничных скоростей волн осуществляют способами полей времен, разностного годографа и по встречным годографам. Построение границ способами полей времен, средних и пластовых скоростей. Получение значений глубин до преломляющих границ и соответствующих им граничных скоростей.

**Интерпретация годографов рефрагированных волн.** Определение закона изменения скорости распространения волны в градиентном слое и мощности градиентной толщи. Строение градиентной сред трех типов: градиент скорости вертикален, градиент скорости наклонен (градиент скорости занимает промежуточное положение между горизонтальным и вертикальным направлениями). Определение кажущихся скоростей по наблюдаемому годографу. Интерпретация годографов рефрагированных волн способом Вихерта-Чибисова, эмпирическим способом О.К. Кондратьева и способами эффективного  $t_0$  и расчетной средней скорости.

**Интерпретация результатов других видов морских сейсмоакустических исследований.** Вычисление позиций измеренных глубин с учетом движения и качки судна. Введение поправок за скорость звука в воде. Введение поправок за колебания уровня моря. Фильтрация и отбраковка некачественных измерений. Выявления

углеводородных аномалий в компонентах геологической среды акваторий на записях профилографов. Газовые залежи в придонных осадках, газовые факелы, покмарки.

**Обработка и интерпретация данных многолучевых эхолотов. Общая методика камеральной обработки данных многолучевых эхолотов.** Анализ типичных процедур обработки, их достоинства и недостатки. Обработка навигационных данных. Учет неоднородности водной среды. Расчет глубин и координат точек отражения акустических сигналов от дна. Процедуры определения систематических погрешностей углов крена и дифферента и временной задержки передачи навигационных данных. Интерпретация данных: детальная геологическая съёмка и инженерные изыскания, поиск твердых

полезных ископаемых, контроль состояния подводного сооружения, поиск затонувших объектов

**Обработка и интерпретация данных гидролокаторов бокового обзора.** Получение акустического изображения дна и толщи воды в полосе захвата изображения. Определение глубины под судном - визуальное и автоматическое. Определение координат объекта на записи ГБО. Определение расстояния до объекта и расстояния между объектами, определение габаритов объекта. Формирование акустической мозаики.

**Геологическая интерпретация сейсмоакустических данных.** Защиты самостоятельных проектов.

## **Содержание практических (лабораторных занятий).**

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

Для освоения дисциплины «Интерпретация сейсмо-акустических данных» рекомендуется использовать классические формы проведения занятий: лекции и семинары. Семинары предваряются серией вводных лекций. Затем студенты получают задание на подготовку самостоятельных проектов. В качестве таких заданий целесообразно использовать реальные результаты сейсмо-акустических съемок на акваториях – один проект на группу из двух человек. По результатам внеаудиторной работы (работа с литературными источниками, ресурсами Интернет, базами данных, консультации с преподавателями вуза и другими специалистами и пр.) студенты готовят презентации проектов, где представляют результаты проведенных геологических исследований и выдвигают свой план дальнейшего геологического опробования. Защиты проектов проходят на семинарах, все обучающиеся вовлекаются в активное оппонирование проекта. Общие знания, усвоенные обучающимися на лекциях, закрепляются в приложении к конкретным объектам.

### **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 лабораторных/практических/расчетных работ (при наличии).

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы/опросы.

#### ***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы конт рольных работ :***

1. Морские сейсмоакустические методы. Эхолот. Однолучевой. Многолучевой. Профилограф. Гидролокаторы бокового обзора (ГБО). Сейсмический метод отраженных волн.
2. Сейсмика одноканальная, многоканальная. 2D и 3D. Четырехкомпонентные сейсмические исследования на акваторию
3. Основные приемы обработки. Методы подавления кратных волн. Зависимость углов наклона осей синфазности отраженных волн от соотношения вертикального и горизонтального масштабов.
4. Необходимость знания формы импульса при выделении отражающих границ в условиях интерференции. Признаки выделения кратных и неполнократных волн-помех и возможность их использования при интерпретации сейсмоакустических данных. Признаки выделения разрывных нарушений, сейсмических аномалий. Граница типа BSR и с чем ее нельзя путать.

5. Создание базы данных, присвоение геометрии, редакция данных. Скоростной анализ, восстановление амплитуд, суммирование по ОСТ, трехмерная миграция, пересчет временного куба в глубинный.
6. Привязка к скважинным данным, расчет синтетических трасс, выделения отражающих горизонтов. Расчет сейсмических атрибутов, построение глубинных срезов и карт результатов интерпретации.
7. Обработка данных, полученных при использовании автономных донных станций. Соотношение между годографами отраженной и преломленной волн для одной и той же границы. Корреляция волн на сейсмограммах.
8. Определение природы зарегистрированных волн. Выделение и прослеживание записей отдельных типов волн от одной точки регистрации к другой.
9. Определение граничных скоростей волн осуществляют способами полей времен, разностного годографа и по встречным годографам.
10. Построение границ способами полей времен, средних и пластовых скоростей. Получение значений глубин до преломляющих границ и соответствующих им граничных скоростей.

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

1. Определение кажущихся скоростей по наблюденному годографу. Интерпретация годографов рефрагированных волн способом Вихерта-Чибисова, эмпирическим способом О.К. Кондратьева и способами эффективного  $t_0$  и расчетной средней скорости.
2. Вычисление позиций измеренных глубин с учетом движения и качки судна. Введение поправок за скорость звука в воде. Введение поправок за колебания уровня моря. Фильтрация и отбраковка некачественных измерений.
3. Выявления углеводородных аномалий в компонентах геологической среды акваторий на записях профилографов. Газовые залежи в придонных осадках, газовые факелы, покмарки.
4. Анализ типичных процедур обработки, их достоинства и недостатки. Обработка навигационных данных. Учет неоднородности водной среды.
5. Расчет глубин и координат точек отражения акустических сигналов от дна. Процедуры определения систематических погрешностей углов крена и дифферента и временной задержки передачи навигационных данных.
6. Интерпретация данных: детальная геологическая съёмка и инженерные изыскания, поиск твердых полезных ископаемых, контроль состояния подводного сооружения, поиск затонувших объектов
7. Получение акустического изображения дна и толщи воды в полосе захвата изображения. Определение глубины под судном - визуальное и автоматическое. Определение координат объекта на записи ГБО.
8. Определение расстояния до объекта и расстояния между объектами, определение габаритов объекта. Формирование акустической мозаики.
9. Комплексная геологическая интерпретация сейсмоакустических данных. Основы планирования мест пробоотбора и подводной фото-видеосъемки.
10. Определение закона изменения скорости распространения волны в градиентном слое и мощности градиентной толщи. Строение градиентной сред трех типов: градиент скорости вертикален, градиент скорости наклонен (градиент скорости занимает промежуточное положение между горизонтальным и вертикальным направлениями).



## **8. Ресурсное обеспечение:**

### **А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

#### **- основная литература:**

- Максимов Е.М. Нефтегазовая литология. Монография ТИУ, Тюмень, 2016 г., 353 стр

#### **- дополнительная литература:**

- Гамбурцев Г.А. и др. Корреляционный метод преломленных волн. М., изд-во АН СССР, 1952
- Геофизические методы исследования //авт. Хмелевской В.К., Попов М.Г., Калинин А.В., Горбачев Ю.И., Шевнин В.А., Фадеев В.Е.// Под редакцией В.К. Хмелевского. М.: Недра. 1988
- Бреховских Л.М., Лысанов Ю.П. Теоретические основы акустики океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1982.
- Вайхарт Г.Ф. Применение геофизических методов и оборудования в исследованиях морского дна / В кн. Акустика дна океана. Под ред. У. Купермана и Ф. Енсена. М.: Мир, 1984.
- Справочник геофизика, т. IV "Сейсморазведка", Под ред. Гурвича И.И. и Номоконова В.П., М., "Недра", 1966.Р. Шерифф, Л.Гелдарт. Сейсморазведка: В 2-х томах. Пер. с англ. - М.: Мир, 1987
- Молотова Л.В. Изучение скоростей распространения продольных и поперечных сейсмических волн в реальных средах. М., И48 АН СССР, 1967.

### **Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ**

**(программное обеспечение не требуется)**

### **В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

**Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):**

**Д) Материально-технического обеспечение:** - персональные компьютеры.

Для проведения занятий: лекций и презентаций самостоятельных проектов на семинарах – используется LCD проектор, компьютер, экран, доска, мел.

Для самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с выходом в интернет и библиотека научной литературы, атласов океанов и морей.

## **9. Язык преподавания – русский.**

**10. Преподаватель (преподаватели) –**Волконская А.Л.

**11. Автор (авторы) программы –** Волконская А.Л.