

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

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/
« ___ » _____ 20__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Сейсмогеология

Автор-составитель: Росляков А.Г.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология и полезные ископаемые

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*).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от __ декабря 2021 года (протокол №__).

Год (годы) приема на обучение – 2022.

© 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

Цель освоения дисциплины «Сейсмогеология» является овладение базовыми навыками геологической интерпретации данных морских сейсмических и акустических исследований на основе понимания физических принципов сейсмического метода, его возможностей и ограничений при решении геологических задач.

Задачи

- приобретение знаний о физических основах морских сейсмических и акустических исследований
- знакомство с современными методами и технологиями морских сейсмоакустических исследований
- овладение методикой и правилами геологической интерпретации сейсмических и акустических данных
- знакомство с идеологией современного интерпретационного программного обеспечения на примере компьютерной программы «Kingdom core»
- получение информации о практическом применении комплексной интерпретации сейсмоакустических данных в инженерно-геологических изысканиях по обустройству морских нефтегазовых месторождений
- получение навыков интерпретации сейсмических разрезов, цифровых моделей рельефа дна и сонарных изображений.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Сейсмогеология» рассматриваются основные физические принципы морских сейсмических исследований, дается обзор наиболее распространенных современных сейсмических и гидролокационных методов. Приводятся основные принципы и методика геологической интерпретации сейсмических и акустических данных. Демонстрируются примеры интерпретации данных, полученных в последние годы с применением самой передовой техники и аппаратуры в ходе научных экспедиций и коммерческих инженерно-геологических исследований на акваториях (с участием автора). Делается акцент на понимание ограничений различных сейсмических методов и адекватной оценки их возможностей. Приводятся сведения о различных современных модификациях сейсмических исследований, в том числе – 3D сейсморазведки, и особенностях их интерпретации.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «Общая геология», «Физика», «Информатика»

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-1.Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и	Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и	Знать: основы теории распространения сейсмических волн, общие принципы основных методов морских сейсмических и акустических исследований, теоретические основы обработки и интерпретации сейсмических данных.

математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	естественных наук в профессиональной деятельности	
ОПК-2.Б Способен применять теоретические основы фундаментальных геологических дисциплин при решении задач профессиональной деятельности	Б.ОПК-2. И-1. Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях геологических процессов для решения профессиональных задач.	Знать: принцип действия и устройство морских источников и приемников колебаний, общие принципы основных методов морских сейсмических и акустических исследований, теоретические основы обработки и интерпретации сейсмических данных.
ОПК-3.Б Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности. Б.ОПК-3. И-2. Владеет базовыми навыками получения информации (полевой, камеральной, лабораторной) для решения стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	Знать: общие принципы основных методов морских сейсмических и акустических исследований, теоретические основы обработки и интерпретации сейсмических данных. Уметь: определять все типы волн-помех, осложняющие сейсмические разрезы, выделять сеймостратиграфические комплексы, прослеживать опорные отражающие горизонты
ОПК-4.Б Способен применять методы сбора, обработки и представления геологической информации для решения стандартных профессиональных задач.	Б.ОПК-4. И-1. Владеет навыками использования современных методов полевых геологических работ.	Знать: теоретические основы обработки и интерпретации сейсмических данных. Владеть: навыками геологической интерпретации сейсмических и гидролокационных данных, работы в компьютерной интерпретационной программе «Kingdom core», построения карт и геолого-геофизических разрезов по сейсмическим данным.
ПК-1Б Способен самостоятельно осуществлять сбор геологической информации,	Б.ПК-1. И-1. Имеет навыки поиска и сбора информации по объектам исследований, в том	Владеть: навыками геологической интерпретации сейсмических и гидролокационных данных, построения карт и геолого-геофизических разрезов по

использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых/лабораторных исследований (в соответствии с профилем подготовки)	числе – с помощью современных IT-технологий. Б.ПК-1. И-2. Владеет приемами анализа и обобщения полученной информации в т.ч. – с применением компьютерных технологий.	сейсмическим данным.
ПК-2Б Способен использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности	Б.ПК-2. И-1. Под руководством специалиста высокой квалификации участвует в получении информации по объектам исследования (в соответствии с профилем подготовки), составляет рефераты и аналитические обзоры по собранной информации.	Владеть: навыками геологической интерпретации сейсмических и гидролокационных данных, построения карт и геолого-геофизических разрезов по сейсмическим данным.
СПК-1.Б Способен решать научные и практические задачи на основе углубленных знаний в области региональной геологии, геотектоники и геодинамики, литологии и морской геологии, палеонтологии, геологии полезных ископаемых	Владеет лабораторными навыками изучения геологических объектов для решения научных и практических задач	Уметь: оценивать глубины палеобассейнов, определять разрывные нарушения, газонасыщенные отложения, многолетнемерзлые породы, оползневые массивы, зоны повышенного давления порового флюида
СПК-2.Б Способен участвовать в междисциплинарных исследованиях и разработке инновационных технологий, применяющихся в региональной геологии, геотектонике и геодинамике,	Умеет осуществлять синтез различных специализированных данных о строении геологических объектов	Уметь: проводить комплексную интерпретацию сейсмических и геологических данных с применением инновационных компьютерных технологий.

литологии и морской геологии, палеонтологии, геологии полезных ископаемых		
---	--	--

4. Объем дисциплины (модуля)

составляет **2** з.е., в том числе **48** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**48** часов – занятия лекционного типа, **24** академических часа на самостоятельную работу обучающихся). Форма промежуточной аттестации – зачет.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических 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				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. Введение. Сейсмические и акустические методы, применяющихся на акваториях		6			6	Подготовка к контрольному опросу, 3 часа
Раздел 2. Основные принципы и методика геологической интерпретации.		12			12	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 3. Структурная интерпретация.		12			12	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 4. Сейсмостратиграфическая интерпретация.		12			12	Подготовка к контрольному опросу, сдача практических работ 6 часа
Раздел 5. Комплексная интерпретация геологических, геотехнических, акустических и сейсмических данных.		4			4	Подготовка к контрольному опросу 3 часа
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>		2				
Итого	72				48	24

Содержание лекций:

Тема 1. Введение. Современное состояние изученности земной коры морей и океанов. Обзор сейсмических и акустических методов, применяющихся на акваториях. Краткая характеристика наиболее распространенных сейсмических и гидролокационных методов. Проблемы современной морской геологии и седиментологии, решаемые с помощью сейсмоакустических исследований. Практическое применение результатов геологической интерпретации сейсмических данных для поиска и разведки морских месторождений углеводородов, прокладки подводных трубопроводов и инженерного обустройства месторождений.

Тема 2. Физические основы морских сейсмических исследований. Распространение упругих колебаний в различных средах. Акустическая жесткость и коэффициент отражения. Условия возникновения отражений. Кинематика и динамика отраженных волн. Затухание энергии волн, поглощение и его зависимость от свойств разреза отложений и частоты излучаемых колебаний. Особенности возбуждения импульса давления в условиях моря. Разрешающая способность и глубинность исследований.

Краткий обзор и характеристика современных методов морской сейморазведки - ОГТ, ВРС, НСП, 3D-сеймики. Глубинность и разрешающая способность методов, сфера применения и технология.

Тема 3. Метод непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП). Физически принципы НСП. Методические варианты проведения НСП, источники и приемники колебаний. Волны-спутники. Сейсмограмма НСП. Искажения сейсмического изображения криволинейных геологических границ и искажения, связанные со скоростными неоднородностями среды. Преимущества и ограничения метода НСП в сравнении с другими методами. Примеры применения НСП в инженерно-геологических изысканиях при обустройстве месторождений нефти и газа и прокладке подводных трубопроводов на Черном и Каспийском морях. Выявление опасных для строительства геологических процессов и явлений и методика оценки георисков по данным НСП.

Тема 4. Гидролокация бокового обзора (ГЛБО) и эхолотирование. Принцип действия ГЛБО и многолучевых эхолотов. Природа обратного рассеяния акустических сигналов. Сонограмма, мозаика ГЛБО и цифровая модель рельефа дна. Интерпретация данных. Использование гидролокации и эхолотирования для изучения состава донных осадков и современных литодинамических процессов. Выявление опасных для строительства объектов на дне. Примеры применения в инженерно-геологических изысканиях по обустройству месторождений нефти и газа и прокладке подводных трубопроводов.

Тема 5. Основные принципы и методика геологической интерпретации. Природа сейсмических отражений. Типы физических поверхностей, на которых возникают сейсмические отражения. Синхронные и асинхронные геологические границы и стратиграфическая обусловленность отражающих горизонтов. Правила интерпретации, вытекающие из теоретических положений.

Акустические характеристики осадков и пород. Факторы, влияющие на скорость сейсмических волн в породах. Способы определения скоростной характеристики разреза.

Тема 6. Структурная интерпретация. Выделение сейсмических комплексов и установление их пространственных ограничений. Корреляция опорных отражающих горизонтов и их стратиграфическая привязка. Использование данных морского бурения, пробоотбора и другой геологической информации. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов. Проявление на сейсмических разрезах различных типов несогласий. Выявление и картирование разрывных нарушений. Выявление доседиментационных, консидементационных и постседиментационных структурных деформаций. Привлечение данных о скоростной характеристике отложений и переход от временного сейсмического разреза к глубинному разрезу. Построение структурных карт, карт мощностей, геологических разрезов.

Использование компьютерной программы «Kingdom core» для структурной интерпретации.

Тема 7. Сейсмостратиграфическая интерпретация. Детальное изучение внутренней структуры сейсмических комплексов. Типы картин прекращения прослеживания отражений у границ комплексов. Виды геометрических рисунков отражений. Волновые картины, характерные для различных обстановок осадконакопления. Оценка глубин палеобассейнов и воссоздание палеогеографических и палеотектонических условий. Распознавание по сейсмическим данным потенциальных ловушек углеводородов: палеорусел, баров, дельтовых комплексов, рифов, конусов выноса, тел латерального наращивания. Определение газонасыщенных интервалов разреза. Признаки наличия газовых гидратов. Примеры успешного применения сейсмостратиграфического подхода к интерпретации в нефтяной геологии.

Тема 8. Комплексная интерпретация геологических, геотехнических, акустических и сейсмических данных. Привлечение данных лабораторных исследований физико-механических свойств отложений. Использование данных о литологии отложений по изучению колонок донного пробоотбора и керна скважин. Интерпретация диаграмм статического зондирования и их корреляция с отражающими горизонтами. Совместная интерпретация геолого-геофизических данных в едином проекте в программе «Kingdom core». Построение инженерно-геологических разрезов. Примеры применения комплексной интерпретации в инженерно-геологических изысканиях по обустройству месторождений нефти и газа и прокладке подводных трубопроводов.

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 работ: практических заданий по теоретическому материалу курса.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы конт рольных работ и опросов:

1. Выделение на временных разрезах волн-помех и объяснение их образования
2. Выделение на временных разрезах сейсмостратиграфических комплексов, поверхностей несогласий и разрывных нарушений.
3. Трассирование и корреляция отражающих горизонтов в компьютерной программе «Kingdom core».
4. Генетическая интерпретация сейсмостратиграфических комплексов.
5. Комплексная интерпретация данных сейсмического профилирования, цифровой модели рельефа дна и результатов пробоотбора.
6. Выявление и картирование элементов геологического разреза, опасных и неблагоприятных для строительства гидротехнических сооружений
7. Определение волн-помех на временных сейсмических разрезах
8. Структурная интерпретация сейсмических разрезов
9. Использование компьютерной программе «Kingdom core»: пикирование и трассировка отражающих горизонтов, корреляция отражающих горизонтов со скважинами, построение структурных карт.

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

Примерный перечень вопросов при промеж уг очной ат т ест ации:

1. Связь частоты сейсмических колебаний с глубиной и разрешающей способностью исследований.
2. Природа сейсмических отражений. Условие возникновения отражений.
3. По каким сейсмическим признакам определяются разрывные нарушения?
4. Комплексирование каких методов наиболее эффективно для обнаружения газовых сипов?
5. Какую полезную информацию можно извлечь из изучения волн-помех?
6. Можно ли по сейсмическим данным определять литологический состав пород?
7. Является ли наличие BSR доказательством наличия газовых гидратов?
8. В какой мере сейсмические отражающие горизонты соответствуют реальным геологическим границам?
9. Как влияет на волновую картину наличие двухфазового порового флюида?
10. Провести интерпретацию предложенного сейсмического разреза.
11. Провести пикировку указанного отражающего горизонта в компьютерной программе «Kingdom core» и построить по нему структурную карту
12. Использование геометрических, амплитудных и частотных характеристик отражений для определения обстановок осадконакопления.
13. Определение относительных колебаний уровня моря по сейсмическим разрезам
14. Выявление по сейсмоакустическим данным процессов и явлений, опасных для строительства и эксплуатации подводных трубопроводов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
Знания (<i>устный опрос</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (<i>устный опрос, выполнение задания по интерпретации сейсмических данных</i>)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (<i>устный опрос, выполнение задания по интерпретации сейсмических данных</i>)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Ч. Пейтон (Ред.) Сейсмическая стратиграфия, в 2-х томах. Москва, изд-во «Мир», 1982
2. Р. Шерифф, Л. Гелдарт Сейсморазведка, в 2-х томах. Москва, изд-во «Мир», 1987
3. Шалаева Н.В., Старовойтов А.В. Основы сейсмоакустики на мелководных акваториях. Москва, изд-во МГУ, 2010

- дополнительная литература:

1. К. Уотерс Отражательная сейсмология. Москва, изд-во «Мир», 1981
2. А.В.Скнаря Гидролокация. Москва, изд-во МГУ, 2010
3. А.В.Калинин, В.В. Калинин, Б.Л. Пивоваров Сейсмоакустические исследования на акваториях. Москва, изд-во «Недра», 1983
4. А. Brown Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data. AAPG, SEG, 1999, Oklahoma, USA.

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

Специальная интерпретационная программа «Kingdom core»

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office, любые свободно распространяющиеся программы, требующиеся для освоения дисциплины.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
- Базы, реестры, справочники (свободный доступ, подписки)

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com
- электронная база научных публикаций www.webofscience.com
- базы данных: www.nbmggu.ru - библиотека Московского государственного университета www.elibrary.ru – научная электронная библиотека

Д) Материально-технического обеспечение:

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Сейсмогеология» используются специализированная аудитория с ПК и мультимедийным проектором, компьютерный класс и библиотека Геологического факультета МГУ

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – А.Г. Росляков, научный сотрудник кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии.

11. Автор (авторы) программы – А.Г. Росляков, научный сотрудник кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии.