

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

Сейсмогеология

Автор-составитель: А.Г. Росляков

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*) в редакции приказа МГУ №1674 от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2017.

© 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.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 5

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Физика», «Информатика»

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

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

ОПК-1.Б Способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, владение высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач.

ПК-1.Б Способность самостоятельно осуществлять сбор геологической информации, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых/лабораторных исследований (в соответствии с профилем подготовки).

ПК-2.Б Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности.

ПК-3.Б Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в получении и интерпретации информации (в соответствии с профилем подготовки)

ПК-5.Б Способность применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения геологической информации.

СПК-1Б Способность использовать специализированные знания в области региональной геологии, геотектоники и геодинамики, литологии и морской геологии, палеонтологии, геологии полезных ископаемых для решения научных и практических задач

СПК-2Б Способность участвовать в междисциплинарных исследованиях и разработке инновационных технологий, применяющихся в региональной геологии, геотектонике и геодинамике, литологии и морской геологии, палеонтологии и стратиграфии, геологии полезных ископаемых;

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: основы теории распространения сейсмических волн, 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.

Уметь: определять все типы волн-помех, осложняющие сейсмические разрезы, выделять сеймостратиграфические комплексы и прослеживать опорные отражающие горизонты, оценивать глубины палеобассейнов и энергетичность обстановок осадконакопления, коррелировать сейсмические разрезы с данными морского бурения, донного пробоотбора и статического зондирования, определять разрывные нарушения, газонасыщенные отложения, оползневые массивы, зоны повышенного давления порового флюида

Владеть: навыками геологической интерпретации сейсмических и гидролокационных данных, работы в компьютерной интерпретационной программе «Kingdom core», построения карт и геолого-геофизических разрезов по сейсмическим данным.

4. Формат обучения – лекционные занятия

5. Объем дисциплины (модуля)

составляет **3** з.е., в том числе **32** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**32** часа – занятия лекционного типа, **2** часа – групповые консультации, **6** часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), **76** 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):

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.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			Всего	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			
Раздел 1. Введение. Сейсмические и акустические методы, применяющихся на акваториях		12			12	Подготовка к контрольному опросу, 16 часов	
Раздел 2. Основные принципы и методика геологической интерпретации.		6			6	Подготовка к контрольному опросу, 10 часов	
Раздел 3. Структурная интерпретация.		5			5	Подготовка к контрольному опросу, 10 часов	
Раздел 4. Сейсмостратиграфическая интерпретация.		6			6	Подготовка к контрольному опросу, сдача практических работ 14 часа	
Раздел 5. Комплексная интерпретация геологических, геотехнических, акустических и сейсмических данных.		3			3	Подготовка к контрольному опросу 20 часов	
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						6	
Итого	108				32	76	

Содержание разделов дисциплины:

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.

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 сейсморазведки - ОГТ, ВРС, НСП, 3D-сеймики. Глубинность и разрешающая способность методов, сфера применения и технология.

Метод непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП). Физические 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.

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.

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.

Структурная интерпретация. Выделение сейсмических комплексов и установление их пространственных ограничений. Корреляция опорных отражающих горизонтов и их стратиграфическая привязка. Использование данных морского бурения, проботбора и другой геологической информации. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов. Проявление на сейсмических разрезах различных типов несогласий. Выявление и картирование разрывных нарушений. Выявление доседиментационных, консидиментационных 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.

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.

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.

Рекомендуемые образовательные технологии:

При реализации программы дисциплины «Сейсмогеология» используется ПК, компьютерный проектор и специализированное программное обеспечение (интерпретационная программа «Kingdom core»). Самостоятельная работа студентов подразумевает работу студента в компьютерном классе кафедры литологии и морской геологии, а также с использованием личных ПК. Кроме того, студенты самостоятельно работают с сейсмическими профилями на бумажных носителях.

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

- 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 промежуточной аттестации:

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

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: общих принципов основных методов морских сейсмических и акустических исследований	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать сейсмогеологические данные для решения геологических задач	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение

Владения: навыками геологической интерпретации сейсмических и гидролокационны х данных	Навыки владения приемами отсутствуют	Фрагментарное владение приемами, наличие отдельных навыков	В целом сформированы навыки	Владение основными навыками геологической интерпретаци и сейсмических и гидролокацио нных данных
--	---	---	-----------------------------------	---

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. A. Brown Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data. AAPG, SEG, 1999, Oklahoma, USA.

Б) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Специальная интерпретационная программа «Kingdom core» (лицензионное программное обеспечение не требуется)

Базы данных: www.nbmgu.ru - библиотека Московского государственного университета

www.elibrary.ru – научная электронная библиотека

В) Материально-технического обеспечение:

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Сейсмогеология» используются специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, компьютерные классы и библиотека Геологического факультета МГУ

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – А.Г. Росляков

11. Автор (авторы) программы – А.Г. Росляков