

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан
геологического факультета МГУ
академик Д.Ю. Пуцаровский

_____ 20 г.

**ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
“Сейсмогеология»”**

Автор составитель: Старовойтов А.В.

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология и полезные ископаемые

Магистерская программа
Региональная геология

Форма обучения:
Очная

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

Москва

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 магистратуры, реализуемые последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. №1674.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

Цели и задачи освоения курса

Цель курса: Целью освоения дисциплины «Сейсмогеология» является обеспечение подготовки магистров геологии в области интерпретации сейсмических данных.

Задачи курса:

1. теоретически и практически с использованием комплекта учебных карт освоить современную методику геологической интерпретации сейсмических данных;
2. ознакомиться с возможностью применения данных непрерывного сейсмоакустического профилирования при инженерно-геологических изысканиях в нефтегазовой отрасли (строительство причалов и терминалов, прокладка трубопроводов по дну акваторий и их мониторинг, изучение многолетнемерзлых пород, литодинамические процессы, обустройство скважин, определение рисков при бурении скважин и т. д.);
3. ознакомиться с особенностями интерпретации сейсмических данных при поиске и изучении различных геологических структур (баров, рифов, погребенных речных долин, газонасыщенных осадков, оползневых комплексов, подводных конусов выноса, дельт, клиноформ, диапиров, подводных вулканов, разрывных дислокаций, зон гидратообразования). Ознакомиться с возможностями трехмерной сейсморазведки;
4. получить практические навыки геологической интерпретации сейсмических и сейсмоакустических данных.

Курс завершается зачетом

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

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки – на уровне требований Образовательного стандарта МГУ направление «Геология», уровень бакалавриат, знания в области геологии в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру. Дисциплина необходимая в качестве предшествующей для учебных курсов «Специальные методы стратиграфии».

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

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

СПК-1.М Способность использовать специализированные знания в области сейсмогеологии и геологической интерпретации сейсмических профилей для решения задач по региональной геологии и геотектонике (формируются частично).

СПК-2.М Способность применять знания в области специальных методов стратиграфии, традиционных методов классической и секвентной стратиграфии для решения задач региональной геологии (формируются частично).

СПК-4.М Способность применять данные по структурному анализу разрывных нарушений для понимания и расшифровки региональной геотектоники. (формируются частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

- **Знать:** физические основы сейсморазведки; методику интерпретации сейсмоакустических и сейсмических данных; признаки выделения сейсмических комплексов и сейсмических фаций; методику выделения кратных и неполнократных волн при анализе сейсмоакустических материалов; признаки выделения разрывных нарушений на сейсмических разрезах; признаки выделения геологических объектов на сейсмических разрезах: врезов различного генезиса; аккумулятивных образований на мелководье; рифов и других карбонатных образований; оползневых структур и деформаций; дельт; подводных конусов выноса; многолетнемерзлых пород; газогидратов; газонасыщенных осадков; клиноформ; соляных и глинистых

диапиров; подводных грязевых вулканов; основы секвентного анализа; основы атрибутивного анализа.

Уметь: выявлять физическую сущность задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять полученные теоретические знания для интерпретации сейсмических данных; использовать полученные знания для выбора оптимальной методики анализа сейсмических данных;

Владеть: основными приемами сейсмостратиграфической интерпретации сейсмических данных.

4. Формат обучения – семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., на контактную работу обучающихся с преподавателем отведено 44 академических часов, отведенных (42 часа – семинарских занятий, 2 часа – групповые консультации и мероприятия рубежного контроля), 30 академических часов 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):

В курсе дается методика интерпретации сейсмоакустических и сейсмических данных. Даются понятия сейсмического комплекса и сейсмической фации. Рассматриваются типы границ сейсмического комплекса и основные признаки выделения сейсмофаций. На материалах непрерывного сеймопрофилирования показаны признаки выделения волн-помех. На многочисленных примерах рассмотрены возможности сейсморазведки при решении структурных, литологических задач изучения разреза в различных обстановках осадконакопления и при поиске месторождений нефти и газа. Анализируются признаки выделения аккумулятивных образований на шельфе, карбонатных отложений, строение подводных конусов выноса, дельтовых областей, подводных вулканов и диапиров, разрывных дислокаций, газонасыщенных отложений и т.д. Полученные знания закрепляются на лабораторных занятиях при интерпретации учебных материалов.

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 практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение. Некоторые характеристики сейсмической записи. Волны-помехи (кратные и неполнократные).				4	4	

НСП и ОГТ.						
Раздел 2. Методика интерпретации. Понятие о сейсмическом комплексе и сейсмической фации				4	4	
Раздел 3. Аккумулятивные образования на шельфе. Признаки выделения баров, подводных береговых валов, песчаных волн и дюн. Выделение палеоврезов, палеодолин				4	4	
Раздел 4. Изучение ледниковых отложений. Выделение многолетнемерзлых пород на шельфе. Газонасыщенность в осадках. Граница BSR.				4	4	
Раздел 5. Подводные оползни. Грязевые и обломочные потоки. Турбидиты.				4	4	
Раздел 6. Подводные конусы выноса. Дельты. Диапиры. Вулканы. Карбонатные отложения. Выделение разрывных нарушений.				4	4	
Раздел 7. Возможности трехмерной сейсморазведки.				4	4	
Раздел 8 .Практические занятия по интерпретации сейсмограмм				14	14	Проверка и оценка практических работ 2 час
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>						2
Итого	72			42	42	30

Содержание разделов дисциплины

Содержание работы

Раздел 1. Введение. Некоторые характеристики сейсмической записи. Форма импульса. Искажение рельефа геологических границ на временных разрезах. Дифракция. «Скоростной» эффект. Разрешающая способность по вертикали и в плане. Волны-помехи (кратные и неполнократные). НСП и ОГТ. Скорость распространения продольных волн. Некоторые процедуры обработки сейсмических данных.

Раздел 2. Методика интерпретации. Понятие о сейсмическом комплексе. Виды залегания слоев по отношению к границам осадочного комплекса. Эрозионная граница, кровельное прилегание, налегание, прилегание в подошве, согласное залегание. Понятие о сейсмической фации. Признаки выделения сейсмических фаций. Типы волновых картин на сейсмических данных. «Заполняющие» сейсмофациальные единицы. Боковое наращивание осадочных тел. Секвентная стратиграфия. Изменения уровня моря.

Раздел 3. Аккумулятивные образования на шельфе. Признаки выделения баров, подводных береговых валов, песчаных волн и дюн. Выделение палеоврезов, палеодолин. Сравнение волновых картин при работах с различными источниками. Борозды ледникового выпаживания. Тела бокового наращивания.

Раздел 4. Изучение ледниковых отложений. Признаки выделения морен различного генезиса. Выделение многолетнемерзлых пород на шельфе. Сейсмоакустические наблюдения за подводными трубопроводами. Газонасыщенность в осадках. Типы аномалий в газонасыщенных осадках. Газовые факелы в воде. «Яркие» пятна. Газовые «трубы». Признаки газонасыщенности на сейсмических разрезах. Признаки выделения подошвы зоны развития газогидратов на разрезах (BSR).

Раздел 5. Подводные оползни. Грязевые и обломочные потоки. Литодинамические процессы в акваториях, их классификация. Олистомиты. Подводные оползни. Грязевые и обломочные потоки. Турбидиты. Турбидиты

Раздел 6. Подводные конусы выноса, их строение. Верхняя, средняя и нижняя части конуса выноса. Конусные долины, прирусловые валы. Клиноформы, основные определения. Разрывные нарушения на сейсмических разрезах. Кинематические и динамические признаки их выделения. Диапиры. Подводные грязевые вулканы. Выделение карбонатных тел. Признаки выделения рифов на сейсмических разрезах. Карбонатные платформы.

Раздел 7. Трехмерная сейсморазведка. Ее возможности. Горизонтальные временные и пропорционально-временные срезы. Выделение русловых отложений. Анализ разрывных дислокаций на горизонтальных срезах. Выделение ГВК на разрезах и на временных срезах.

Раздел 8. Практические занятия по интерпретации сейсмограмм. Примеры анализа структур с использованием вертикальных разрезов и горизонтальных срезов.

Рекомендуемые образовательные технологии

Основными методами обучения являются чтение лекционного курса с использованием демонстрационных материалов в форме компьютерных презентаций и практические работы, на которых студенты интерпретируют сейсмические разрезы из учебных материалов, собранных автором курса на кафедре сейсмометрии и геоакустики .

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.

Контроль знаний студентов проводится на практических занятиях в форме защиты результатов интерпретации предложенных вариантов сейсмических разрезов и ответов на контрольные вопросы, а также во время, отведенное преподавателем для консультаций по курсу в форме устного опроса.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Как форма отраженного от границы импульса используется при интерпретации сейсмоакустических данных?
2. Как соотносятся форма отражающей границы на временном разрезе и на реальном разрезе?
3. Вертикальная и горизонтальная разрешающая способность.
4. Типы волн-помех и признаки их выделения.
5. В чем заключаются различия между методами НСП и ОГТ?
6. Что влияет на скорость распространения упругих волн?
7. Что такое сеймостратиграфия?
8. Дать определение сейсмического комплекса.
9. Виды залегания слоев по отношению к границам сейсмического комплекса.
10. Влияние изменений уровня моря на строение осадочного комплекса.
11. Что такое сейсмическая фация?
12. Типы рисунков, образуемых осями синфазности на сейсмических разрезах.
13. Есть ли однозначное соответствие между типами волновой картины и литологией отложений?
14. Что такое тип расходящихся отражений и тип «бегущей» волны?
15. Что такое «заполняющие» сейсмофациальные единицы?
16. Какие рисунки образуются сейсмическими отражениями при боковом наращивании осадочных тел по клиноформным поверхностям?
16. Как влияет методика наблюдений на волновую картину при детальном сейсмоакустических исследованиях?
17. Назовите типы аккумулятивных образований на мелководье и перечислите признаки их выделения на сейсмических разрезах.
18. Типы волновых картин при заполнении палеоврезов.
19. Что такое борозды ледникового выпахивания?
20. Признаки выделения ледниковых отложений на гляциальных шельфах.
21. Назовите признаки выделения на сейсмических разрезах многолетнемерзлых пород.
22. Как проводятся наблюдения за подводными трубопроводами?
23. Признаки выделения газонасыщенных отложений в волновом поле.
24. Типы аномалий газонасыщенных осадков на сейсмограммах.
25. Каким сейсмическим методом можно увидеть выходы газа в водную толщу?
26. Что такое «яркое» пятно?
27. Какие методы используются при изучении разреза на участках под строительство и установку буровых платформ?
28. Типы перемещения отложений на материковых склонах.
29. При каких углах наклона может происходить оползание осадков?
30. В чем различие между грязевыми и обломочными потоками?
31. Строение дельтовых участков.
32. Строение подводных конусов выноса.
33. В каких условиях образуются песчаные волны и дюны?
34. Что такое клиноформа?
35. Назовите кинематические признаки выделения разрывных нарушений.

36. Какие динамические признаки разрывных дислокаций вы знаете?
37. Признаки выделения на сейсмических разрезах диапировых структур.
38. В каких отложениях могут образовываться диапиры?
39. Признаки выделения вулканов на сейсмограммах.
40. Рифы. Карбонатные холмы. Карбонатные платформы.
41. Типы рисунков на сейсмических разрезах, характерные для рифов.
42. Сейсмические признаки рифов на разрезах.
43. Возможности трехмерной сейсморазведки.
44. Временные и пропорционально-временные срезы.
45. Изучение русловых отложений на горизонтальных срезах.
46. Анализ разрывных нарушений по данным трехмерной сейсморазведки.
47. Признаки газогидратов на сейсмических разрезах. Что такое BSR?
48. Проявление газоводяного контакта на разрезах.
49. Типы неантиклинальных ловушек и их признаки на разрезах.
50. Дать определение секвентной стратиграфии.
51. Основные понятия секвентного анализа (тракт низкого стояния уровня моря, тракт высокого стояния, поверхность максимального затопления и др.).

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Для получения зачета по дисциплине «Сейсмогеология» студент должен иметь фрагментарные **знания** о физических основах сейсморазведки; методике интерпретации сейсмоакустических и сейсмических данных; признаки выделения сейсмических комплексов и сейсмических фаций; методику выделения кратных и неполнократных волн при анализе сейсмоакустических материалов; признаки выделения разрывных нарушений на сейсмических разрезах; признаки выделения геологических объектов на сейсмических разрезах: врезов различного генезиса; аккумулятивных образований на мелководье; рифов и других карбонатных образований; оползневых структур и деформаций; дельт; подводных конусов выноса; многолетнемерзлых пород; газогидратов; газонасыщенных осадков; клиноформ; соляных и глинистых диапиров; подводных грязевых вулканов; основы секвентного анализа; основы атрибутного анализа.

Студент должен показать фрагментарное **умение** грамотно выявлять физическую сущность задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять полученные теоретические знания для интерпретации сейсмических данных; использовать полученные знания для выбора оптимальной методики анализа сейсмических данных; фрагментарное **владение** основными приемами сейсмостратиграфической интерпретации сейсмических данных.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

-основная литература:

1. Шалаева Н.В., Старовойтов А.В. Основы сейсмоакустики на мелководных акваториях. Изд-во МГУ, 2010, с. 255.

- Мушин И.А., Корольков Ю.С., Чернов А.А. Выявление и картирование дизъюнктивных дислокаций методами разведочной геофизики. М., 2001. Научный мир, 120 с.

- дополнительная литература:

- Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Тверь, АИС, 2006, с. 744.
- Сейсмическая стратиграфия. В 2-х т. Под ред. Ч.Пейтона, 1982, т.1,2, М., Мир, с. 843
- . Кеннет Дж. П. Морская геология. 2 тт. М., «Мир», 1987, с.780.
- Обстановки осадконакопления и фации. Под ред. Х. Рединга, 2 тт., М., «Мир», 1990, с. 735.
- Ампилов Ю.П. Сейсмическая интерпретация: опыт и проблемы. М., «Геоинформмарк», 2004, с. 277.
- Габдуллин Р.Р., Кобаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия. М., МАКСПРЕСС, 2008, с. 113.
- . Хилтерман Ф.Д. Интерпретация амплитуд в сейсморазведке. Изд-во ГЕРС, Тверь, 2010, с. 251.
- Brown A. R. Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data. Fifth Edition. Tulsa, Oklahoma, USA, 1999, p. 514.
- Jadd A., Hovland M. Seabed Fluid Flow. The Impact of Geology, Biology and the Marine Environment. Cambridge University Press, 2007, p. 493.
- Sequence stratigraphy of Siliciclastic Systems – ExxonMobil Methodology. Atlas of exercises. Tulsa, Oklahoma, 2010, p. 225.
- Sequence stratigraphy. Ed. D. Emery, K. Myers. Blackwell Science, 1996, p. 270.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Microsoft Office.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<http://www.stratigraphy.org/>

<https://engineering.purdue.edu/Stratigraphy/>

Д) Материально-технического обеспечения:

Класс оборудован мультимедийным проектором, экраном, доской аудиторной для написания фломастерами. Для проведения лабораторных работ имеется атлас учебных материалов (около 60 вариантов).

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Старовойтов А.В.

11. Автор программы – Старовойтов А.В.