

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

УТВЕРЖДАЮ
И. о. декана Геологического
факультета
Член-корр. РАН

_____/Н.Н.Еремин/
«___» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Секвентная стратиграфия

Sequence Stratigraphy

Автор-составитель: Копаевич Людмила Федоровна

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

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*)

Год (годы) приема на обучение – 2020

© 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

Целью курса «Секвентная стратиграфия» является освоение студентами приемов комплексной интерпретации геологических и геофизических данных для восстановления истории геологического развития бассейнов седиментации различного типа.

Задачи заключаются в освоении теоретических базовых понятий секвентной стратиграфии, приобретении навыков интерпретации различных геологических материалов – от естественных обнажений и разрезов скважин до каротажных диаграмм и сейсмических профилей в зависимости от поставленных геологических задач.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – Вариативная часть, профилизация «Региональная геология» ВВВ, блок общепрофессиональной подготовки ООП, модуль «Геология и полезные ископаемые», 4 курс, семестр – 8.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: курс «Секвентная стратиграфия» базируется на дисциплинах «Историческая геология», «Основы стратиграфии», «Интерпретация геофизических данных», базовых понятии курсов по седиментологии. Студенты должны овладеть комплексом знаний о закономерностях формирования осадков в зонах прибрежных районов суши, шельфа, континентального склона и дна бассейна; их связи с относительными колебаниями уровня моря. Кроме того студенты должны овладеть методами интерпретации сейсмических профилей.

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

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

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

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

ОПК-7.Б Способность использовать отраслевые нормативные и правовые документы в своей профессиональной деятельности (формируется частично),

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: строение и районирование осадочных бассейнов разного типа, типы основных седиментационных формаций, их распределение и геологическую позицию в зависимости от колебаний уровня моря.

Уметь: интерпретировать сейсмические профили, каротажные диаграммы, работать с керном скважин, с содержащимися в керне ихнофоссилиями и седиментационными структурами.

Владеть: навыками работы с геологическими и геофизическими материалами, приемами историко-геологических реконструкций, методами седиментологического, палеонтологического и геохимического анализов.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з. е., в том числе, академические часы, отведенные на контактную работу обучающихся с преподавателем

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 «Секвентная стратиграфия» готовит студентов к освоению и применению комплексной интерпретации геологических и геофизических данных и направлен на то, чтобы обучить студентов использовать полученные в результате интерпретации сведения для восстановления истории геологического развития осадочных бассейнов различного типа. В задачи курса входит освоение терминологии и теоретических основ

секвентной стратиграфии; приобретение навыков интерпретации различных геологических материалов – от естественных обнажений и разрезов скважин до каротажных диаграмм и сейсмических профилей в зависимости от поставленных геологических задач.

№ п/п	Раздел дисциплины	С е м е с т р	Не дел я сем ест ра	Л ек ц и и	С е м и н а р ы	Пра кти чesk ие зан я тия	Са мос то я тель ная Раб ота сту ден тов	Формы текущего контроля (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
1	Введение. История возникновения и развития секвентной стратиграфии. Базовые термины. Связь секвенций с колебаниями уровня моря.	8	1	2				Определение пространства аккумуляции по рисункам.
2	Секвенции, системные тракты и их границы. Системные тракты на сейсмических профилях	8	2	2			2	Выделение системных трактов на осадочной модели секвенций
3-4	Пакеты парасеквенций и их связь с колебаниями уровня моря. Конденсированные разрезы и врезанные долины. Седиментологическая и хроностратиграфическая модели секвенций (диаграмма Виллера).	8	3-4	4			2	Построение диаграммы Виллера Тестовая контрольная
5	Пластовые окончания и пластовые комплексы, как отражения несогласий. Основные характеристики отражающих поверхностей в системных трактах разного типа	8	5	2			2	Выделение пластовых комплексов на осадочной модели секвенций. Определение характера несогласий и их типа.
6	Сейсмостратиграфия и сейсмофации. Типы	8	6	2				Тестовая контрольная.

	сейсмофаций. Характеристика перерывов на сейсмической записи. Границы мега-, супер-, и секвенций. Обстановки осадконакопления и их отражение на сейсмических профилях.						Выделение перерывов, типов сейсмофаций на сейсмических профилях.
7	Каротажные диаграммы и их использование в секвентной стратиграфии. Корреляция каротажных диаграмм.	8	7	2		1	Корреляция разрезов на базе сопоставления каротажных диаграмм.
8	Прибрежные и мелководные осадочные системы, дельты и их характеристики. Секвенции и системы трактов в мелководных отложениях. Латеральная смена фаций и сейсмофаций.	8	8	2		1	Самостоятельное дешифрирование участков сейсмического профиля
9	Глубоководные отложения и их характеристика. Секвенции в глубоководных отложениях. Латеральная смена фаций и сейсмофаций в глубоководных отложениях	8	9	2		2	Подготовка и сдача презентаций по разделам 7-8.
10	Карбонатные платформы, рифы, карбонатные фации. Секвенции и сейсмофации в карбонатных платформах.	8	10	2		2	Подготовка и сдача презентаций по разделу 9.
11	Тектоностратиграфия и ее роль в современной геологии. Связь тектоностратиграфии с секвентной стратиграфией.	8	11	2			Заключительная тестовая контрольная.
	Итого 36			22		14	Зачет

Содержание разделов дисциплины

Содержание лекционных занятий

1. Цели, задачи и значение курса, связь его с другими геологическими дисциплинами. Представление о секвентной стратиграфии как о принципиально новой методологической основе изучения строения осадочных комплексов. Краткая характеристика основных принципов классической стратиграфии и фациального анализа.

Краткая история возникновения и эволюции секвентной стратиграфии на протяжении последних десятилетий, Комплексное использование секвентной стратиграфии при решении геологических и геолого-геофизических задач, а также при составлении моделей развития осадочного процесса. Секвентная стратиграфия как комплексная дисциплина, широко использующая геологические, биостратиграфические, седиментологические, сейсмические, геохимические и промыслово-геофизические данные. Секвентная стратиграфия как основа для составления седиментологических моделей и моделей истории развития осадочных бассейнов. Первое появление, определение и введение в науку термина секвенция (sequence), предложенное Л.Л. Слоссом (Sloss, 1963). Этап развития секвентной стратиграфии, связанный с публикациями компании Эксон (Vail et al., 1977). Роль российских ученых в продвижении идей секвентной стратиграфии.

2. Базовые термины секвентной стратиграфии. Концепция секвентной стратиграфии и ее связь с понятием о колебаниях относительного уровня моря (идеи Э. Зюсса конца 19-ого – начало 20-го веков). Новое определение термина секвенция (Mitchum, 1977). Роль секвентной стратиграфии в практической геологии, в том числе нефтепромысловой, а также дальнейшее теоретическое развитие концепции, ее значение для глобальных корреляций разнофациальных осадочных комплексов. Английская и русская терминологии в секвентной и сейсмостратиграфии.

3. Секвенции и системные тракты, их характеристика. Смысл термина «системный тракт» (system tract). Связь системных трактов с определенным положением относительного уровня моря. Нижний системный тракт или тракт низкого стояния (lowstand system tract), отвечающий наиболее низкому уровню моря. Крайне-шельфовый тракт (shelf-margin system tract), который формируется в случае, если скорость падения уровня моря на «бровке» шельфа равна или немного меньше скорости тектонического погружения. Трансгрессивный системный тракт (transgressive system tract), отвечающий началу и продвижению трансгрессии в сторону суши. Верхний системный тракт или тракт высокого стояния (highstand system tract), как осадочный комплекс, совпадающий с наиболее высоким уровнем моря. Выраженность системных трактов на сейсмической записи.

4. Парасеквенции (parasequences), как элементарные единицы секвенций, представляющие собой относительно согласные последовательности генетически связанных слоев и пачек, ограниченных поверхностями морского затопления (flooding surfaces). Поверхности максимального затопления и их выраженность на сейсмических профилях (maximum flooding surface). Различные типы пачек или пакетов парасеквенций (parasequenceset): проградационный (progradational), ретроградационный (retrogradational) и агградационный (aggradational). Формирование конденсированных разрезов как показатель расширения пространства осадконакопления. Врезанные долины и их связь с низким положением относительного уровня моря.

5. Седиментологическая и хроностратиграфическая модели секвенций. Типы перерывов между системными трактами. Роль секвентной стратиграфии в определении хроностратиграфического интервала несогласий, их морфологии и пространственного распространения. Понятия «форсированной» и «нормальной» регрессии.

6. Сейсмостратиграфия и сейсмофации. Типы сейсмофаций. Характеристика перерывов в сейсмической записи. Связь терминов «фация» и «сейсмофация». Основные типы сейсмических фаций: (параллельная, клин, линза, банка, клиноформа

и т.д.). Типы клиноформ. Характеристика различных форм сейсмической записи и их связь со строением реальных осадочных толщ. Геологическая сущность сейсмически разрешаемых осадочных комплексов. Выделение сейсмофаций на реальных сейсмических профилях.

7. Пластовые окончания и пластовые комплексы, как отражения несогласий. Основные характеристики отражающих поверхностей в системных трактах разного типа. Использование характеристик пластовых окончаний для определения типа несогласий. Связь пластовых окончаний и типов несогласий с пространством осадконакопления (accommodation). Пластовые комплексы, их характеристика и связь сейсмической записи с реальными осадочными системами. Блок-диаграммы, иллюстрирующие формирование осадочных систем при разном положении относительного уровня моря.

8. Прибрежные и мелководные осадочные системы, дельты и их характеристики. Секвенции и системы трактов в мелководных отложениях. Латеральная смена фаций и сейсмофаций. Прибрежные фации как контроль фациальных обстановок трансгрессивного системного тракта. Марши, приливные каналы и песчаные гряды. Волновая энергия и энергия приливов как фактор формирования прибрежных фаций. Каротажная и сейсмическая характеристика трансгрессивного системного тракта.

9. Глубоководные отложения и их характеристика. Секвенции в глубоководных отложениях. Латеральная смена фаций и сейсмофаций в глубоководных отложениях. Турбидиты, фаны, каналы и «зерновые» потоки. Связь турбидитов с тектоникой и строением перехода континент-океан. Каротажные и сейсмические характеристики глубоководных отложений. Участие глубоководных отложений в формировании системных трактов.

10. Карбонатные платформы, рифы, карбонатные фации. Секвенции и сейсмофации в карбонатных платформах различного типа и их связь с климатом и рельефом морского дна. Модели секвенций в карбонатных платформах, шельфах и рампах различного типа. Связь карбонатных осадочных систем с эвстазией, биопродуктивностью и климатическими флуктуациями. Роль палеонтологического метода для хроностратиграфических построений и реконструкции палеообстановок в карбонатных системах. Понятие о биофациях. Характерные комплексы макро- и микрофоссилий для различных систем трактов. Использование биофаций для выделения проградационных, агградационных и ретроградационных пакетов. Биофации и их связь с границами секвенций и поверхностью максимального затопления. Планктонные биофации как хроностратиграфический репер. Палеообстановки – показатель типа генерации углеводородов и их пространственного распределения.

11. Тектоностратиграфия как новое направление в геологии. Понятия – хроно и тектоностратиграфическая единицы. Тектоностратиграфическая единица включает в себя одну или несколько хроностратиграфических единиц, объединенных единым этапом тектонической истории региона. Масштаб этапа зависит от сложности историко-геологической истории бассейна, а также от уровня его изученности. Мегасеквенция как единица тектоностратиграфического анализа.

Содержание семинаров

1. Выделение системных трактов на седиментологической модели.
2. Построение геохронологической модели секвенций на основании седиментологической модели.
3. Выделение системных трактов на сейсмических профилях.
4. Определение поверхностей, разделяющих системные тракты на сейсмических профилях.
5. Типы несогласий между секвенциями и системными трактами.

6. Пластовые окончания и их связь с несогласиями.
7. Выделение пакетов парасеквенций на сейсмических профилях.
8. Решение задач по теме «тектоностратиграфия».

Рекомендуемые образовательные технологии

Чтение лекций осуществляется с презентацией основных материалов на мультимедийном оборудовании, что значительно повышает зрелищность, показательность и степень усвоения материала. Проведение лекционных занятий должно обеспечивать равномерное освоение студентами дисциплины и закрепления полученных сведений в контрольных, самостоятельных работах и рефератах.

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.

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине могут использоваться: устный опрос в виде собеседования, устные сообщения студентов, сопровождаемые презентациями. Зачет может быть выставлен по результатам промежуточных аттестаций.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы контрольных работ :

7.1. Примерный перечень вопросов устного опроса и тестирования

Типовые упражнения и расчетные задания:

1. Выделение системных трактов и разделяющих их поверхностей на осадочной модели секвенций.
2. Составление геохронологической модели секвенций (диаграмма Виллера);
3. Выделение пакетов парасеквенций на сейсмических профилях.
4. Выделение сейсмофаций на сейсмических профилях. Определение типа несогласий, разделяющих различные сейсмофации.
5. Определение пластовых окончаний на сейсмических профилях и их связь со сменой осадочного процесса.
6. Тектоностратиграфические комплексы и их выраженность на сейсмических профилях: рифты и пострифтовые структуры, рост складок, заполнение передовых прогибов.

7.2. Примерный перечень вопросов контрольных работ

Тестовые контрольные, в которых необходимо выбрать один из 3 или 4 ответов.

Вопросы касаются:

1. Терминов секвентной стратиграфии;
2. Связи колебаний уровня моря с положением береговой линии и пространством аккомодации.
3. Характеристики системных трактов.
4. Пакетов парасеквенций и пластовых окончаний.
5. Сейсмофаций и их связи с осадочными системами.
6. Выделение типов тектоностратиграфических единиц на сейсмопрофилях.

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

Перечень вопросов для текущего контроля успеваемости и:

Примерный перечень вопросов устного опроса и тестирования

Типовые упражнения и расчетные задания:

1. Выделение системных трактов и разделяющих их поверхностей на осадочной модели секвенций.
2. Составление геохронологической модели секвенций (диаграмма Виллера);
3. Выделение пакетов парасеквенций на сейсмических профилях.
4. Выделение сейсмофаций на сейсмических профилях. Определение типа несогласий, разделяющих различные сейсмофации.
5. Определение пластовых окончаний на сейсмических профилях и их связь со сменой осадочного процесса.
6. Тектоностратиграфические комплексы и их выраженность на сейсмических профилях: рифты и пострифтовые структуры, рост складок, заполнение передовых прогибов.

Примерный перечень вопросов конт рольных работ

Тестовые контрольные, в которых необходимо выбрать один из 3 или 4 ответов.

Вопросы касаются:

1. Терминов секвентной стратиграфии;
2. Связи колебаний уровня моря с положением береговой линии и пространством аккомодации.
3. Характеристики системных трактов.
4. Пакетов парасеквенций и пластовых окончаний.
5. Сейсмофаций и их связи с осадочными системами.
6. Выделение типов тектоностратиграфических единиц на сейсмопрофилях.
7. Осадочные системы как коллектора, покрышки, ловушки и нефтематеринские породы.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: освоение и применение комплексной интерпретации геологических и геофизических данных;	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: интерпретировать различные геологические материалы, - интерпретировать полученные результаты для разработки моделей геологического развития осадочных бассейнов разного типа.	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать физико-химические расчеты	Успешное умение использовать физико-химические расчеты применительно к природным водам

Владения: методами интерпретации геологических материалов для выделения потенциальных ресурсов горючих ископаемых	Навыки владения методами интерпретации геологических материалов отсутствуют	Фрагментарное владение методами интерпретации геологических материалов, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки интерпретации геологических материалов и их применения при поисках горючих ископаемых	Полное владение и умение из применять методы интерпретации и геологических материалов для прогноза месторождений горючих ископаемых
---	---	---	---	---

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

а) основная литература;

1. Шлезингер А.Е. Региональная сейсмостратиграфия. М., Научный мир, 1998. 144 с. (Тр. ГИНРАН, вып. 512).
2. *Emery, D., and Meyers, K.J., Sequence Stratigraphy: Oxford, U.K., Blackwell, 1996, 297p.*
3. Р.Р. Габдуллин, Л.Ф. Копаевич, А.В. Иванов. Секвентная стратиграфия. Учебное пособие. М.; 2008. МАКСПресс. 113 с.
4. Малышева Е.О., Копаевич Л.Ф. Стратиграфия секвенций или секвентная стратиграфия. В кн. «Геология для нефтяников. Под ред. Н.А.Малышева и А.М.Никишина. Изд 2ое, доп. М.-Ижевск. Институт компьютерных исследований. 2011. С. 304-320.

б) дополнительная литература

1. Маргулис Л.С. Секвенная стратиграфия – новый уровень науки об осадочной оболочке Земли. Нефтегазовая геология на рубеже веков. Т. 2. СПб., ВНИГРИ, 1999, с. 21-28.
2. Сейсмическая стратиграфия: использование при поисках и разведке нефти и газа. М., Мир, 1982. 846 с.
3. Posamentier H.W. & Allen G.P. Siliciclastic Sequence stratigraphy – Concept and Application. Soc. Econom. Paleontol. Mineralog. Concepts in Sedimentology and Paleontology/ 1000.No7 195p.Tulsa. Oklahoma.
4. Coe A.L, Bosence D.W.J., Church K.D., Flint S.S. Howell J.A. et Wilson R.Ch.L. The sedimentary record of sea-level change .Cambridge University Press. 2003. 288 pp.
5. Nichols G. Sedimentology and Stratigraphy. 1999. Blackwell, 355 pp.
- 5 Копаевич Л.Ф. Стратиграфические основы анализа осадочных бассейнов. В кн.«Геология для нефтяников. Под ред. Н.А.Малышева и А.М.Никишина. Изд 2ое, доп. М.-Ижевск. Институт компьютерных исследований. 2011. С.83-98.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется)

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

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.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Копаевич Л.Ф., Яковишина Е.В.

11. Автор (авторы) программы – Копаевич Л.Ф.