

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Секвентная стратиграфия

**Рекомендуется для направления подготовки
020700 «Геология» ПО МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЕ
«ЛИТОЛОГИЯ»**

Квалификация (степень) выпускника магистр

1. Цели и задачи курса «Секвентная стратиграфия»

Цель курса:

ознакомить студентов с методами секвенс-стратиграфических исследований, являющимися одним из важных современных способов историко-геологических реконструкций и литофациальных построений, а также решения прикладных задач при поиске месторождений углеводородного сырья.

Задачи курса:

- Ознакомление с общими принципами и методологией современных стратиграфических исследований
- Получение представлений о тенденциях и проблемах становления Международной стратиграфической шкалы
- Ознакомление с событийными методами стратиграфических исследований
- Ознакомление с терминологией и методикой секвенс-стратиграфического анализа
- Получение базовых навыков секвенс-стратиграфического анализа геологических разрезов

Курс завершается зачетным заданием в форме теста.

2. Место курса «Секвентная стратиграфия» в структуре ООП:

Учебный курс «Секвентная стратиграфия» относится к геологическому циклу, вариативной части магистерской программы "литология" по профилю "геология и полезные ископаемые". Он читается на 2 курсе магистратуры, в 11 семестре. Курс имеет логическую взаимосвязь с другими дисциплинами. Ему предшествуют курсы «Историческая геология» и "Учение о фациях и палеогеография" блока профильной подготовки бакалавров по профилю "геология и полезные ископаемые", а также курс "Эволюция биосферы" вариативной части профилизации "литология и морская геология".

3. Требования к результатам освоения курса «Секвентная стратиграфия»:

В результате прохождения данного курса обучающийся должен приобрести следующие навыки, умения, а также элементы следующих универсальных и профессиональных компетенций:

Универсальные компетенции:

- способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (М-СК-1);
- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (М-СК-2);

Профессиональные компетенции:

- способность глубоко осмысливать и формировать диагностические решения проблем геологии путем интеграции фундаментальных разделов геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, нефтяной геологии, экологической геологии (в соответствии со специализацией магистерской программы) и специализированных геологических знаний (М-ПК-1);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, нефтяной геологии, экологической геологии (в соответствии со специализацией магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-2);
- способность свободно и творчески пользоваться современными методами обработки и интерпретации комплексной геологической, геофизической, геохимической,

гидрогеологической, нефтегазовой и эколого-геологической информации (в соответствии со специализацией магистерской программы) для решения научных и практических задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности (М-ПК-6);

- готовность к проектированию комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ при решении геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических задач (в соответствии со специализацией магистерской программы)(М-ПК-10).

После прохождения курса обучающийся должен:

знать:

- местоположение стратиграфии и секвентной стратиграфии в системе геологических наук

- основные принципы стратиграфических исследований
- методы стратиграфических исследований
- основные термины и определения секвентной стратиграфии
- задачи, решаемые методом секвенс-стратиграфического анализа

уметь:

- применять различные стратиграфические методы в зависимости от особенностей геологических объектов

- выявлять и анализировать событийные стратиграфические маркеры в геологических разрезах

- интерпретировать геологические объекты методом секвенс-стратиграфического анализа

владеть:

- стратиграфической и секвенс-стратиграфической терминологией
- знаниями о современных принципах становления Международной стратиграфической шкалы и связанных с ними проблемах

- навыками секвенс-стратиграфического анализа геологических разрезов

4. Структура и содержание дисциплины «Секвентная стратиграфия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 28 лекционных.

Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (трудоемкость в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	семинары	практические занятия	лаб. работы	самост. работа	
1	Определение, предмет и задачи стратиграфии	11	1	2				6	
2	Принципы стратиграфии	11	2-3	4				10	
3	Методы стратиграфии	11	4-5	4				10	

	фии								
4	Классификация стратиграфических перерывов	11	6-7	4				12	
5	Общие закономерности образования и распространения синседиментационных перерывов.	11	8	2				6	
6	Место секвентной стратиграфии среди геологических наук.	11	9	2				6	
7	Основные термины и определения секвентной стратиграфии	11	10-11	4				12	
8	Элементы осадочных секвенций	11	12-14	6				18	
	Итого			28				80	Итоговая аттестация - зачет

Определение, предмет и задачи стратиграфии. Основные операции стратиграфических исследований: расчленение и корреляция. Этапы стратиграфического расчленения разреза. Изучение и описание обнажений. Корреляция стратиграфических подразделений. Местная корреляция. Региональная корреляция. Межрегиональная корреляция. Глобальная корреляция. Датировка и периодизация геологических событий. Геохронологическая и стратиграфическая шкалы. Местные и региональные стратиграфические шкалы. Межрегиональная корреляция. Общая хроностратиграфическая шкала.

Принципы стратиграфии. Принцип актуализма (принцип Ч. Лайеля). Принцип неполноты палеонтологической и геологической летописи (принцип Ч. Дарвина). Принцип необратимости геологической и биологической эволюции (Ч. Дарвин – Л. Долло). Принцип неповторимости стратиграфических подразделений. Принцип неповторимости стратиграфических подразделений. Принцип возрастной миграции граничных поверхностей супракрустальных геологических тел (принцип Н.А. Головкинского). Принцип фациальной дифференциации разновозрастных отложений (принцип А. Грессли – Э. Ренестье). Принцип биостратиграфического расчленения и корреляции (принцип В. Смита). Принцип палеонтологической (сукцессии), преемственности (Ж. Жулави – В. Смита).

Методы стратиграфии. Биостратиграфический метод. Руководящие формы. Типы биостратиграфических подразделений. Литологический метод. Типы литостратиграфических подразделений. Принципы выделения литостратиграфических подразделений. Геохимический метод. Изотопы углерода, кислорода, серы и стронция. Связь изотопного состава с климатом, температурой и соленостью. Палеомагнитный метод стратиграфии. Возможности, достоинства и недостатки палеомагнитного метода. Сейсмостратиграфия. Событийная стратиграфия. Региональные и глобальные события. Примеры глобальных событий и их выражение в разрезах. Основные тенденции в современных стратиграфических исследованиях. Международная стратиграфическая шкала (МСШ). Точки глобальных стратотипов границ (ТГСГ).

Классификация стратиграфических перерывов. Геологическое и литологическое понимание перерывов. Гиатусы. Методы определения величины гиатусов. Роль стратиграфических перерывов в геологической летописи. Использование стратиграфических перерывов для расчленения и корреляции геологических разрезов. Типы перерывов. Классификация перерывов по происхождению. Седиментационные, диагенетические и постдиагенетические перерывы. Классификация перерывов по гиатусу (микрогиатус, мезогиатус, макрогиатус, мегагиатус). Взаимосвязь размера гиатуса с стратиграфическими подразделениями и перерывами разных генетических типов. Синседиментационные перерывы. Эрозионные перерывы. Перерывы ненакопления. Диастемы. Твердое дно. Глинистые прослои. Перерывы смешанного типа. Мягкое дно и глинистые прослои. Диагенетические и постдиагенетические перерывы. Стилолитовые швы и флазерные текстуры. Процессы, приводящие к формированию диагенетических перерывов растворение под литостатическим давлением. Постдиагенетические перерывы. Эрозионные перерывы. Стилолитовые швы. Элювиальные перерывы. Процессы приводящие к формированию постдиагенетических перерывов: эрозия, растворение под литостатическим давлением, выветривание.

Общие закономерности образования и распространения синседиментационных перерывов. Процессы, приводящие к формированию синседиментационных перерывов. Штормовая и волновая эрозия осадка. Обстановки ненакопления. Изменение скорости осадконакопления. Субаквальное и субаэральное выветривание. Растворение. Факторы, влияющие на формирование синседиментационных перерывов. Климатические факторы. Тектонические факторы. Палеогеографические факторы. Источники накапливаемого материала. Особенности среды седиментации: физико-химические и биологические

параметры водных масс; динамика бассейна – течения различного типа и волновая активность; положение зон апвеллинга. Характер дна бассейна, глубина.

Место секвентной стратиграфии (СС) среди геологических наук. Предмет и задачи исследования. Основные термины и определения. История возникновения секвентной стратиграфии. Секвентная стратиграфия и сеймостратиграфия. Предпосылки выделения секвентной стратиграфии как самостоятельной дисциплины. Секвентная стратиграфия и эвстатические колебания уровня моря. Значение СС для глобальной корреляции. Эвстатические и тектонические причины колебаний уровня моря. Цель секвенс-стратиграфических исследований. Определение СС. Определение осадочной секвенции. Строение осадочной секвенции. Тракты седиментационных систем (ТСС). Циклы колебаний уровня моря. Строение полного эвстатического цикла колебаний уровня моря и его выражение в ТСС. Колебания уровня моря как причина изменения глубины бассейна, климатических, химических и биотических событий. Стадии секвенс-стратиграфической интерпретации геологического разреза.

Основные термины и определения СС. Секвенция и парасеквенция. Основные типы несогласий в СС. Поверхности морского затопления. Пакет парасеквенций (parasequence set) и типы напластований внутри пакета парасеквенций: проградационный, агградационный или ретроградационный. Границы и строение осадочных секвенций 1-го и 2-го типа. Тракт низкого стояния (ТНС) (lowstand systems tract). Крайне-шельфовый тракт (shelf-margin systems tract) ТСС. Тракт высокого стояния (ТВС) (highstand systems tract). Идеализированное строение осадочных секвенций.

Элементы осадочных секвенций. Факторы, влияющие на степень выраженности элементов осадочной секвенции: скорость привноса обломочного материала; скорость и амплитуда изменений относительного уровня моря; рельеф дна бассейна седиментации. Подошва секвенции. Тракт низкого стояния ОС. Режим формирования ТНС. Фазы формирования ТНС. Ранняя фаза формирования ТНС. Степень выраженности ранней фазы ТНС в разных частях бассейна. Поздняя фаза ТНС. Режим формирования отложений поздней фазы ТНС. Трансгрессивный тракт седиментационных систем (ТТ). Тип напластования в отложениях ТТ. Степень выраженности ТТ в разных частях бассейна. Тракт высокого стояния (ТВС). Тип напластования в отложениях ТВС. Литологическое выражение ТТ и ТВС в разрезе.

5. Рекомендуемые технологии.

Для организации занятий по курсу "Секвентная стратиграфия" необходимы мультимедийный проектор, компьютер, экран, доска.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Промежуточная аттестация студентов производится в виде короткого тестирования по теме пройденного раздела. Для проведения итогового контроля студентов, в конце учебного семестра дается тестовое задание по всему пройденному материалу.

Пример зачетного тестового задания:

- 1) Фундаментальной основой стратиграфии является:
 - (1) биология
 - (2) литология
 - (3) биология и литология
 - (4) историческая геология
 - (5) геохимия и литология

- 2) Основными операциями, осуществляемыми стратиграфией являются:
 - (1) определение абсолютного возраста пород
 - (2) определение относительного возраста отложений
 - (3) расчленение и корреляция
 - (4) историко-геологическая интерпретация
 - (5) определение пространственно-временных взаимоотношений слоев

- 3) Какой из объектов не является объектом исследования стратиграфии:
 - (1) биогермы и рифы
 - (2) метаморфические породы
 - (3) супракрустальные породы
 - (4) соляные штоки
 - (5) интрузивные тела

- 4) Главной задачей стратиграфических исследований является:
 - (1) разработка хронологической шкалы для датировки и периодизации геологических событий
 - (2) установление исторической последовательности образования и возрастная интерпретация стратонов
 - (3) расчленение разрезов и выделение стратонов для отдельных участков земной коры
 - (4) создание местных и региональных стратиграфических шкал
 - (5) проведение межрегиональной корреляции стратонов

- 5) Принцип Н.А. Головкинского отражает:
 - (1) дискретность геологической записи
 - (2) необратимость геологической и биологической эволюции
 - (3) градиент возрастной миграции границ геологических тел
 - (4) фациальную дифференциацию одновозрастных отложений
 - (5) структурно-временные взаимоотношения слоев

- 6) Принцип Н. Стенона касается:
- (1) дискретность геологической записи
 - (2) необратимость геологической и биологической эволюции
 - (3) градиент возрастной миграции границ геологических тел
 - (4) фаціальную дифференциацию одновозрастных отложений
 - (5) структурно-временные взаимоотношения слоев
- 7) Диастема – это:
- (1) перерыв в осадконакоплении, имеющий дихронные границы
 - (2) начальная стадия формирования твердого дна
 - (3) топографически неперемещенные остаточные продукты физической дезинтеграции пород дна
 - (4) Каменистые поверхности, возникающие на дне морского бассейна с преимущественно карбонатным седиментогенезом при остановке или замедлении осадконакопления.
 - (5) короткий перерыв в осадконакоплении не различимый в разрезе
- 8) Физический элювий представлен:
- (1) горизонтами конденсации
 - (2) каменистыми развалами
 - (3) перлювием
 - (4) биотурбитами
 - (5) гальмиролититами
- 9) Для формирования твердого дна характерны процессы:
- (1) эрозии
 - (2) отсутствие осадкообразования
 - (3) падение скорости седиментации
 - (4) выветривание
 - (5) растворение под литостатическим давлением
- 10) Стилолиты формируются на стадии:
- (1) седиментогенеза
 - (2) диагенеза осадка
 - (3) катагенеза
 - (4) метагенеза
 - (5) во всех перечисленных случаях
- 11) Мезогиатус равен по объему:
- (1) эонотеке
 - (2) эратеме
 - (3) системе
 - (4) ярусу или подъярусу
 - (5) зоне
- 12) Зрелое твердое дно характеризуется:

- (1) незначительной литификацией
 - (2) высокой степенью биотурбации
 - (3) ожелезнением
 - (4) фосфатизацией
 - (5) имеет выровненную поверхность
- 13) Для формирования мягкого дна характерно:
- (1) замедленное осадконакопление
 - (2) высокая скорость биоэрозии осадка
 - (3) быстрое перекрытие новыми порциями осадка
 - (4) терригенная седиментация
 - (5) быстрое уплотнение приповерхностного слоя осадка
- 14) Предпосылкой для возникновения секвентной стратиграфии послужило:
- (1) возросшая потребность в углеводородном сырье
 - (2) появление стандартизированных методик выявления эвстатических колебаний уровня моря
 - (3) появление технических возможностей высокоразрешающего сейсмопрофилирования
 - (4) повышения интереса к изучению пассивных окраин
 - (5) появление новых концепций, основанных на синтезе ранее существовавших методик
- 15) Основным результатом секвенс-стратиграфического анализа является:
- (1) выявление эвстатических событий
 - (2) выявление неструктурных ловушек углеводородов
 - (3) выявление характера цикличности отложений
 - (4) кривая относительных колебаний уровня моря
 - (5) выявление причин формирования циклично построенных толщ
- 16) Какой из стратиграфических принципов является основным при секвенс-стратиграфической интерпретации разрезов?
- (1) принцип Н. Стенона
 - (2) принцип необратимости геологической и биологической эволюции
 - (3) принцип неповторимости стратиграфических подразделений
 - (4) принцип возрастной миграции граничных поверхностей геологических тел
 - (5) принцип Н.А. Головкинского
- 17) Для секвенции справедливо утверждение:
- (1) нижняя и верхняя границы секвенции являются несогласиями
 - (2) нижняя граница секвенции является согласной поверхностью
 - (3) верхняя граница секвенции является согласной поверхностью
 - (4) секвенция не содержит внутри себя крупных несогласий
 - (5) нижняя граница секвенции выражена субаэральным несогласием
- 18) Ретроградационный тип напластования характеризуется:
- (1) смещением прибрежных фаций в сторону бассейна

- (2) смещением прибрежных фаций в сторону берега
- (3) смещение фаций отсутствует
- (4) формированием донных конусов выноса
- (5) формированием врезанных долин

19) Аградационный тип напластования характеризуется:

- (1) смещением прибрежных фаций в сторону бассейна
- (2) смещением прибрежных фаций в сторону берега
- (3) смещение фаций отсутствует
- (4) формированием донных конусов выноса
- (5) формированием врезанных долин

20) Проградационный тип напластования характеризуется:

- (1) смещением прибрежных фаций в сторону бассейна
- (2) смещением прибрежных фаций в сторону берега
- (3) смещение фаций отсутствует
- (4) формированием донных конусов выноса
- (5) формированием врезанных долин

21) Для секвенций 1-го типа справедливо утверждение:

- (1) нижней границей является подошвенное налегание
- (2) нижняя граница секвенции маркируется субаэральной экспозицией
- (3) характеризуется смещением фаций в сторону бассейна
- (4) имеет проградационный тип напластования
- (5) имеет аградационный тип напластования

22) Для секвенций 2-го типа справедливо утверждение:

- (1) нижней границей является подошвенное налегание
- (2) нижняя граница секвенции маркируется субаэральной экспозицией
- (3) характеризуется смещением фаций в сторону бассейна
- (4) имеет проградационный тип напластования
- (5) имеет аградационный тип напластования

23) Тракт низкого стояния характеризуется:

- (1) его кровля представлена трансгрессивной поверхностью
- (2) его основанием является граница секвенций 2-го типа
- (3) имеет ретроградационный тип напластования
- (4) имеет аградационный тип напластования
- (5) имеет проградационный тип напластования

24) Трансгрессивный тракт характеризуется:

- (1) его кровля представлена трансгрессивной поверхностью
- (2) его основанием является граница секвенций 2-го типа
- (3) имеет ретроградационный тип напластования
- (4) имеет аградационный тип напластования

(5) имеет проградационный тип напластования

25) Для тракта высокого стояния справедливо утверждение:

- (1) его кровля представлена трансгрессивной поверхностью
- (2) его основанием является граница секвенций 2-го типа
- (3) имеет ретроградационный тип напластования
- (4) имеет аградационный тип напластования
- (5) имеет проградационный тип напластования

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

Основная литература:

1. Барабошкин Е.Ю., Веймарн А.Б., Копаевич Л.Ф., Найдин Д.П. Изучение стратиграфических перерывов при производстве геологической съемки: Метод. рекомендации. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 163 с. – ISBN 5-211-04689-7.
2. Кукал З. Скорость геологических процессов. – М.: Мир, 1987. – 246 с.
3. Международный стратиграфический справочник: Сокращенная версия / Отв. ред. русскояз. изд-я Ю.Б. Гладенков. – М.: ГЕОС, 2002. – 38 с.
4. Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Г. Эйнзеле, А. Зейлахера; Пер. с англ. С.С. Чекина; Под ред. В.Т. Фролова. – М.: Мир, 1985. – 502 с.
5. Catuneanu O. Principles of sequence stratigraphy. – Elsevier, 2006. – 375 p.
6. Einsele G. Sedimentary basins: evolution, facies, and sediment budget / Gerhard Einsele. – 2nd, completely rev. and enl. ed. – Springer, 2000. – xi+792 pp.
7. Wilson M.A., Palmer T.J. Hardgrounds and hardground faunas // Inst. of Earth Studies Publications, Univ. of Wales. – Aberystwyth, 1992. – 131 p.

Дополнительная литература:

1. Зайцев А.В., Барабошкин Е.Ю. Стратиграфические перерывы в латорпско – кундаских отложениях (нижний-средний ордовик) центральной и восточной частей Балтийско-Ладожского глинта // Вестник Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. № 3. – 2006. – С. 12 – 32.
2. Методика событийной стратиграфии в обосновании корреляции региональных стратонов на примере нижнего ордовика Северо-Запада России / А.В. Дронов, Т.Н. Корень, Л.Е. Попов, Т.Ю. Толмачева; Мин-во природн. ресурсов РФ, ВСЕГЕИ. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. – 88 с.
3. Найдин Д.П., Копаевич Л.Ф. Внутриформационные перерывы верхнего мела Мангышлака. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 140 с.

4. Пиррус Э., Эйнасто Р. Классификация стратиграфических пробелов и седиментационных перерывов в палеозое Прибалтики // Изв. АН ЭССР. – 1987. – Т. 36. – № 1. – С. 36 – 45. – (Сер. Геология).

5. Bathurst R.G. Diagenetically enhanced bedding in argillaceous platform limestones: stratified cementation and selective compaction // *Sedimentology*. – 34. – 1987. – P. 749 – 778.

6. Garrison R.E., Kennedy W.J. Origin of solution seams and flaser structure in Upper Cretaceous chalks of Southern England // *Sedimentary Geology*. – 19. – Amsterdam, 1977. – P. 107 – 137.

7. McCracken S.R., Compton J., Hicks K.S. Sequence-stratigraphic significance of glaucony-rich lithofacies at Site 903 / *Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 150. – 1996. – pp. 171 – 187.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 1) мультимедиа-проектор
- 2) компьютер
- 3) экран
- 4) доска

9. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

Целью курса «Секвентная стратиграфия» является ознакомление студентов с методами секвенс-стратиграфических исследований, являющимися одним из важных современных способов историко-геологических реконструкций и литофациальных построений, а также решения прикладных задач при поиске месторождений углеводородного сырья.

В рамках курса также рассматриваются общие принципы и методология современных стратиграфических исследований, место стратиграфии в структуре геологических наук, ее взаимосвязь со смежными дисциплинами.

Разработчики:

Геологический ф-т МГУ, старший научный сотрудник кафедры литологии и морской геологии А.В. Зайцев; 8(495)939-12-48, 8-916-620-67-12, alz@geol.msu.ru

Эксперты:

Геологический институт РАН,
доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник

А.В. Дронов

Геологический ф-т МГУ, каф. геологии и
геохимии горючих полезных ископаемых,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор

В.А. Жемчугова

Программа одобрена на заседании Ученого совета Геологического факультета МГУ
протокол № от

Декан
геологического факультета МГУ,
академик

Д.Ю. Пушаровский