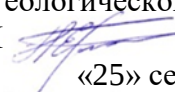


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Геологического факультета
чл.-корр. РАН  /Н.Н.Ерёмин/
«25» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Секвентная стратиграфия

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Магистерская программа:

Литология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 6 от «8» сентября 2025г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины «СЕКВЕНТНАЯ СТРАТИГРАФИЯ» разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология», утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год (годы) приема на обучение: 2025

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью курса «Секвентная стратиграфия» является 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:

- знакомство с общими принципами и методологией современных стратиграфических исследований
- получение сведений о событийных методах стратиграфических исследований
- усвоение терминологии и методики секвенс-стратиграфического анализа
- получение базовых навыков секвенс-стратиграфического анализа геологических разрезов

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Секвентная стратиграфия» излагаются следующие проблемы:

- Место секвентной стратиграфии (СС) среди геологических наук. Предмет и задачи исследования. Значение СС для глобальной корреляции. Определение осадочной секвенции. - Объекты и методы исследований в секвенс стратиграфии.
- Тракты седиментационных систем (ТСС).
- Модели строения осадочных секвенций и фации при терригенном, карбонатном осадконакоплении.
- Практическая методология. Основные этапы при секвенс-стратиграфических исследованиях.

На семинарских занятиях студенты знакомятся с основными литологическими и геофизическими методами выделения секвенций и системных трактов.

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

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «Историческая геология», и «Учение о фациях и палеогеография», «Интерпретация данных геофизических исследований скважин», «Учение о геологических осадочных формациях».

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

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) компетенций	достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
--------------------------------	-------------------------------------	------------	---

СПК-3.М(6) Владеет навыками выполнения палеогеографических реконструкций с определением древних обстановок седиментации, питающих провинций, цикличности и дискретности осадконакопления, а также формационной принадлежности осадочных комплексов	Умеет выявлять и типизировать фациальные типы отложений с определением условий осадконакопления	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 <u>Уметь:</u> 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
ОПК-4 Способен в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию	М.ОПК-4. И-1. Владеет навыками самостоятельного получения результатов при решении задач профессиональной деятельности. М.ОПК-4. И-2. Объективно оценивает полученные результаты, обобщает их, формулирует выводы. М.ОПК-4. И-3. Использует полученные результаты для выработки рекомендаций по их практическому использованию.	<u>Владеть:</u> 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. Объем дисциплины (модуля) составляет 1 зе, 36 часов.

Виды учебной работы с указанием суммарной трудоемкости по каждому виду:

лекции – Л6 час.;

семинары – С22 час.;

самостоятельная работа – СР 8 час.

Формы текущего контроля: тестирование, устные опросы, дискуссии, контрольные работы

Форма промежуточной аттестации – зачет (1 семестр).

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Раздел Дисциплины	Всего	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>			Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Лекции	Семинары	Всего	Графически е работы	Работы с литературо й	Подготовка реферата	Всего
Раздел 1	2	2		2				
Раздел 2	2	2		2				
Раздел 3	4	2	2	4				
Раздел 4	12		12	12				

Раздел 5	2		2	2				
Раздел 6	2		2	2				
Раздел 7	10		4	4	6			6
Промежуточная аттестация - зачет	2							2
Итого:	36	28			8			

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекционных занятий

Раздел 1. Основы секвентной стратиграфии. Место секвентной стратиграфии (СС) среди геологических наук. Предмет и задачи исследования. История возникновения секвентной стратиграфии. Секвентная стратиграфия и сейсмостратиграфия. 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 формации. Определение осадочной секвенции. Объекты и методы исследований в секвенс стратиграфии. Строение осадочной секвенции. Основные принципы геологии осадочных образований, на которые опирается стратиграфия секвенций.

Основные термины, используемые в СС: стратиграфия секвенции, секвенция, граница секвенции, несогласие, парасеквенция, системный тракт, конденсированный разрез, аккомодация, точка равновесия.

Основные факторы, определяющие структуру секвенции. Относительный уровень моря (ОУМ). Влияние терригенного стока на колебание ОУМ и пространство аккомодации. Понятия «нормальной» и «форсированной» регрессии.

Раздел 2. 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 биотических событий. Секвенция и парасеквенция. Пакет парасеквенций (parasequence set) и типы напластований внутри пакета парасеквенций: проградационный, агградационный или ретроградационный. Поверхности морского затопления. Основные типы несогласий в СС. Границы осадочных секвенций 1-го и 2-го типа. Критерии выделения границ секвенций в аллювиальных обстановках. Трансгрессивные поверхности. Поверхность максимального затопления

Раздел 3. Модели строения осадочных секвенций и фации при карбонатном осадконакоплении. Модели карбонатного осадконакопления в эпиконтинентальных бассейнах. Идеализированная последовательность поясов стандартных фаций по Уилсону. Карбонатная продуктивность. Тракты падения и низкого стояния ОУМ в бассейнах разных климатических зон. Трансгрессивные системы трактов и тракты высокого стояния.

Содержание семинарских занятий

Раздел 4 Обсуждение моделей строения осадочных секвенций и фации при терригенном осадконакоплении. Факторы, влияющие на степень выраженности элементов осадочной секвенции: скорость привноса обломочного материала; скорость и амплитуда изменений относительного уровня моря; рельеф дна бассейна седиментации.

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. Критерии выделения ТНС в аллювиальных, прибрежно-морских (шельфовых) и относительно глубоководных обстановках осадконакопления.

Трансгрессивный тракт седиментационных систем (ТТ). Тип напластования в отложениях ТТ. Степень выраженности ТТ в разных частях бассейна. Особенности строения осадочного разреза, сформированного в бассейнах с разным соотношением вливого и приливно-отливного режима. Осадочные тела, сформированные в результате трансгрессии. Клины фазы залечивания.

Тракт высокого стояния (ТВС). Тип напластования в отложениях ТВС. Литологическое выражение ТВС в разрезе.

Раздел 5 Практическая методология. Обсуждение основных этапов при секвенс-стратиграфических исследованиях: определение палеогеографической обстановки; уточнение и корреляция обстановок с использованием каротажа и сейсмических исследований; стратиграфическое расчленение толщи с помощью поверхности максимального затопления границ секвенсов; анализ типов наложения фаций и выделение системных трактов. Примеры выделения секвенсов на Сахалинском шельфе, северной окраине Паратетиса, южной окраине Тетиса.

Раздел 6 Знакомство с видами скважинного каротажа и интерпретации разрезов с помощью каротажа. Электрический каротаж (КС), метод собственной поляризации (ПС), радиоактивный каротаж. Интерпретация трендов каротажных кривых. Соотношение пакетов секвенций и вида кривых потенциала самопроизвольной поляризации - ПС и электроразведки методом сопротивления – КС. Выделение секвенций и определение системных трактов в клиноформном ачимовском комплексе Западной Сибири с использованием данных ГИС.

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

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.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля успеваемости:

1. Что такое осадочная секвенция и каковы критерии выделения ее границ?

2. В чем заключается принципиальное отличие секвентной стратиграфии от литостратиграфии?
3. Каковы основные задачи секвентной стратиграфии в современной геологии?
4. Какую роль играет секвентная стратиграфия в глобальной корреляции разрезов?
5. Назовите основные объекты исследования в секвентной стратиграфии.
6. Какие геофизические методы являются ведущими при проведении секвентно-стратиграфического анализа?
7. Дайте определение понятию «тракт седиментационных систем» (Systems Tract).
8. Охарактеризуйте условия формирования тракта низкого стояния (LST).
9. В какой момент цикла формируется трансгрессивный тракт седиментации (TST)?
10. Каковы отличительные особенности тракта высокого стояния (HST)?
11. Что такое поверхность максимального затопления (MFS) и как она фиксируется в разрезе?
12. Какие фациальные изменения характерны для терригенного осадконакопления при падении уровня моря?
13. В чем специфика строения карбонатных секвенций в сравнении с терригенными?
14. Что такое парасеквенция и как формируются их наборы (parasequence sets)?
15. Опишите разницу между проградационным, аградационным и ретроградационным типами напластования.
16. Каковы основные этапы проведения практического секвентно-стратиграфического исследования?
17. Как данные каротажа скважин (ГИС) используются для идентификации системных трактов?
18. Какое значение имеет секвентная стратиграфия для прогноза нефтегазоносности бассейна?
19. Как соотносятся понятия «хроностратиграфия» и «секвентная стратиграфия»?
20. Назовите основные факторы, контролирующие объем доступного пространства для осадконакопления (accommodation space).

Пример расчетно-графической работы:

Расчетно-графическая работа строится на методе анализа конкретных данных, где студенты проходят путь от первичной интерпретации до построения модели: сначала выполняется расчленение разрезов по ГИС или сейсмическим профилям с выделением реперных поверхностей (несогласий и MFS), затем проводится идентификация системных трактов на основе направленности фациальных сдвигов, и в завершение составляется корреляционная схема, демонстрирующая пространственно-временную эволюцию бассейна. Методический акцент делается на логическом обосновании границ секвенций и прогнозировании литологического состава в неизученных зонах, что закрепляет навык перехода от описательной стратиграфии к динамической генетической модели.

Объект исследования: Набор из 3–5 каротажных диаграмм (ПС или ГК) гипотетического или реального терригенного бассейна (например, неоком Западной Сибири).

Ход работы (этапы для студентов):

Выделение парасеквенций: На каждой каротажной кривой идентифицировать элементарные циклы (парасеквенции) — обычно это тренды опесчанивания вверх (воронкообразные) или глинизации вверх (колоколообразные).

Анализ наборов парасеквенций (Parasequence Sets): Определить тип наслоения — проградационный (песчаники становятся толще и грубее вверх по разрезу), ретроградационный (усиление влияния глинистой составляющей) или аградационный.

Идентификация ключевых поверхностей:

Найти MFS (поверхность максимального затопления) в подошве самых выдержанных глинистых пачек (максимум ГК).

Найти SB (границу секвенции) по резкому подошвенному контакту русловых песчаников с нижележащими морскими глинами.

Выделение системных трактов: Обозначить интервалы LST (низкое стояние), TST (трансгрессия) и HST (высокое стояние), опираясь на положение границ SB и MFS.

Построение корреляционной схемы: Соединить выделенные поверхности между скважинами, соблюдая хроностратиграфический принцип (линии корреляции должны соответствовать поверхностям равного времени, а не просто литологическим границам).

Результат: Геологический профиль, на котором цветом выделены различные тракты (LST, TST, HST), что позволяет спрогнозировать зоны развития коллекторов (песчаников) и флюидоупоров (глин).

Шкала и критерии оценивания по текущему контролю успеваемости

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (устный опрос) основ секвентной стратиграфии	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (устный опрос) определять границы секвенций и системных трактов	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 не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (устный опрос) секвенс-стратиграфического анализа геологических разрезов	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

--	--	--

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

Пример зачетного тестового задания:

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 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
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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
- 10) 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
- 11) 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
- 12) 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

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

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (устный опрос) знать теоретические основы формирования осадочных секвенций, генетическую классификацию системных трактов (LST, TST, HST) и типы ключевых стратиграфических поверхностей;	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (устный опрос) уметь идентифицировать эти элементы на сейсмических профилях и каротажных диаграммах, выделяя циклы разного порядка и тренды изменения относительного уровня моря;	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) владеть методикой построения секвентно-стратиграфических каркасов и навыками прогнозирования литологического состава разреза в межскважинном пространстве для поиска ловушек углеводородов.	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

7. Ресурсное обеспечение:

А) Основная литература:

1. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 113 с.

2. Жемчугова В.А. Практическое применение резервуарной седиментологии при моделировании углеводородных систем. Учебное пособие для вузов.- М., РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2014, 344 с.
3. Сейсмическая стратиграфия. Под редакцией Ч. Пейтона.-М., Мир, 1982
4. Catuneanu O. Principles of sequence stratigraphy. – Elsevier, 2006. – 375 p.
5. Einsele G. Sedimentary basins: evolution, facies, and sediment budget / Gerhard Einsele. – 2nd, completely rev. and enl. ed. – Springer, 2000. – 792 pp.

дополнительная литература:

1. 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.

базы данных информационно-справочные и поисковые системы:

1. www.nbmg.ru - библиотека Московского государственного университета
2. www.elibrary.ru - научная электронная библиотека
3. www.lithology.ru - информационный портал, посвященный литологии

Б) Для материально-технического обеспечения дисциплины «Секвентная стратиграфия» используются: специализированная аудитория, оснащенная специальной аппаратурой, позволяющей использовать презентации в электронном виде, библиотека Геологического факультета МГУ.

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель – Шарданова Т.А., доцент

10. Разработчики программы – Шарданова Т.А. доцент