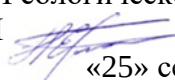


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):
Геохимия современных морских осадков

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки/ специальность:
05.04.01 «Геология»

Магистерская программа:
Морская геология

Форма обучения:
Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета МГУ
(протокол №6 от 8.09.2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины «Геохимия современных морских осадков» 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.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Геохимия современных морских осадков» является освоение студентами теоретических основ осадочного процесса с позиции седиментолого-геохимических исследований циклически перемещенного вещества, осуществляемого на границе литосферы, гидросферы, биосферы и атмосферы.

Задачи: познание геохимии осадочного процесса на основе сравнительно-литологического и системного анализов, опираясь на триединство: химический элемент – минерал – осадок; изучение закономерностей распределения химических элементов в литосфере, гидросфере, биосфере и седиментосфере; исследование причины рассеивания, миграции и концентрации химических элементов в разных геосферах Земли; выявление причин и условий образования рудных скоплений химических элементов и оценка эволюции кларковых и рудных содержаний химических элементов во времени; усвоение основ осадочной дифференциации вещества и осадкообразования в истории Земли, и о необратимой эволюции осадочного процесса.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Геохимия современных морских осадков» излагаются следующие проблемы:

- строение и химический состав Земли и гидросферы;
- физико-химические основы геохимических процессов, протекающих на атомарном уровне и управляющих движением атомов в литосфере, стратисфере и зоне морского осадкообразования;
- распределение химических элементов в разных геосферах Земли, причины их миграции и концентрации на геохимических барьерах, и в разных обстановках и условиях осадкообразования, зональность природной среды и осадкообразование в морях и океанах;
- геохимия аридной и гумидной седиментации в Мировом океане, потоки осадочного вещества и маргинальный фильтр океанов;
- прикладные вопросы фазовой дифференциации вещества в разных климатических поясах Земли и геохимический механизм образования россыпных, железорудных и марганцерудных месторождений, эвапоритов, стратиформных скоплений Cu-Pb-Zn, фосфоритов и ряда других осадочных полезных ископаемых в этих условиях;
- эволюция геохимии осадочного процесса в истории Земли, общие вопросы геохимической эволюции в докембрии и фанерозое в связи с эволюцией атмосферы, гидросферы и биосферы и неполнотой геологической летописи, и сменой питающих провинций и типов осадконакопления в истории Земли.

На занятиях студенты знакомятся с методологией и методикой геохимии осадочного процесса в разных зонах морского и океанского осадкообразования, с главными факторами (давление, температура, вода и биос), воздействующими на ход осадочного процесса, и основами системного анализа в зависимости от уровней организации вещества: химические элементы – минералы – осадки – породы – фации – тектоно-седиментационные комплексы – стратисфера – планета в целом.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

базируется на знаниях по дисциплинам «Общая геология», «Историческая геология», «Литология», «Морская геология», «Учение о фациях и палеогеографии», «Учение о геологических осадочных формациях», а также на материалах дисциплин блоков общепрофессиональной и профильной подготовки вариативной части: «Петрография пород второго слоя океанической коры», «Палеогеография Мирового океана», «Геоморфология дна Мирового океана», «Методы геологического изучения морских осадков», «Современные осадочные бассейны».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
М-ОПК-3. Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач.	М.ОПК-3. И-1. Определяет цель, задачи, обосновывает актуальность и разрабатывает логическую схему проекта в профессиональной области. М.ОПК-3. И-2. Формулирует методику решения исследовательских задач на основе классических подходов и инновационных идей геологических и смежных наук.	Знать: историю развития геохимии осадочного процесса и ее методологическую основу: сравнительно-литологические методы и системный анализ. Уметь: исследовать вещественный состав осадков и вод с применением современных методов геологического изучения морских отложений, геохимико-минералогических, литолого-фациальных и общегеологических наблюдений.
М-ОПК-5. Способен представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности.	М.ОПК-5. И-1. Владеет навыками представления результатов научной и практической деятельности в устной и письменной формах в соответствии с нормами, принятыми в профессиональном сообществе. М.ОПК-5. И-2. Умеет защищать полученные результаты в ходе обсуждения.	Знать: общую схему фазовой дифференциации вещества в условиях ледового, гумидного, аридного климата и вулканогенно-осадочного процесса, и эволюцию преобразования питающих провинций, атмосферы, гидросферы, биосферы и связанных с этими геосферами полезных ископаемых в докембрии и фанерозе.

М-ОПК-4. Способен в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию.	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.	Знать: геохимический механизм образования железорудных и марганцерудных и россыпных месторождений, эвапоритов, фосфоритов и ряда других осадочных полезных ископаемых в разных обстановках и условиях морского и океанского осадкообразования. Владеть: навыками выполнения палеогеографических реконструкций с определением обстановок седиментации, питающих провинций, цикличности и дискретности осадконакопления, а также формационной принадлежности осадочных комплексов.
М-ОПК-2. Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности.	М.ОПК-2. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: геохимические методы исследования, минералогический анализ, методы изотопного, литолого-фациального, тектоно-структурного и формационного исследований, сочетающиеся с широкими геологическими наблюдениями и грамотным применением сравнительно-литологического метода и системного анализа. Уметь: использовать геохимические показатели, актуалистический и историко-геологический методы исследования для истолкования генезиса морских и океанских отложений и связанных с ними полезных ископаемых. Владеть: специализированными теоретическими знаниями и практическими навыками при проведении прикладных

		исследований для выявления причин и условий образования рудных скоплений химических элементов и оценка эволюции их кларковых и рудных содержаний во времени.
--	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции), 44 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен. (9 семестр).

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Тема (раздел) 1. Введение	2	2			2					
Тема (раздел) 2	8	2			2		3	3		6
Тема (раздел) 3	8	2			2		3	3		6
Тема (раздел) 4	8	2			2		3	3		6

Текущая аттестация 1: защита реферата и доклада с презентацией	2	2			2					
Тема (раздел) 5	6	2			2		2	2		4
Тема (раздел) 6-7	10	4			4		3	3		6
Тема (раздел) 8-9	10	4			4		3	3		6
Тема (раздел) 10-11	9	4			4		2	3		5
Тема (раздел) 12-13	7	2			2		2	3		5
Текущая аттестация 2: защита реферата и доклад с презентацией	2	2			2					
Итого	72				28					44
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>		Устный экзамен								

Развернутое содержание тем и разделов дисциплины

Содержание лекций

Тема (раздел) 1. Введение. Геохимия осадочного процесса и её положение в семействе геологических наук. Связь геохимии осадочного процесса с минералогией и литологией. Содержание и методы исследований. История развития литологии и геохимии осадочного процесса на основе принципа актуализма. **Методология науки** – сравнительно-литологический метод и системный анализ. Актуализм и историко-геологический подход как основа сравнительно-литологических исследований.

Тема (раздел) 2. Основной закон геохимии осадочного процесса – фазовая дифференциация вещества, трансформация представлений о дифференциации в работах В.М. Гольдшмита, А.Е. Ферсмана, Л.В. Пустовалова, Н.М. Страхова. Современные представления о различиях дифференциации в разных ландшафтно-климатических зонах и на разных стадиях осадочного процесса: седиментогенеза и литогенеза (диагенеза, катагенеза, метагенеза).

Тема (раздел) 3. Геохимия гумидной зоны. Основные типы процессов, протекающих на водосборных площадях. Химическое выветривание. Почвообразование. Формы миграции материала в реках. Дифференциация материала в гумидных зонах и причины её вызывающие. Особенности осадкообразования в конечных водоемах стока - в гумидных озерах, морях и океанах.

Тема (раздел) 4. Геохимия аридной зоны. Основные типы процессов, протекающих на водосборных площадях. Геохимия галогенеза на разных его стадиях; типы солеродных водоемов и метаморфизация морских вод. Особенности осадкообразования в аридных озерах, морях и океанах.

Текущая аттестация 1: защита реферата и доклад с презентацией.

Тема (раздел) 5. Геохимия вулканогенно-осадочного процесса. Наземный вулканизм (типы извержений, лавы, эксгаляции и термы) и его общее значение в осадкообразовании. Скопление Fe-Mn-Al, B, Sr, Li, Rb, Cs, SiO₂ и соды. Подводный вулканизм в морях и океанах; его относительная роль в осадочном процессе и вещественные результаты.

Тема (раздел) 6-7. Осадочный рудогенез как многостадийное явление; формирование руд на стадии седиментации и диагенеза. Осадочные руды, связанные с корой выветривания — бокситы, железные и марганцевые руды, деятельность растений и возникновение углей и черных сланцев. Аридная обстановка и формирование залежей солей. Вулканизм и концентрации Fe, Mn, B, Li и др. элементов. Фосфориты и условия их образования. Формирование концентрации элементов-примесей в осадочных и осадочно-вулканогенных рудах Fe, Mn, Al, P, углях, «черных сланцах» и солях и их естественные ассоциации.

Тема (раздел) 8-9. Геохимия литогенеза. Общая характеристика стадий и типов литогенеза, и их геохимические особенности. Элизионный катагенез и особенности формирования газо-водо-нефтяных флюидов в осадочных глинистых толщах. Взаимодействие уплотняющихся глин и песчано-карбонатных коллекторов и возникновение газово-нефтяных, марганцевых и сульфидных месторождений. Инфильтрационный катагенез и особенности формирования ураново-редкометального оруденения. Гравитационный катагенез (галокатагенез) и формирование грязевых вулканов, диапиров соли и сульфидной минерализации с окремнением и доломитизацией.

Тема (раздел) 12-13. Эволюция геохимии осадочного процесса в истории Земли. Общие вопросы геохимической эволюции в докембрии и фанерозое, неполнота геологической летописи, периодичность и необратимость геологических процессов. Эволюция атмосферы, биосферы, гидросферы. Смена питающих провинций и типов осадконакопления в истории Земли.

Текущая аттестация 2: защита реферата и доклад с презентацией.

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче и защите каждым студентом 2-х рефератов и 2-х докладов (с презентацией).

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

Примерный перечень вопросов при текущем контроле успеваемости:

1. Химическая дифференциация: Какие главные факторы определяют распределение химических элементов между литосферой и гидросферой в процессе выветривания?
2. Атомарный уровень: Опишите физико-химические механизмы (адсорбция, ионный обмен, диффузия), управляющие движением атомов в зоне морского осадкообразования.

3. Геохимические барьеры: Что такое «маргинальный фильтр» океана и какова его роль в осаждении речного стока и концентрации элементов?
4. Типы седиментации: В чем принципиальное различие в геохимии микроэлементов при аридном (засушливом) и гумидном (влажном) типах осадконакопления?
5. Рудный генезис: Объясните механизм образования стратиформных месторождений (Cu-Pb-Zn) и железо-марганцевых конкреций с позиции фазовой дифференциации вещества.
6. Зональность среды: Как климатическая поясность Земли влияет на минеральный состав и геохимическую специализацию современных океанических осадков?
7. Эволюция систем: Как изменение состава земной атмосферы и появление биосферы повлияло на геохимию осадочного процесса в переходе от докембрия к фанерозою?
8. Системный анализ: Как реализуется иерархический подход «элемент – минерал – порода – фация» при изучении стратисферы?
9. Влияние биоса: Какова роль органического вещества и микроорганизмов в миграции элементов внутри морских осадков на стадии диагенеза?
10. Фосфориты и эвапориты: Какие термодинамические и фациальные условия необходимы для массового осаждения фосфоритов и солей в мировом океане?

Примерный перечень тем рефератов и докладов (с презентацией):

1. Седиментосфера, ее геохимические особенности и условия образования в ней полезных ископаемых.
2. Эволюция питающих провинций и бассейнов седиментации
3. Геохимия, гранулометрический и минералогический состав осадков и осадочных пород
4. Эволюция осадочного процесса и миграция элементов в геологической истории Земли. Длительность геологического процесса, его необратимость и периодичность. Эволюция гидросферы, атмосферы и биосферы. Изменения состава питающих провинций и рельефа поверхности планеты. Эволюция состава седиментосферы и стратисферы во времени.
5. Виды миграции химических элементов в разных климатических поясах: механическая, физико-химическая, биогенная и техногенная
6. Фазовая дифференциация в болотах и почвах гумидного климата: сходство и различие
7. Геохимия системы река-море и основные типы геохимических барьеров.
8. Геохимия гумидного процесса. Мобилизация химических элементов на водосборах, модули стока; формы разделения вещества в современных морях и океанах
9. Геохимия седиментогенеза и диагенеза, и формирование полезных ископаемых.

10. Роль биосферы в осадочном процессе формирования группы аклиматических отложений - черных сланцев, фосфоритов, кремней и карбонатных пород.
11. Изотопный состав карбонатного и органического углерода осадков, осадочных пород и их изменения в истории Земли.
12. Маргинальный фильтр океана: Геохимическая роль зоны смешения речных и морских вод в удержании терригенного вещества.
13. Эволюция атмосферы и океана: Как изменение концентрации кислорода в докембрии и фанерозое трансформировало осадочный процесс.
14. Геохимия современного сульфидообразования: Механизмы формирования стратиформных скоплений Cu-Pb-Zn в морских осадках.
15. Биос как геохимический фактор: Роль микроорганизмов и органического вещества в перераспределении элементов на стадии диагенеза.
16. Аридная седиментация: Геохимические условия формирования эвапоритов и специфика накопления солей в Мировом океане.
17. Генезис железо-марганцевых конкреций: Фазовая дифференциация вещества и источники рудных компонентов на дне океана.
18. Геохимические барьеры в литосфере: Причины избирательной концентрации редких элементов в зонах резкой смены физико-химических условий.
19. Геохимия гумидного типа осадкообразования: Миграция и формы нахождения элементов в условиях избыточного увлажнения.
20. Проблема неполноты геологической летописи: Как пропуски в стратиграфических разрезах влияют на реконструкцию геохимической истории Земли.
21. Фосфоритогенез в океане: Глобальные циклы фосфора и условия формирования крупных месторождений фосфоритов.

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Знать физико-химические основы миграции элементов и зональность осадкообразования;	Знания отсутствуют.	«Удовлетворительно»	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения уметь анализировать генезис месторождений и эволюцию геосфер;	Умения отсутствуют.	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.

Навыки (владения, опыт деятельности: владеть методологией системного анализа вещества от атомарного до планетарного уровня	Навыки владения отсутствуют.	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков.	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.
---	------------------------------	--	--------------------------------	-------------------------------------

6.3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен).

1. Геохимия осадочного процесса и ее положение в семействе геологических наук
2. Основной закон геохимии осадочного процесса – фазовая дифференциация вещества
3. Строение и химический состав Земли и гидросферы
4. Геохимия осадочного процесса в морях и океанах
5. Геохимия и гранулометрический состав осадков и осадочных руд
6. Распределение химических элементов в разных геосферах Земли,
7. Физико-химические основы геохимических процессов, протекающих на атомарном уровне
8. Геохимия аридной и гумидной седиментации в Мировом океане
9. Потоки осадочного вещества в морях и океанах и маргинальный фильтр океанов
10. Геохимические методы исследования морских и океанских осадков
11. Подводный вулканизм и его значение в морском осадкообразовании
12. Fe-Mn конкреции в морях и океанах и их геохимический состав
13. Геохимия и гранулометрический состав морских осадков и осадочных руд
14. Роль климатической зональности в геохимии осадочного процесса
15. Роль органического вещества в морском осадконакоплении
16. Диагенез современных и древних морских осадков

Шкала и критерии оценивания (шкала и критерии оценивания могут быть едиными (типовыми) для всех дисциплин (модулей), входящих в ОПОП)

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
---	-----------------------	---------------------	----------	-----------

Знания: Знать: фундаментальные основы химического состава Земли и гидросферы, физико- химические законы миграции атомов в стратисфере, а также механизмы формирования геохимических барьеров и специфику осадкообразования в различных климатических зонах и типах седиментации (аридной, гумидной).	Знания отсутствуют.	«Удовлетворительно»	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения уметь: анализировать закономерности распределения элементов в океане и маргинальных фильтрах, реконструировать условия образования осадочных полезных ископаемых (от эвапоритов до рудных месторождений) и проследивать эволюцию геохимических циклов в	Умения отсутствуют.	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.

зависимости от изменений атмосферы, биосферы и гидросферы в истории Земли.				
Навыки (владения, опыт деятельности: владеть методологией системного анализа вещества на различных уровнях организации (от атомарно-минерального до планетарного), навыками диагностики геохимических фаций и методиками оценки факторов давления, температуры и биоса, определяющих ход современного и древнего осадочного процесса.	Навыки владения отсутствуют.	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков.	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

7. Ресурсное обеспечение:

а) основная литература:

1. Холодов В.Н. Геохимия осадочного процесса. – М.: ГЕОС, 2006, 608 с.
2. Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. – М.: Наука, 1976, 299 с.
3. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. I, II, III – М.: Изд-во АН СССР, 1960, Т.1 – 212 с.; Т. II - 574 с.; 1962, Т. III – 550 с.
4. Лисицын А.П. Осадкообразование в океанах. – М.: Наука, 1974, 438 с.
5. Лисицын А.П. Процессы океанской седиментации. – М.: Наука, 1978. – 392 с.
6. Лисицын А.П. Лавинная Седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. – М.: Наука, 1988. – 309 с.

б) дополнительная литература:

1. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. – М.: ГОСТЕХИЗДАТ, 1963. – 535 с.
4. Бутузова Г.Ю. Гидротермально-осадочное рудообразование в Мировом океане. –М.: ГЕОС, 2003, 155 с.
5. Гольдшмит В.М. Сборник статей по геохимии редких элементов. – М - Л.: ГОНТИ НКТП СССР, 1938, 244 с.
6. Мурдмаа И.О. Фации океанов. - М.: Наука, 1987. – 303 с.

в) Перечень программного обеспечения:

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office, любые свободно распространяющиеся программы, требующиеся для освоения дисциплины.

г) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

д) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

- поисковые системы www.nbmgu.ru, www.lithology.ru, www.elibrary.ru.

е) Материально-технического обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором, компьютером, экраном и выходом в Интернет.

8. Язык преподавания – русский

9. Преподаватель (преподаватели) – Седаева К.М.

10. Разработчики программы: старший научный сотрудник кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии, к.г.-м.н., доцент Седаева К.М.