

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 осадочного процесса

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки/ специальность:

05.04.01 «Геология»

Магистерская программа:

Литология

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 осадочного процесса» 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 осадочного процесса» является освоение студентами теоретических основ осадочного процесса с позиции литолого-геохимических исследований циклически перемещенного вещества, осуществляемого на границе Космоса и Земли, литосферы, гидросферы, биосферы и атмосферы.

Задачи – познание геохимии осадочного процесса на основе сравнительно-литологического и системного анализов, опираясь на триединство: химический элемент – минерал – порода; изучение закономерностей распределения химических элементов в литосфере, гидросфере, биосфере и атмосфере; 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 осадочного процесса» излагаются следующие проблемы:

- строение и химический состав Земли и планет Солнечной системы;
- физико-химические основы геохимических процессов, протекающих на атомарном уровне и управляющих движением атомов в литосфере, стратисфере и зоне осадкообразования;
- распределение химических элементов в разных геосферах Земли, причины их миграции и концентрации в разных обстановках и условиях осадко- и породообразования;
- прикладные вопросы фазовой дифференциации вещества в разных климатических поясах Земли и геохимический механизм образования россыпных, железорудных и марганцерудных месторождений, бокситов, углей, эвапоритов, стратиформных скоплений Cu-Pb-Zn, фосфоритов и ряда других осадочных полезных ископаемых в этих условиях;
- прикладные вопросы геохимии техногенных накоплений и связанные с этим экологические проблемы по их рекультивации.

Студенты знакомятся с методологией и методикой геохимии осадочного процесса в зонах осадко- и породообразования, 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 – породы – фации – формации – 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», «Магматизм океанов», «Генетическая минералогия осадочных образований».

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-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.	Знать: историю развития геохимии осадочного процесса и ее методологическую основу: сравнительно-литологические методы и системный анализ. Уметь: исследовать вещественный состав осадочных пород и вод с применением стадийного анализа, геохимико-минералогических, литолого-фациальных и общегеологических наблюдений.
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-1. Владеет навыками самостоятельного получения результатов при решении задач профессиональной деятельности. М.ОПК-4. И-2. Объективно оценивает полученные результаты, обобщает их, формулирует выводы.	Знать: общую схему фазовой дифференциации вещества в условиях ледового, гумидного, аридного климата и вулканогенного-осадочного процесса и эволюцию преобразования питающих провинций, атмосферы, гидросферы, биосферы и связанных с этими геосферами полезных ископаемых в докембрии и фанерозое.
М-ОПК-5. Способен представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности.	М.ОПК-5. И-2. Умеет защищать полученные результаты в ходе обсуждения.	Знать: геохимический механизм образования россыпных, железорудных и марганцерудных месторождений, бокситов, углей, эвапоритов, стратиформных

		скоплений Cu-Pb-Zn, фосфоритов и ряда других осадочных полезных ископаемых в зоне осадко- и породообразования.
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 литолого-фациального и формационных исследований, сочетающиеся с широкими геологическими наблюдениями и грамотным применением сравнительно-литологического метода. Уметь: использовать геохимические показатели, актуалистический и историко-геологический методы исследования для истолкования генезиса осадочных толщ, 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 рефератов и доклад 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, экзгаляции 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):

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

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.

Вопросы по текущей аттестации:

1. Как различаются химический состав и внутреннее строение планет земной группы и планет-гигантов?
2. Какова роль метеоритного вещества в понимании первичного состава Земли?
3. Опишите основные физико-химические факторы (Т, Р, рН, Eh), управляющие движением атомов в литосфере.
4. В чем заключается специфика миграции химических элементов в стратисфере по сравнению с глубокими горизонтами?
5. Каким образом биосфера (биос) влияет на геохимические циклы осадкообразования?
6. Какие факторы определяют распределение элементов-примесей в главных геосферах Земли?
7. Опишите геохимический механизм формирования бокситов в латеритных корах выветривания.
8. Какие климатические условия необходимы для образования промышленных месторождений эвапоритов?
9. Каковы основные причины фазовой дифференциации вещества при переходе от осадка к горной породе?
10. Объясните механизм формирования стратиформных месторождений меди, свинца и цинка.
11. В каких геохимических обстановках происходит концентрация марганцевых и железных руд?
12. Какова роль органического вещества в формировании месторождений углей и горючих сланцев?
13. Опишите условия образования фосфоритов на морском дне.
14. Чем характеризуется геохимический барьер и какова его роль в образовании россыпных месторождений?
15. Как реализуется системный анализ на уровне «минерал – порода – фация» в геохимии?
16. Каковы главные отличия геохимии техногенных накоплений от естественных геохимических аномалий?

17. Какие экологические проблемы возникают при миграции тяжелых металлов в зонах техногенеза?
18. Назовите основные принципы и методы геохимической рекультивации загрязненных территорий.
19. Как давление и температура влияют на растворимость и перенос компонентов в гидротермальных растворах осадочных бассейнов?
20. В чем заключается методология системного подхода к изучению планеты как единой геохимической системы?

Примерный перечень тем рефератов и докладов (с презентацией):

1. Стратисфера, ее кларки, полезные ископаемые осадочного происхождения, главный закон геохимии - фазовая дифференциация вещества.
2. Методики и методология исследований в литологии и геохимии - сравнительно-литологический метод и системный анализ, история их развития.
3. Геохимия гумидного процесса. Мобилизация химических элементов на водосборах, модули стока; формы разделения вещества в современном речном стоке; моря и океаны как конечные водоемы стока.
4. Миграция элементов в геологической истории Земли
5. Геохимия диагенеза и катагенеза, и формирование эпигенетических полезных ископаемых.
6. Формирование терригенных отложений гумидных зон и связь минерального и геохимического состава. Акцессорные минералы и палеогеографические построения. Угленосные толщи и геохимия элементов-примесей в углях.
7. Геохимия гумидного рудобразования: руды Fe-Mn-Al и их элементы-примеси. Генезис осадочных пород гумидной зоны.
8. Геохимия аридного процесса. Общая схема процесса, формирование месторождений эвапоритов, а также стратиформных залежей Cu-Zn-Pb.
9. Роль биосферы в осадочном процессе формирование группы климатических отложений - черных сланцев, фосфоритов, кремней и карбонатных пород.
10. Эволюция осадочного процесса в истории Земли. Длительность геологического процесса, его необратимость и периодичность. Эволюция гидросферы, атмосферы и биосферы. Изменения состава питающих провинций и рельефа поверхности планеты. Эволюция состава стратисферы во времени.
11. Изотопный состав карбонатного и органического углерода осадочных пород и его изменения в истории Земли
12. Закономерности распределения элементов в геосферах: причины концентрации и рассеивания вещества в различных термодинамических условиях.
13. Геохимия зоны гипергенеза: влияние климатической зональности на фазовую дифференциацию вещества.
14. Механизмы образования экзогенных месторождений: геохимические условия формирования бокситов и железных руд.

15. Геохимия каустобиолитов и эвапоритов: условия накопления органического вещества и солей в истории Земли.
16. Стратисфера как глобальная геохимическая система: круговорот элементов в процессах осадко- и породообразования.
17. Роль биоса и природных вод в осадочном процессе: биогеохимические барьеры и их значение для рудогенеза.
18. Геохимические барьеры в зонах осадкообразования: механизмы концентрации меди, свинца и цинка в стратиформных отложениях.
19. Эволюция состава атмосферы и гидросферы: влияние на миграционную способность химических элементов в истории Земли.
20. Геохимия редких и рассеянных элементов в углях и горючих сланцах: промышленные перспективы и экологические риски.
21. Сравнительная геохимия формирования морских и континентальных эвапоритов: роль климатического и тектонического факторов.
22. Системный анализ осадочного процесса: от химии отдельного атома до строения геологических формаций.

Шкала и критерии оценивания по текущей успеваемости студентов:

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: знать строение и химический состав Земли и планет, законы распределения и миграции элементов в различных геосферах, физико-химические механизмы формирования осадочных месторождений, а также геохимию техногенных систем и принципы их рекультивации.	Знания отсутствуют.	«Удовлетворительно»	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: Уметь: проводить системный анализ геохимических процессов на всех	Умения отсутствуют.	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.

уровнях организации вещества, выявлять факторы формирования осадочных месторождений в разных климатических условиях и оценивать влияние внешних сред на миграцию элементов.		непринципиального характера.		
Навыки (владения, опыт деятельности: Владеть: методологией геохимии осадочного процесса, приемами прогнозирования зон накопления полезных ископаемых и навыками решения прикладных экологических задач в техногенных зонах.	Навыки владения отсутствуют.	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков.	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

- 1) Геохимия осадочного процесса и ее положение в семействе геологических наук
- 2) Геохимия осадочного процесса в гумидных зонах
- 3) Основной закон геохимии осадочного процесса – фазовая дифференциация вещества
- 4) Геохимия и гранулометрический состав осадков и осадочных руд
- 5) Роль геохимической зональности в геохимии осадочного процесса
- 6) Минеральный состав осадков и осадочных пород
- 7) Стратисфера и ее кларки

- 8) Геохимия осадочных гумидных руд железа и марганца
- 9) Геохимия осадочных гумидных руд алюминия
- 10) Геохимия осадочного процесса в аридных зонах
- 11) Геохимия ледового процесса
- 12) Эволюция образования месторождений железа в истории Земли
- 13) Эволюция осадочного процесса в истории Земли
- 14) Мобилизация химических элементов на водосборах, модули стока
- 15) Принцип актуализма
- 16) Роль климатической зональности в геохимии осадочного процесса
- 17) Роль органического вещества в осадконакоплении
- 18) Осадочные руды, связанные с корой выветривания
- 19) Формы миграции материала в реках
- 20) Диагенез современных и древних 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: химический состав и внутреннее строение Земли и планет, фундаментальные законы распределения и миграции элементов в литосфере и стратисфере, физико-химические механизмы	Знания отсутствуют.	«Удовлетворительно»	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

формирования осадочных месторождений (от бокситов до углеводов), а также геохимические особенности техногенных систем и принципы их экологической рекультивации.				
Умения: Уметь: проводить системный анализ геохимических процессов на разных уровнях организации вещества (от атома до планеты), выявлять факторы концентрации полезных ископаемых в различных климатических и фациальных условиях, а также оценивать воздействие температуры, давления, воды и биоса на ход осадко- и породообразования.	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 геохимических	Навыки владения отсутствуют.	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков.	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

исследований осадочного процесса, методиками прогнозирования зон накопления рудного вещества и навыками решения прикладных задач по поиску месторождений.				
---	--	--	--	--

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. Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. Т. I, II. – М-Л.: ГОНТИ, 1940. Т. 1 – 476 с., Т. II - 420 с.

б) дополнительная литература:

1. Холодов В.Н. Осадочный рудогенез и металлогенез ванадия. – М.: Наука, 1973. 292 с.
2. Холодов В.Н. К истории развития литологии в Геологическом институте РАН. Литология и полезные ископаемые. 1960, № 6. С. 563-579.
3. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. – М.: ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ, 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. Ферсман А.Е. Избранные труды. Т. III. – М., Изд-во АН СССР, 1958, 292 с.
7. Goldschmidt V.M. Geochemistry. – Oxford.: Ubiv. Press, 1954. 642 p.

в) Перечень программного обеспечения:

Список лицензионного ПО для освоения дисциплины, имеющегося на факультете и/или на кафедре (при необходимости):

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

- библиотека Московского государственного университета www.nbmgu.ru

- научная электронная библиотека www.elibrary.ru

- информационный портал, посвященный литологии www.lithology.ru.

е) Материально-техническое 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.