

**ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ГЕОХИМИЯ ОСАДОЧНОГО ПРОЦЕССА»**

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

Квалификация (степень) выпускника магистр

### **1. Цель и задачи освоения учебной дисциплины**

**Целью** освоения курса является познание основ фундаментального раздела наук о Земле – Геохимии процессов формирования осадков на суше и дне морей и океана, преобразования их в горные породы (руды, в том числе) и изменения этих пород в земных недрах; закономерностей миграции и локализации химических элементов в земной коре осадочной оболочке – стратисфере.

**Задачи курса** – освоение истории развития учения о геохимии осадочного процесса в работах В.И. Вернадского, В.И. Гольдшмидта, А.Е. Ферсмана, Н.М. Страхова и др. выдающихся ученых.

- Познание методологии геохимических исследований на основе сравнительно-литологического и системного анализов.

- Познание основного закона геохимии осадочного процесса (фазовая дифференциация веществ) и геохимии седиментогенеза и диагенеза осадков различных климатических зон, теперь и в геологическом прошлом.

- Познание геохимии осадочного рудогенеза и постседиментационных процессов породообразования.

- Усвоение информации о эволюции геохимии осадочного процесса в истории Земли.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Вариативная часть Блока профильной подготовки В.Г. в составе дисциплин двух Магистерских программ: Литология и Морская геология по направлению 020700 Геология. Базируется на знании предшествующих дисциплин: «Литология», «Историческая геология», «Морская геология», «Учение о фациях и палеогеография», «Учение о геологических осадочных формациях». На знание данной дисциплины опираются дисциплины вариативной части Блока профильной подготовки В. Г. Магистерских программ Литология и Морская геология: «Древние обстановки карбонатонакопления», «Генетический анализ осадочных отложений нефтегазоносных бассейнов», «Современные осадочные бассейны», «Эндогенный и экзогенный рудогенез и его эволюция в истории Земли» и «Системный анализ литогенетических процессов».

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

**Универсальные компетенции:**

а) общенаучные:

способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач (М-ОНК-1);

в) системные:

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, геохимии и специализированных геологических знаний (М-ПК-1);

способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области геологии, геохимии и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-2);

способность использовать углубленные специализированные профессиональные теоретические и практические знания для проведения геологических (М-ПК-4);

способность свободно и творчески пользоваться современными методами обработки и интерпретации комплексной геологической для решения научных и практических задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности (М-ПК-6);

способность участвовать в руководстве научно-учебной работой студентов и школьников в области геологии (М-ПК-11);

способность проводить семинарские, лабораторные и практические занятия (М-ПК-12).

**В результате освоения дисциплины «Геохимия осадочного процесса» обучающийся должен:**

**Знать:** историю развития геохимии осадочного процесса и ее методологическую основу сравнительно-литологические методы и системный анализ. Четко представлять себе общую схему фазовой дифференциации вещества в условиях ледового, гумидного, аридного и вулканогенного-осадочного процесса, а также геохимический механизм образования россыпных, железорудных и марганцерудных месторождений, бокситов, углей, эвапоритов, стратиформных скоплений Cu-Pb-Zn, фосфоритов и ряда других осадочных полезных ископаемых. Обосновать грандиозность геологического времени и иметь представление об эволюции геологических процессов планеты – преобразование

питающих провинций, атмосферы, гидросферы, биосферы и связанных с этими сферами полезных ископаемых.

**Уметь:** исследовать вещественный состав осадочных пород и вод с применением стадийного анализа, минералогических, литолого-фациальных и общегеологических наблюдений. Находить аналогию древних осадочных пород и руд в современных осадках и широко использовать данные морской геологии и океанологии для истолкования генезиса древних образований.

**Владеть:** геохимическими методами исследования, минералогическим анализом, литолого-фациальными формационными исследованиями, сочетающимися с широкими геологическими наблюдениями и грамотным применением сравнительно-литологического метода. Использовать данные океанографических наблюдений и глубоководного бурения в море и океане для истолкования генезиса древних объектов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Геохимия осадочного процесса»

##### 4.1. Структура преподавания дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц или 144 часов в то числе 56 часов лекций и 88 часов внеаудиторных самостоятельных занятий студента.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля (по неделе семестра) Форма промежуточной аттестации (По семестрам)
				Лекции	Семинары	Самостоятельная работа студента.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Осадочный процесс и литолого-геохимические последствия. Методология и методика геохимических исследований	9	1	4		6	Собеседование
2	Основной закон геохимии осадочного процесса – фазовая дифференциация вещества	9	2	4		6	Собеседование
3	Геохимия осадочного процесса в гумидных зонах	9	3	4		6	Собеседование
4	Геохимия современных осадков Черного моря	9	4	4		6	Собеседование

5	Диагенез современных и древних осадков	9	5	4		8	Прием практических заданий Собеседование
6	Геохимия, гранулометрический и минералогический состав осадков и осадочных пород	9	6	4		6	Собеседование
7	Геохимия осадочных гумидных руд (Fe, Mn, Al)	9	7	4		6	Собеседование
8	Геохимия углей и угленосных отложений	9	8	4		6	Собеседование
9	Геохимия осадочного процесса в аридных зонах эвапоритовый процесс на континентх и в морях. Эвапориты и их генезис.	9	9	4		6	Собеседование
10	Геохимия и происхождение стратиформных месторождений Cu-Zn-Pb	9	10	4		6	Собеседование
11	Аклматические осадочные проявления (черные сланцы, фосфориты, карбонатные породы, кремни) и их геохимия	9	11	4		6	Собеседование
12	Геохимия ледового и вулканогенно-осадочного процесса	9	12	4		6	Прием практических заданий Собеседование
13	Геохимия катагенеза, инфильтрационный и элизионный катагенез и его проявления	9	13	4		8	Собеседование
14	Эволюция осадочного процесса в истории Земли. Геохимия архейских этапов развития планеты, происхождение Земли и геохимия аккреции. Эволюция питающих провинций и бассейнов седиментации. Эволюция атмосферы, гидросферы и биосферы. Изменение количественных состояний осадочных пород и руд во времени	9	14	4		6	Собеседование
	Всего часов			56		88	Экзамен

#### 4.2. Содержание дисциплины

**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. Принцип актуализма.

**Методология науки** – сравнительно-литологический метод и системный анализ. Актуализм и историко-геологический подход как основа сравнительно-литологических исследований.

**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.

**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 и морях.

**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 и морях.

**Геохимия вулканогенно-осадочного процесса.** Наземный вулканизм (типы извержений, лавы, эксгаляции и термы) и его общее значение в осадкообразовании. Скопление Au-Mt-Al, B, Sr, Li, Rb, Cs, SiO<sub>2</sub> и соды. Подводный вулканизм в морях и океанах; его относительная роль и вещественные результаты.

**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.

**Геохимия литогенеза.** Общая характеристика явления, его ведущие факторы и трансформация в различных зонах осадконакопления. Стадии процесса. Механизм разложения органического вещества (сульфатредукция, карбонатные реакции). Диагенетические минеральные новообразования в озерах, морях и океанах. Геохимия катагенеза. Общая характеристика явления, его ведущие факторы. Стадии катагенеза. Типы катагенеза. 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-редкометалльного оруденения. Гравитационный катагенез (галокатагенез) и формирование грязевых вулканов, диапиров соли и сульфидной минерализации с окремнением и доломитизацией.

**Эволюция геохимии осадочного процесса** в истории Земли. Общие вопросы геохимической эволюции - огромного геологического времени, неполнота геологической летописи, периодичность и необратимость геологических процессов. Эволюция атмосферы, биосферы, гидросферы. Смена питающих провинций и типов осадконакопления в истории Земли.

### **5. Рекомендуемые образовательные технологии**

При освоении курса «Геохимия осадочного процесса» предусматривает широкое использование интерактивных форм занятий. Поскольку сама дисциплина опирается на системный анализ, важной задачей для учащихся является широкое использование дисциплины и курсов, пройденных студентами в предшествующие годы. В числе курсов: «Минералогия», «Петрография», «Литология и теория литогенеза», «Гидрогеология, инженерная геология и геокриология», «Морская геология», «Геотектоника» и др. На основе этих данных, разделов прочитанного курса, а также исследования природных геологических систем под руководством преподавателя, студенты готовят презентации рефератов и выступают с докладами на семинарах. Особо внимание обращается на аналогию древних и современных геохимических процессов в полном соответствии с установками сравнительно-литологического метода.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Примерный перечень тем для подготовки рефератов (6.1) и контрольные вопросы для контроля за успеваемостью и промежуточной аттестации по итогам усвоения дисциплины (6.2):

1. Старитисфера, ее кларки, полезные ископаемые осадочного происхождения, главный закон геохимии - фазовая дифференциация вещества.
2. Методика 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. Геохимия современных осадков Черного моря как пример современного морского осадконакопления.

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.

7. Геохимия гумидного рудобразования: руды Fe-Mn-Al и их элементы-примеси. Генезис осадочных пород гумидной зоны.

Геохимия аридного процесса. Общая схема процесса, формирование месторождений эвапоритов, а также стратиформных залежей Cu-Zn-Pb.

8. Роль биосферы в осадочном процессе формирование группы аклиматических отложений - черных сланцев, фосфоритов, кремней и карбонатных пород.

9. 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.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) Основная литература:

1. Холодов В.Н. Геохимия осадочного процесса. М.: ГЕОС, 2006, 608 с.

2. Вернадский В.И. Избранные сочинения. Т. IV. М.: Изд-во АН СССР, 1960, 651 с.

3. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. I, Т. II, 1960. М.: Изд-во АН СССР, 1960, Т. I-212 с.; Т. II-574 с.

4. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. III, 1962. М.: Изд-во АН СССР, 550 с.

5. Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976, с. 299.

6. Лисицын А.П. Осадкообразование в океанах. М.: Наука, 1974, 438 с.

7. Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. Т. II. М.: ГОСТЕХИЗДАТ, 1940. Т. I-475 с., Т. II-386 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 эволюции 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. Univ. Press, 1954. 642 p.

в) базы данных информационно- справочные и поисковые системы:

[www.nbmgu.ru](http://www.nbmgu.ru) – библиотека Московского государственного университета

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека

[www.lithology.ru](http://www.lithology.ru) – информационные портал, посвященный литологии

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий: интерактивных лекций-визуализаций, презентаций, рефератов на семинарах – используется LCD проектор, в специализированной аудитории, оснащенной учебной коллекцией образцов и шлифотекой по всем группам осадочных образований, а также оборудованная комплектом оптических микроскопов и специальной аппаратурой, позволяющей выводить микроскопические изображения пород в режиме реального времени на широкоформатный монитор и использовать презентации в электронном виде; библиотека Геологического факультета МГУ.

#### **9. Краткое содержание дисциплины:**

На основе полученных прежде знаний по дисциплине «Литология» усваивается информация о химизме всех стадий образования осадков, преобразования их в горные породы и изменения пород внутри осадочной оболочки Земли; о закономерностях миграции и концентрирования химических элементов в осадочном процессе (в том числе, при рудогенезе) и об эволюции геохимии осадочного процесса в геологической истории планеты.

#### **10. Учебно-методические рекомендации для обеспечения самостоятельной работы студентов**

1. Методология геохимии осадочного процесса; системный анализ и сравнительно-литологический метод.
2. Методы спектрального, рентген-химического, атомноадсорбционного, ЯМР, ЭПР и химического анализа в их сочетании с минералогическими и микроскопическими исследованиями.
3. Метод процентных содержаний и абсолютных масс химических элементов в исследовании современных осадков и древних осадочных отложений.
4. Изучение минералов тяжелых фракций как способ палеогеографических построений.
5. Методы изучения миграционной способности различных химических элементов и ряды химической подвижности Б.Б. Польшова - М.Г. Валяшко.
6. Последовательность минералообразования при осаждении морской воды: ряды сингенетических эвапоритовых минералов Н.И. Курнакова - М.Г. Валяшко.
7. Наземный и подводный вулканогенно-осадочный процесс и связанные с ним рудные месторождения Fe-Mn-S-Si и др. химических элементов.

**Разработчики:**

Геологический институт РАН, главный научный сотрудник, по совместительству профессор кафедры литологии и морской геологии МГУ В.Н. Холодов, 8 (495) 959-26-13

**Эксперты:**

РГУ нефти и газа  
им. И.М. Губкина

Зав. каф. литологии  
доктор геол.-мин. наук

Постников А.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова  
кафедра геологии и  
геохимии горючих ископаемых

профессор

Конюхов А.И.

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

Декан  
геологического факультета МГУ,  
академик

Д.Ю. Пушаровский