

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пушаровский/
«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Генетическая минералогия осадочных образований

Авторы-составители: Е.В. Карпова, О.В. Япаскурт

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки 05.04.01 «Геология»

Направленность (профиль) ОПОП: «Геология и полезные ископаемые»

Магистерская программа: «Литология»

Форма обучения:
Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20 __

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ №1674 от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Наименование дисциплины: Генетическая минералогия осадочных образований

Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генетическая минералогия осадочных образований» является наращивание знаний, приобретенных учащимися по базовым дисциплинам бакалавриата профиля «Геология и полезные ископаемые» путем овладения новыми знаниями о процессах формирования минеральных сообществ осадочных горных пород на разных стадиях их зарождения и геологического бытия; а также овладения информацией о типоморфизме осадочно-породных минеральных компонентов как индикаторов физико-химических и термобарических условий сред осадконакопления и породообразования.

Задачи:

- систематизация и углубление знаний, полученных в курсе бакалавриата «Минералогия», применительно к минералам: группы кремнезема (кварц, халцедон, опал), плагиоклазам, калишпатам, слоистым, цепочечным и островным силикатам, глинистым минералам – с акцентами внимания к их изоморфизму, полиморфизму, и другим типоморфным особенностям в определенной связи с **pH, Eh** и термобарическими режимами их формирования;
- усвоение отличий классической минералогии от данного курса, типизирующего минералы по признакам способов их участия в осадочном процессе и рассматривающего их в неразрывной связи с формациями, фациями и генетическими типами осадков, возникших из этих осадков горных пород;
- знания о минералах – донорах веществ для постседиментационного литогенеза;
- знания о минералах приспособленцах к **pH-Eh** условиям седиментогенеза, диагенеза и последиагенетических стадий осадочного процесса (включая **P-T** режимы): глинистые минералы и цеолиты;
- знания о минералах-долгожителях, наследниках исходных магматических, метаморфических и осадочных источников мобилизации седиментогенных веществ: кварц, альбит, мусковит, циркон, рутил, сфен, апатит и др;
- знания о минеральных аллотигенных парагенезах, как индикаторах геодинамических условий осадконакопления и породообразования;
- знания о минералах индикаторах влияния вулканизма на седиментацию в континентах и океанской пелагиали;
- знания о стадийности аутигенного минералообразования при стратиформном рудогенезе.

1. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП ВО

Информация об образовательном стандарте и учебном плане:

- тип образовательного стандарта и вид учебного плана: ОС МГУ, учебный план магистра;
- направление подготовки: 05.04.01 Геология;
- наименование учебного плана: Учебный план ИМ «Геология»;
- профиль подготовки: «Геология и полезные ископаемые»;

Информация о месте дисциплины в учебном плане:

- вариативная часть ОПОП;
- блок дисциплин: профессиональный;
- тип – обязательная дисциплина;
- 1 го;
- семестр 1;

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Дисциплина базируется на знании предшествующих курсов: «Литология», «Учение о фациях и палеогеография» и «Стадиальный анализ литогенеза» и «Учение о геологических осадочных формациях». Курс необходим для усвоения дисциплин профильной подготовки в магистратуре: «Геохимия осадочного процесса», «Осадконакопление в океане», «Современные осадочные бассейны» и др.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-2.М: Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач.

ОПК-3.М: Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию.

ОПК-4.М: Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки.

ПК-7.М: Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований.

ПК-9.М: Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

СПК-1.М: Способность проводить макро- и микроскопическое изучение осадочных образований с определением вещественного состава, структурно-текстурных и

коллекторских свойств пород, расшифровкой генетической природы первичных и вторичных компонентов.

СПК-3.М: Владение навыками выполнения палеогеографических реконструкций с определением древних обстановок седиментации, питающих провинций, цикличности и дискретности осадконакопления, а также формационной принадлежности осадочных комплексов.

СПК-5.М: Способность проводить структурно-минеральный, компонентный и литолого-фациальный анализ рудовмещающих и продуктивных осадочных формаций, решая практические задачи выявления и добычи твердых полезных ископаемых.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: генетические признаки минеральных осадочно-породных компонентов, параметры зоны осадкообразования и стратисферы, стадии и формы седименто- и литогенеза, современные аспекты и методы исследования типоморфизма аллотигенных и аутигенных минералов и стадияльного анализа последовательности их формирования.

Уметь: осуществлять макро- и микроскопическое описание осадочных образований с определением вещественного состава, структурно-текстурных свойств пород с расшифровкой генетической природы аллотигенных и аутигенных компонентов, этапность формирования их парагенетических ассоциаций в осадочной породе.

Владеть: навыками первичной обработки полевого материала, методикой проведения лабораторных исследований минерального вещества осадочных пород, основами выполнения литолого-фациального, формационного и стадияльного анализов, палеогеографических реконструкций с определением древних обстановок седиментации и питающих провинций осадочных бассейнов.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия с использованием электронного обучения.

5. Объем дисциплины (модуля):

Общий объем дисциплины «Генетическая минералогия осадочных образований» составляет 4 ЗЕ, 144 часа;

Виды учебной работы с указанием суммарной трудоемкости по каждому виду:

лекции – Л – 14 часов;

лабораторные работы – ЛР – 28 часов;

самостоятельная работа – СР – 102 часа;

Формы текущего контроля:

рефераты, доклады по дисциплине, дискуссии, контрольные работы, тестирование, сдача лабораторных работ, собеседование;

Форма промежуточной аттестации: экзамен;

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Характеризуются породообразующие минералы осадочных отложений с их типоморфными признаками (главным образом, кристаллохимическими особенностями), которые группируются, исходя из способов участия их в полистадийном осадочном процессе (гипергенез – седиментогенез – диагенез – катагенез – ранний метаморфизм – гипергенез и т.д.): минералы – доноры веществ, минералы – долгожители и свидетели председиментационных геологических условий мобилизации веществ; минералы – приспособленцы, чутко реагирующие своим изоморфизмом и полиморфизмом на определенные геохимические и термобарические обстановки формирования и изменений вмещающей их породы и др. Показываются примеры палеогеографических и палеотектонических реконструкций геологического прошлого путем литолого-фациальных и формационных анализов, при обязательном учете всех вышеперечисленных типоморфных и диагностических признаков аллотигенных и аутигенных минералов, а также их причастность к стратиформному рудогенезу.

Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и темам, а также видам учебной работы (формам проведения занятий) с указанием форм текущего контроля и промежуточной аттестации:

№ п/п	Раздел дисциплины Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего часов	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
			Лекции	Лабораторные занятия	Семинары	Всего	
1.	Введение История изучаемой дисциплины		2			2	Собеседование, 2

2.	Диагностические признаки генезиса породообразующих минеральных компонентов и принципы обособления минеральных групп – участников осадочного процесса		1	3		4	Рефераты; Доклады по дисциплине; Дискуссии; Тестирование. 4
3.	Минералы-доноры в осадочном процессе		2	4		6	Прием лабораторных заданий. Собеседование. 6
4.	Минералы-долгожители, наследники исходных пород-источников мобилизации седиментогенных веществ и свидетели ранних этапов осадочного процесса		1	7		8	Дискуссии; Тестирование; Прием лабораторных заданий. Собеседование. 30
5.	Глинистые минералы-приспособленцы к условиям седиментогенеза, диагенеза и последиагенетических стадий осадочного процесса		1	3		4	
6.	Цеолиты-индикаторы щелочных обстановок седиментогенеза, диагенеза и роста термодинамических факторов ката- и метагенеза		1	3		4	Прием лабораторных заданий. Собеседование. 10
7.	Фосфаты, хлориды, сульфаты, сульфиды. Краткие обзоры		1	1		2	Собеседование. 6
8.	Минеральные парагенезы терригенных комплексов как индикаторы геодинамических условий осадконакопления и породообразования (по В.Д. Шутову)		1	5		6	Прием лабораторных заданий. Собеседование. 10
9.	Опыт комплексных литолого-фациальных и стадияльно-минералогических исследований минеральных парагенезов аркозов и граувакк верхоянского комплекса (по О.В. Япаскурту)		1			1	Рефераты; Доклады по дисциплине; Дискуссии; 8

10.	Индикаторные признаки слюды и хлоритов песчаных и глинистых пород в оценках стадий их катагенетических и раннеметаморфических изменений		1	1		2	Тестирование. 8
11.	Минеральные индикаторы влияния вулканизма на седиментацию на континенте и океанской пелагиали		1	1		2	Рефераты; Доклады по дисциплине; Дискуссии; Тестирование. 8
12.	Генетическая минералогия рудоносных осадочных комплексов		1			1	
13.	Промежуточная аттестация: <u>Экзамен</u>						10
	Итого	144	42				102

Содержание разделов дисциплины:

Содержание лекционных и семинарских занятий

Введение. Осадочные горные породы, которые образуются на земной поверхности, в *седиментосфере* и сформировали самую верхнюю (из твердых) оболочку Земли, или *стратисферу*, находясь внутри которой, постоянно подвергаются вещественно-структурным изменениям под воздействием термобарических и флюидно-водородных факторов – состоят из закономерно сформированных сообществ определенных минеральных и органических разновозрастных компонентов. Минеральные компоненты в большинстве видов этих пород преобладают. Им уделялось изначально серьезное внимание наукой об осадочных образованиях – *литологией* (именовавшейся до середины XX в. осадочной петрографией). Её учебники отечественных классиков содержат такие разделы: у Л.В. Пустовалова (1940) «История главнейших первичных минералов в зоне осадкообразования» и «Составные части осадочных пород и связанные с ними проблемы»; у М.С. Швецова (1958) Глава III «Минералы осадочного происхождения». Методология этой науки (как и у всех современных естественных наук) базируется на принципах генетичности и историзма. Большая доля необходимой информации закодирована в типоморфизме и структуре осадочно-породных минеральных компонентов, а историко-геологическая информация содержится в признаках последовательности формирования их сообществ. Способы извлечения и интерпретации этой информации изучались в дисциплине Бакалавриата Стадиальный анализ литогенеза (7 и 8 семестры 4-го курса). Здесь эти сведения будут

пополнены углубленными знаниями о механизмах и способах трансформаций строения кристаллических решеток, о изоморфизме, полиморфизме, изменениях фазового состояния и о др. процессах приспособления различных групп минералов к факторам pH , Eh , концентраций растворов, изменений температур (ΔT) и различных форм давления (P_s – литостатического, P_f флюидного, P_{st} – стресса) в приповерхностных глубинных земных средах осадочного минералогенеза. В данной дисциплине, в отличие от базовых дисциплин по фундаментальной минералогии, объекты её изучения (минералы) систематизируются не по признакам их морфологии, но согласно своеобразию способов и форм участия в осадочном процессе и его стадиях: 1 – мобилизации веществ (гипергенной либо вулканической), 2 – их переноса в бассейн седиментации и накопления в осадке (седиментогенез), 3 – превращения осадка в горную породу (диагенез), 4 – последиагенетических, или «вторичных» породных изменений, которые нарастают по мере погружения во впадину бассейна породообразования (катагенез), или при формировании там складчато-надвиговой системы (катагенез и метагенез, вплоть до регионального метаморфизма включительно). Усвоив это, магистранты постигают выявленные исследователями отечественных и зарубежных литологических школ способы и закономерности поэтапного формирования в осадках и породах определенных генетически взаимосвязанных минеральных ассоциаций (то есть, *минеральных парагенезов*) и их поэтапной сменяемости иными парагенезами вследствие попеременных влияний на минералогенез конкретных природных факторов и взаимообменов веществами между породами внутри стратисферы. В итоге постигают аргументы теоретических концепций о процессах и факторах формирования стратиформных руд металлов и др. видов полезных ископаемых в осадочных геологических формациях; а также о влияниях геодинамических режимов эволюции литосферы на процессы литогенеза и осадочного рудогенеза, в частности. В конечном итоге магистрант получает ясное представление о том, как посредством комплексного соединения генетических минералогических знаний с литологическими методами исследования (стадиального, фациального и формационного анализов) приобретает возможность научно-обоснованно ставить и решать крупномасштабные теоретические проблемы и прикладные задачи базовой дисциплины – Литологии.

История изучаемой дисциплины. Востребованность в генетической минералогии осадочных образований, появившаяся в период становления науки литология в 20-40 гг. XX в. Три первоначальных направления. Первое – терригенная минералогия совместно с обработками результатов гранулометрических анализов рыхлых осадков. Труды Г.Б. Мильнера, Ф.Дж. Петтиджона в Европейских странах и США и В.П. Батурина (1937) в

СССР; введенное им понятие: «терригенно-минералогические провинции» и его значение для палеогеографии, диагностики областей мобилизации веществ терригенных осадков геологического прошлого и россыпей. Второе – аутигенная минералогия в трудах Л.В. Пустовалова (1940, 1956), Г.А. Теодоровича и их учеников и последователей – А.Г. Коссовской, В.Д. Шутова, В.И. Муравьева и др. во второй половине XX в. Понятие «аутигенно-минералогические провинции, или геохимические фации седиментогенеза». Третье направление, получившее мощный импульс развития только после создания рентгеновской, а затем электронной лабораторной аппаратуры в конце XX в. – минералогия глин. Работы Ж. Милло (Франция), В.А. Дрица и А.Г. Коссовской (СССР, Россия) и др. Всплеск интереса от 50-х г.г. XX в к стадийности аутигенного минералообразования при диагенезе, катагенезе и метагенезе в песчаных и глинистых породах морских и континентальных (в том числе угленосных) формаций фанерозоя – труды Л.В. Пустовалова, Н.В. Логвиненко, Л.Б. Рухина, А.В. Копелиовича, А.Г. Коссовской и В.Д. Шутова, В.И. Копорулина, В.И. Муравьева, И.М. Симановича, О.В. Япаскурта и др., а за рубежом – Ф.Дж. Петтиджона, Р.К. Селли, Р.У. Фербриджа, Дж. В. Чилингара и др. Направление «геоминералогия», созданное в геологическом институте (ГИН) АН СССР А.Г. Коссовской и В.Д. Шутовым в последней четверти XX в., которое стало сердцевиной для данной дисциплины: научные познания процессов формирования, существования и преобразования минеральных парагенезов и свойственных им осадочных минералов-индикаторов этих процессов в определенных типах осадочных и метаосадочных горных пород, при помощи комплексной, многоуровневой методики исследования: 1 – генетический, фациальный и формационный анализы по итогам макроизучения комплексов пород, с выявлением физико-географических и палеотектонических условий возникновения и эволюции осадочного палеобассейна; 2 – стадийный микроскопический анализ этапности накопления, постседиментационного формирования и вторичных изменений минеральных компонентов во всех генетических типах и фациях отложений этого бассейна; 3 – прецизионный структурно-кристаллохимический анализ типоморфных особенностей отдельных минералов-индикаторов физико-химических условий осадкообразования и термодинамических режимов последующего пороодообразования. Данное научное направление в литологии с 1984 г. стало предметом курса лекций проф. А.Г. Коссовской для студентов кафедры литологии и морской геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Продолживший с 1998 г. чтение профессор О.В. Япаскурт переработал курс в профильную магистерскую дисциплину «Генетическая минералогия осадочных образований» и издал к ней учебное пособие (Япаскурт, 2008).

Диагностические признаки генезиса минеральных пороодообразующих компонентов и принципы обособления минеральных групп – участников осадочного процесса.

Напоминание о признаках диагностики компонентов: аллотигенных (терригенных, эдафагенных, вулканогенных) и аутигенных (седиментогенных, диагенетических, ранне- и позднекатагенетических, метаморфогенных и гипергенных), которые изучались в профильных дисциплинах Бакалавриата, «Литология» и «Стадиальный анализ литогенеза». Общая характеристика каждой из трех рассматриваемых в этой дисциплине групп минералов с различными способами участия их в осадочном процессе: 1 – минералы-доноры веществ для аутигенеза (посредством процессов корродирования аллотигенных породных компонентов); 2 – минералы-наследники (или наследники-долгожители) первичных свойств материнских пород, из которых мобилизовано вещество осадка; 3 – минералы-приспособленцы к условиям седиментогенеза, диагенеза и последиагенетических стадий осадочного процесса – легко меняющие свой формульный состав, будучи подвержены изоморфизму и полиморфным преобразованиям кристаллической структуры при колебаниях значений и величин pH , Eh , ΔT и Ps в окружающей среде.

Минералы-доноры в осадочном процессе. К этой категории относятся минералы ультраосновных магматических горных пород и метапород эклогитовой фации, которые родились при эндогенных P - T и физико-химических режимах глубинных горизонтов литосферы, а потому они крайне не устойчивы в экзогенных, преимущественно окислительных обстановках гипергенеза, а также седиментогенеза и диагенеза, где корродируются, вплоть до полного растворения (отдают в раствор SiO_2 , соединения Al , Fe , Mg , Ca и др.), либо трансформируются в аутигенные агрегаты глинистых и др. минералов. Это (в порядке потери устойчивости) из числа темноцветных: островные силикаты группы оливина – каркасные силикаты групп пироксенов ромбических – пироксенов моноклинных – амфиболов – эпидотов и гранатов; гомологичны оливину своей низкой устойчивостью к химическим воздействиям среды седиментации кальциевые плагиоклазы; повышение их устойчивости и в направлении к кальций-натриевым андезинам; неустойчивая триоктаэдрическая слюда-биотит. Их присутствие только в форме аллотигенных компонентов – аксессуариев характерно для большинства осадочных пород.

Минералы-долгожители, наследники исходных магматических и др. пород-источников мобилизации седиментогенных веществ и свидетели ранних этапов осадочного процесса; матрица для регенерационных новообразований. К данной группе относятся минералы терригенных компонентов, которые прежде принадлежали выветриваемым магматическим, метаморфическим или иным осадочным породам и при этом выдержали воздействие химических и биохимических агентов гипергенеза и седиментогенеза, сохранив

свои исходные типоморфные признаки на всех стадиях осадочного процесса, исключая лишь метабенез. Это породообразующие – кварц и альбит, отчасти олигоклаз и калишпаты; акцессории – мусковит, циркон, рутил, сфен, турмалин, апатит, кианит. По их признакам, даже в зонах интенсивных вторичных изменений вмещающей эти минералы породы, устанавливаются терригенно-минералогические провинции (см. выше) и реконструируется местонахождение источников поставки аллотигенных компонентов в осадочный бассейн, а также и составы пород в питавших его провинциях. Конкретные примеры таких палеорекопструкций с учетом типоморфизма терригенного кварца (разного характера дефектов строения его кристаллической решетки, двойникования, состава и частоты встречаемости минеральных и флюидных микровключений и проч.) – см. по книге И.М. Симановича (1978) «Кварц песчаных пород». Там же см. постседиментационные преобразования – коррозия аллотигенных компонентов и регенерационные наросты аутигенного кварца при диагенезе и катагенезе; кристаллобластез, формирования «полосок Бёма» и массовое самоочищение кварца от дефектов, флюидных и твердых примесей на стадиях метабенеза и метаморфизма (как итоги динамотермальной активации и диагностические признаки обстановок метабенеза). Короче даются сведения о кислых плагиоклазах и калишпатах, их частичной альбитизации при глубинном катагенезе и метабенезе, о шиповидных микрогранолептидобластовых структурах срастания с аутигенными серицитом и хлоритом.

Глинистые минералы-приспособленцы к условиям седиментогенеза, диагенеза и последиагенетических стадий осадочного процесса. В осадочных породах глинистые минералы представлены терригенными, эдафогенными (глобули из глауконитовых и бертьериновых агрегатов наночастиц) и аутигенными компонентами. Признаки различия их морфологии и структурных соотношений при наблюдениях в РЭМ и отчасти в поляризационном микроскопе. Главное свойство – податливость к изоморфизму (обмену катионами со средой пребывания) и, как следствие, к трансформациям в иные минеральные виды без фазовых переходов (например, смектит – смешанослойные образования – слюда или смектит – смешанослойный корренсит – хлорит и др.). Строение кристаллических решеток (слоистых и ленточных; двухслойных, трех- и многослойных, и смешанослойных – диоктаэдрического и триоктаэдрического типов), их полиморфные модификации. Понятия «внутрислойной заряд», «кристаллизационная и конституционная вода», «обменные катионы». Далее – характеристика главных минеральных групп в аспектах (для каждой из них): 1 – благоприятные значения pH , Eh среды гипергенеза, седименто- и диагенеза, с конкретными примерами ландшафтно-климатических условий и вещественного наследования выветриваемой матрицы; 2 – трансформации кристаллических решеток и

смена полиморфных модификаций по мере усиления термобарического фактора стадий катагенеза, метагенеза и метаморфизма; 3 – конкретные минеральные ассоциации, свойственные различным климатическим, палеотектоническим обстановкам седиментации на континенте, в морях и океане и ассоциации, характеризующие стадийность постседиментационных изменений пород внутри стратисферы. Рассматриваются группы: 1 – каолинит-серпентинитовая, 2 – смектитов диоктаэдрических (монтмориллониты с разными внутрислоевыми зарядами и степенями глиноземистости либо железистости, бейделлиты, нонтрониты), 3 – смектитов триоктаэдрических, 4 – слюд диоктаэдрических (иллиты модификаций 1Md, 1M, 2M₁, серициты 2M₁, глаукониты), 5 – слюд триоктаэдрических, 6 – хлоритов (ди-, триоктаэдрических и ди-триоктаэдрических, разной степени железистости и магнезиальности), 7 – бертьеринов, ранее считавшихся железистыми хлоритами, но с двуслойными кристаллическими решетками, трансформированными по каолинитовой матрице на стадиях диагенеза или катагенеза, 8 – группы сепиолит-палыгорскитовой и трех контрастно-различных обстановок её нахождения: щелочных озер, солончаков аридных областей континента (вместе с аутигенными магнезиальными хлоритами и высокожелезистыми иллитами); в осадках океана как акцессории, привнесенные с континента эоловыми процессами; или там же, как аутигенные образования, в пределах рифтовых структур со щелочной спецификацией их подводного вулканизма.

Цеолиты – индикаторы щелочных обстановок седиментогенеза, диагенеза и роста термодинамических факторов ката- и метагенеза. Аутигенные цеолиты в осадках современных океанов (красные глины абиссали) и морей, и древних дельтово-морских и озерных терригенно-глинистых комплексов. Работы А.Г. Коссовской, В.В. Петровой, А.С. Запорожцевой и др. Своеобразие кристаллических структур, «цеолитовая вода», обменные катионы; вынос воды из ячеек кристаллической решетки по мере роста ΔT и P_s факторов, обмен катионами и примеры изменений формульного состава минерала вследствие его трансформации. Характеристики нескольких природных объектов – цеолитовых ассоциаций в осадках и породах.

1. Цеолитовая ассоциация (в парагенезе с железисто-алюминиевыми монтмориллонитами – «цеолитовые глины») современных и древних океанских осадков с филлипситом вверху и клиноптилолитом ниже по разрезу. Две объясняющие это версии: либо смена вещественного состава пирокластики, трансформируемой в цеолит при гальмиролизе, либо стадийность катагенетической трансформации филлипсита в клиноптилолит, с присоединением SiO₂ из корродированных диатомей и радиолярий.

2. Ассоциация шабазит, эрионит, морденит, анальцит, натролит с аутигенными калишпатом, бруситом, давсонитом, содой в высокоминерализованных щелочных озерах аридных областей (триас Монголии).

3. Ассоциации лагунно-дельтовых и морских отложений мезозоя Восточно-Европейской, Сибирской платформ, Приверхоянского передового прогиба и др. областей, без генетических взаимосвязей цеолитов с пирокластикой. Пример их зональности в цементе аркозовых песчаников нижнего мела Приверхоянского прогиба (от стадии диагенеза к глубинному катагенезу, интервал толщиной до 5 км): десмин $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{--}7\text{SiO}_2 \cdot 4\text{--}8\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ эпидесмин $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ломонтит $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ сколецит $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Минералы-доноры веществ для этих цеолитов – терригенные кальциевые плагиоклазы, эпидоты, амфиболы и гранаты (по А.Г. Коссовской и О.В. Япаскурту).

4. Иные примеры зональностей цеолитов: в разрезе толщи 12 км граувакк мезозоя Новой Земли по Д.С. Кумсу, вплоть до «цеолитовой фации метаморфизма» (метагенеза, в трактовке автора Программы); а также в толщах неогена, палеогена и мела Японии, по данным М. Утада и А. Инджима. Замещение при метаморфизме альбит-эпидот-хлоритовыми и альбит-пренит-пумпеллитовыми ассоциациями.

Прочие группы минералов преимущественно хемогенных, хемобиогенных и биогенных осадков и горных пород. Аморфный и криптозернистый кремнезем опал-халцедоновых пород, раскриталлизуемый в гранобластовые агрегаты кварца при метаморфизме в трепелах, опоках, яшмах, кварцитах.

Фосфаты. Хлориды. Сульфаты. Сульфиды. Краткие обзоры.

Минеральные парагенезы терригенных комплексов как индикаторы геодинамических условий осадконакопления и породообразования, по В.Д. Шутову. Комплексный подход к исследованию песчаных, алевроитовых и глинистых пород единой формации с их аллотигенными и аутигенными компонентами. Классификация песчаников по В.Д. Шутову (1975), методы построения основных и «дочерних» треугольных диаграмм состава аллотигенных компонентов. Поля точечных символов аналитических данных на треугольных диаграммах, характеризующие восемь минеральных парагенезов. Характеристика этих парагенезов и геодинамических обстановок осадочных бассейнов, в которых они сформированы. Терригенная группа парагенезов: петрогенные, литокластогенные, апосапрогенные комплексы. Вулканогенные парагенезы: вулкано-терригенный, туфогенный и тефрогенный. Фациально-аутигенная группа парагенезов: субкарбогенный (подугольный) и салсалгенный (солёно-лагунный). Метагенный парагенез. Полезные ископаемые, свойственные этим категориям.

Опыт комплексных литолого-фациальных и стадияльно-минералогических исследований минеральных парагенезов аркозов и граувакк верхоянского комплекса, по О.В. Япаскурту. Предваряющие информацию об анализе минеральных парагенезов общегеологические сведения о терригенных формациях верхнего палеозоя и мезозоя восточной окраины Сибирской платформы и Верхояно-Колымского складчато-надвигового пояса. Выполненные там фациальные, формационные и стадияльно-литогенетические исследования А.Г. Коссовской, В.Д. Шутова в 50-х г.г. XX в. и О.В. Япаскуртом в 70-90 г.г. Их анализы условий и стадийности терригенного и аутигенного минералообразования в корреляции с историко-геологическими этапами смены геодинамических режимов формирования осадочных бассейнов и складчато-надвиговой системы. Стадияльная обособленность орогенных этапов метакенеза и зонального метаморфизма от предшествующего им катагенеза погружения терригенных отложений и её отражение в особенностях постседиментационного минералообразования.

Индикаторные признаки слюд и хлоритов песчаных и глинистых пород в оценках стадий их катагенетических и раннеметаморфических изменений. Работы Кюблера (1967), Де Сегонзака (1970) и др. о численных константах – «индексе кристалличности» и др., определенных расчетами по данным рентгеновской дифрактометрии, о степени упорядоченности кристаллических решеток глинистых минералов группы слюд для различных уровней их постседиментационной измененности. Картирование индекса кристалличности и зон диагенеза и метаморфизма в однородных глинистых толщах Квебекских Аппалачей в Канаде (Hesse, Datton, 1991). Параметры кристаллических структур слюды (колебания суммарного содержания $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ в расчете на формульную единицу) и хлоритов (сумма катионов, занявших октаэдрические позиции кристаллических решеток) применительно к диагностике границ анхизоны и эпизоны начального метаморфизма (метакенеза) по методике С.П. Кориковского, М. Путиша и др. (1995). Примеры использования при исследовании стадийности ΔT изменения терригенного флиша Карпат и Верхоянского комплекса мезозойд.

Минеральные индикаторы влияния вулканизма на седиментацию в континенте и океанской пелагиали. Исследования постэруптивных изменений базальтов океанов и континентальных трапповых формаций И.М. Симановича, С.Г. Сколотнева, В.Д. Шутова и др. (80-е г.г. XX в.). Определение понятий: палагонит и хлорофеит. Исследования в РЭМ процессов палагонитизации, кристаллизации из базальтового стекла цеолита-филлипсита, аутигенного Fe-монтмориллонита и др. Работы А.Г. Коссовской и В.В. Петровой. Представления об океанской магматической питающей провинции для седиментогенеза. Континентализация (по А.Г. Коссовской) – концентрация калия в продуктах изменения

океанских базальтов. Вторичные изменения базальтов и формирование рудоносных растворов. Минеральные парагенезы глин вулканогенно-осадочных комплексов областей, переходных от морей к океанам, по А.Г. Коссовской.

Генетическая минералогия рудоносных осадочных комплексов. Корреляция металлоносности с зональностью постседиментационного минералогенеза в позднепалеозойских дельтово-морских терригенных формациях Верхоянского складчатого комплекса по работам О.В. Япаскурта (1992, 2008). Механизмы мобилизации металлов при гипергенезе заболоченных питающих провинций, транспортировка реками и подземными водами металлоорганических соединений, накопления в определенных фациях, перераспределение и концентрирование рудных компонентов на стадии метагенеза. Минерально- структурные парагенезы-свидетели рудогенерационных процессов.

Заключение. О системном анализе минералогенеза в осадочном процессе и его значении для решения фундаментальных проблем литологии, палеогеографии, геодинамики и учения о полезных ископаемых.

7. Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Генетическая минералогия осадочных образований» применяются различные виды учебной работы – лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов (с консультациями преподавателя), включающая подготовку рефератов, докладов по дисциплине, «домашних» практических заданий.

Образовательные технологии – сочетание директивной и интерактивной моделей обучения, с использованием презентаций, докладов, дискуссий и научно-исследовательской работы.

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

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

Для проведения текущего контроля используются такие формы как заслушивание и оценка доклада по теме реферата, дискуссии, собеседование при приеме результатов лабораторных работ с оценкой. По итогам обучения проводится экзамен.

Примерные темы докладов, рефератов, вопросов для текущего контроля успеваемости:

1. Сметиты в осадочном процессе
2. Трансформации глинистых минералов на стадиях: гипергенеза, диагенеза, катагенеза
3. Политипные модификации слюд и их связь с термобарическими режимами стадий катагенеза, гипергенеза, метагенеза и метаморфизма

4. Глаукониты: способы их формирования и последиагенетического изменения
5. Каолинит-диккит-накрит, их типоморфные признаки и условия формирования
6. Аутигенное глинообразование в океанской пелагиали
7. Парагенезы терригенных минералов песчаных пород – индикаторы палеогеографических и палеогеодинамических режимов формирования осадочного бассейна
8. Аллотигенные минералы-доноры веществ для аутигенного постседиментационного минералообразования
9. Эволюция терригенного и аутигенного кварца на стадиях седиментогенеза, диагенеза, катагенеза и метагенеза – раннего метаморфизма
10. Полевые шпаты в осадочном процессе
11. Минеральные индикаторы влияния вулканизма на седиментацию
12. Цеолиты в осадочном процессе
13. Сметиты как индикаторы литогенеза
14. Хлориты как индикаторы литогенеза
15. Иллиты как индикаторы литогенеза
16. Кварц как индикатор литогенеза

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: генетические признаки минеральных осадочно-породных компонентов, параметры зоны осадкообразования и стратисферы, стадии и формы седименто- и литогенеза, современные аспекты и методы исследования типоморфизма аллотигенных и аутигенных минералов и стадийного анализа последовательност	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

и их формирования.				
Умения: осуществлять макро- и микроскопическое описание осадочных образований с определением вещественного состава, структурно-текстурных свойств пород с расшифровкой генетической природы аллотигенных и аутигенных компонентов, этапность формирования их парагенетических ассоциаций в осадочной породе.	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение.	Успешное умение.
Владения: навыками первичной обработки полевого материала, методикой проведения лабораторных исследований минерального вещества осадочных пород, основами выполнения литолого-фациального, формационного и стадийного анализов, палеогеографических реконструкций с определением древних обстановок седиментации и питающих	Навыки владения генетическими методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки.	Владение генетическими методами, использование их для решения генетических задач.

провинций осадочных бассейнов.				
--------------------------------------	--	--	--	--

9. Ресурсное обеспечение:

а) основная литература:

1. Япаскерт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного поро- и рудообразования: Учеб. пособие. М.: ЭСЛАН. 2008. 356 с.
2. Наумов В.А. Оптическое определение компонентов осадочных пород: справочное пособие. М.: Недра 1989. 347 с.

б) дополнительная литература:

1. Диагенез и катагенез осадочных образований / под ред. Г. Ларсена и Дж. Чилингара М.: Мир, 1971
2. Дриц В.А. Коссовская А.Г. Глинистые минералы: Сметиты и смешаннослойные образования М.: Наука 1990. 214 с. (Тр. ГИНАНСССР Вып. 446)
3. Дриц В.А. Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. М.:Наука. 1991. 176 с. (Тр. ГИНАНСССР Вып. 465)
4. Копелиович А.В. Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы. М.: Наука. 1965. 310 с. (Тр. ГИНАНСССР Вып. 121)
5. Коссовская А.Г. Генетические типы цеолитов стратифицированных формаций // Литология и полезные ископаемые. 1975. №2 с.23-44
6. Муравьев В.И. Минеральные парагенезы глауконито-кремнистых формаций. М.: Наука. 1983. 208 с. (Тр. ГИНАНСССР Вып. 360)
7. Петрова В.В. Низкотемпературные вторичные минералы и их роль в литогенезе (силикаты, алюмосиликаты, гидрослюды) М.:ГЕОС. 2005. 247 с.
8. Симанович И.М. Кварц песчаных пород (генетические типы и постседиментационные преобразования) м.: Наука. 1978. 152 с. (Тр. ГИНАНСССР Вып. 314)
9. Шутов В.Д. Минеральные парагенезы граувакковых комплексов. М.: Наука. 1975. 110 с. (Тр. ГИНАНСССР Вып. 278)
10. Шутов В.Д. Эпигенез океанических базальтов // Литология и полезные ископаемые. 1982. №4 с.32-42
11. Эпигенез и его минеральные индикаторы / Под ред. А.Г. Коссовской. М.: Наука. 1971. 110 с.
12. Япаскерт О.В., Карпова Е.В. Стадийный анализ литогенеза: Учеб. Пособие. М.: Изд-во Инфра-М. Москва. 2016. 161 с.

в) базы данных информационно-справочные и поисковые системы:

www.nbmggu.ru – библиотека Московского государственного университета

www.elibrary.ru – научная электронная библиотека

www.lithology.ru – информационный портал, посвященный литологии

Для проведения лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов по курсу «Генетическая минералогия осадочных образований» используются: 1. учебная лаборатория, рассчитанная на 12 учащихся; 2. Оборудование: оптические поляризационные микроскопы; компьютерное оборудование; поляризационный микроскоп с возможностью трансляции изображения на аудиторию в on-line режиме с соответствующим программным обеспечением; учебно-научная лаборатория, оснащенная рентген-дифрактометрическим анализатором. 3. Уникальная коллекция всех видов осадочных пород, шлифотека. 4. Библиотека Геологического факультета МГУ.

10. Язык преподавания – русский.

11. Преподаватель (преподаватели) – Карпова Е.В.

12. Автор (авторы) программы –

О.В. Япаскурт

Е.В. Карпова.