

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**

**Геоминералогия современных морских осадков**

Авторы-составители: Е.В. Карпова

**Уровень высшего образования:**  
**Магистратура**

**Направление подготовки 05.04.01 «Геология»**

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

**Магистерская программа: «Морская геология»**

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: Геоминералогия современных морских осадков**

### **Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Геоминералогия современных морских осадков» является наращивание знаний, приобретенных учащимися по базовым дисциплинам бакалавриата профиля «Геология и полезные ископаемые» путем овладения новыми знаниями о процессах формирования минеральных сообществ современных морских осадков и 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 диагенеза и 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 на 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-4.М: Способность к проведению стратиграфических, сейсмостратиграфических, фациальных и палеогеографических исследований отложений для выяснения условий формирования, строения и истории развития верхней части осадочного слоя Мирового океана, анализа и систематизации полученных данных с использованием статистических методов и методов картографии.

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 стадийного анализа последовательности их формирования.

**Уметь:** осуществлять макро- и микроскопическое описание осадочных образований с определением вещественного состава, структурно-текстурных свойств осадков и 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 стадийного анализов, палеогеографических реконструкций с определением обстановок седиментации и питающих провинций осадочных бассейнов.

**4. Формат обучения** – лекционные и лабораторные занятия с использованием электронного обучения.

**5. Объем дисциплины (модуля):**

Общий объем дисциплины «Геоминералогия современных морских осадков» 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 предсидиментационных 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<br>Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)   | Всего часов | Контактная работа<br>(работа во взаимодействии с преподавателем)<br>Виды контактной работы, часы |                      |          |       | Самостоятельная работа обучающегося, часы<br>Формы текущего контроля    |
|-------|--|-------------|--|----------------------|----------|-------|---|
|       |  |             | Лекции   | Лабораторные занятия | Семинары | Всего |   |
| 1.    | Введение<br>История изучаемой дисциплины   |             | 2  |                      |          | 2     | Собеседование, 2  |
| 3.    | Диагностические признаки генезиса породообразующих минеральных компонентов и принципы обособления минеральных групп – участников осадочного процесса |             | 1  | 3                    |          | 4     | Рефераты;<br>Доклады по дисциплине;<br>Дискуссии;<br>Тестирование.<br>4 |

|     |  |            |           |   |  |            |   |
|-----|--|------------|-----------|---|--|------------|---|
| 4.  | Минералы-доноры в осадочном процессе   |            | 2         | 4 |  | 6          | Прием лабораторных заданий.<br>Собеседование; 6                                 |
| 5.  | Минералы-долгожители, наследники исходных пород-источников мобилизации седиментогенных веществ и свидетели ранних этапов осадочного процесса |            | 1         | 7 |  | 8          | Дискуссии;<br>Тестирование;<br>Прием лабораторных заданий.<br>Собеседование, 20 |
| 6.  | Глинистые минералы-приспособленцы к условиям седиментогенеза, диагенеза и последиагенетических стадий осадочного процесса                    |            | 1         | 3 |  | 4          | Дискуссии;<br>Тестирование;<br>Прием лабораторных заданий.<br>Собеседование, 22 |
| 7.  | Цеолиты-индикаторы щелочных обстановок седиментогенеза, диагенеза и роста термодинамических факторов ката- и метагенеза                      |            | 1         | 3 |  | 4          | Прием лабораторных заданий.<br>Собеседование, 10                                |
| 8.  | Фосфаты, хлориды, сульфаты, сульфиды. Краткие обзоры   |            | 1         | 1 |  | 2          | Собеседование   |
| 9.  | Минеральные парагенезы терригенных комплексов как индикаторы геодинамических условий осадконакопления и породообразования (по В.Д. Шутову)   |            | 1         | 5 |  | 6          | Прием лабораторных заданий.<br>Собеседование<br>6                               |
| 10. | Минеральные парагенезы глин – индикаторы седиментогенеза и диагенеза в морях и океанах   |            | 1         |   |  | 1          | Рефераты;<br>Доклады по дисциплине;<br>Дискуссии;<br>Тестирование. 6            |
| 11. | Постэруптивные и гальмиролитические изменения базальтоидов – источника веществ для океанических осадков и руд                                |            | 1         | 1 |  | 2          | Рефераты;<br>Доклады по дисциплине;<br>Дискуссии;<br>Тестирование. 6            |
| 12. | Минеральные индикаторы влияния вулканизма на седиментацию на континенте и океанской пелагиали  |            | 1         | 1 |  | 2          | Рефераты;<br>Доклады по дисциплине;<br>Дискуссии;<br>Тестирование.<br>8         |
| 13. | Генетическая минералогия рудоносных осадочных комплексов   |            | 1         |   |  | 1          |   |
| 14. | Форма промежуточной аттестации: <i>экзамен</i>   |            |           |   |  |            | 12  |
|     | <b>Итого</b>   | <b>144</b> | <b>42</b> |   |  | <b>102</b> |   |

### Содержание разделов дисциплины:

Содержание лекционных и лабораторных занятий

**Введение.** Осадки и 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». 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 ( $\Delta T$ ) и различных форм давления ( $P_s$  – литостатического,  $P_f$  флюидного,  $P_{st}$  – стрессового) 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 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 породообразования. 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 «Геоминералогия современных морских осадков».

#### **Диагностические признаки генезиса минеральных породообразующих 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 «Стадийный 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  $pH$ ,  $Eh$ ,  $\Delta T$  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 – акцессориев 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 метагенез. 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 палеорекоstructions 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 метагенеза и метаморфизма (как итоги динамотермальной активации и диагностические признаки обстановок метагенеза). Короче даются сведения о кислых плагиоклазах и калишпатах, их частичной альбитизации при глубинном катагенезе и метагенезе, 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 «внутрислоевой заряд», «кристаллизационная и конституционная вода», «обменные катионы». Далее – характеристика главнейших 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 – смекитов триоктаэдрических, 4 – слюд диоктаэдрических (иллиты модификаций 1Md, 1M, 2M<sub>1</sub>, серициты 2M<sub>1</sub>, глаукониты), 5 – слюд тириоктаэдрических, 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 каолиновой 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  $\Delta T$  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 сверху и клиноптилолитом ниже по разрезу. Две объясняющие это версии: либо смена вещественного состава пирокластик, трансформируемой в цеолит при гальмиролизе, либо стадийность катагенетической трансформации филлипсита в клиноптилолит, с присоединением SiO<sub>2</sub> из корродированных диатомей и радиолярий.

**2.** Ассоциация шабазит, эрионит, морденит, анальцим, 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 цементях аркозовых песчаников нижнего мела Приверхоянского прогиба (от стадии диагенеза к глубинному катагенезу, интервал толщиной до 5 км): десмин CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·6-7SiO<sub>2</sub>·4-8H<sub>2</sub>O → эпидесмин CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·6SiO<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O → ломонтит CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·4SiO<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O → сколецит CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3SiO<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>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, раскристаллизуемый 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, алевролитовых 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: вулканогенно-терригенный, туфогенный и тефрогенный. Фациально-ауигенная группа парагенезов: субкарбонатный (подугольный) и салсалгенный (солёно-лагунный). Метагенный парагенез. Полезные ископаемые, свойственные этим категориям.

**Минеральные парагенезы глин – индикаторы условий седиментогенеза и диагенеза в морях и океанах.** Показывается своеобразие низкотемпературных обстановок осадконакопления и начальных этапов преобразования осадков в поруду – в морских и океанских седиментационных бассейнах. Используются информативные материалы кайнозойско-меловых флишоидных комплексов Восточной Камчатки, плиоцен-миоценовых вулканогенных пород Курильских островов. Показываются ассоциации глинистых минералов и их сходство и отличие от глинистых минералов хемогенных эвапоритовых серий.

**Постэруптивные и гальмиролитические изменения базальтоидов – источника веществ для океанических осадков и руд.** Отмечается история изучения вопроса. Показывается глобальность процессов изменения всей толщи океанских базальтов по совокупности геохимических и минералогических преобразований. Рассматриваются факторы, определяющие степень измененности: проницаемость пород, длительность активного взаимодействия с морской водой, возраст и влияние повышенных значений теплового потока.

**Минеральные индикаторы влияния вулканизма на седиментацию на 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 хлорофенит. 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 осадков, палеогеографии, геодинамики и учения о полезных ископаемых.

## **7. Рекомендуемые образовательные технологии**

При реализации программы дисциплины «Геоминералогия современных морских осадков» 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-диксит-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. Минеральные ассоциации процессов гальмиролитических изменений базальтов
11. Минеральные парагенезы глинистых осадков морей и океанов
12. Полевые шпаты в осадочном процессе
13. Минеральные индикаторы влияния вулканизма на седиментацию
14. Цеолиты в осадочном процессе
15. Сметиты как индикаторы литогенеза
16. Хлориты как индикаторы литогенеза
17. Иллиты как индикаторы литогенеза
18. 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 | Знания отсутствуют    | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Систематическое знание |

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <p>типоморфизма<br/>аллотигенных и<br/>аутигенных<br/>минералов и<br/>стадиального<br/>анализа<br/>последовательност<br/>и их<br/>формирования.</p>  |   |  |  |  |
| <p>Умения:<br/>осуществлять и<br/>макро- и<br/>микроскопическое<br/>описание<br/>осадочных<br/>образований с<br/>определением<br/>вещественного<br/>состава,<br/>структурно-<br/>текстурных<br/>свойств осадков и<br/>пород с<br/>расшифровкой<br/>генетической<br/>природы<br/>аллотигенных и<br/>аутигенных<br/>компонентов,<br/>этапность<br/>формирования их<br/>парагенетических<br/>ассоциаций в<br/>осадочной породе.</p> | <p>Умения<br/>отсутствуют</p>   | <p>В целом<br/>успешное, но не<br/>систематическое<br/>умение,<br/>допускает<br/>неточности<br/>непринципиальн<br/>ого характера</p> | <p>В целом<br/>успешное, но<br/>содержащее<br/>отдельные<br/>пробелы<br/>умение.</p> | <p>Успешное<br/>умение.</p>  |
| <p>Владения:<br/>навыками<br/>первичной<br/>обработки<br/>полевого<br/>материала,<br/>методикой<br/>проведения<br/>лабораторных<br/>исследований<br/>минерального<br/>вещества осадков,<br/>основами<br/>выполнения<br/>литолого-<br/>фациального,<br/>формационного и<br/>стадиального</p>  | <p>Навыки<br/>владения<br/>генетическими<br/>методами<br/>отсутствуют</p> | <p>Фрагментарное<br/>владение<br/>методикой,<br/>наличие<br/>отдельных<br/>навыков</p>   | <p>В целом<br/>сформированны<br/>е навыки.</p>                                       | <p>Владение<br/>генетическими<br/>методами,<br/>использование<br/>их для<br/>решения<br/>генетических<br/>задач.</p> |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| анализов, палеогеографических реконструкций с определением обстановок седиментации и питающих провинций осадочных бассейнов. |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

## 9. Ресурсное обеспечение:

а) основная литература:

1. Япаскерт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного пороодо- и рудообразования: Учеб. пособие. М.: ЭСЛАН. 2008. 356 с.
2. Коссовская А.Г. и др. Минералогия и генезис мезозойско-кайнозойских отложений Атлантического океана по материалам рейса 2 «Гломар Челленджер»// Литология и полезные ископ. 1975. №6. С. 12-34.
3. Курносов В.Б., Мурдмаа И.О. Глинистые минералы в современных осадках окраинных морей западной части Тихого океана // Литология и полезные ископ. 1976. №5. С. 22-34.
4. Муравьев В.И. О глинообразовании в океанических осадках юго-западной части Тихого океана // Литология и полезные ископ. 1974. №4. С. 24-38.

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.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) – информационный портал, посвященный литологии

Для проведения лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов по курсу «Геоминералогия современных морских осадков» 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 – Карпова Е.В.**