

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

УТВЕРЖДАЮ  
и.о. декана Геологического факультета  
чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФОРМАЦИИ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД**

Автор-составитель:

в.н.с., к.г.-м.н., доц. В.О.Япаскурт

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура ИМ*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**«Геохимия»**

**Магистерская программа**

**Петрология**

Форма обучения:

***Очная***

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

Москва

---

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 магистратуры, реализуемые последовательно по схеме интегрированной подготовки).

Год (годы) приема на обучение: 2022

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

## Цель и задачи дисциплины

**Целью** курса «Формации метаморфических пород» является формирование целостной картины связи метаморфических процессов с геотектоническими обстановками и их эволюции в геологической истории Земли.

**Задача** курса – систематическое знакомство слушателей с геолого-петрографическими закономерностями строения и эволюции метаморфических комплексов главнейших геодинамических обстановок докембрия и фанерозоя.

### Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Формации метаморфических пород» знакомит слушателей с важнейшими закономерностями в составе, строении и эволюции физико-химических условий формирования метаморфических комплексов Земной коры как индикаторов геодинамических обстановок различных этапов геологического развития Земли.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП** – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс магистратуры – I, семестр – 1.

### 2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Общая и неорганическая химия», «Кристаллография и кристаллохимия», «Минералогия», «Петрография» или «Петрология», «Термодинамика минералов», «Теория фазового соответствия».

Дисциплина необходимо в качестве предшествующей для дисциплины «Формации метаморфических пород», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
СПК-2.М Способен квалифицированно использовать различные методы локального анализа вещества, обработки и интерпретации полученных данных для решения научных и практических петрологических задач (формируется частично);	<b>М.СПК-2. И-1.</b> Знает физические принципы и технические характеристики стандартного современного оборудования для локального анализа вещества.	<b>Знать:</b> принципы применения основных методов локального изучения состава и строения вещества, используемых для изучения метаморфических пород;
	<b>М.СПК-2. И-2.</b> Владеет навыками обработки и интерпретации данных, полученных при локальном анализе вещества.	<b>Уметь:</b> обрабатывать и интерпретировать данные, полученные при локальном анализе минералов метаморфических пород;
	<b>М.СПК-2. И-3.</b> Использует методы локального анализа вещества, обработки и интерпретации полученных данных для решения научных и	<b>Владеть:</b> навыками парагенетического анализа и реконструкции дометаморфического облика субстрата метаморфических пород на основании

	практических петрологических задач.	интерпретации данных, полученных при локальном анализе вещества.
<b>СПК-5.М</b> Способен использовать методы минералогической термометрии и барометрии для реконструкции параметров петрологических процессов (формируется частично).	<b>М.СПК-5. И-1.</b> Знает различные минералогические термометры и барометры, области их применения и возможные погрешности.	<b>Знать:</b> основные минералогические термометры и барометры, используемые для реконструкции условий образования метаморфических пород;
	<b>М.СПК-5. И-2.</b> Понимает теоретические основы минералогической термометрии и барометрии.	<b>Владеть:</b> теоретическими основами парагенетического анализа и построения Р-Т трендов эволюции метаморфических комплексов;
	<b>М.СПК-5. И-3.</b> Владеет навыками использования различных минералогических термометров и барометров для реконструкции параметров петрологических процессов.	<b>Уметь:</b> производить анализ метаморфических пород с использованием различных минералогических термометров и барометров.

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия, не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 з.е., 72 академических часа, в том числе 42 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (28 часов – занятия лекционного типа, 14 часов – занятия семинарского типа) и 30 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

**6. Содержание дисциплины (модуля)**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение. Принципы формационного анализа метаморфических комплексов.		2		1	3	2 часа, включая подготовку к устному опросу
Раздел 2. Методы реконструкции протолита метаморфических пород, термодинамических и динамических условий их метаморфизма и хронологии.		6		3	9	4 часа, включая подготовку к устному опросу
Раздел 3. Метаморфизм в главных типах тектонических обстановок.		10		5	15	5 часов, включая подготовку к контрольной работе № 1
Раздел 4. Полихронные и полифациальные метаморфические комплексы; связь магматизма с метаморфизмом.		6		3	9	4 часа, включая подготовку к устному опросу
Раздел 5. Эволюция метаморфизма в истории Земли.		4		2	6	5 часов, включая подготовку к контрольной работе № 2
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
<b>Итого</b>	<b>72</b>			<b>42</b>		<b>30</b>

## **Содержание разделов дисциплины:**

Раздел 1. Введение. Принципы формационного анализа метаморфических комплексов. Метаморфизма, минералообразующие и структурообразующие факторы метаморфизма. Физико-химическая и геологическая классификации метаморфических процессов. Понятие «метаморфический комплекс». Понятие «формация» в приложении к метаморфическим комплексам – история представлений и современное состояние проблемы.

Раздел 2. Методы реконструкции протолита метаморфических пород, термодинамических и динамических условий их метаморфизма и хронологии. Петрохимическая классификация метаморфических пород. Минеральные фации метаморфизма, изохимические фациальные ряды метаморфических пород. Причины разнообразия метаморфических пород и проблемы реконструкции протолита. Геологические и минералого-петрографические методы реконструкции дометаморфической природы субстрата. Петрохимические и геохимические методы реконструкции протолита; примеры использования петрохимических дискриминационных диаграмм. Методы реконструкции физико-химических условий метаморфизма при помощи флюидных включений и минеральных равновесий. Реконструкция эволюционных трендов ( $pT$ -трендов) метаморфических преобразований: основные принципы построения и распространенные ошибки. Главнейшие типы конфигурации  $pT$ -трендов и их интерпретация. Выявление динамических (тектонических) факторов метаморфических преобразований. Представления о петроструктурном анализе. Методы абсолютной и относительной хронологии метаморфических событий. Математическое моделирование геодинамических событий как один из инструментов изучения механизмов генезиса метаморфических комплексов.

Раздел 3. Метаморфизм в главных типах тектонических обстановок. Приуроченность процессов метаморфизма к основным тектоническим обстановкам. Метаморфизм в областях активного тектоногенеза (в участках сочленения литосферных плит). Особенности метаморфических комплексов дивергентных границ (зоны спрединга и трансформные разломы). Метаморфизм и метаморфические комплексы конвергентных границ: аккреционные орогены; коллизионные орогены (формации основных разновидностей субдукционных и коллизионных обстановок); трансформные границы. Парные метаморфические пояса. Тектониты. Метаморфические формации областей внутриконтинентального растяжения (комплексы метаморфических ядер) и внутриплитного магматизма. Для каждого типа геотектонических обстановок рассматриваются типичные особенности литологии и природы субстрата, фациальные условия метаморфических преобразований и характерные конфигурации эволюционных трендов условий метаморфизма.

Раздел 4. Полихронные и полифациальные метаморфические комплексы; связь магматизма с метаморфизмом. Полифациальные (зональные) метаморфические комплексы. Условия и тектонические режимы возникновения и значение для понимания процессов метаморфической эволюции. Полихронные метаморфические комплексы (полиметаморфические комплексы), принципиальные черты их строения. Проблемы датирования минеральных парагенезисов и реконструкции эволюционных  $pT$ -трендов. Аллохимические процессы в формировании полихронных метаморфических комплексов. Связь метаморфизма и магматизма. Мигматизация, гранитизация и фенитизация.

Раздел 5. Эволюция метаморфизма в истории Земли. Особенности условий метаморфизма в докембрии и фанерозое: литологические, петрохимические и геохимические отличия субстрата; специфика термальных и тектонических режимов литосферы. Формационные особенности докембрийских метаморфических комплексов. Зеленокаменные пояса, эклогитовые и гранулитовые комплексы докембрия: особенности состава, строения и физико-химической эволюции.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется путём проведения на каждом семинаре контрольных опросов по тематике пройденных разделов курса, а также в ходе итоговой контрольной работы.

#### ***Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов:***

- работа с дополнительной литературой по разделам, пройденным на семинарских занятиях;

#### ***Типовые упражнения и расчетные задания:***

- на основании краткого описания горной породы, включающего сведения о структуре, текстуре, количественном минеральном составе (с возможным присутствием реликтовых и наложенных минеральных ассоциаций) дать ее номенклатурное название;
- на основании краткого описания внутреннего строения горной породы назвать ее структуру и/или текстуру;
- на основании краткого петрографического описания метаморфической горной породы и дополнительных сведений (геологических, петрографических, петрохимических) определить характер ее протолита;
- на основе анализа оптического или электронного изображения участка породы определить преобладающий (а также реликтовый или наложенный) минеральный парагенезис;
- на основании краткого петрографического описания метаморфической горной породы определить фациальные условия ее твердофазовых преобразований;
- на основе анализа оптического или электронного изображения участка породы выявить преобладающий минеральный парагенезис и определить условия его формирования (фацию метаморфизма);
- на основе анализа оптического или электронного изображения участка породы реконструировать первичный (дометаморфический) облик субстрата;
- на основании краткого петрографического описания метаморфической горной породы определить ее принадлежность к одной из петрохимических групп.

#### ***Перечень вопросов для текущего контроля успеваемости:***

- Дать определение метаморфизма;
- Дать определение фации метаморфизма;
- Дать определение метаморфического комплекса;
- Дать определение метаморфической формации (формации метаморфических пород);
- Перечислить минералообразующие и структурообразующие факторы метаморфизма;
- Перечислить способы выяснения дометаморфического облика протолита;
- Перечислить основные виды геотектонических обстановок (обстановок активного тектоногенеза);
- В каких тектонических (геодинамических) обстановках могут возникнуть метаморфические комплексы: а) ультравысоких температур и низких давлений; б) высоких температур и умеренных давлений; в) умеренных температур и давлений; г) умеренных температур и высоких давлений; д) низких температур и сверхвысоких давлений; е) гранулитовые комплексы; ё) эклогитовые и эклогит-гнейсовые комплексы; ж) глаукофан-сланцевые и глаукофан-эклогитовые комплексы.
- В каких условиях образуются тектониты;
- Что такое парные метаморфические пояса;
- Назвать типы метаморфических комплексов, формирующихся в тектонических обстановках: а) дивергенции литосферных плит; б) конвергенции литосферных плит (или же конкретнее, например: аккреционных орогенов; коллизионных орогенов; трансформных границ); в) областей внутриконтинентального расстяжения.

## 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

### *Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:*

1. - Петрохимическая классификация метаморфических пород, причины их разнообразия;
2. - Минеральные фации метаморфизма, изохимические ряды метаморфических пород. Эволюционные тренды физико-химических условий метаморфизма;
3. - Способы реконструкции первичного (дометаморфического) облика протолита метаморфической породы;
4. - Геотектонические режимы, обуславливающие возникновение метаморфических комплексов.
5. - Формации метаморфических пород зон дивергенции литосферных плит;
6. - Формации метаморфических пород аккреционных орогенов;
7. - Формации метаморфических пород коллизионных орогенов;
8. - Формации метаморфических пород трансформных границ и трансформных разломов;
9. - Парные метаморфические пояса;
- 10.- Гранулитовые комплексы: их состав, строение, физико-химические и геодинамические условия образования;
- 11.- Эклогитовые и глаукофан-сланцевые комплексы: их разновидности, состав, строение, физико-химические и геодинамические условия образования;
- 12.- Полифациальные (зональные) метаморфические комплексы: основные черты строения, физико-химические и геодинамические условия образования;
- 13.- Полиметаморфизм и полихронные метаморфические комплексы;
- 14.- Основные черты и особенности метаморфических формаций докембрия;
- 15.- Основные черты и особенности метаморфических формаций фанерозоя;
- 16.- Связь магматизма и метаморфизма.

### **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: особенностей геологического строения и петрографического сложения метаморфических комплексов важнейших типов геодинамических обстановок докембрийского и фанерозойского этапов эволюции Земли.	Знания отсутствуют.	Фрагментарные знания.	Общие, но не структурированные знания.	Систематические знания.
Умения: производить комплексный анализ геологического строения, тектонического	Умения отсутствуют.	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении производить	Успешное умение производить комплексный анализ характеристик комплексов

положения и литолого-петрологических характеристик комплексов метаморфических пород с целью выяснения их формационной принадлежности.		непринципиального характера.	комплексный анализ данных.	метаморфических пород с целью выяснения их формационной принадлежности.
Владения: навыками петрографического описания, парагенетического анализа и реконструкции дометаморфического облика субстрата метаморфических пород.	Навыки владения петрографическим описанием и парагенетическим анализом метаморфических пород отсутствуют.	Фрагментарное владение методикой парагенетического анализа, наличие отдельных навыков петрографического описания горных пород.	В целом сформированные навыки петрографического описания и парагенетического анализа горных пород.	Владение навыками петрографического описания, парагенетического анализа и реконструкции и дометаморфического облика субстрата метаморфических пород.

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - основная литература:

- 1) *Yardley, B.W.D.* An introduction to metamorphic petrology. New York: Longman Scientific & Technical, 1994. 248 p.
- 2) Петрография, часть III (под ред. А.А.Маракушева). М.: Изд-во МГУ, 1986. 287 с.

#### - дополнительная литература:

- 1) *Passchier, C.W., Trouw, R.A.J.* Microtectonics. Springer, 1998. 289 p.
- 2) *Япаскурт В.О.*, Структурогенез статического метаморфизма. М.: изд-во МГУ, 2004. 150 с.

### Б) Перечень программного обеспечения: Microsoft Office PowerPoint

### В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

### Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Геологическая энциклопедия GeoWiki - <http://wiki.web.ru>.

### Д) Материально-техническое обеспечение:

- а) помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся;
- б) оборудование – поляризационные микроскопы, в том числе проекционный микроскоп, снабженный цифровой фотокамерой с возможностью вывода на монитор и экран, мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет;
- в) иные материалы – демонстрационные образцы метаморфических пород главных петрохимических групп и фаций метаморфизма и их петрографические шлифы.

## 9. Язык преподавания – русский.

## 10. Преподаватель (преподаватели) – Япаскурт В.О.

**11. Разработчик программы – в.н.с. В.О.Япаскурт**