

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**  
**Минералогия месторождений алмаза**

Автор-составитель: А.В. Бовкун

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура*

**Направление подготовки:**  
**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**Геохимия**

**Магистерская программа**

**Минералогия ИМ**

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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых 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

**Цель** - приобретение знаний об основных генетических типах месторождений алмаза и минералогии этих руд.

**Задачи** - подготовка учащихся к самостоятельной работе на алмазо-поисковых объектах, приобретение навыков исследования кимберлитов и других алмазосодержащих пород, освоение умения сбора, обработки и анализа минералогической информации при проведении экспертных поисково-разведочных работ, овладение основами шлихо-минералогических методов поиска и разведки месторождений алмаза.

### Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе "Минералогия месторождений алмаза" рассматриваются следующие вопросы:

- особенности химического состава, физических свойств, внутреннего строения и условий образования алмаза и сопровождающих его минералов-индикаторов из месторождений различных генетических типов;
- существующие модели образования месторождений алмаза в кимберлитах, лампроитах, импактитах и метаморфитах, их вещественный состав;
- изменения алмаза и сопутствующих минералов в экзогенных условиях и формирование алмазоносных россыпей.

На занятиях семинарского типа студенты изучают и описывают образцы кимберлитов, алмаза и индикаторных минералов кимберлитов; выполняют презентации и обсуждают доклады по вопросам алмазообразования, минералогии кимберлитов, характеристике конкретных месторождений.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, обязательные профессиональные дисциплины.

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

освоение дисциплин «Общая геология», «Минералогия», «Методы исследования минералов».

### 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-5.М Способен выяснять генезис минералов, строить диаграммы минералогенеза разнообразных процессов минералообразования (формируется частично).	<b>М.СПК-5. И-4.</b> Имеет базовые знания по особенностям химического состава, внутреннего строения и условиям образования алмаза и сопровождающих его минералов-индикаторов из месторождений различных генетических типов. <b>М.СПК-5. И-5.</b> Понимает базовые принципы систематизации и генетической интерпретации	<b>Знает:</b> типоморфные свойства и особенности формирования алмаза и сопутствующих ему минералов в месторождениях различных генетических типов. <b>Умеет:</b> осуществлять сбор и критический анализ геолого-минералогической и поисково-разведочной информации. <b>Владеет:</b> современными подходами к изучению минералов кимберлитовых пород

	аналитических данных для минералов кимберлитовых пород, в том числе использующихся при поисково-оценочных работах на алмазы	
--	---	--

**4. Объем дисциплины (модуля)** составляет **3** з.е., в том числе **26** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, **82** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение (углерод и его структурные соединения). Кимберлиты и их минералогия		11		4	15	Подготовка к контрольному опросу, 34 часов
Раздел 2. Минералогия алмаза		4		2	6	Подготовка устного доклада/реферата, 30 часов
Раздел 3. Месторождения алмаза лампроитового, ударно- и динамометаморфогенного типов. Россыпные месторождения алмаза.		3		2	5	18
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						
<b>Итого</b>	<b>108</b>			<b>26</b>		<b>82</b>

## **Содержание разделов дисциплины.**

Содержание лекционных занятий:

Лекция 1: Формы нахождения углерода в природе. Атомы углерода и их химическая связь. Структурные соединения углерода. Структуры алмаза, лонсдейлита, графита. Генетические типы алмаза. Алмазы в метеоритах, их особенности и формирование. Диаграмма фазового состояния углерода и условия кристаллизации природных алмазов. Условия синтеза и роста алмазов.

Лекция 2-4. Геолого-генетические типы коренных месторождений алмаза. Распространенность алмазных месторождений, их геоструктурная позиция и возраст. Строение кимберлитовых тел. Геолого-петрографическая и минералого-геохимическая характеристика кимберлитов. Классификации кимберлитов, их алмазоносность и взаимоотношения с другими породами ультраосновного и щелочного состава. Основные месторождения алмаза России (Якутская и Архангельская алмазоносные провинции) и Мира.

Лекция 5-11. Гибридная природа кимберлитовых пород. Мантийная и коровая составляющие кимберлитов. Основные минералы кимберлитов. Минералы вкрапленников (макро- и мегакристаллы) и связующей массы. Глубинные (верхнемантийные) ксенолиты в кимберлитах (перидотит-пироксенитовые породы, эклогиты, метасоматиты). Породообразующие и акцессорные минералы глубинных ксенолитов. Алмазы в глубинных ксенолитах. Мегакристаллы и проблема их генезиса. Индикаторные минералы кимберлитов (гранат, хромшпинелиды, ильменит, пироксены, оливин), их химико-генетическая классификация. Типоморфизм минералов-спутников алмаза как основа шлихо-минералогических методов поисков алмазных месторождений. Минералы связующей массы кимберлитов. Современные модели образования кимберлитов. Процессы минералообразования в условиях мантии Земли. Мантийный метасоматоз.

Лекции 12-15. Алмаз: морфология и характер поверхности кристаллов, состав, свойства, внутреннее строение. Происхождение кривогранных кристаллов алмаза. Сrostки и поликристаллические агрегаты алмаза. Анизотропия твердости, оптические свойства и люминесценция алмаза. Природа окраски алмаза. Основные азотные дефектно-примесные центры в алмазе. Дискретность природного алмазообразования. Включения минералов и минералообразующих сред в алмазе. Изотопный состав углерода в алмазах. Классификации алмаза – физическая, по Ю.Л. Орлову, по З.В. Бартошинскому. Основные методы исследования алмаза. Современные представления о генезисе алмаза.

Лекция 16-17. Геолого-петрографическая и минералого-геохимическая характеристика лампроитов. Минералогия месторождений техногенных алмазов некимберлитового генезиса. Типоморфизм алмаза и сопутствующих минералов в импактитах и метаморфитах. Условия и механизмы формирования алмаза в импактитах. Попигайское месторождение алмазов. Якутиты. Алмазы Карской астроблемы. Месторождение метаморфогенных алмазов Кокчетавского массива (месторождение Кумды-Коль). Концепции образования алмаза в метаморфических породах Кокчетавского массива.

Лекция 18. Россыпные месторождения алмаза. Генетические типы россыпей. Условия формирования ореолов индикаторных минералов. Экзогенные изменения индикаторных минералов и алмаза. Россыпные месторождения алмаза в Северной Якутии и на Урале. Возможные нетрадиционные источники алмазов (лампрофиры и др.).

## **Содержание семинаров.**

Семинары 1-4. Описание кимберлитовых пород, глубинных ксенолитов и индикаторных минералов кимберлитов. Обсуждение химико-генетических классификаций индикаторных минералов кимберлитов (оливина, гранатов, пироксенов, ильменита, хромшпинелидов), методы их изучения.

Семинары 5-6. Основные современные классификации алмаза, его минералого-геммологическая характеристика. Включения минералов и минералообразующих сред в алмазе и его минералах-спутниках. Сверхглубинные алмазы.

Семинары 7-8. Морфогенез алмазов и минералов-спутников во вторичных ореолах и россыпях. Процессы минералообразования в мантии. Устные доклады студентов (с презентацией).

## **Рекомендуемые образовательные технологии**

### **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 посредством контрольных опросов на занятиях и анализа самостоятельно подготовленных студентами устных докладов по тематике дисциплины.

#### ***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля (контрольных опросов/работ):***

1. Что такое кимберлиты. Тектоническая позиция кимберлитов.
2. Генетические типы алмаза.
3. Ксенолиты глубинных пород в кимберлитах, их породообразующие и акцессорные минералы.
4. Формы и строение кимберлитовых тел, текстуры и структуры слагающих их кимберлитовых пород.
5. Генезис минералов кимберлитовых пород.
6. Индикаторные минералы кимберлитов.
7. Парагенезисы минералов-спутников алмаза.
8. Типоморфные свойства индикаторных минералов кимберлитов (оливина, граната, хромшпинелидов, ильменита, пироксенов и др.).
9. Что представляет собой шлихо-минералогический метод поиска кимберлитов.
10. Основные месторождения кимберлитов на территории России.
11. Типоморфные минералы лампроитов.
12. Особенности морфологии кристаллов алмаза.
13. Окраска алмаза и чем она обусловлена.
14. Основные азотные центры в природных алмазах.
15. Включения в природном алмазе.
16. Основные классификации алмаза.
17. Поликристаллические агрегаты алмаза.
18. Постмагматические минералы кимберлитов

#### ***Рекомендуемые темы докладов:***

Методы синтеза алмаза  
Коромантийный цикл углерода  
Экспериментальное моделирование процессов природного алмазообразования  
Современные модели кимберлитового магматизма  
Эксперименты по растворению алмаза  
Ультравысокобарные включения в алмазах  
Особенности особо крупных кристаллов алмаза  
Алмазы голубой окраски  
Карбонадо  
Сульфиды в кимберлитах

Мэйджоритовый гранат  
 Расплавные включения в оливине кимберлитов  
 Алмазы Урала  
 Алмазы россыпей северо-востока Сибири  
 Лампроиты и алмаз месторождения Аргайл  
 Алмазоносные кимберлиты Архангельской алмазоносной провинции  
 Алмазные месторождения Южной Африки  
 Кимберлиты Кимозера (Карелия)  
 Кимберлиты и алмаз трубки Нюрбинская / Мир / Удачная (Якутская алмазоносная провинция)

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

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

1. Структурные модификации углерода.
2. Генетические типы алмаза, типоморфизм алмаза различных генетических типов.
3. Геолого-петрографическая и минералого-геохимическая характеристика кимберлитов.
4. Основные минералы кимберлитовых пород, особенности их состава и генезиса.
5. Генетическая классификация индикаторных минералов кимберлитов.
6. Типоморфизм минералов-спутников алмаза как основа шлихо-минералогических методов поисков его месторождений.
7. Характеристика и свойства алмазов из кимберлитов (морфология, окраска, дефектно-примесный состав, внутреннее строение и др.).
8. Включения минералов и минералообразующих сред в алмазе.
9. Основные современные классификации алмаза.
10. Методы исследования алмаза и индикаторных минералов.
11. Геолого-петрографическая и минералого-геохимическая характеристика лампроитов.
12. Алмаз и сопутствующие минералы в импактных породах
13. Алмаз и сопутствующие минералы в метаморфических породах
14. Основные месторождения алмаза России и Мира.
15. Месторождения техногенных алмазов некимберлитового генезиса.

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

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания типоморфных свойств, особенностей формирования алмаза и сопутствующих ему минералов в месторождениях различных генетических типов. <i>(устный опрос)</i>	Знания отсутствуют или весьма фрагментарны	Знания есть, но отсутствует их систематичность	Знания систематические, но имеются пробелы	Систематические знания в достаточном объеме
Умения осуществлять сбор и критический анализ геолого-минералогической и поисково-разведочной информации.	Умения отсутствуют	Демонстрирует умения только по отдельным пунктам	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиаль-	Успешное умение осуществлять сбор и критический анализ геолого-минералогической и поисково-разведочной

<i>(устный опрос)</i>			ного характера	информации
Владения современными подходами к изучению минералов кимберлитовых пород <i>(устный опрос)</i>	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение подходами к изучению минералов кимберлитовых пород	В целом сформированные навыки владения подходами к изучению минералов кимберлитовых пород, но имеются пробелы	Свободное владение современными подходами к изучению минералов кимберлитовых пород

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - основная литература:

Гаранин В.К., Посухова Т.В., Гаранин К.В. Минералогия месторождений алмаза. – М.: Макс-пресс, 2012.

Гаранин В.К. Введение в минералогия алмазных месторождений. – М.: МГУ, 1989.

#### - дополнительная литература:

Доусон Дж. Кимберлиты и ксенолиты в них. – М.: Мир, 1983.

Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. – М.: Наука, 1984.

Харькив А.Д. Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов. -Киев, 1989.

Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. – Новосибирск, 1974.

Хмельков А.М. Основные минералы кимберлитов и их эволюция в процессе ореолообразования (на примере Якутской алмазоносной провинции). – Новосибирск: Изд-во АРТА, 2008.

**Б) Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости):** Microsoft Office PowerPoint

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:** не требуется

**Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):** электронная база научных публикаций [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com), поисковая система научной информации [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

**Д) Материально-технического обеспечение:** учебная аудитория с мультимедийным проектором, компьютер, экран, бинокляры.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель (преподаватели)** – А.В. Бовкун

**11. Разработчик программы:** старший научный сотрудник А.В. Бовкун