

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

Алмазоносные породы

Автор-составитель: Бобров А.В.

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 "Алмазоносные породы" является получение знаний об алмазоносных горных породах различных генетических типов и условиях их образования.

Задачи - ознакомление с особенностями фазовых ассоциаций алмаза различных генетических типов из алмазоносных метеоритов, импактитов, кимберлитов и лампроитов, метаморфических пород и прочих источников; рассмотрение экспериментальных методов синтеза алмаза и изучение высокобарных минеральных ассоциаций.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Алмазоносные породы» дает представление о физических свойствах алмаза и других модификаций углерода, параметрах их термодинамической стабильности и распространенности в природе. Рассматриваются генетические типы алмазоносных пород, включающие в себя метеориты, импактиты, кимберлиты и лампроиты, а также алмазоносные породы высокобарических метаморфических комплексов. Обсуждаются вопросы экспериментального изучения процессов природного алмазообразования.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплина по выбору, курс – 2, семестр – 3 .

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Перечень дисциплин, которые должны быть освоены до начала освоения данной дисциплины: «Минералогия», «Петрология», «Геохимия», «Экспериментальная и техническая петрография», «Петрология мантии». Дисциплина необходима в качестве предшествующей 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
ПК-5.М Способен к профессиональной эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования в соответствии с профилем подготовки;	М.ПК-5. И-1. Имеет практические навыки эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования (по профилю подготовки).	Знать: основные методы лабораторного исследования алмазоносных пород; Уметь: ставить экспериментальные задачи по изучению процессов, происходящих при высоких давлениях и температурах; Владеть: подходами изучения алмазоносных горных пород с использованием экспериментального и аналитического оборудования
СПК-4.М Способен использовать различные типы петрологических и петрохимических диаграмм для решения научных и	М.СПК-4. И-1. Знает основные типы петрологических и петрохимических диаграмм.	Знать: основные типы петрологических и петрохимических диаграмм, используемых для реконструкции высокобарической

практических петрологических задач.		истории алмазоносных горных пород.
	М.СПК-4. И-2. Понимает базовые принципы построения различных типов петрологических и петрохимических диаграмм.	Уметь: строить петрологические и петрохимические диаграммы, используемые для изучения алмазоносных пород
	М.СПК-4. И-3. Владеет навыками использования различных типов петрологических и петрохимических диаграмм для решения научных и практических петрологических задач.	Владеть: навыками реконструкции истории образования алмазоносных пород при помощи различных типов петрологических и петрохимических диаграмм

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

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **1** з.е., в том числе **28** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (занятия лекционного типа), **8** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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. Общие представления об алмазе и других полиморфных модификациях углерода.		4		0	4	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа.
Раздел 2. Генетические типы алмазоносных горных пород.		18		0	18	Написание реферата по разделу, описание шлифа алмазоносной породы, 4 часа
Раздел 3. Классификации природных вод и графические методы изображения их химического состава.		6		0	6	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>						2
Итого	36			28		8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1.

Модификации углерода в природе. Основы геохимии углерода. Кристаллохимические особенности и физические свойства модификаций углерода. Положение основных модификаций углерода (алмаз, графит, лонсдейлит, карбин, металлический углерод) на фазовой Р-Т диаграмме. Метастабильные состояния графита и алмаза и их причины.

Алмаз. Морфологические типы (по Ю.Л. Орлову), формы роста, особенности примесного и изотопного составов, физические свойства и внутреннее строение. Применение алмаза. Генетические типы алмаза. Обзор существующих моделей образования алмаза различных генетических типов.

Раздел 2.

Алмазоносные метеориты. Распространенность алмаза, особенности его примесного и изотопного состава. Фазовые ассоциации алмаза метеоритов. Алмазы межзвездной пыли.

Алмазоносные импактиты. Астроблемы – источники импактных алмазов. Геологическая позиция. Примеры алмазоносных астроблем (Попигайская и Аризонская), их строение и петрологические особенности. Минеральные ассоциации алмазоносных импактитов и оценка параметров ударного метаморфизма. Эксперимент в изучении алмазоносных импактитов.

Алмазоносные кимберлиты. Геолого-тектоническая позиция и возраст кимберлитовых тел. Петрохимия кимберлитов. Минералы-индикаторы алмаза и критерии алмазоносности кимберлитов. Алмазоносные ксенолиты (гранатовые перидотиты и эклогиты). Алмазоносные лампроиты. Россыпные месторождения алмаза.

Включения в алмазе. Расплав/флюидные включения, их состав, типы и значение для реконструкции среды природного алмазообразования. Кристаллические включения: прото-, син- и эпигенетические типы. Подразделение сингенетических включений на перидотитовую и эклогитовую ассоциации. Термобарометрия включений. Ультравысококобарные алмазы с включениями фаз переходной зоны и нижней мантии.

Алмазоносные метаморфические породы. Примеры алмазоносных метаморфических комплексов: Кокчетав (Казахстан), Дабешань (Китай), их петрологические особенности и фазовые ассоциации алмаза. Р-Т тренды эволюции алмазоносных метаморфических комплексов.

Раздел 3.

Эксперимент в изучении алмазообразования. Синтез алмаза при низком давлении (пиролиз, CVD- процесс). Экспериментальное изучение алмазообразования при высоких РТ-параметрах и его приложении к природным процессам. Нуклеация алмаза в средах различного химического состава, параметры процессов и их основные характеристики.

Экспериментальное изучение фазовых отношений в мантийных алмазообразующих средах. Химизм среды природного алмазообразования. Критерии алмазообразующей эффективности различных химических сред. Алмазообразование в многокомпонентных хлорид-сульфид-силикат-карбонатных средах с природным химизмом.

Содержание лекционного курса.

Лекция 1. Обсуждаются главные модификации углерода их положение на фазовой Р-Т диаграмме. Рассматриваются особенности геохимии углерода, кристаллохимии и физических свойств его модификаций, а также причины широко проявленных метастабильных состояний графита и алмаза. Рассматриваются морфологические типы, формы роста, особенности примесного и изотопного составов, физические свойства и внутреннее строение природных алмазов.

Лекция 2. Обсуждаются генетические типы алмазоносных горных пород. Проводится обзор существующих моделей образования алмаза различных генетических типов. Дается краткая характеристика алмазоносных метеоритов и импактитов, кимберлитов и лампроитов,

метаморфических пород, а также прочих алмазоносных образований. Обсуждается распространенность алмаза, особенности его примесного и изотопного состава и фазовые ассоциации.

Лекция 3. Обсуждается экспериментальное изучение алмазообразования. Рассматривается синтез алмаза при низком давлении (пиролиз, CVD- процесс), а также экспериментальное изучение алмазообразования при высоких РТ-параметрах и его приложение к природным процессам.

На семинарах студенты знакомятся с минералого-петрографическими характеристиками кимберлитов и лампроитов из алмазоносных трубок, проводят петрографическое описание мантийных ксенолитов из кимберлитов. Рассматриваются методические аспекты экспериментального изучения фазовых отношений в мантийных алмазообразующих средах. Производится реконструкция химизма среды природного алмазообразования на основе применения критериев алмазообразующей эффективности различных химических сред. Обсуждается алмазообразование в многокомпонентных хлорид-сульфид-силикат-карбонатных средах с природным химизмом. Ключевые вопросы курса анализируются в форме подготовки студентами презентаций и докладов.

Самостоятельная работа студентов включает описание шлифов кимберлитов и мантийных ксенолитов (перидотитов и эклогитов) и написание реферата по основным разделам курса.

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.

В течение семестра студентам предлагается самостоятельно описать и определить образцы и шлифы кимберлитов и мантийных ксенолитов из алмазоносных трубок. Предусмотрено написание краткого реферата по предлагаемым темам, а также проведение двух контрольных опросов по первому и третьему разделам курса.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

Модификации углерода их положение на фазовой Р-Т диаграмме.

1. Причины метастабильных состояний графита и алмаза.
2. Морфологические типы и формы роста природных алмазов.
3. Особенности примесного и изотопного составов, физические свойства и внутреннее строение природных алмазов.
4. Генетические типы алмаза.
5. Алмазоносные метеориты, распространенность алмаза, особенности его примесного и изотопного состава и фазовые ассоциации.
6. Алмазоносные импактиты, минеральные ассоциации алмазоносных импактитов и оценка параметров ударного метаморфизма.
7. Алмазоносные астроблемы, их геологическая позиция, строение и петрологические особенности.
8. Алмазоносные кимберлиты, их петрохимия, геолого-тектоническая позиция и возраст кимберлитовых тел.
9. Минералы-индикаторы алмаза и критерии алмазоносности кимберлитов.
10. Алмазоносные ксенолиты (гранатовые перидотиты и эклогиты).
11. Алмазоносные лампроиты.

12. Россыпные месторождения алмаза.
13. Расплав/флюидные включения в алмазе, их типы, состав и термобарометрия.
14. Кристаллические включения в алмазах перидотитового и эклогитового типов.
15. Ультравысокобарные алмазы с включениями фаз переходной зоны и нижней мантии.
16. Алмазоносные метаморфические породы и примеры алмазоносных метаморфических комплексов.
17. Алмазоносные породы, их петрологические особенности, фазовые ассоциации алмаза и P-T тренды эволюции.
18. Синтез алмаза при низком давлении (пиролиз, CVD- процесс).
19. Экспериментальное изучение алмазообразования при высоких P-T-параметрах и его приложение к природным процессам.
20. Экспериментальное изучения фазовых отношений в мантийных алмазообразующих средах.
21. Химизм среды природного алмазообразования по экспериментальным данным.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
Знания систематики и номенклатуры главных типов алмазоносных горных пород; условий образования алмаза и его фазовых ассоциаций в породах различного типа.	Знания отсутствуют или весьма фрагментарны	Знания систематические, но возможна их недостаточная структурированность или наличие небольших пробелов
Умения применять полученные знания к реконструкции высокобарической истории алмазоносных горных пород и других мантийных образований; ставить экспериментальные задачи по изучению процессов, происходящих при высоких давлениях и температурах, использовать петрологические и петрохимические диаграммы для интерпретации экспериментальных и аналитических результатов	Отсутствие умений или весьма несистематическое умение	В целом успешное умение применять полученные знания к реконструкции высокобарической истории алмазоносных горных пород и анализу экспериментальной и аналитической информации, но с возможными отдельными пробелами принципиального характера
Владение подходами к всестороннему изучению алмазоносных горных пород с использованием классических и	Отсутствие навыков владения современными и классическими петрографическими методами или наличие только отдельных навыков	Сформированные навыки использования современных и классических петрографических методов изучения алмазоносных пород, но возможно их

современных петрографических методов.		использование не в активной форме
---------------------------------------	--	-----------------------------------

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Буланова Г.П., Барашков Ю.П., Тальникова С.Б., Смелова Г.Б. Природный алмаз – генетические аспекты Новосибирск: Наука. 1993.
2. Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. Новосибирск: Наука. 1974.
3. Доусон Дж. Кимберлиты и ксенолиты в них. М.: Мир. 1983.
4. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: Наука. 1984.
5. Посухова Т.В., Гаранин В.К., Гаранин К.В. Минералогия месторождений алмаза. М.: МАКС-Пресс. 2012.
6. Бобров А.В., Литвин Ю.А., Дымшиц А.М. Экспериментальные исследования карбонатно-силикатных систем мантии в связи с проблемой алмазообразования. М.: ГЕОС. 2011.

- дополнительная литература:

1. Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Марфунин А.С., Михайличенко О.А. Включения в алмазе и алмазоносные породы. М.: Изд-во МГУ, 1991
2. Лаврова Л.Д., Печников В.А., Плешаков А.М. и др. Новый генетический тип алмазных месторождений. М.: Научный мир. 1999.
3. Фельдман В.И. Астроблемы – звездные раны Земли // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 9. С. 67-74.
4. Navon O. Diamond formation in the Earth's mantle. Proceedings of the VII Intern. Kimberlite Conf., 1999, vol. 2, pp. 584-604.
5. Taylor L.A., Anand M. Diamonds: time capsules from the Siberian mantle. Chemie der Erde 2004, vol. 64, pp.1–74.

Б) Перечень программного обеспечения: Microsoft Office PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

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

<http://wiki.web.ru/wiki> - сайт открытой энциклопедии по наукам о Земле.

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 – коллекция пород и шлифов кимберлитов и мантийных ксенолитов из алмазоносных трубок.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Бобров А.В.

11. Разработчик программы – Бобров А.В.