

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

Петрография метеоритов и импактитов

Автор-составитель: Глазовская Л.И.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геохимия

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, 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

Целью курса «Петрография метеоритов и импактитов» является:

а) приобретение студентами знаний о роли метеоритов как уникального источника информации о формировании и эволюции твердого вещества Солнечной системы.

б) формирование понимания метеоритики как ключевого звена связи космохимии с петрологией, минералогией и геохимией планет.

в) рассмотреть со студентами роль импактных процессов в истории Земли и в солнечной системе, воздействие ударных волн на породы и минералы, критерии идентификации астроблем. Сформировать у студентов понимание процессов импактообразования, высокобарного преобразования вещества, процессов происходящих в веществе при нагревании его в ходе импактообразования до высоких температур. Рассмотреть диаплектовые преобразования вещества в импактитах.

Рассмотреть петрохимические и геохимические характеристики импактных расплавов, нахождение метеоритного вещества в импактитах.

Задачи - Для решения поставленных целей по петрологии метеоритов необходимо рассмотреть со студентами классификацию метеоритов, посмотреть основные типы метеоритов под микроскопом и научить студентов пониманию петрологических особенностей метеоритов. По формированию импактитов необходимо представить студентам результаты изучения импактного вещества, комплекс процессов ударного метаморфизма : дробления, плавления и кристаллизации импактного расплава, конденсации пара. Показать процессы импактного преобразования вещества в шлифах, и продемонстрировать данные изучения импактитов различных астроблем.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Дисциплина «Петрография метеоритов и импактитов» имеет два раздела.

Раздел, посвященный метеоритике включает три блока. В вводной части (1 пп.) даются основные представления о метеоритике и метеоритах. В части, посвященной хондритам (2-4 пп.), рассматриваются их состав, классификация, процессы формирования на ранних стадиях Солнечной системы, их метаморфизм. В разделе о дифференцированных метеоритах (5-7) даются представления об их многообразии и процессах дифференциации на их родительских телах. Заключительная часть (8) посвящена современным представлениям об истории Солнечной системы.

Раздел второй посвящен изучению астроблем (геологических структур космического, ударного происхождения) и слагающих их пород- импактитов. В курсе рассматриваются петрографические особенности импактитов, их классификация и номенклатура. Рассматриваются критерии отличия импактитов от сходных по облику и составу эндогенных и вулканогенных образований. Подробно приводятся данные по изучению вещественного состава (в том числе и геохимического) импактитов и импактных стекол., диаплектовых преобразований. Рассматривается воздействие ударных волн на вещество и высокобарные фазы в импактитах. Особое внимание в процессе обучения уделяется петрологическим особенностям импактитов наблюдаемым при изучении их в шлифах под микроскопом и под растровым электронным микроскопом.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – 3, семестр – 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Основы неорганической химии», «Петрология». Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>ОПК-1.Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).</p>	<p>Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: современные представления об образовании и ранних стадиях эволюции Солнечной системы;</p>
	<p>Б.ОПК-1. И-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности</p>	<p>Уметь: использовать базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле при описании метеоритов и импактитов. Владеть: методикой микроскопического и макроскопического описания метеоритов и импактитов.</p>
<p>ОПК-2.Б Способен применять теоретические основы фундаментальных геологических дисциплин при решении задач профессиональной деятельности (формируется частично).</p>	<p>Б.ОПК-2. И-1. Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях геологических процессов для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знать: основные сведения о породообразующих минералах и парагенезисах характерных метеоритов и импактитов, Уметь: определять структуры и минеральный состав метеоритов и импактитов, Владеть: методами изучения импактитов с использованием поляризационного микроскопа.</p>
<p>СПК-1.Б Способен к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации в области наук геохимического цикла</p>	<p>Б.СПК-1. И-1. Владеет методами поиска и анализа информации в области наук геохимического цикла, в том числе – с применением современных информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Знать: признаки выявления импактных структур и признаки их отличия от структур вулканического происхождения; .</p>
	<p>Б.СПК-1. И-2. Владеет навыками систематизации и интерпретации данных в области наук геохимического цикла.</p>	<p>Уметь: проводить детальную классификацию метеоритов и импактитов по их структурным, минеральным и химическим особенностям; Владеть: методами отличия метеоритов от эндогенных горных пород и техногенных образований</p>

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 26 академических часов, отведенных занятию лекционного типа, 46 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Формы текущего контроля: рефераты, контрольные работы, тестирование, устные опросы. 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. Геология астроблем, диаплектовые изменения.		6			6	10 часов. Тестовый опрос, описание шлифов.
Раздел 2. Петрология импактитов		8			8	10 часов. Тестовый опрос, описание шлифов.
Раздел 3. Основы метеоритики		6			6	10 часов. Устный опрос. Описание шлифов.
Раздел 4. Ударные процессы. Структура и минералогия метеоритов.		6			6	10 Устный опрос, описание шлифов.
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>						6
Итого	72				26	46

Содержание разделов дисциплины:

Петрология импактитов.

1. Понятие об ударном метаморфизме. Ударные кратеры на планетах солнечной системы. Геология астроблем. Строение простых и сложных метеоритных кратеров.
2. Астроблемы в пространстве и времени. Геофизическая характеристика астроблем: гравиметрические и магнитные аномалии.
3. Воздействие ударных волн на вещество. Зональность преобразования вещества в метеоритном кратере. Обломочные импактиты.
4. Международная классификация импактитов. Зювиты. Расплавные импактиты. Тектиты и их поля рассеяния.
5. Диаплектовые изменения минералов. Диаплектовые стекла. Высокобарические фазы в импактитах и условия их образования.
6. Петрохимические и геохимические характеристики астроблем. Критерии идентификации астроблем. Метеоритное вещество в импактитах.

Петрология метеоритов. Основы метеоритики. Классификация метеоритов.

Хондриты, их метаморфизм и родительские тела. Структуры хондритов и их минералогия. Ударный метаморфизм хондритов и высокобарные фазы. Дифференцированные и планетарные метеориты. Структура и минералогия дифференцированных метеоритов. Микрометеориты. История Солнечной системы

Содержание практических (лабораторных занятий) Просмотр и описание шлифов импактитов.

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.

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов:

- самостоятельный просмотр шлифов из коллекции кафедры петрологии по разделам, пройденным на аудиторных занятиях;
- работа с дополнительной литературой по разделам, пройденным на аудиторных занятиях;
 - посещение Музея Метеоритики в ГЕОХИ РАН с рассмотрением представленной коллекции метеоритов.

– Типовые упражнения и расчетные задания:

- При просмотре шлифов студентам предлагается найти диагностические признаки отличия импактитов от магматических пород, найти в шлифах планарные элементы, планарные трещины, диаплектовые минералы, лешательерит. Оценить количество стекла в стеклосодержащих импактитах.
- По курсу петрологии метеоритов, определить минералы хондр в хондритах, текстурные особенности матрицы метеоритов.

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

– Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

– Контрольные вопросы по разделу импактитов и астроблем:

1. Какие процессы определяют поверхность Меркурия? Марса? Какой комплекс пород обнаружен на Меркурии, но не найден на Земле?
2. Что такое «моря» и «материки» на Луне?
3. Какие процессы определяют поверхность Юпитера и его спутников? Чем отличается строение планет гигантов от строения планет земной группы? Что Вы знаете о падении кометы Шумейкера Леви на поверхность Юпитера?

4. Какие элементы рельефа определяют поверхность Венеры? Какие процессы преобладают в формировании поверхности Венеры?, Меркурия?, Луны?
5. Где расположены внутренний пояс астероидов и пояс Койпера?
6. Какие высокобарные фазы и по каким минералам встречаются в импактитах?
7. Чем отличаются твердофазовые изменения минералов при мартенситном переходе и при миграционном переходе в высокобарную фазу?
8. Нарисуйте схему строения простого кратера с указанием типов импактитов внутри кратерной воронки и в закратерных выбросах.
9. Назовите метеоритный кратер на базальтах и где он находится. Перечислите комплекс диаплектовых изменений в минералах (по мере возрастания давления).
10. Что отображает ударная адиобата Гюгонио? Какие области на ней выделяются (для кварца)? Что такое планарные элементы в минералах? Их использование для геобарометров.
11. Что такое лешательерит? Почему бывший лешательерит имеет структуру «рыбьей чешуи»?
12. Что такое диаплектовые стекла минералов? Чем они отличаются от плавленных мономинеральных стекол?
13. Что такое ударно термический агрегат (УТА)? Из каких минералов он состоит если образуется по биотиту?, гранату?, амфиболу?
14. Перечислите комплекс диаплектовых изменений в минералах (по мере возрастания давления).

Контрольные вопросы по разделу метеоритов:

1. История формирования Солнечной системы – от газо-пылевого диска до ее современного состояния
2. Петрографо-минералогическое разнообразие метеоритов
3. Классификация хондритов
4. Родительские тела метеоритов и их разнообразие, спектральные типы астероидов
5. Минералогия и петрография углистых хондритов, тугоплавкие включения, внесолнечная компонента
6. Хондры и их образование
7. Минералогия и петрография обыкновенных и энстатитовых хондритов, их происхождение. N, L и LL хондриты, правила Прайора
8. Дифференцированные метеориты, их типы, минералогия и петрография, родительские тела
9. Марсианские и лунные метеориты
10. Железные метеориты – структурная и химическая классификация, их родительские тела
11. Изотопы кислорода и их вариации в твердом веществе Солнечной системы, методы изотопной геохимии в метеоритике
12. Проявления ударного метаморфизма в метеоритах
13. Высокобарные фазы в метеоритах
14. Возраста метеоритов, их типы и методы их определения
15. Химический состав хондритов и ахондритов, его отличие и сходство с земными породами
16. Микрометеориты – классификация, поток на Землю и его специфика, источники микрометеоритов
17. Образование твердых планет, формирование системы Земля-Луна

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Оценка результатов обучения,	Незачет	Зачет
------------------------------	----------------	--------------

<i>соответствующие виды оценочных средств</i>		
Знания признаков выявления импактных структур и их отличий от структур вулканического происхождения.	Знания отсутствуют или весьма фрагментарны	Знания систематические, но возможна их недостаточная структурированность или наличие небольших пробелов
Умения определять структуры и минеральный состав метеоритов и импактитов	Отсутствие умений или весьма несистематическое умение	В целом успешное умение определения структур и минерального состава метеоритов и импактитов, но с возможными отдельными пробелами принципиального характера
Владение методами исследования взеземного вещества, методами изучения импактитов с использованием поляризационного микроскопа	Отсутствие владения методами исследования взеземного вещества, методами изучения импактитов с использованием поляризационного микроскопа или наличие только отдельных навыков	Сформированные навыки владения методами исследования взеземного вещества, методами изучения импактитов с использованием поляризационного микроскопа, но возможно их использование не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- **основная литература:** (печатные издания имеются в Библиотеке МГУ и кафедральном фонде)

1. Импактитогенез, Фельдман В.И., Глазовская Л.И. М.: МГУ. «КДУ» 2018. 151с.
2. Фельдман В.И. Петрология импактитов//Изд МГУ 1990г. 298 с.
3. Масайтис В.Л.Данилин А.Н. Геология астроблем. Недра, 1980г. 230с.
4. А.Маракушев, Л.Б.Грановский, Н.Г. Зиновьева, Щ.Б.Митрейкина, О.В. Чаплыгин// Космическая петрология Москва, 2003, 387 с..
5. Глазовская Л.И. Логойская астроблема., Наука, Москва, 1991г. 134 с.

- **дополнительная литература:**

1. Метеоритные структуры на поверхности планет. Наука, 1979 г. 233с.
2. Ударные кратеры на луне и планетах // Наука, 1983 199 с.
3. Додд Р.Т. Метеориты. М., «Мир», 1986, 384 стр.
4. Мэйсон Б.. Метеориты. М., «Мир» 1965, 306 стр.
5. Вальтер А.А. , Рябенко В.А. Взрывные кратеры украинского щита.
6. 2. Кинг Э. Космическая геология. М., «Мир». 1979, 380 стр.

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 15 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 петрографических шлифов импактитов и метеоритов, коллекция пород импактитов и метеоритов для макроскопической диагностики,

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Глазовская Л.И.

11. Разработчик программы – с.н.с. Глазовская Л.И.