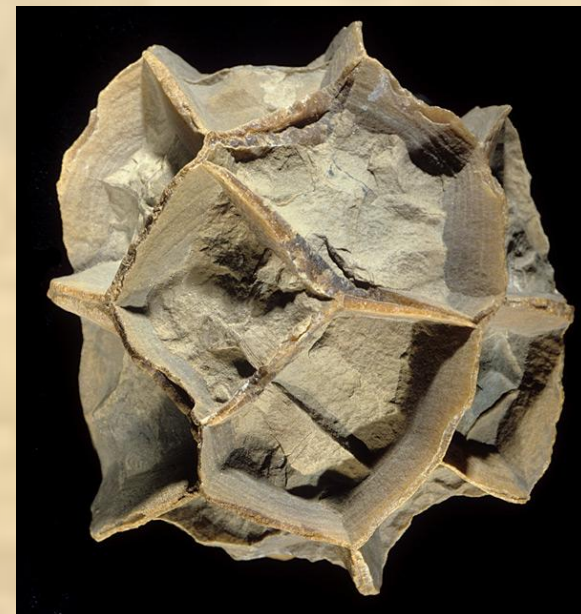
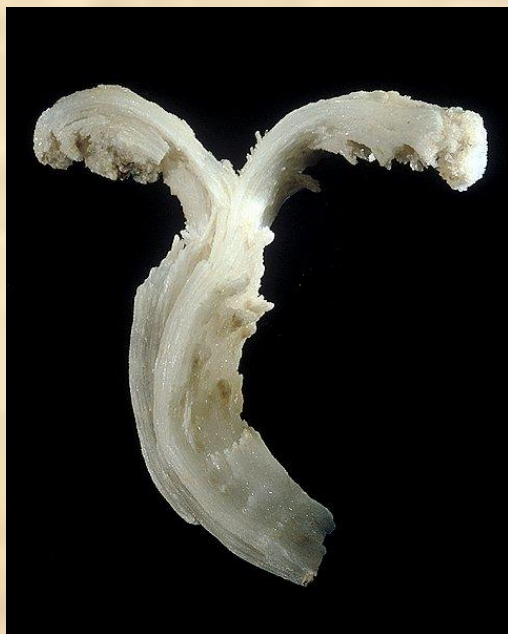




# Классификация минералов



**В основе принятой в настоящее время классификации минералов лежат химический состав и структура. Большое внимание уделяется также генезису (греч. "генезис" - происхождение), что позволяет познавать закономерности распространения минералов в земной коре.**

**Роль различных минералов в строении земной коры неодинакова: одни встречаются редко и представляют собой лишь незначительные и необязательные включения в горные породы; другие слагают основную массу пород, определяя их свойства; третьи, образующие локальные скопления или рассеянные в породах, представляют интерес как полезные ископаемые.**

# Диагностическими признаками минералов являются:

- форма выделений,
- цвет,
- плотность,
- твердость,
- механические,
- оптические,
- магнитные,
- электрические и др. свойства.

# Класс самородных элементов

**Минералы этих классов не относятся к породообразующим, но многие из них являются ценными полезными ископаемыми.**



**Самородное серебро  
Дендритовидный сросток кристаллов  
Норвегия**

Из наиболее распространенных минералов первого класса можно назвать *серу S*, возникающую в процессе возгонки паров при вулканических извержениях, а также в поверхностных условиях при химических изменениях минералов классов сульфидов и сульфатов и биогенным путем. Используется в химической промышленности для получения серной кислоты, в сельском хозяйстве и в ряде других отраслей.



***Графит С*** связан преимущественно с процессами метаморфизма. Широко применяется в металлургии, для производства электродов и др.



К этому же классу относятся такие ценные минералы, как алмаз, золото, платина и др.



*Платина*



*Самородное золото*  
Сросток кристаллов.  
Река Лена, Якутия,  
Россия.



*Самородная медь*



*Алмаз Орлов*



# Класс сульфидов

*Галенит, или свинцовый блеск  $PbS$* , - встречается в виде кристаллических агрегатов, реже - отдельных кристаллов и их сростков..



Одним из наиболее распространенных минералов класса сульфидов является *пирит  $FeS_2$* . Образует агрегаты разной зернистости, часто встречаются вкрапленные в породы кубические кристаллы



**Сфалерит**, или **цинковая обманка  $ZnS$** , - встречается в виде кристаллических агрегатов, реже сростков кристаллов кубической сингонии. Цвет бурый, редко бесцветный, примесями железа бывает окрашен в черный; черта желтая, бурая; блеск алмазный, металловидный; просвечивает; спайность совершенная в шести направлениях параллельно граням ромбического додекаэдра; твердость 3,5-4; плотность около 4.



Сфалерит.  
Кавалерово. Приморье

**Происхождение минералов класса сульфидов связано главным образом с горячеводными растворами (гидротермальными). Они часто встречаются в кварцевых жилах вместе со многими минералами класса самородных элементов.**

# Класс галоидных соединений

К нему относятся минералы, представляющие соли фтористо-, бромисто-, хлористо-, йодистоводородных кислот. Наиболее распространенными минералами этого класса являются хлориды, образующиеся главным образом при испарении вод поверхностных бассейнов. Известны выделения хлоридов и из вулканических газов.

**Галит**  $\text{NaCl}$  - образует плотные кристаллические агрегаты, реже кристаллы кубической формы.



Галит. Друза блочных кубических кристаллов. Германия



**Сильвин**  $\text{KCl}$  - близок по происхождению и по физическим свойствам к галиту, с которым часто образует единые агрегаты. Отличительный признак - горько-соленый вкус. Применяется в основном как сырье для калийных удобрений, в химической промышленности.



Сильвин. Полосчатый агрегат сильвина и галита. Белоруссия.

Фториды связаны преимущественно с гидротермальными, а также с магматическими и пневматолитовыми процессами (греч. "пневма" - дух, газ). К ним относится **флюорит**, или **плавиковый шпат** -  $\text{CaF}_2$ , встречающийся в виде зернистых скоплений, отдельных кристаллов и их сростков. Используется в металлургической, химической, керамической промышленности, прозрачные разновидности - в оптике.



Блочный кубический кристалл прозрачного зеленоватого флюорита

# **Класс оксидов и гидроксидов**

**По количеству входящих в него минералов занимает одно из первых мест: на его долю приходится около 17% всей массы земной коры. Из них около 12,5% составляют оксиды кремния и 3,9% - оксиды железа. Минералы этого класса образуются как в эндогенных, так и в экзогенных условиях.**

**Кварц**  $\text{SiO}_2$  - широко распространенный в земной коре породообразующий минерал. Кварц встречается в виде зернистых агрегатов, плотных масс, зерен в породах, в пустотах образует кристаллы и их сростки. Кристаллы имеют сложную форму, основой которой является шестигранная призма. Цвет разнообразный - бесцветный, белый, серый, встречаются окрашенные разновидности.





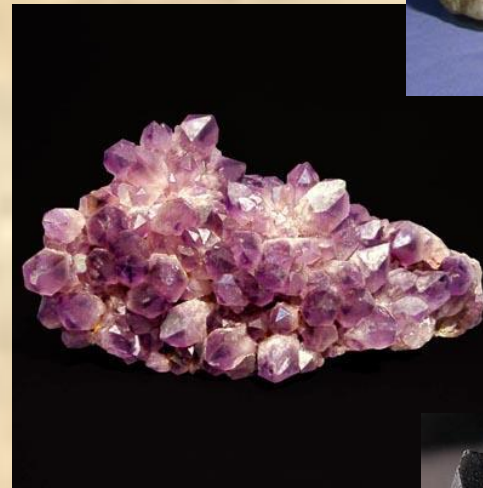


*Горный хрусталь*

*Розовый кварц*



Окраска лежит в основе выделения разновидностей кварца: горный хрусталь - бесцветные прозрачные кристаллы; дымчатый кварц - серо-дымчатые, бурые; аметист - фиолетовые кристаллы; морион - черные и др.



*Аметист*

*Морион*



**Кварц выделяется при кристаллизации магмы, выпадает из горячих растворов и паров, возникает в процессе метаморфизма. В экзогенных условиях образуется редко. Химически устойчив в любых условиях.**

***Халцедон*  $\text{SiO}_2$  -**  
скрытокристаллический  
минерал, образующий  
плотные, часто натечные  
массы. Связан с  
гидротермальными  
процессами,  
сопровождающими  
вулканическую  
деятельность, возникает  
в экзогенных условиях.



**"Разбитое сердце Жугана"  
Халцедон. Чукотка.**

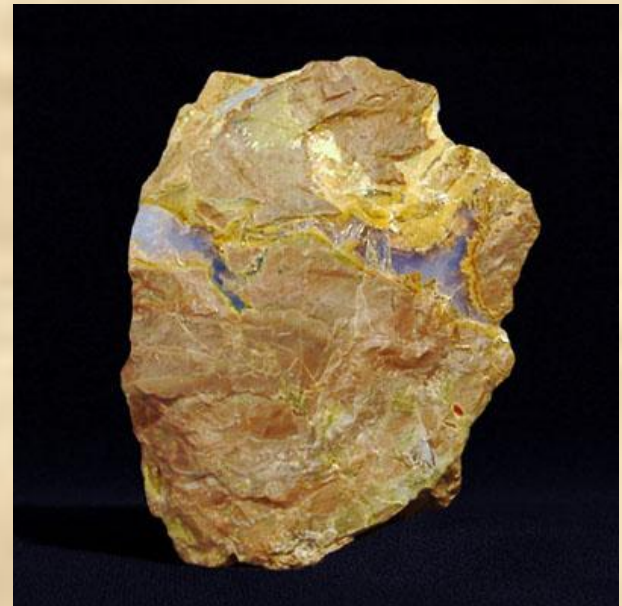
**Кварц и халцедон используются в стекольной, химической промышленности, в строительстве, горный хрусталь (пьезокварц) - в оптике и радиотехнике. Красиво окрашенные разновидности применяются в ювелирном деле. Месторождения многочисленны.**

***Опал***  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  - аморфный минерал. Образует плотные, часто натечные массы, слагает некоторые осадочные породы органического происхождения (см. ниже). Образуется при выветривании силикатов, в результате жизнедеятельности некоторых организмов; выпадает и из горячих растворов, образуя гейзериты. Используется в ювелирном деле как поделочный камень, в строительстве как абразивный материал.

# Опал



Фрагмент выполнения мономинерального  
прожилка огненным *опалом* Казахстан.



Широко распространены в природе минералы оксида железа. *Гематит*, или *железный блеск*  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , образует плотные мелкокристаллические агрегаты чешуйчатого строения, скрытокристаллические массы (красный железняк), а также желваки (конкреции) радиально-лучистого или скорлуповатого строения.



Гематит. Урал

***Магнетит***, или  
***магнитный железняк***  
 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , или  $\text{Fe} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  
обычно образует  
плотные  
кристаллические  
агрегаты. Сингония  
кубическая. По  
свойствам напоминает  
кристаллическую  
разновидность гематита,  
но отличается от него  
черным цветом черты и  
магнитными  
свойствами.





**Образование гематита и магнетита связано главным образом с эндогенными процессами - магматическими, гидротермальными и метаморфическими. Гематит может возникать и в экзогенных условиях (при выветривании, в морской среде). Месторождения руд, связанных с этими минералами, широко распространены.**

# Класс карбонатов

**объединяет большое число минералов, для которых характерна реакция с соляной кислотой, сопровождающаяся выделением углекислого газа. Образование карбонатов связано главным образом с поверхностными химическими и биохимическими процессами, а также с метаморфическими и гидротермальными**

***Кальцит***, или ***известковый шпат***  $\text{Ca}[\text{CO}_3]$  - один из наиболее распространенных в земной коре минералов, участвующих в строении как осадочных, так и метаморфических пород. Применение разнообразно: в строительстве, в металлургической и химической промышленности, как поделочный камень, исландский шпат - в оптике. Месторождения многочисленны.



**Доломит**  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$  -  
распространенный минерал,  
образующий кристаллические  
и землистые агрегаты.  
Используется в металлургии  
и строительстве.  
Распространен широко.

Доломит, Испания



**Сидерит**  $\text{Fe} [\text{CO}_3]$ ,

Друза ромбоэдрических  
кристаллов сидерита.  
КМА, Россия.



Минералы класса сульфатов осаждаются в поверхностных водоемах, образуются при окислении сульфидов и серы в зонах выветривания, реже связаны с вулканической деятельностью.

*Ангидрит*  $\text{Ca}[\text{SO}_4]$ -



*Гипс*  $\text{Ca}[\text{SO}_4]_2\text{H}_2\text{O}$ ,

# Класс фосфатов

*Апатит*  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$



*Фосфорит.*

Черные сферолитовые  
конкреции в песчанике  
Украина



# Класс силикатов

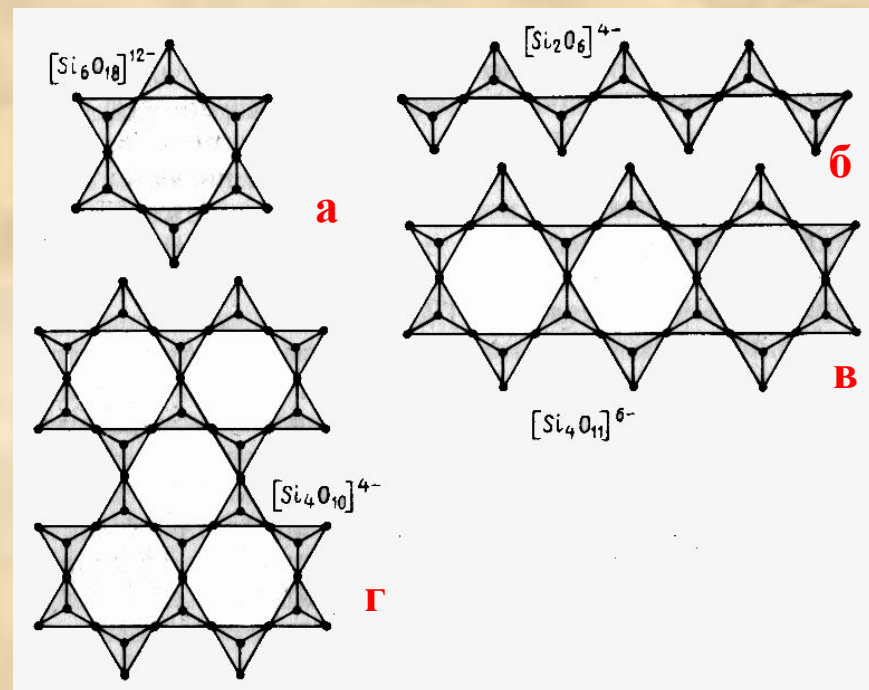
**Минералы этого класса широко распространены в земной коре (свыше 78%). Они образуются преимущественно в эндогенных условиях, будучи связаны с различными проявлениями магматизма и с метаморфическими процессами. Лишь немногие из них возникают в экзогенных условиях. Многие минералы этого класса являются породообразующими магматических и метаморфических горных пород, реже осадочных.**

Силикаты характеризуются сложным химическим составом и внутренним строением. В основе их структуры лежит

**кремнекислородный тетраэдр**, в центре которого находится ион кремния  $\text{Si}^{4+}$ , а в вершинах - ионы кислорода  $\text{O}^{2-}$ , которые создают четырехвалентный радикал  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ .

Частичная замена четырехвалентных ионов кремния трехвалентными ионами алюминия приводит к возникновению у такого соединения некоторого дополнительного отрицательного заряда. Минералы с подобным строением называются

**алюмосиликатами**



Структура силикатов:

- а* - кольцевая - кремнекислородный радикал  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ ;
- б* - цепочечная - кремнекислородный радикал  $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$ ;
- в* - ленточная - кремнекислородный радикал  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ ;
- г* - слоевая - кремнекислородный радикал  $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$



**В основу классификации минералов  
положены различия в типах химических  
соединений, кристаллических структур и  
их пространственных мотивов  
(островные, цепочечные, слоистые и др.).**

# Островные силикаты

**Оливин**, или **перидот**,  
(Mg,Fe)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>], член  
изоморфного ряда  
минералов **форстерит**  
(бесцветный) Mg<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>] и  
**фаялит** (черный) Fe<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]



**Оливин**



Фрагмент (распил пополам)  
крупного (15 см) нодуля,  
сложенного массивным  
зернистым агрегатом  
**форстерита** с зернами  
пироксена и хромдиоксида.  
Австрия.

# Цепочечные и ленточные силикаты и алюмосиликаты

Цепочечной структурой обладают минералы группы пироксенов.

- *Гиперстен*  
(Fe,Mg)<sub>2</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]
- *Авгит* (Ca,Na)  
(Mg,Fe<sup>2+</sup>,Al,Fe<sup>3+</sup>)  
[(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]

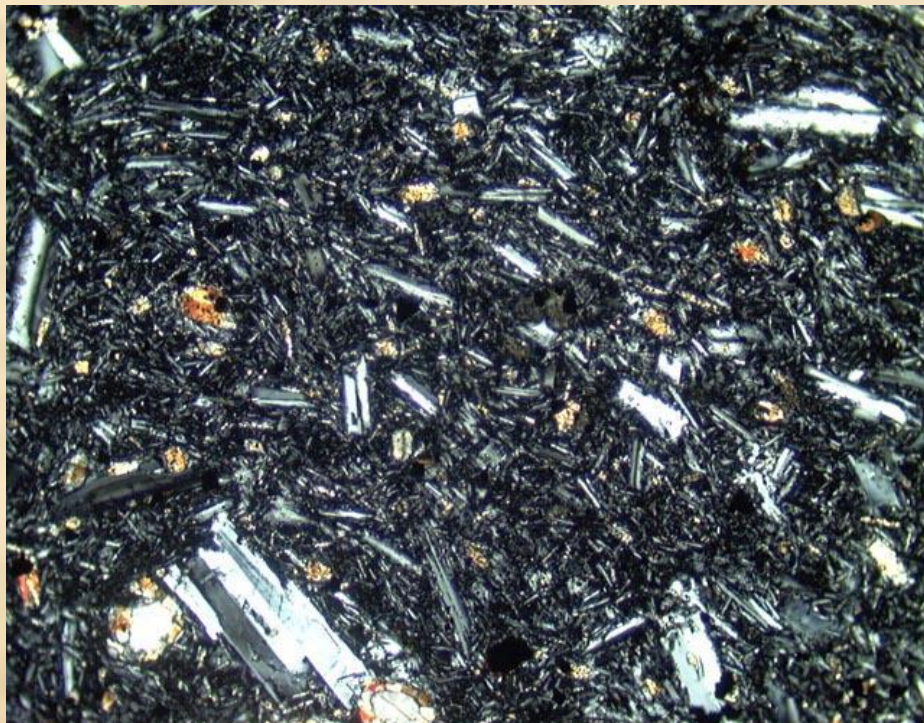
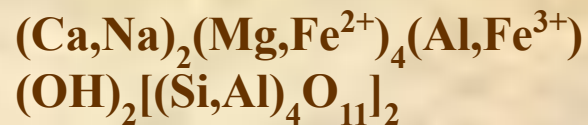
*Гиперстен*



*Эгирин-авгит.*  
Южный Урал

# Ленточной структурой обладают минералы группы амфиболов

## *Роговая обманка*



Роговая обманка.  
Южное Прибайкалье.

# **К листовым (слоевым) силикатам и алюмосиликатам**

**относится большое количество минералов, из которых многие являются породообразующими магматических, метаморфических и глинистых осадочных горных пород. Кристаллизуются в моноклинной сингонии. Обладают весьма совершенной спайностью в одном направлении, параллельном "листам" кристаллической структуры, и небольшой твердостью (1-4).**

Наиболее распространенными минералами этой структурной группы являются *слюды*, зерна которых встречаются во многих магматических и метаморфических породах; в жилах отдельные кристаллы слюд достигают в сечении нескольких квадратных метров. Происхождение магматическое, гидротермальное, метаморфическое.

# СЛЮДЫ



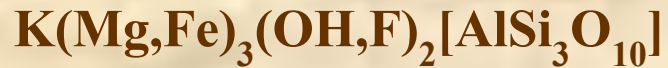
*Биотит*

*Мусковит.*

Волянь. Украина.



- *Биотит*



- *Мусковит*  $\text{KAl}_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

- *Тальк*  $\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

- *Серпентин (змеевик)*



*Тальк благородный.*

Шабры. Средний Урал.



*Серпентин.*

Средний Урал.

# Каркасные силикаты



*Лазурит.*

$\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6[\text{SO}_4, \text{S}]_2$ . Южное Прибайкалье



*Амазонит (микроклин).*

$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ . Южное Прибайкалье



*Нефелин.*

$\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$ . Южный Урал



*Лунный камень.*

Плагиоклаз. Южное Прибайкалье



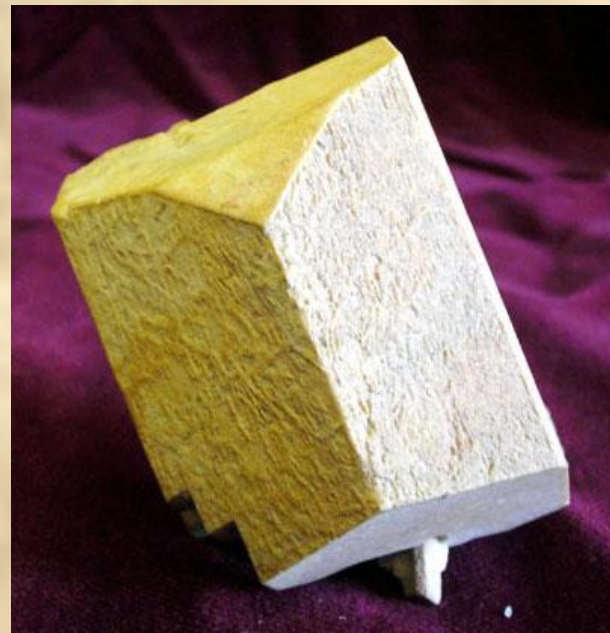
Минералы *группы полевых шпатов* пользуются широким распространением в земной коре, составляя в ней около 50%. Являются породообразующими многих магматических и метаморфических горных пород. В трещинах образуют крупные кристаллы.

# Полевые шпаты

*Ортоклаз*  $K[AlSi_3O_8]$



Кристалл *ортоклаза* с кристаллами кварца и клевеландитовым агрегатом, на который нарастают кристаллы шерла и кристалл голубоватого прозрачного топаза. Урал



*Микроклин*

# Наиболее распространены:

- **силикаты (ок. 25% от общего числа минералов);**
- **оксиды и гидроксиды (ок. 12%);**
- **сульфиды и их аналоги (ок. 13%);**
- **фосфаты, арсенаты, ванадаты (ок. 18%).**

Минералы входят также в состав **метеоритов**; обнаружены на Луне и Марсе.

Ежедневно на Землю поступает от 100 до 1000 тонн внеземного вещества, но лишь один процент этого вещества представлен метеоритами. Из всех групп метеоритов наибольшим распространением пользуются **хондриты**, которые имеют химический состав, наиболее близкий к солнечному, что характеризует их как крайне примитивное вещество.



Метеорит пирамидальной формы **Каинсаз** (углистый хондрит) упал днем 13 сентября 1937 года в Муслюмовском районе Республики Татарстан. Уникальное явление наблюдали местные жители. Общий вес метеорита, распавшегося при падении, составил более 210 кг. В Геологическом музее им. А.А. Штукенберга Казанского университета хранятся два индивидуальных экземпляра весом 52,375 кг и 27 кг.

# Сихотэ-Алинский метеоритный дождь

*относится к числу уникальных явлений природы. Он представляет собой самый обильный и притом железный метеоритный дождь, далеко превосходящий все известные метеоритные дожди как по числу индивидуальных экземпляров, так и по их общей массе".*

Е.Л. Кринов, 1981 г.



Один из кратеров, образовавшихся при падении Сихотэ-Алинского метеорита.  
Картина художника Н.А.Кравченко (1948 г)



Падение Сихотэ-Алинского метеорита 12 февраля 1947 г., 10 ч. 38 мин., г. Иман, Приморский край. Рисунок худ. П. И.Медведева - очевидца этого события.

## Найдены десятки тыс. экз. общим весом более 31 т.



Крупный фрагмент метеоритного железа извлечен из кратерной воронки силами саперного подразделения. Снимок 1950 г.



Этот фрагмент образовался на первых стадиях дробления высоко от поверхности Земли и почти не менял ориентации при дальнейшем полете в атмосфере. В результате воздушной обработки он приобрел форму, напоминающую головку снаряда.



Фрагменты, образовавшиеся вблизи от поверхности Земли на последних стадиях дробления, не несут заметных следов атмосферной обработки и сохраняют обломочную форму, возникшую в результате атмосферного разрушения метеоритного тела. Часто они лишены коры плавления. Такие обломки легко покрываются слоем ржавчины.

В земную атмосферу вошло космическое тело диаметром в несколько метров и массой в сотни тонн. При движении через нее оно испытало многократное дробление. Первый разрыв тела на части произошел на высоте около 25 км, последний примерно на 6 км.

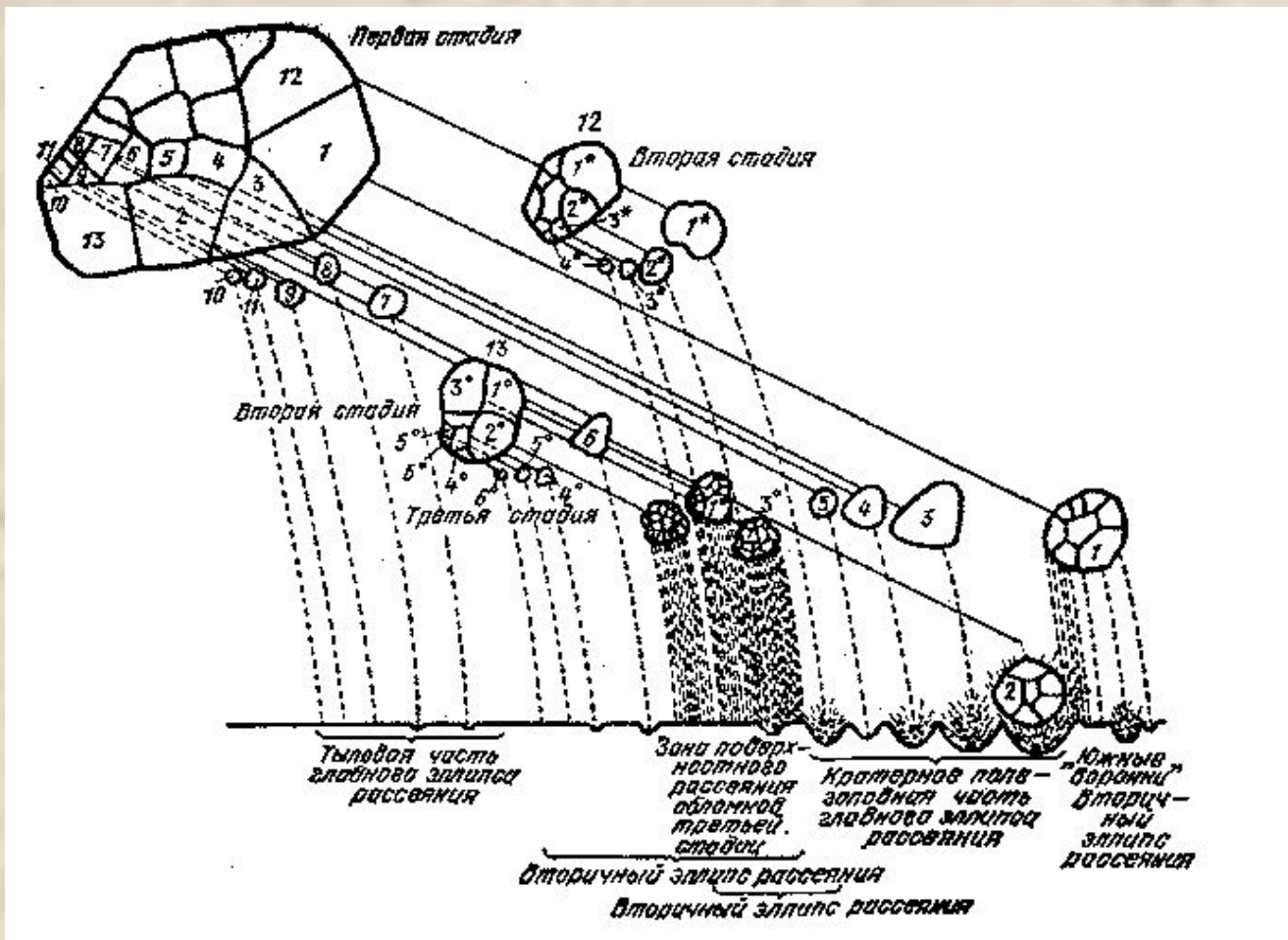


Схема дробления метеорного тела во время движения в земной атмосфере с космической скоростью