

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кафедра геологии и геодезии

Определитель минералов

Лабораторный практикум по дисциплине
«Основы кристаллографии и минералогии»
Для студентов специальностей:

- 150101 – Metallургия черных металлов
специализации: Metallургия чугуна,
Metallургия стали
- 150104 - Литейное производство черных и цветных металлов
- 150102 – Metallургия цветных металлов
- 240301 – Химическая технология неорганических веществ
- 130400 – Подземная разработка рудных и нерудных месторождений

УДК 548.1.515.6 (07)

Рецензент
профессор, заведующий кафедрой металлургии чугуна СибГИУ
В.А. Долинский

Определитель минералов: Лабораторный практикум / Сост.:
А.А. Пермяков
А.А. Назарова –
СибГИУ – Новокузнецк, 2007. - 69 с., табл. 4

Определитель главнейших минералов, используемых в черной и цветной металлургии и других отраслях промышленности, представлен в табличной форме в алфавитном порядке. В определителе представлены краткие сведения по основным морфологическим особенностям и физическим свойствам минералов, а также области их применения. Эти справочные данные могут использоваться студентами не только на стадии изучения минералов, но и при работе над курсовыми и дипломными проектами.

Предназначен для студентов специальностей: 150101 – Металлургия черных металлов, специализации: металлургия чугуна, металлургия стали, 150104 - Литейное производство черных и цветных металлов, 150102 – Металлургия цветных металлов, 240301 – Химическая технология неорганических веществ, 130400 – Подземная разработка рудных и нерудных месторождений.

Введение

В определителе даны описания главнейших минералов, изучение которых рекомендовано программами для студентов горных, металлургических, строительных специальностей.

Цель данной работы – дать руководство студентам в определении минералов по внешним признакам. Ведущими диагностическими признаками являются: цвет, блеск, твердость минералов. Минералы объединены в группы по цвету.

Цвет минерала – важный диагностический признак, однако многие минералы имеют переменную окраску, поэтому они повторяются в разных группах.

Блеск (отражательная способность) минерала зависит от показателя преломления и от структуры его поверхности. С повышением степени совершенства кристаллов и показателя преломления интенсивность блеска повышается. Различают блеск стеклянный, алмазный, полуметаллический и металлический (в таблице 1 они представлены в разных колонках). По структуре поверхности в минералах возможен зеркальный, шелковистый, жирный, перламутровый, восковой, матовый и другие разновидности блеска.

Твердость минерала является третьим важным диагностическим признаком. В цветовых группах минералы расположены последовательно по уменьшению твердости.

Определитель состоит из трех разделов:

1. Определитель минеральных видов по цвету, блеску и твердости представлен в таблице 1.
2. Описание минералов в алфавитном порядке (таблица 2), где представлены краткие сведения по основным морфологическим и физическим особенностям минералов, а также области их применения.
3. Образец оформления работы представлен в таблице 3.

При определении минералов следует изучать морфологические особенности и физические свойства всех минералов, входящих в образец руды или горной породы. В описании должны быть отмечены все индивидуальные особенности минералов в изучаемом образце. При описании морфологии минералов следует правильно пользоваться понятиями структура и текстура. Структура характеризует форму, размеры и характер срастания или прорастания минеральных индивидов. Текстура характеризует форму, размеры и характер срастания минеральных агрегатов, отличающихся минеральным составом или структурой.

Описания и определения минералов должны оформляться в табличной форме, как она представлена в таблице 3 «Определителя». В изучаемом образце должны быть описаны подробно все присутствующие в нем минералы, поэтому раздел «Парагенезис» может быть опущен. В разделе применения минералов должны быть подробно описаны все известные и потенциальные области промышленной, аграрной, строительной и декоративно-художественной деятельности человека.

Таблица 1 – Определитель минеральных видов по цвету, блеску и твердости

Цвет минерала	Блеск минерала				Твердость минерала
	Металлический	Полуметаллический	Алмазный	Стекланный	
Бесцветный				кварц флюорит кальцит мусковит гипс	7 4 3 3-2 2
Белый	арсенопирит		сидерит	кварц плагиоклаз доломит, магнезит сидерит ангидрит барит, кальцит асбест галит, гипс каолинит, тальк	7 6 4-3,5 4-3 3,5-3 3 2,5-2 2 1
Серый	арсенопирит гематит блеклая руда галенит антимонит молибденит	гематит антимонит графит		корунд кварц плагиоклаз нефелин сидерит серпентин гипс тальк	9 7 6 6-5,5 4-3 3-2 2 1
Желтый	пирит пирротин халькопирит	сфалерит	сфалерит лимонит сера	флюорит лимонит, хлорит серпентин, сера тальк	6,5-6 5-4 4-3 3-1 2 1
Зеленый	халькопирит		сфалерит	оливин, эпидот авгит, диопсид роговая обманка мелилит апатит флюорит малахит серпентин хлорит тальк	6,5-6 6-5,5 6-5,5 5,5 5 4 4-3,5 3,5-2,5 2,5-2 1
Синий, голубой	ковеллин			флюорит азурит	4 4-3,5
Фиолетовый, сиреневый				флюорит лепидолит	4 2,5-2
Красный, розовый	медь	гематит гетит киноварь	гетит	корунд (рубин) ортоклаз боксит карналлит сильвин	9 6 5 3-2 2,5-2 2
Бурый, коричневый			вольфрамит, гетит сфалерит	гранаты нефелин	8-7 6 5-4,5 4-3,5
Черный	гематит графит	ильменит, магнетит, хромит пирролюзит	вольфрамит сфалерит биотит	турмалин роговая обманка	8-7 6-5 5-5,5 5-5,5 4-3,5 2,5-1

Таблица 2 – Описание минералов

Минерал	Авгит (группа пироксенов)
Химический состав, формула	$\text{Ca}(\text{Na}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$ Избыток MgO, FeO, обогащение Al_2O_3 (до 4-9 %) и Fe_2O_3 . Часть MgO замещается FeO до 20 % и MnO. Всегда присутствует Na_2O
Симметрия	Моноклинная, $C 2/c$, $Z = 4$
Огранка	Призматическая
Облик индивидов	Короткостолбчатый, таблитчатый
Срастания минеральных агрегатов	Массивные или вкраплено-пятнистые
Цвет минерала	Темно-зеленый до черного
Черта минерала	Светло-зеленая
Блеск минерала	Стеклянный, в изломе искристый
Твердость	5-6
Спайность	Средняя по призме
Термические свойства	Температура плавления 1250°C при 10^5 Па, $1200-1275^\circ\text{C}$ при $15 \cdot 10^5$ кПа, $1300-1375^\circ\text{C}$ при $23-24 \cdot 10^5$ кПа
Прочие свойства	
Парагенезис	Магнетит, амфибол, плагиоклаз, оливин
Отличительные признаки	От диопсида - более темной, грязноватой окраской
Генезис месторождений	Магматический, контактово-метаморфический
Применение	Породо- и шлакообразующий минерал

Минерал	Азурит (группа малахита)
Химический состав, формула	$\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2[\text{OH}]_2$ CuO - 69,2 % (Cu - 55,3 %), CO ₂ - 25,6 %, H ₂ O - 5,2 %. Кристаллы в химическом отношении довольно чисты
Симметрия	Моноклинная, $\text{P}2_1/\text{c}$, $Z = 2$
Огранка	
Облик индивидов	Столбчатый, таблитчатый
Срастания минеральных агрегатов	Зернистые, радиально-лучистые, землистые, налеты, примазки, друзы
Цвет минерала	Темно-синий, в землистых массах - голубой
Черта минерала	Голубая
Блеск минерала	Стеклянный, в землистых разностях - матовый
Твердость	3.5-4
Спайность	Несовершенная
Термические свойства	Диссоциирует при нагревании
Прочие свойства	С HCl реагирует с шипением
Парагенезис	Малахит и лимонит, образуется при окислении халькопирита
Отличительные признаки	Характерный синий цвет и ассоциация с малахитом
Генезис месторождений	Образуется в зоне окисления сульфидных месторождений
Применение	Руда на медь, поделочный камень, краска

Минерал	Ангидрит
Химический состав, формула	CaSO₄ CaO - 41,2 %, SO ₃ - 58,8 % В виде примеси довольно часто содержит Sr
Симметрия	Ромбическая, Vmmb , Z = 4
Огранка	Призматическая, ромбическая
Облик индивидов	Изометрично-зернистый, таблитчатый, иногда листоватый
Срастания минеральных агрегатов	Массивные, зернистые
Цвет минерала	Белый, серый, бледно-фиолетовый
Черта минерала	Белая
Блеск минерала	Стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый
Твердость	3-3.5
Спайность	Совершенная
Термические свойства	
Прочие свойства	
Парагенезис	Гипс, галит, сильвин
Отличительные признаки	От гипса более высокой твердостью, от кальцита – нет реакции с HCl
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	В медицине, строительстве, для цемента, для извлечения никеля из окисленных руд, поделочный камень

Минерал	АНТИМОНИТ
Химический состав, формула	Sb₂S₃ Sb - 71,4 %, S - 28,6 %. Примеси As, Au, Ag
Симметрия	Ромбическая, Pbnm , Z = 4
Огранка	Призматическая с продольной штриховкой
Облик индивидов	Столбчатый, игольчатый
Срастания минеральных агрегатов	Зернистые, часто радиально-лучистые, спутанно-волокнистые
Цвет минерала	Темно-серый, голубовато-серый
Черта минерала	Серая
Блеск минерала	Металлический, зеркальный на спайности, матовый в изломе
Твердость	2
Спайность	Совершенная
Термические свойства	Температура плавления 546°C. Начинает улетучиваться около 650°C, при 800-850°C – значительная летучесть, начиная с 917°C – очень энергичная
Прочие свойства	
Парагенезис	Кварц, киноварь, пирит, барит, кальцит
Отличительные признаки	От блеклых руд и галенита - по облику кристаллов и ассоциацией с киноварью и реальгаром
Генезис месторождений	Гидротермальный
Применение	Руда на сурьму, используется в различных сплавах цветных металлов, в медицине, для вулканизации резины

Минерал	Апатит
Химический состав, формула	$\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{O}, \text{OH})$ Фторапатит ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{F}$): CaO - 55,5 %, P_2O_5 - 42,3 %, F - 3,8 % Хлорапатит ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{Cl}$): CaO - 53,8 %, P_2O_5 - 41 %, Cl - 6,8 %. Примеси: Na_2O , редкие земли (Ce_2O_3 до 5 %), MgO, MnO, Fe_2O_3 , Al_2O_3
Симметрия	Гексагональная, $\text{C6}_3/\text{m}$, $Z = 2$
Огранка	Призматическая
Облик минеральных индивидов	Короткостолбчатый, таблитчатый
Срастания минеральных агрегатов	Зернистые, сахаровидные массивные или пятнистые радиально-лучистые в конкрециях фосфоритов
Цвет минерала	Зеленый, голубой, реже желтый, фиолетовый, бесцветный
Черта минерала	
Блеск	Стеклянный, жирный, сахаровидный
Твердость	5
Спайность	Несовершенная по пинакоиду
Термические свойства	
Прочие свойства	Излом раковистый
Парагенезис	Кальцит, нефелин, магнетит
Отличительные признаки	От оливина, эпидота, пироксена - несколько меньшей твердостью, обликом кристаллов и сахаровидным блеском
Генезис месторождений	Магматический, пегматитовый, осадочный
Применение	В химической и аграрной промышленности, фосфор, фосфорная и кремнисто-водородная кислоты, керамика - костяной фарфор, в сплавах со свинцом и оловом, полупроводник, краска для волос, вредная примесь в стали

<i>Минерал</i>	Арсенопирит
<i>Химический состав, формула</i>	FeAsS Fe - 34,3 %, As - 46,0 %, S - 19,7 % Примеси: Co, Ni, Sb, Bi, Ag, Au
<i>Симметрия</i>	Моноклинная, $2_1/c$, $Z = 8$
<i>Огранка</i>	Призматическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Игольчатый, шестоватый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Массивные, пятнисто-вкрапленные, друзы
<i>Цвет минерала</i>	Оловянно-белый до светло-серого
<i>Черта минерала</i>	Серая
<i>Блеск</i>	Металлический, сильный
<i>Твердость</i>	5.5-6
<i>Спайность</i>	Средняя
<i>Термические свойства</i>	При температуре выше 650°C арсенопирит диссоциирует на пирротин и мышьяк или на пирит и лёллингит
<i>Прочие свойства</i>	Ядовит
<i>Парагенезис</i>	Кварц, пирит, галенит, сфалерит, магнетит
<i>Отличительные признаки</i>	От пирита - по белой окраске, от антимонита, галенита, блеклых руд – высокой твердостью
<i>Генезис месторождений</i>	Гидротермальный, пегматитовый, метасоматический, осадочный
<i>Применение</i>	Руда на мышьяк, носитель вредной примеси S и As в чугунах и сталях. Используется в химии, медицине и электронике

Минерал	Асбест (антигорит-хризотил) (группа антигорита-каолинита)
Химический состав, формула	$\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$ MgO - 43,0 %, SiO ₂ - 44,1 %, H ₂ O - 12,9 % Примеси: Fe, Ni, Cr
Симметрия	Моноклинная, C2/m, Z = 1...2
Огранка	Огранка не видна
Облик минеральных индивидов	Волокнистый
Срастания минеральных агрегатов	Параллельно-волоконистая в прожилках, реже спутано-волоконистая
Цвет минерала	Белый, зеленовато-желтый, бурый
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный, шелковистый, жирный
Твердость	2-3
Спайность	Совершенная по волокнам
Термические свойства	
Прочие свойства	Огнестойкость, тепло- и звукоизолятор
Парагенезис	Серпентин, доломит, тальк, кварц, брусит, магнетит, хромит
Отличительные признаки	Волокнистое строение в прожилках
Генезис месторождений	Магматический, в ультраосновных перидотитах или пироксенитах
Применение	Теплоизоляционный и звукоизоляционный материал в металлургии, электротехнике и строительстве

<i>Минерал</i>	Барит
<i>Химическая формула</i>	BaSO₄ BaO - 65,7 %, SO ₃ - 34,3 % Примеси: Sr, Ca, Pb, Ra, Fe ₂ O ₃ , глинистые, органические и прочие механические примеси
<i>Симметрия</i>	Ромбическая, Pnma , Z = 4
<i>Огранка</i>	Призматическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Таблитчатый, столбчатый, изометричный
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Зернистые, реже плотные, скрытокристаллические, землистые массы
<i>Цвет минерала</i>	Белый, серый, редко темно окрашенный
<i>Черта минерала</i>	Белая
<i>Блеск</i>	Стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый
<i>Твердость</i>	3-3.5
<i>Спайность</i>	Совершенная
<i>Термические свойства</i>	
<i>Прочие свойства</i>	Очень тяжелый
<i>Парагенезис</i>	Сульфиды цветных металлов, гипс и галоиды
<i>Отличительные признаки</i>	Большой удельный вес, тяжелый, что отражено в названии минерала
<i>Генезис месторождений</i>	Пегматитовый, гидротермальный, осадочный
<i>Применение</i>	В химической и лакокрасочной промышленности, утяжелитель в буровых растворах, белая краска в помещениях с высокой радиоактивностью

Минерал	Биотит (группа слюд)
Химический состав, формула	$K_2(Mg, Fe)_3 [Si_3Al]_{10} [OH]_2$ Состав (в %): K_2O 6,18-11,43; MgO 0,28-28,34; FeO 2,74-27,60; Fe_2O_3 0,13-20,65; Al_2O_3 9,43-31,69; SiO_2 32,83-44,94; H_2O 0,89-4,64; F 0-4,23. Примеси: TiO_2 (до 12,5 %), Na_2O (до 5 %), а также Li_2O , MnO , BaO , SrO , Cs_2O (до 3 %), изредка V_2O_5 , Cr_2O_3 , NiO и CoO
Симметрия	Моноклинная, C2 , Z = 4
Огранка	Пирамидальная псевдогексагональная
Облик минеральных индивидов	Листоватый, таблитчатый, чешуйчатый
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные или пятнисто-вкрапленные чешуйчатые массы
Цвет минерала	Черный, буровато-черный, иногда с оранжевым, зеленоватым и другими оттенками
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый
Твердость	2-3
Спайность	Весьма совершенная по пинакоиду
Термические свойства	Термостойкий
Прочие свойства	Спайные листочки упруги
Парагенезис	Кварц, полевые шпаты, гранат, магнетит, апатит
Отличительные признаки	Расщепляется на тонкие листочки, весьма совершенная спайность
Генезис месторождений	Пегматитовый, гидротермальный, магматический, контактово-метасоматический
Применение	Используется как слюдяной порошок (скрап) при изготовлении рубероида, обоев, парчевых, огнеупорных и перламутровых красок и керамики

Минерал	Группа блеклых руд тетраэдрит - теннантит
Химический состав, формула	$\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ - $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ Cu 22-53; Ag 0-18; Zn 0-9; Fe 0-13; Hg до 17; Ni до 3,5; Co до 4,2; Mn до 1,5; As 0-20,0; Sb 0-29,2; Bi 0-4,5 (13,07); S 20,6-29,1
Симметрия	Кубическая, $I\bar{4}3m$, $Z = 2$
Огранка	Тетраэдрическая
Облик минеральных индивидов	Изометрично зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные массы, вкрапленники неправильной формы
Цвет минерала	Стально-серый, до коричневого
Черта минерала	Темно-серая, черная (иногда с вишневым отливом)
Блеск	Металлический, полуметаллический, тусклый на свежем изломе
Твердость	3-4
Спайность	Несовершенная, излом раковистый
Термические свойства	
Прочие свойства	
Парагенезис	Халькопирит, пирит и другие сульфиды
Отличительные признаки	От галенита и халькозина несколько большей твердостью, блеклым блеском, хрупкостью, отсутствием спайности
Генезис месторождений	Гидротермальный
Применение	Руда на медь, сурьму, мышьяк и серную кислоту, попутно цинк и серебро

Минерал	Боксит (группа боксита): смесь диаспора, бёмита, гидраргиллита (гиббсит)
Химический состав, формула	$Al_2O_3 \cdot nH_2O$ диаспор $AlOОН$, бёмит $AlOОН$, гидраргиллит $Al(OH)_3$ Al_2O_3 - 65,4 %, Al_2O_3 - 34,6 %, примеси Fe_2O_3 до 2 %, а также Ga_2O_3 до 0,006 %
Симметрия	Диаспор – ромбическая, $Pbnm$, $Z = 4$; бёмит – ромбическая, $Cmc2_1$, $Z = 4$; гидраргиллит – моноклинная, $P2_1/c$, $Z = 8$
Огранка	Макроскопически не наблюдается
Облик минеральных индивидов	Листоватый, чешуйчатый, таблитчатый
Срастания минеральных агрегатов	Оолиты, бобовины, спутано-волокнистые, землистые и натечные массы
Цвет минерала	Белый, розовый до красного, бурый, желтый
Черта минерала	Белая, красная
Блеск	Стеклянный, матовый
Твердость	3-7 в кристаллах, 1-3 в мелкозернистых агрегатах
Спайность	Совершенная в кристаллах, чаще невидима
Термические свойства	При нагревании переходит в кубический $\gamma-Al_2O_3$, при дальнейшем нагревании выше $950^\circ C$ переходит в тригональный $\alpha-Al_2O_3$
Прочие свойства	
Парагенезис	Бурый железняк, опал, халцедон
Отличительные признаки	Обычно землистый или оолитовый
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	Руда на алюминий, сырье для электрокорунда и шамотных и муллитовых огнеупоров

Минерал	Бурый железняк (смесь гётита, лимонита, лепидокрокита, шамозита)
Химический состав, формула	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ гётит FeOOH, лимонит (гидрогетит) $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, лепидокрокит FeOOH, шамозит (см. хлорит) Fe ₂ O ₃ - 89,9 %, H ₂ O - 10,1 %, содержание воды в лимоните до 12-14 %, иногда до 18-25 %
Симметрия	Гетит – ромбическая, Pbnm , Z = 4; лепидокрокит – ромбическая, Cmcm , Z = 4
Огранка	Призматическая
Облик индивидов	Столбчатый, игольчатый, шестоватый, волокнистый
Срастания минеральных агрегатов	Конкреции, оолиты, землистые, натечные, радиально-или параллельно-волокнистые, псевдоморфозы по сульфидным, карбонатным, железооксидным минералам и растительным остаткам
Цвет минерала	Гётит – темно-бурый, почти черный до желтовато-бурого; лимонит – лимонно-желтый, буровато-желтый; лепидокрокит – рубиново-красный, вишнево-красный, иногда с золотистым оттенком
Черта минерала	Желто-бурая, желтая, у лепидокрокита - красновато-желтая
Блеск	Гётит, лепидокрокит – алмазный, полуметаллический матовый, жирный шелковистый; лимонит – стеклянный, землисто-матовый
Твердость	4-5.5 (плотный), 2-3 (рыхлый)
Спайность	Совершенная в кристаллах
Термические свойства	Гётит при температуре около 400°C разлагается и переходит в α-Fe ₂ O ₃ . Лепидокрокит при нагревании превращается в маггемит γ-Fe ₂ O ₃ .
Прочие свойства	Иногда слабо магнитен за счет маггемита
Парагенезис	Кварц, кальцит, сидерит, гематит, магнетит, боксит, сульфиды
Отличительные признаки	Гётит - буро-коричневый, лимонит - желто-бурый, лепидокрокит - красно-бурый, шамозит - зеленовато-бурый
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	Руда на железо и охристые краски

Минерал	Вольфрамит
Химический состав, формула	(Mn, Fe)WO₄ Mn 5,9-17,6 %, WO ₃ около 75 % Примеси: Mg (до 0,5 %), CaO, Ta ₂ O ₅ , Nb ₂ O ₅ , SnO ₂
Симметрия	Моноклинная, P2/c , Z = 2
Огранка	Призматическая с вертикальной штриховкой
Облик индивидов	Толстотаблитчатый, уплощенно-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Зернистые агрегаты, вкрапления и пятнистые скопления
Цвет минерала	Темно-коричневый
Черта минерала	Коричневая, бурая
Блеск	Алмазный, зеркальный на спайности, матовый в изломе
Твердость	4.5-5.5
Спайность	Совершенная по пинакоиду
Термические свойства	Температура плавления металлического вольфрама 3410°C
Прочие свойства	Иногда магнитен
Парагенезис	Кварц, топаз, слюда, флюорит, ортоклаз
Отличительные признаки	От сфалерита несколько большей твердостью и удлиненным толстотаблитчатым обликом
Генезис месторождений	Гидротермальный
Применение	Руда на вольфрам. При изготовлении инструментальной и магнитной стали, нитей для ламп накаливания и красок

<i>Минерал</i>	Галенит
<i>Химический состав, формула</i>	PbS Pb - 86,6 %, S - 13,4 % Примеси: Au, Ag (до 10 ⁻¹ %), Cu, Zn, Se, Bi, Fe, As, Sb, Mo, изредка Mn, U и другие
<i>Симметрия</i>	Кубическая, Fm3m , Z = 4
<i>Огранка</i>	Гексаэдрическая, реже октаэдрическая
<i>Облик индивидов</i>	Изометрический, изометрично-таблитчатый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Зернистые массы или вкрапленные и пятнистые выделения неправильной формы
<i>Цвет минерала</i>	Свинцово-серый
<i>Черта минерала</i>	Серо-черная
<i>Блеск</i>	Металлический, зеркальный на плоскостях спайности, матовый в давних изломах
<i>Твердость</i>	2-3
<i>Спайность</i>	Весьма совершенная по кубу
<i>Термические свойства</i>	Температура плавления 1112°C
<i>Прочие свойства</i>	
<i>Парагенезис</i>	Кварц, сфалерит, халькопирит, пирит
<i>Отличительные признаки</i>	От арсенопирита и антимонита - обликом кристаллов, от арсенопирита - меньшей твердостью
<i>Генезис месторождений</i>	Гидротермальный, метасоматический
<i>Применение</i>	Руда на свинец, попутное извлечение серебра, золота, индия

<i>Минерал</i>	Галит
<i>Химический состав, формула</i>	NaCl Na - 39,4 %, Cl - 60,6 % Примеси: капельки рассола, пузырьки газов, включения глинистого или органического вещества, KCl, MgCl ₂ и др.
<i>Симметрия</i>	Кубическая, Fm$\bar{3}$m , Z = 4
<i>Огранка</i>	Гексаэдрическая
<i>Облик индивидов</i>	Изометрично таблитчатый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Сплошные зернистые массы, друзы, волокнистые агрегаты
<i>Цвет минерала</i>	Бесцветный, белый, серый, синий
<i>Черта минерала</i>	Белая
<i>Блеск</i>	Стекланный, жирный
<i>Твердость</i>	2
<i>Спайность</i>	Весьма совершенная по кубу
<i>Термические свойства</i>	Температура плавления 800°C, при нагревании показатель преломления уменьшается
<i>Прочие свойства</i>	Соленый на вкус
<i>Парагенезис</i>	Сильвин, карналлит, гипс, кальцит
<i>Отличительные признаки</i>	От флюорита, кальцита - более низкой твердостью, весьма совершенной спайностью по кубу, соленым вкусом
<i>Генезис месторождений</i>	Осадочный, гидротермальный
<i>Применение</i>	Пищевая, химическая промышленность, получение натрия и хлора

Минерал	Гематит (группа корунда) Разновидности: красный железняк, железный блеск
Химический состав, формула	Fe₂O₃ Fe - 70,0 %, O - 30,0 % Примеси: Ti, Mg, кремнезем и глинозем в виде механических примесей
Симметрия	Тригональная, R$\bar{3}c$, Z = 2
Огранка	Пинакоидально-ромбоэдрическая
Облик минеральных индивидов	Пластинчатый, таблитчатый, листоватый или чешуйчатый
Срастания минеральных агрегатов	Однородные или полосчатые, мелко- и скрытокристаллические массы, иногда друзы. С магнетитом образует мартитовые прорастания по октаэдрическим направлениям. Гематит псевдоморфно замещает магнетит в мартите. Мушкетовит - псевдоморфоза магнетита по гематиту
Цвет минерала	Стально-серый в крупных кристаллах, в чешуйчатых или землистых массах – красный
Черта минерала	Вишнево-красная
Блеск	Металлический до полуметаллического, иногда алмазный
Твердость	5.5-6
Спайность	Отдельность по пинакоиду
Термические свойства	Температура плавления 1594°C. При нагревании до 1370-1400°C переходит в магнетит. Маггемит γ -Fe ₂ O ₃ , образующийся при нагревании гематита до 950°C, при охлаждении превращается в α -Fe ₂ O ₃ .
Прочие свойства	Немагнитен
Парагенезис	Магнетит, лимонит, кальцит, кварц
Отличительные признаки	От ильменита и магнетита вишнево-красной чертой и немагнитностью
Генезис месторождений	Пегматитовый, контактово-метасоматический, гидротермальный, метаморфический, осадочный
Применение	Руда на железо, для изготовления красок и полировального порошка, поделочный камень

Минерал	Гётит (см. бурый железняк)
Химический состав, формула	FeOOH (Fe₂O₃·nH₂O) Fe ₂ O ₃ - 89,9 %, H ₂ O - 10,1 % Содержание воды часто бывает выше, чем полагается по формуле гётита: до 12-14 %, а иногда даже до 18-25 %
Симметрия	Ромбическая, Pbnm , Z = 4
Огранка	Редко призматическая
Облик минеральных индивидов	Столбчатый, игольчатый, шестоватый, волокнистый
Срастания минеральных агрегатов	Конкреции, оолиты, землистые, натечные, радиально-или параллельно-волокнистые, псевдоморфозы по дереву, пириту и др.
Цвет минерала	Темно-коричневый до черного, желто-бурый, бурый
Черта минерала	Желто-бурая, желтая
Блеск	От стеклянного до полуметаллического, матовый, жирный шелковистый
Твердость	4-5.5 (плотный), 2-3 (рыхлый)
Спайность	Совершенная в кристаллах
Термические свойства	Гётит при температуре около 400°C разлагается и переходит в α-Fe ₂ O ₃ . При увеличении содержания примесей температура диссоциации снижается до 250°C
Прочие свойства	Иногда слабо магнитен
Парагенезис	Кварц, кальцит, гематит, магнетит, боксит
Отличительные признаки	Гётит - буро-коричневый, лимонит - желто-бурый, лепидкрокит - красно-бурый, шамозит - зеленовато-бурый
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	Руда на железо и охристые краски

<i>Минерал</i>	Гипс
<i>Химический состав, формула</i>	CaSO₄·2H₂O CaO - 32,5 %, SO ₃ - 46,6 %, H ₂ O - 20,9 % механические примеси: глинистое вещество, органические вещества (пахучий гипс), включения песчинок, иногда сульфидов и др.
<i>Симметрия</i>	Моноклинная, A2/n, Z = 4
<i>Огранка</i>	Пинакоидально-призматическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Столбчатый до волокнистого, таблитчатый, пластинчатый, изометрично-зернистый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Друзы, двойники, плотные тонкокристаллические агрегаты (алебастр), параллельно-волокнистые массы (селенит)
<i>Цвет минерала</i>	Белый, серый, редко - темно окрашенный
<i>Черта минерала</i>	Белая
<i>Блеск</i>	Стеклянный, перламутровый на спайности
<i>Твердость</i>	2
<i>Спайность</i>	Весьма совершенная по пинакоиду
<i>Термические свойства</i>	Легко отжигается для получения медицинского и штукатурного гипса
<i>Прочие свойства</i>	Царапается ногтем
<i>Парагенезис</i>	Кварц, галоиды, редко сульфиды цветных металлов
<i>Отличительные признаки</i>	От ангидрита - меньшей твердостью, от талька - большей твердостью и обликом кристаллов
<i>Генезис месторождений</i>	Осадочный, гидротермальный
<i>Применение</i>	Для получения вяжущих материалов, минеральный наполнитель, минеральное удобрение, медицина

<i>Минерал</i>	Гранаты (Группа гранатов)
<i>Химический состав, формула</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пироп $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$, красный 2. Гроссуляр $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$, зеленовато-желтый 3. Спессартин $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$, желтовато-бурый 4. Альмандин $FeAl_2[SiO_4]_3$, малиново-красный 5. Андрадит $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$, красновато-бурый 6. Уваровит $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$, зеленый 7. Голдманит $Ca_3V_2[SiO_4]_3$, темно-зеленый Примеси: K_2O , Na_2O , P_2O_5 , V_2O_5 , ZrO_2 , BeO и др.
<i>Симметрия</i>	Кубическая, Ia3d , $Z = 8$
<i>Огранка</i>	Ромбододекаэдрическая, тетрагонтриоктаэдрическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Изометрически-зернистый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Однородные или пятнистые зернистые массы, часто друзы
<i>Цвет минерала</i>	Различный, чаще коричневый, бурый, зеленый, алый, красный, малиновый, желтый в зависимости от изоморфного состава, редко бесцветный
<i>Черта минерала</i>	Черты нет
<i>Блеск</i>	Стеклянный, жирный
<i>Твердость</i>	7-8
<i>Спайность</i>	
<i>Термические свойства</i>	Используется как антипригарная добавка в формовочные смеси
<i>Прочие свойства</i>	Высокая твердость
<i>Парагенезис</i>	Магнетит, диопсид, кальцит, хлорит, эпидот; пироп сопутствует алмазам
<i>Отличительные признаки</i>	От других твердых минералов – огранкой кристаллов в форме ромбододекаэдра
<i>Генезис месторождений</i>	Магматический, контактово-метасоматический, метаморфический
<i>Применение</i>	Абразивный, полудрагоценный камень, используется в радиоэлектронике, в литейных формовочных смесях

Минерал	Графит
Химический состав, формула	C Примеси: зола (SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , FeO, MgO, CaO, P ₂ O ₅ , CuO) до 10-20 %, вода, битумы и газы до 2 %
Симметрия	Гексагональная, C₆/mmc , Z = 4
Огранка	Пинакоидальная
Облик минеральных индивидов	Пластинчатый, тонкочешуйчатый, шестоватый или волокнистый
Срастания минеральных агрегатов	Однородные, массивные, иногда полосчатые массы, редко сферолиты
Цвет минерала	Темно-серый до черного
Черта минерала	Черная блестящая
Блеск	Металловидный
Твердость	1
Спайность	Весьма совершенная по пинакоиду
Термические свойства	Температура плавления 3277° ± 50°С. При нагревании в воздухе начинает окисляться при 127°К. Теплота горения в воздухе 7856±1 ккал/г. При 1727°К становится пластичным
Прочие свойства	Мажет руки, электропроводен
Парагенезис	Кальцит, плагиоклаз, пироксены
Отличительные признаки	От молибденита - нейтрально-серой чертой, жирным блеском, меньшей плотностью
Генезис месторождений	Экзогенный (при восстановительных процессах в условиях высоких температур), метаморфический
Применение	Смазочный, огнеупорный, электропроводный материал, в атомных реакторах, в электрометаллургии

Минерал	Диопсид (группа пироксенов) Подгруппа диопсид $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ -геденбергита $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$
Химический состав, формула	$\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ CaO - 25,9 %, MgO - 18,5 %, SiO ₂ - 55,6 % Примеси: FeO (геденбергит), MnO; Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ до нескольких процентов (хромдиопсид); V ₂ O ₃ < 2-4 % (лавровит), TiO ₂ , NiO, SrO, BaO, Sc ₂ O ₃
Симметрия	Моноклинная, C2/c , Z = 4
Огранка	Пинакоидально-призматическая
Облик минеральных индивидов	Короткостолбчатый, шестоватый, игольчатый, изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Пятнистые скопления, редко друзы и спутано-шестоватые, сноповидные или радиально-лучистые
Цвет минерала	Грязно-зеленый, серовато-зеленый
Черта минерала	
Блеск	Стеклянный
Твердость	5-6
Спайность	Средняя по призме
Термические свойства	Температура плавления чистого искусственного диопсида при 1 атм 1391-1395°C, при увеличении давления т-ра плавления повышается. Теплота плавления 93-108 кал/г
Прочие свойства	
Парагенезис	Кальцит, апатит, гранат, хлорит, магнетит
Отличительные признаки	От авгита - более светлой окраской, от апатита - несколько большей твердостью и обликом кристаллов
Генезис месторождений	В изверженных породах, контактово-метасоматический, метаморфический
Применение	Прозрачный и густо окрашенный - драгоценный камень, балластный шлако- и породообразующий минерал

Минерал	Доломит (группа кальцита)
Химический состав, формула	Ca,Mg[CO₃]₂ CaO - 30,4 %, MgO - 21,7 %, CO ₂ - 47,9 % примеси: Fe, Mn (до нескольких процентов), Zn, Ni, Co
Симметрия	Тригональная, R$\bar{3}$, Z = 2
Огранка	Ромбоэдрическая, скаленоэдрическая
Облик минеральных индивидов	Изометрично-зернистый, таблитчатый, изогнуто-седловидный
Срастания минеральных агрегатов	Кристаллически-зернистые, почковидные, ячеистые
Цвет минерала	Белый, серый с буроватыми оттенками
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, матовый
Твердость	3.5-4
Спайность	Совершенная по ромбоэдру
Термические свойства	Диссоциация доломита проходит в две стадии при температуре 700-750°C (активированный обжиг) и 900-950°C (обожженный “намертво”)
Прочие свойства	Реагирует с HCl только в порошке
Парагенезис	Кальцит, серпентин, тальк
Отличительные признаки	От других карбонатов – по реакции с HCl, от барита - меньшей плотностью
Генезис месторождений	Гидротермальный, осадочный
Применение	Флюс и огнеупор в металлургии, стройиндустрия, удобрение, химическое сырье

Минерал	Ильменит (группа ильменита)
Химический состав, формула	FeTiO₃ Fe - 36,8 %, Ti - 31,6 % Примеси: гейкилит MgTiO ₃ , пирофанит MnTiO ₃
Симметрия	Тригональная, $R\bar{3}$, $Z = 2$
Огранка	Ромбоэдрическая
Облик минеральных индивидов	Толстотаблитчатый, пластинчатый, изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Вкрапленные зерна неправильной формы, пластинчатые или листовато-сетчатые включения в титаномагнетите
Цвет минерала	Стально-серый до железно-черного
Черта минерала	Черная
Блеск	Полуметаллический
Твердость	5-6
Спайность	Несовершенная
Термические свойства	Температура плавления 1365°C. При нагревании на воздухе распадается на псевдобрукит и рутил или на гематит, псевдобрукит, рутил и др.
Прочие свойства	Иногда магнитен
Парагенезис	Магнетит, биотит, ортоклаз
Отличительные признаки	От магнетита – более слабой магнитностью, от гематита – цветом черты
Генезис месторождений	Магматогенный
Применение	Руда на титан и железо. Изготовление белой краски

Минерал	Кальцит (группа кальцита) Разновидности: прозрачные кристаллы - исландский шпат, скрытокристаллический - известняк, кристаллически-зернистый – мрамор, органогенный – мел или ракушняк
Химический состав, формула	CaCO₃ CaO - 56 %, CO ₂ - 44 % Примеси: Mg, Fe, Mn (до 8 %), Zn (до 2 %), Sr, Pb, Ba, Ce, Y (до сотых долей процента)
Симметрия	Тригональная, $R\bar{3}c$, $Z = 4$
Огранка	Ромбоэдрическая, призматическая
Облик индивидов	Изометрично-таблитчатый
Срастания минеральных агрегатов	Друзы, зернистые агрегаты (мрамор), натечные формы, плотные скрытокристаллические (известняки)
Цвет минерала	Белый, за счет примесей окрашен в различные цвета
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, зеркальный по спайности, матовый, сахаровидный
Твердость	3
Спайность	Совершенная по ромбоэдру
Термические свойства	Температура диссоциации около 900°C. В процессе диссоциации образуется известь CaO, используемая как флюс в металлургии и красящего или вяжущего, цементирующего материала в строительстве
Прочие свойства	Бурно реагирует с HCl
Парагенезис	Гранат, диопсид, магнетит, флюорит, апатит, сульфиды свинца, цинка и меди
Отличительные признаки	От других карбонатов отличается интенсивной реакцией с HCl
Генезис месторождений	Осадочный, гидротермальный, экзогенный
Применение	Флюс в металлургии, сельское хозяйство, строительство, оптика (исландский шпат)

Минерал	Каолинит (диккит+накрит) (группа серпентина-каолинита)
Химический состав, формула	$Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ Al ₂ O ₃ - 39,5 %, SiO ₂ - 46,5 %, H ₂ O - 14 % Примеси: Fe ₂ O ₃ , MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, BaO, SiO ₂
Симметрия	Диккит: триклинная, $P\bar{1}$, Z = 1. Накрит: моноклинная, Cc, Z = 2
Огранка	Пинакоидальная в виде тонких гексагональных пластинок
Облик минеральных индивидов	Пластинчатый, чешуйчатый. Белая глина
Срастания минеральных агрегатов	Рыхлые, плотные, тонкозернистые, порошковатые, землистые, натечные
Цвет минерала	Белый с различными оттенками
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, перламутровый, матовый
Твердость	1- 2
Спайность	Весьма совершенная
Термические свойства	При нагревании: до 500-550° обезвоживается, при 900-950° превращается в шамот, фаянс, при 1200-1300° образуется муллит, фарфор
Прочие свойства	Липнет к языку
Парагенезис	Лимонит, боксит
Отличительные признаки	От порошковых разновидностей кальцита (мел) отсутствием реакции с HCl, пахнет глиной
Генезис месторождений	В условиях выветривания изверженных и метаморфических ГП, гидротермальный
Применение	Сырье для шамотных огнеупорных, фаянсовых и фарфоровых керамических изделий, для бумажной, химической, фармацевтической и парфюмерной промышленности

Минерал	Карналлит
Химический состав, формула	MgCl₂·KCl·6H₂O Mg - 8,7 %, К - 14,1 %, Cl - 38,3 %, H ₂ O - 38,9 % Примеси: Br (до 0,2 %), Rb и Cs (10 ⁻² %), Li и Tl; NaCl, KCl, CaSO ₄ , Fe ₂ O ₃ , включения глины, рассолов, газов (смесь азота с водородом и метаном)
Симметрия	Ромбическая, P₆an , Z = 12
Огранка	Крайне редко
Облик минеральных индивидов	Таблитчатый, изометричный
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные массы, главным образом крупнозернистые
Цвет минерала	Мясо-красный, розовый
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, жирный
Твердость	2-3
Спайность	Отсутствует
Термические свойства	Начинает разлагаться при 100°C, превращаясь в буроватую массу с вкраплениями зернышек сильвина. При постепенном нагревании полностью обезвоживается до 250°C, при 425-440°C полностью разлагается. Теплота плавления 13190 кал/моль. Средняя удельная теплоемкость в интервале 18-114°C – 0,1867 кал/град·моль
Прочие свойства	Жирный стеклянный блеск за счет оплывания на воздухе
Парагенезис	Галит, сильвин, ангидрит
Отличительные признаки	От других похожих минералов - по характерной мясо-красной окраске и горько-соленому вкусу
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	Руда на калий, магний, минеральное удобрение

<i>Минерал</i>	Кварц Разновидности: горный хрусталь – бесцветный, прозрачный; морион – черный; аметист – сиреневый; цитрин – золотисто-желтый; раухтопаз – дымчатый; празем – зеленый; кошачий, тигровый, соколиный глаз и др.
<i>Химический состав, формула</i>	α-SiO₂ Примеси: Al, Fe, Mg, B, Cu, Li, Ca, Ti, K, Na, Mn, Cs, Ba, Rb, Cr, Ag, Zr
<i>Симметрия</i>	Тригональная, C₃2 или C₃12 , Z = 3
<i>Огранка</i>	Призматическая, ромбоэдрическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Столбчатый, шестоватый, обелисковидный, неправильно-зернистый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Двойники, друзы, зернистые массы, натечные формы, концентрически-зональные формы (халцедон, опал)
<i>Цвет минерала</i>	Бесцветный, белый, серый, желтый, дымчатый, черный
<i>Черта минерала</i>	
<i>Блеск</i>	Стеклянный, жирный
<i>Твердость</i>	7
<i>Спайность</i>	Весьма несовершенная
<i>Термические свойства</i>	Полиморфное превращение α -кварца: при 573°C в гексагональный β -кварц, при 870°C в гексагональный β -тридимит, при 1470°C в кубический β -кристобалит. Температура плавления 1713°C
<i>Прочие свойства</i>	Обладает пьезоэлектрическим свойством
<i>Парагенезис</i>	Ортоклаз, плагиоклаз, слюда, многие другие минералы
<i>Отличительные признаки</i>	От полевых шпатов - большей твердостью, отсутствием спайности
<i>Генезис месторождений</i>	Полигенетический: экзогенный, пегматитовый, метаморфический, гидротермальный
<i>Применение</i>	Флюс, производство динасовых огнеупоров, ферросилиция, металлического кремния, силумина, стекла, формовочный песок в литейном производстве, оптика, полудрагоценный и поделочный камень

Минерал	Киноварь
Химический состав, формула	HgS Hg - 86,2 %, S - 13,8 %
Симметрия	Тригональная, P3₁2 , Z = 3
Огранка	Ромбоэдрическая
Облик минеральных индивидов	Толстотаблитчатый, уплощено-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Вкрапленники и пятнистые скопления неправильной формы, порошковатые, примазки и налеты
Цвет минерала	Красный
Черта минерала	Ярко-красная
Блеск	Металлоидный, алмазный, часто матовый, на гранях - зеркальный
Твердость	2-2.5
Спайность	Совершенная, наблюдается в крупных кристаллах
Термические свойства	При нагревании сначала становится коричневой, при температуре выше 250°C – черной. Под сильным давлением не разлагается до температуры плавления – 1450°C
Прочие свойства	Ядовит
Парагенезис	Кальцит, кварц, антимонит, сульфиды сурьмы и мышьяка
Отличительные признаки	От куприта - по черноте
Генезис месторождений	Гидротермальный
Применение	Руда на ртуть, минеральная краска

Минерал	Ковеллин
Химический состав, формула	CuS Cu - 66,5 %, S - 33,5 % Примеси: Fe, реже Se, Ag и Pb
Симметрия	Гексагональная, P6₃/mmc , Z = 6
Огранка	Гексагональный уплощенный пинакоид (встречается редко)
Облик минеральных индивидов	Таблитчатый, пластинчатый
Срастания минеральных агрегатов	Тонкие примазки, порошковатые или сажистые, массивные зернистые скопления, иногда колломорфный
Цвет минерала	Индигово-синий
Черта минерала	Серая до черной
Блеск	Металлический, матовый до смолистого
Твердость	1.5-2
Спайность	Совершенная по пинакоиду
Термические свойства	Уд. теплоемкость при 0°С – 0,49 дж/(гград)
Прочие свойства	Хрупок
Парагенезис	Халькопирит, халькозин, борнит, малахит
Отличительные признаки	От азурита - совершенной спайностью и более низкой твердостью
Генезис месторождений	Гидротермальный, в зонах выветривания сульфидных руд
Применение	Руда на медь

Минерал	Корунд
Химический состав, формула	Al_2O_3 Al - 53,2 %, O - 46,8 % Изоморфные примеси Cr обуславливают красную, Fe^{3+} – коричневую (в смеси с Mn) и розовую, Ti – синюю, смесь Fe^{2+} и Fe^{3+} - черную окраску
Симметрия	Тригональная, $R\bar{3}c$, $Z = 2$
Огранка	Ромбоэдрическая, дитригонально-призматическая
Облик минеральных индивидов	Боченовидный, столбчатый, пластинчатый и таблитчато-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Вкрапленники, пятнистые скопления и сплошные зернистые массы
Цвет минерала	Серый, часто синий (сапфир), красный (корунд), фиолетовый, бесцветный (лейкосапфир), черный
Черта минерала	Отсутствует
Блеск	Стеклянный, алмазный, до полуметаллического
Твердость	9
Спайность	Спайность несовершенная, излом раковистый
Термические свойства	Температура плавления $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2050°C, варьирует в зависимости от чистоты материала. Пластически деформируется около 900°C. При 300-800 °C может существовать в кубической полиморфной модификации $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$
Прочие свойства	
Парагенезис	Слюда, кальцит, полевой шпат, магнетит, шпинель
Отличительные признаки	От других минералов весьма высокой твердостью и отсутствием спайности
Генезис месторождений	Магматический, пегматитовый; в результате термального или регионального метаморфизма осадочных пород, богатых алюминием
Применение	Абразив, огнеупор, драгоценный (сапфир, рубин), в точной механике, генератор лазерных лучей и поделочный камень

Минерал	Лепидолит (группа слюд)
Химический состав, формула	$KLiAl[Si_3AlO_{10}][F, OH]_3$ K ₂ O 4,82-13,85 %, Li ₂ O 1,23-5,90 %, Al ₂ O ₃ 11,33-28,80 %, SiO ₂ 46,90-60,06 %, H ₂ O 0,65-3,15 %, F 1,36-8,71 % Примеси: MgO (до нескольких процентов), FeO, MnO, CaO, Na ₂ O, Cs ₂ O, Rb ₂ O (до 3,73 %)
Симметрия	Моноклинная, C2/c , Z = 4
Огранка	Пинакоидальная
Облик минеральных индивидов	Пластинчатый, листоватый, тонкочешуйчатый
Срастания минеральных агрегатов	Массивный, пятнисто-вкрапленный, средне-, мелкозернистый
Цвет минерала	Розовый, бледно-фиолетовый
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный перламутровый
Твердость	2-2.5
Спайность	Весьма совершенная по пинакоиду
Термические свойства	
Прочие свойства	
Парагенезис	Ортоклаз, турмалин, топаз, флюорит
Отличительные признаки	От других листоватых минералов по окраске
Генезис месторождений	Пневматолитовый, пегматитовый
Применение	Руда на литий, наполнитель перламутровых красок

Минерал	Лимонит (см. группа бурых железняков)
Химический состав, формула	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ Fe_2O_3 - 89,9 %, H_2O - 10,1 % Содержание воды часто бывает 12-14 %, до 18-25 %
Симметрия	
Огранка	Отсутствует
Облик минеральных индивидов	Порошковатый, коллоидный
Срастания минеральных агрегатов	Натечные формы, оолиты, бобовины, конкреции, землистые массы
Цвет минерала	Лимонно-желтый, бурый, буровато-желтый
Черта минерала	Бледно-желтая, бурая
Блеск	Матовый, от стеклянного до полуметаллического
Твердость	1-3
Спайность	---
Термические свойства	При 180-190°C происходит дегидратация с образованием гематита $\alpha-Fe_2O_3$
Прочие свойства	---
Парагенезис	Гематит, магнетит, кальцит, кварц, пирит
Отличительные признаки	От гематита, пиролюзита, псиломелана по цвету черты, от первых двух также более низкой твердостью
Генезис месторождений	Осадочный и в “железных шляпах” – зонах окисления сульфидных руд
Применение	Руда на железо

Минерал	Магнезит (группа кальцита)
Химический состав, формула	MgCO₃ MgO - 47,6 %, CO ₂ - 52,4 % Примеси: Fe, Mn, Ca. Механическими примеси: SiO ₂ в виде опала или халцедона, Al ₂ O ₃ в виде глинистого вещества, H ₂ O, доломит
Симметрия	Тригональная, $R\bar{3}c$, Z = 2
Огранка	Ромбоэдрическая
Облик минеральных индивидов	Изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Однородные зернистые, аморфные фарфоровидные
Цвет минерала	Белый, серый, желтоватый
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, сахаровидный или матовый, фарфоровидный
Твердость	4
Спайность	Совершенная у плотных масс
Термические свойства	При 525°C диссоциирует на MgO и CO ₂ , но может быть устойчив до 600-700°C
Прочие свойства	---
Парагенезис	Опал, серпентин, тальк, доломит
Отличительные признаки	От других карбонатов – не взаимодействием с HCl, от барита - меньшей плотностью
Генезис месторождений	Гидротермальный, метасоматический
Применение	В медицине, агрохимии, металлургии: огнеупор, флюс, производство цемента и металлического магния

Минерал	Магнетит (группа шпинели)
Химический состав, формула	FeFe₂O₄ FeO - 31 %, Fe ₂ O ₃ - 69 % (Fe - 72,4 %) Изоморфные примеси: Ti, V, Mn, Co, Zn, Cr, Mg, Al
Симметрия	Кубическая, Fd3m , Z = 8
Огранка	Октаэдрическая, ромбододекаэдрическая
Облик минеральных индивидов	Изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Зернистые однородные или пятнистые, реже - друзовые и оолитовые
Цвет минерала	Железно-черный
Черта минерала	Черная
Блеск	Полуметаллический, до алмазного, матовый
Твердость	5.5-5
Спайность	Отдельность по октаэдру
Термические свойства	Температура плавления 1591-1597°C. В интервале 200-400°C Fe ₃ O ₄ частично окисляется до γ-Fe ₂ O ₃ (маггемит), при 550-1000°C – γ-Fe ₂ O ₃ переходит в α-Fe ₂ O ₃ и остаточный Fe ₃ O ₄ окисляется до α-Fe ₂ O ₃ .
Прочие свойства	Сильно магнитен
Парагенезис	Гранаты, хлориты, пироксены, кальцит, серпентин, пирит, пирротин, апатит, гематит, лимонит
Отличительные признаки	От других минералов - сильной магнитностью
Генезис месторождений	Магматический, контактово-метасоматический (скарновый), метаморфический, осадочный
Применение	Важнейшая руда на железо

Минерал	Малахит
Химический состав, формула	$\text{Cu}_2[\text{CO}_3][\text{OH}]_2$ CuO - 71,9 %, (Cu - 57,4 %), CO ₂ - 19,9 %, H ₂ O - 8,2 % Примеси: CaO, Fe ₂ O ₃ , SiO ₂ (адсорбированные или механические примеси)
Симметрия	Моноклинная, $\text{P}2_1/\text{a}$, Z = 4
Огранка	Призматическая встречается крайне редко
Облик минеральных индивидов	Колломорфный
Срастания минеральных агрегатов	Натечные массы, радиально-лучистый, концентрически-зональный, примазки, налеты, вкрапления
Цвет минерала	Зеленый различных тонов
Черта минерала	Бледно-зеленая
Блеск	Стеклянный, шелковистый, матовый
Твердость	3.5-4
Спайность	Средняя, несовершенная
Термические свойства	
Прочие свойства	Реакция с HCl со слабым шипением
Парагенезис	Азурит, халькопирит, кальцит, лимонит, магнетит (мартит)
Отличительные признаки	От других минералов зеленой окраски отличается взаимодействием с HCl
Генезис месторождений	Продукт выветривания медных сульфидных месторождений
Применение	Декоративный поделочный камень, руда на медь

Минерал	Медь самородная
Химический состав, формула	Cu Примеси: Fe (< 2,5 %), Ag, Au (твердый раствор < 2-3 %), As (твердый раствор < 11,6 %)
Симметрия	Кубическая, Fm3m , Z=4
Огранка	Комбинационная, часто искаженная: октаэдрическая, гексаэдрическая, ромбододекаэдрическая
Облик минеральных индивидов	Пластинчато-зернистые, скелетный кристаллы, проволочно- и нитевидные, самородки различной формы и размеров
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные зернистые массы, неправильные вкрапления и пятна, конкреции, дендриты, порошковатые скопления
Цвет минерала	Медно-красный
Черта минерала	Медно-красная
Блеск	Металлический сильный
Твердость	2.5-2
Спайность	Спайность отсутствует. Излом крючковатый
Термические свойства	Чистая медь плавится при 1083°C
Прочие свойства	Ковкий, электропроводный
Парагенезис	Кварц, барит, сульфиды меди, свинца, цинка
Отличительные признаки	От других красных минералов - малой твердостью, ковкостью, от киновари – металлическим блеском
Генезис месторождений	Гидротермальный, осадочный, россыпной
Применение	Руда на медь

<i>Минерал</i>	Мелилит (группа мелилита)
<i>Химический состав, формула</i>	Теоретический состав: окерманит $\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$: CaO – 41.20 %, MgO – 14.77 %, SiO_2 – 44.03 %; геленит $\text{Ca}_2\text{Al}[\text{SiAlO}_7]$: CaO – 40.94 %, Al_2O_3 – 37.19 %, SiO_2 – 21.87 %
<i>Симметрия</i>	Тетрагональная, $P\bar{4}2_1m$
<i>Огранка</i>	Тетрагонально-призматическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Короткостолбчатые, толстотаблитчатые, иногда изометричные псевдокубические
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Зернистые, шестоватые и лучистые агрегаты, сплошные тонкокристаллические выделения, порфирировидные вкрапленники в породах, редко - кристаллы
<i>Цвет минерала</i>	Белый, зеленовато-желтый, желтый, розоватый, буроватый, геленит иногда серовато-зеленый, голубоватый
<i>Черта минерала</i>	нет
<i>Блеск</i>	Стеклянный, на изломе жирный
<i>Твердость</i>	5-6
<i>Спайность</i>	Совершенная по пинакоиду
<i>Термические свойства</i>	Искусственный геленит плавится конгруэнтно при 1590°C , искусственный окерманит - при $1454-1458^\circ\text{C}$
<i>Прочие свойства</i>	-
<i>Парагенезис</i>	Оливин, диопсид
<i>Отличительные признаки</i>	Трудно отличим от оливина и диопсида
<i>Генезис месторождений</i>	Магматический, метаморфический
<i>Применение</i>	Важнейший минерал доменных шлаков, используется в производстве цемента

Минерал	Молибденит
Химический состав, формула	MoS₂ Mo - 57,1-60,05 %, S - 39,7-42,0 %, примеси: Re
Симметрия	Гексагональная, P6₃/mmc , Z = 2
Огранка	Короткопризматическая, пинакоидальная
Облик минеральных индивидов	Таблитчатый, чешуйчатый, листоватый
Срастания минеральных агрегатов	Обычно вкраплено-пятнистый, редко - сферолиты
Цвет минерала	Голубовато-серый
Черта минерала	Серая с зеленым оттенком
Блеск	Металлический сильный, зеркальный, чаще - жирный
Твердость	1
Спайность	Весьма совершенная по пинакоиду
Термические свойства	При нагревании до 1350°С частично диссоциирует, выделяя S. При 1650-1700°С плавится с разложением. При нагревании на воздухе в пределах 400-600°С непосредственно окисляется до MoO ₃ , минуя стадию образования MoO ₂
Прочие свойства	Пластичный
Парагенезис	Кварц, халькопирит, ортоклаз, флюорит, вольфрамит
Отличительные признаки	От других сульфидов - низкой твердостью и листоватым строением, от графита - цветом черты, блеском
Генезис месторождений	Пегматитовый, гидротермальный
Применение	Руда на молибден

Минерал	Мусковит (группа слюд)
Химический состав, формула	$KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$ K ₂ O - 11,8 %, Al ₂ O ₃ - 38,5, SiO ₂ – 45,2 %, H ₂ O - 4,5 %
Симметрия	Моноклинная, C2/c, Z = 4
Огранка	
Облик минеральных индивидов	Пластинчатый, листоватый, чешуйчатый
Срастания минеральных агрегатов	Вкраплено-пятнистые срастания с кварцем и полевыми шпатами
Цвет минерала	Бесцветный, белый
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, на плоскостях спайности - перламутровый
Твердость	2-3
Спайность	Весьма совершенная по пинакоиду
Термические свойства	Высокая огнестойкость
Прочие свойства	Диэлектрик
Парагенезис	Кварц, ортоклаз, плагиоклаз, топаз, турмалин
Отличительные признаки	От других листоватых минералов – цветом и высокой упругостью
Генезис месторождений	Пегматитовый
Применение	Электроизоляционный, огнестойкий минерал, в электро- радиотехнике, в производстве рубероида, наполнитель перламутровых красок

Минерал	Нефелин
Химический состав, формула	Na[AlSiO₄] SiO ₂ в избытке (до 3-10 %), K ₂ O (содержание молекулы K[AlSiO ₄] от 5 до 20 %); примеси: CaO (до 0,5-7 %), Fe ₂ O ₃ , Cl, H ₂ O, Ga ₂ O ₃ (до 0,01 %), BeO (0,01-0,1 %)
Симметрия	Гексагональная, P6₃ , Z = 2
Огранка	Короткие гексагональные призмы с пинакоидом
Облик минеральных индивидов	Пластинчатый, таблитчатый, характерны квадратные и шестиугольные срезы
Срастания минеральных агрегатов	Вкрапленники неправильной формы, зернистые агрегаты
Цвет минерала	Бесцветный, серый, зеленый, красновато-серый
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный, жирный
Твердость	6
Спайность	---
Термические свойства	Плавится при температуре около 1100°C
Прочие свойства	---
Парагенезис	Апатит, ортоклаз, роговая обманка
Отличительные признаки	От плагиоклаза – отсутствием спайности, от кварца – меньшей твердостью
Генезис месторождений	Магматический
Применение	Алюминиевая руда, глинозем, сырье для получения соды, цемента

Минерал	Оливин (группа оливина) Изоморфная смесь форстерита $Mg_2[SiO_4]$ и фаялита $Fe_2[SiO_4]$
Химический состав, формула	$(Mg, Fe)_2[SiO_4]$ MgO 50-45 %, FeO 8-12 до 20 %, NiO 0,1-0,3 %, CoO 0,01 %, иногда Mn, Fe в окисной форме
Симметрия	Ромбическая, Pbmn , Z = 4
Огранка	Комбинационная дипирамидально-призматическая
Облик минеральных индивидов	Короткостолбчатый, изометрично-зернистый, в шлаках и агломератах скелетный
Срастания минеральных агрегатов	Однородные, мелко-тонкозернистые агрегаты
Цвет минерала	Зеленый разных оттенков до желтого, серого
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный, сухой, матовый
Твердость	6-6.5
Спайность	Несовершенная
Термические свойства	Форстерит $Mg_2[SiO_4]$ плавится при 1890-1895°C. Фаялит $Fe_2[SiO_4]$ плавится при 1205±5°C, оливин $(Mg,Fe)_2SiO_4$ переходят в шпинель при 800°C и давлении 45-90 кбар
Прочие свойства	
Парагенезис	Пироксен, серпентин, магнетит, хромит
Отличительные признаки	От других силикатов зеленого цвета - несовершенной спайностью
Генезис месторождений	Магматический, метаморфический
Применение	Форстерит в огнеупорах, драгоценный камень (хризолит), важный шлакообразующий минерал

Минерал	Ортоклаз (группа полевых шпатов)
Химический состав, формула	$K[AlSi_3O_8]$ K ₂ O - 16,9 %, Al ₂ O ₃ - 18,4 %, SiO ₂ - 64,7 % Примеси: Na ₂ O (несколько процентов), CaO (< 3 %), BaO, FeO, Fe ₂ O ₃ , Ga ₂ O ₃ (< 0,005 %), SrO (< 0,5 %), Rb ₂ O ₃ (0,01-0,3 %)
Симметрия	Моноклинная, C2/m , Z = 4
Огранка	Призматическая
Облик минеральных индивидов	Таблитчатый, изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные зернистые агрегаты, вкрапления
Цвет минерала	Розовый, красный
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный, зеркальный или перламутровый на спайности
Твердость	6
Спайность	Совершенная по пинакоиду
Термические свойства	
Прочие свойства	---
Парагенезис	Кварц, мусковит, топаз, турмалин
Отличительные признаки	От кварца совершенной спайностью, меньшей твердостью, от плагиоклаза - цветом
Генезис месторождений	Магматический, пегматитовый
Применение	Керамическая промышленность, производство стекла

Минерал	Пентландит (группа пирротина)
Химический состав, формула	(Fe,Ni)S Соотношение между Fe и Ni обычно 1:1, Ni 10-42 %, Fe 27-50 %, S 32-37 %; примеси: Co 0,4-1,6 %
Симметрия	Кубическая, Fm3m , Z =4
Огранка	
Облик минеральных индивидов	Изометрично- или таблитчато-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Вкрапления, однородные зернистые агрегаты
Цвет минерала	Буровато-желтый
Черта минерала	Зеленовато-желтая
Блеск	Металлический, сахаровидный
Твердость	3-4
Спайность	Совершенная по октаэдру
Термические свойства	
Прочие свойства	Хрупок
Парагенезис	Пирротин, халькопирит
Отличительные признаки	В отличие от пирротина не магнитен
Генезис месторождений	Магматический
Применение	Руда на никель

Минерал	Пирит
Химический состав, формула	FeS₂ Fe - 46,6 %, S - 53,4 % Примеси: Co, Ni, As, Sb, иногда Cu, Au, Ag
Симметрия	Кубическая, Pa$\bar{3}$, Z = 4
Огранка	Кубическая (часто штриховка на гранях куба), пентагондодекаэдрическая
Облик минеральных индивидов	Изометрично-зернистый, иногда пластинчато-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Вкрапленники, зернистые агрегаты редки, конкреции и секреции
Цвет минерала	Латунно-желтый
Черта минерала	Черная
Блеск	Металлический
Твердость	6-6.5
Спайность	Несовершенная
Термические свойства	Температура плавления 1150°C, т-ра разложения 600-689°C. Теплота сгорания 1550 кал/моль
Прочие свойства	
Парагенезис	Халькопирит, магнетит, кварц, кальцит и многие другие минералы
Отличительные признаки	По высокой твердости; по кубической форме кристаллов; по чисто желтому цвету без оттенков отличается от пирротина, арсенопирита, халькопирита; от марказита – по облику кристаллов
Генезис месторождений	Магматический, контактово-метасоматический, гидротермальный, осадочный
Применение	Производство серной кислоты и железа

Минерал	Пиролюзит
Химический состав, формула	MnO₂ Mn - 63,2 % Механические примеси: Fe ₂ O ₃ , SiO ₂ , H ₂ O
Симметрия	Тетрагональная, P4/mnm , Z = 2
Огранка	
Облик минеральных индивидов	Игольчатый и шестоватый
Срастания минеральных агрегатов	Скрытокристаллические, порошковатые, землистые
Цвет минерала	Железно-черный
Черта минерала	Черная
Блеск	Полуметаллический, матовый
Твердость	5-6
Спайность	Совершенная
Термические свойства	
Прочие свойства	
Парагенезис	Псиломелан
Отличительные признаки	От магнетита - немагнитностью, от ильменита - по облику кристаллов и строению агрегатов
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	Руда на марганец

Минерал	Пирротин
Химический состав, формула	FeS S < 39-40 %; примеси: в незначительных количествах Cu, Ni, Co, Mn, Zn
Симметрия	Гексагональная, C6/mmc , Z = 2
Огранка	Пирамидальная
Облик минеральных индивидов	Таблитчатый, изометричный
Срастания минеральных агрегатов	Массивные зернистые скопления, вкрапленники
Цвет минерала	Бронзово-желтый, буровато-желтый
Черта минерала	Серовато-черная
Блеск	Металлический до полуметаллического, матовый
Твердость	4
Спайность	Несовершенная
Термические свойства	
Прочие свойства	Магнитен
Парагенезис	Пентландит, магнетит, халькопирит, сфалерит, кальцит, кварц, эпидот
Отличительные признаки	От пентландита и халькопирита - магнитностью
Генезис месторождений	Эндогенный, контактово-метасоматический, гидротермальный, магматический
Применение	Производство серной кислоты и железа, главный носитель серы в железорудном концентрате

Минерал	Плагиоклаз (группа полевых шпатов)
Химический состав, формула	Изоморфный ряд: анортит $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ – ($T_E=1553^\circ\text{C}$) - битовнит $(\text{Ca}_{0,8}\text{Na}_{0,2})[(\text{Al}_{0,8}\text{Si}_{0,2})\text{AlSi}_2\text{O}_8]$ - лабродор $(\text{Ca}_{0,6}\text{Na}_{0,4})[(\text{Al}_{0,6}\text{Si}_{0,4})\text{AlSi}_2\text{O}_8]$ - андезин– $(\text{Na}_{0,6}\text{Ca}_{0,4})[(\text{Si}_{0,6}\text{Al}_{0,4})\text{AlSi}_2\text{O}_8]$ - олигоклаз $(\text{Na}_{0,8}\text{Ca}_{0,2})[(\text{Si}_{0,8}\text{Al}_{0,2})\text{AlSi}_2\text{O}_8]$ – альбит $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ($T_E=1118^\circ\text{C}$) Na_2O 0-10,79 %, CaO 0-20,10 %, SiO_2 43,28-68,81 %, Al_2O_3 19,40-36,62 % Примеси: K_2O , BaO до 0,2 %, SrO до 0,2 %, FeO , Fe_2O_3
Симметрия	Триклинная, $P\bar{1}$, $Z=4$ (8)
Огранка	Пинакоидальная
Облик минеральных индивидов	Таблитчатый
Срастания минеральных агрегатов	Кристаллически-зернистые агрегаты, друзы
Цвет минерала	Белый, серый
Блеск	Стеклянный, матовый, на плоскостях спайности зеркальный
Твердость	6
Спайность	Совершенная по пинакоиду
Парагенезис	Кварц, мусковит, роговая обманка
Отличительные признаки	От кварца - более низкой твердостью и совершенной спайностью, от ортоклаза - по цвету
Генезис месторождений	Магматический, пегматитовый, гидротермальный. Анортит, битовнит образуются в металлургических шлаках
Применение	Керамическая промышленность, в строительстве, декоративный камень (лабродор)

Минерал	Псилоделан
Химический состав, формула	MnO₂·nH₂O MnO ₂ 60-80 %, MnO 8-25 %, H ₂ O 4-6 % Примеси: BaO (до нескольких процентов), щелочи, CaO, CoO, MgO, ZnO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , WO ₃ (до 1, иногда 5-8 %)
Симметрия	Ромбическая, P222 , Z=2
Огранка	В кристаллах не встречается
Облик минеральных индивидов	Скрытокристаллический
Срастания минеральных агрегатов	Плотные скрытокристаллические или землистые массы, оолиты, натечные формы, дендриты
Цвет минерала	Железно-черный до темно-стально-серого
Черта минерала	Черная блестящая
Блеск	Металлический, у сажистых разновидностей – матовый
Твердость	1-6
Спайность	
Термические свойства	При t-ре выше 400°C переходит в голландит, возможно, в курнакит, иногда в гаусманит. При 800°C переходит в моноклинную фазу, сходную с голландитом. До 500°C вода из минерала постепенно удаляется
Прочие свойства	
Парагенезис	Пирролюзит, лимонит, кварц, кальцит, сидерит
Отличительные признаки	От пирролюзита – натечной формой агрегатов, отсутствием спайности и обычно меньшей твердостью
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	Руда на марганец, в металлургии, медицине, химии

Минерал	Роговая обманка (группа амфиболов)
Химический состав, формула	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg,Fe})_4(\text{Al,Fe})[(\text{Si,Al})_4\cdot\text{O}_{11}]_2$ отношения $\text{Mg}:\text{Fe}^{+2}$, $\text{Al}:\text{Fe}^{+3}$ широко меняются; примеси: К, F < 0,3 %, TiO_2 0,1-5,5 %, MnO < 0,3 %, NiO < 0,2 %, ZnO < 4,70 %, SrO < 0,1 %, V_2O_3 0,01-0,1 %, Cr_2O_3 0,02-4,7 % и Li_2O
Симметрия	Моноклинная, C2/m , $Z = 2$
Огранка	Призматическая
Облик минеральных индивидов	Столбчатый, игольчатый, изометричный, таблитчатый
Срастания минеральных агрегатов	Зернистые агрегаты, вкрапленники
Цвет минерала	Зеленый, реже - бурый до черного
Черта минерала	Белая с зеленоватым отливом
Блеск	Стеклянный, зеркальный на спайности, шелковистый
Твердость	5.5-6
Спайность	Совершенная
Термические свойства	
Прочие свойства	---
Парагенезис	Полевые шпаты, пироксены, слюды, нефелин
Отличительные признаки	От эпидота и диопсида - по темно-зеленой окраске, в сплошных агрегатах возможно сходство с авгитом
Генезис месторождений	Магматический, метаморфический
Применение	Породообразующий минерал

<i>Минерал</i>	Сера самородная
<i>Химический состав, формула</i>	S Механические примеси: глинистое или органическое вещество, капельки нефти, газы; изоморфные примеси Se до 1-5,2 %, Te, As, Tl
<i>Симметрия</i>	Ромбическая, Fddd , $Z = 128$
<i>Огранка</i>	Дипирамидальная, призматическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Изометрично- и удлиненно-зернистый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Плотные зернистые массы, пятнистые вкрапления, налеты, натечные формы
<i>Цвет минерала</i>	Желтый, буровато-желтый
<i>Черта минерала</i>	Светло-желтая
<i>Блеск</i>	Стеклянный, жирный, смолистый
<i>Твердость</i>	2
<i>Спайность</i>	Излом неровный до раковистого
<i>Термические свойства</i>	При атмосферном давлении температура плавления 112,8°C, температура кипения +444,5°C. Теплота плавления при 115°C 300 кал/г-атом. Теплота испарения при 316°C 11600 кал/г-атом. При атм. давлении при 95,6°C α-сера переходит в β-серу с увеличением объема
<i>Прочие свойства</i>	---
<i>Парагенезис</i>	Гипс, кварц, кальцит
<i>Отличительные признаки</i>	От серпентина – по цвету и хрупкости
<i>Генезис месторождений</i>	Магматический, экзогенный, осадочный
<i>Применение</i>	Химическая промышленность, сельское хозяйство, медицина

Минерал	Серпентин (группа серпентина) Смесь: антигорита, хризотила, амезита, лизардита
Химический состав, формула	$Mg_6[Si_4O_{10}][OH]_8$ MgO - 43,0 %, SiO ₂ - 44,1 %, H ₂ O - 12,9 % Примеси: FeO, Fe ₂ O ₃ до нескольких процентов, NiO до десятых долей процента, CoO, Al ₂ O ₃ до 5,7 %, CaO, Cr ₂ O ₃ , ZnO
Симметрия	Моноклинная или ромбическая
Огранка	Не видна
Облик минеральных индивидов	Волокнистый, чаще скрытокристаллический
Срастания минеральных агрегатов	Плотные массы, пластинчатые или пятнистые агрегаты, почковидные формы
Цвет минерала	Зеленый различных оттенков, серый
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный, иногда шелковистый перламутровый, жирный
Твердость	3.5
Спайность	---
Термические свойства	При температуре выше 550°C диссоциирует на форстерит Mg ₂ SiO ₄ и аморфный SiO ₂
Прочие свойства	---
Парагенезис	Асбест, оливин, доломит, магнетит, тальк
Отличительные признаки	От серы – пятнистой окраской
Генезис месторождений	Гидротермальный
Применение	Сырье для магнезиальных огнеупоров, поделочный камень

Минерал	Сидерит (группа кальцита)
Химический состав, формула	FeCO₃ FeO - 62,1 % (Fe - 48,3 %), CO ₂ - 37,9 % Примеси: Mg, Mn, CaO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃
Симметрия	Тригональная, R$\bar{3}c$, Z = 4
Огранка	Ромбоэдрическая
Облик минеральных индивидов	Таблитчато- и изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Зернистые агрегаты, землистые массы, натечные формы, оолиты
Цвет минерала	Буровато-белый, серый
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, иногда алмазный, перламутровый
Твердость	3.5
Спайность	Совершенная по ромбоэдру
Термические свойства	При атмосферном давлении и 500-600°C диссоциирует на FeO и CO ₂ . Впоследствии FeO переходит в Fe ₃ O ₄
Прочие свойства	Реакция с HCl интенсивная
Парагенезис	Пирит, галенит, тетраэдрит, лимонит
Отличительные признаки	От других карбонатов (кроме кальцита) – интенсивной реакцией с HCl, от кальцита - значительно большей плотностью
Генезис месторождений	Экзогенный, гидротермальный, осадочный
Применение	Руда на железо

Минерал	Сильвин (группа галита)
Химический состав, формула	KCl К - 52,5 %, Cl - 47,5 % Примеси: жидкости, газы (азот), уголекислоты, водород, метан, гелий; NaCl и Fe ₂ O ₃ , KBr (до 0,1 %), RbCl и CsCl в ничтожных количествах
Симметрия	Кубическая, Fm3m , Z=4
Огранка	Гексаэдрическая
Облик минеральных индивидов	Изометрический и таблитчато-зернистый или пятнистый
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные зернистые массы
Цвет минерала	Белый, розовый, красный
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, жирный
Твердость	2
Спайность	Весьма совершенная по кубу
Термические свойства	Температура плавления 778°C.
Прочие свойства	Горько-соленый вкус
Парагенезис	Галит, карналлит
Отличительные признаки	От галита отличается по окраске и горько-соленому вкусу
Генезис месторождений	Осадочный
Применение	Руда на калий, минеральное удобрение

Минерал	Сфалерит
Химический состав, формула	ZnS Zn - 67,1 %, S - 32,9 % Примеси: Fe до 20 %, Cd 0,1 - 5 %, In < 0,1 %, Ga, Mn, Hg
Симметрия	Кубическая, $F\bar{4}3m$, $Z = 4$
Огранка	Тетраэдрическая, реже кубическая
Облик минеральных индивидов	Изометрический или таблитчато-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Кристаллически-зернистые массы, пятнистые скопления, вкрапленники
Цвет минерала	Бурый, коричневый, зеленовато-желтый, черный
Черта минерала	Бурая, коричневая
Блеск	Алмазный, жирный
Твердость	3.5-4
Спайность	Совершенная по тетраэдру
Термические свойства	При 880-1020°C переходит в вюртцит (α -ZnS), т-ра перехода понижается по мере увеличении содержания Fe, Mn и Cd. В пределах 600-1200°C переходит в тригональную модификацию - γ -ZnS. Сублимируется до плавления
Прочие свойства	Черный железистый сфалерит (марматит) - магнитен
Парагенезис	Галенит, кальцит, кварц, халькопирит, пирит
Отличительные признаки	От вольфрамита - обликом кристаллов и меньшей плотностью, от сидерита - типом спайности, блеском
Генезис месторождений	Гидротермальный, метасоматический
Применение	Руда на цинк, вредная примесь в доменном производстве. Используется в медицине, в лакокрасочном производстве и сельском хозяйстве

Минерал	Тальк
Химический состав, формула	$Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$ MgO - 31,7 %, SiO ₂ - 63,5 %, H ₂ O - 4,8 % MgO бывает замещен FeO (< 2-5 %), примеси: Al ₂ O ₃ (< 2 %), NiO (до десятых долей процента), вода (особенно в выветрелых разностях)
Симметрия	Моноклинная, C2/c или Cc , Z = 4
Огранка	Не видна
Облик минеральных индивидов	Чешуйчатый, иногда волокнистый или землистый
Срастания минеральных агрегатов	Чешуйчатые, плотные массы, иногда волокнистые, землистые агрегаты
Цвет минерала	Белый, бледно-зеленый, желтый, розовый
Черта минерала	Белая
Блеск	Стеклянный, жирный, матовый
Твердость	1
Спайность	Весьма совершенная по пинакоиду
Термические свойства	Обезвоживается при 675-960°C
Прочие свойства	Мылкий, скользкий на ощупь
Парагенезис	Кварц, кальцит, серпентин, доломит, магнетит
Отличительные признаки	От каолинита - жирным блеском, от гипса - более низкой твердостью, от кальцита (мел) - отсутствием реакции с HCl
Генезис месторождений	Гидротермальный
Применение	Кислото- и огнестойкий керамический материал, электротехника, производство бумаги, медицина

Минерал	Турмалин
Химический состав, формула	$(\text{Na, Ca})(\text{Mg, Al})_6[\text{B}_3\text{Al}_3\text{Si}_6][\text{O, OH}]_{30}$ В %: SiO ₂ 30-44; B ₂ O ₃ 8-12; Al ₂ O ₃ 18-44; FeO+Fe ₂ O ₃ 0-38; MgO 0-25; Na ₂ O 0-6; CaO 0-4; H ₂ O 1-4. Примеси: K, Li, Mn ²⁺ , Cr, Ti, F и Cl; SnO ₂ , P ₂ O ₅ , BeO, CuO, BaO, Cs ₂ O
Симметрия	Тригональная, R3m , Z = 3
Огранка	Тригональные и дитригональные призмы и пирамиды
Облик минеральных индивидов	Игольчатый, шестоватый, радиально-лучистый
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные зернистые массы или вкрапления
Цвет минерала	Разный, чаще черный, красный, розовый, зеленый, желтый
Черта минерала	---
Блеск	Стеклянный
Твердость	7-8
Спайность	Несовершенная
Термические свойства	
Прочие свойства	В поперечном сечении дитригонален
Парагенезис	Кварц, альбит, ортоклаз, касситерит
Отличительные признаки	От топаза и берилла - по игольчатому облику кристаллов, полихромности
Генезис месторождений	Пегматитовый, гидротермальный
Применение	Драгоценный и поделочный камень, пирозлектрик, важный источник бора

<i>Минерал</i>	Флюорит
<i>Химический состав, формула</i>	CaF₂ Ca - 51,2 %, F - 48,8 % Примеси: Cl (в желтых разностях), битуминозные вещества, газы и жидкости, Fe ₂ O ₃ , редкие земли, U (до нескольких процентов), F, He
<i>Симметрия</i>	Кубическая, Fm3m , Z = 4
<i>Огранка</i>	Кубическая, октаэдрическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Изометрический за счет спайности, кажется таблитчатым или пластинчатым
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Вкрапления, зернистые агрегаты, реже землистые массы
<i>Цвет минерала</i>	Зеленый, голубой, желтый, фиолетовый, часто полихромный или бесцветный
<i>Черта минерала</i>	Белая
<i>Блеск</i>	Стеклянный
<i>Твердость</i>	4
<i>Спайность</i>	Совершенная по октаэдру
<i>Термические свойства</i>	Флюоресцирует при нагревании
<i>Прочие свойства</i>	Прозрачен в широком диапазоне световых лучей, поэтому используется в биноклях ночного видения
<i>Парагенезис</i>	Кварц, барит, кальцит, галенит, сфалерит
<i>Отличительные признаки</i>	От барита – окраской, меньшей плотностью, от карбонатов – обликом кристаллов, отсутствием реакции с HCl
<i>Генезис месторождений</i>	Полигенный, гидротермальный, осадочный
<i>Применение</i>	Флюс, для выплавки специальных сталей, химическая промышленность, оптика

<i>Минерал</i>	Халькозин
<i>Химический состав, формула</i>	Cu₂S Cu - 79,8 %, S - 20,2 % Примеси: Ag, Fe, Co, Ni, As и Au
<i>Симметрия</i>	Ромбическая, Abm2 , Z = 96 P6₃/mmc , Z = 2
<i>Огранка</i>	
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Таблитчатый, короткостолбчатый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Сплошные тонкозернистые массы, вкрапления
<i>Цвет минерала</i>	Свинцово-серый
<i>Черта минерала</i>	Темно-серая
<i>Блеск</i>	Металлический, тусклый
<i>Твердость</i>	2-2.5
<i>Спайность</i>	Несовершенная, раковистый излом
<i>Термические свойства</i>	Чистый Cu ₂ S плавится в пределах 1107-1127°C, при добавлении S температура плавления повышается
<i>Прочие свойства</i>	---
<i>Парагенезис</i>	Халькопирит, куприт, борнит, карбонаты меди
<i>Отличительные признаки</i>	От галенита и антимонита отличается формой кристаллов и характером спайности
<i>Генезис месторождений</i>	Экзогенный, эндогенный, редко гидротермальный
<i>Применение</i>	Руда на медь

Минерал	Халькопирит
Химический состав, формула	CuFeS₂ Cu - 34,57 %, Fe - 30,54 %, S - 34,9 % Примеси: Ag, Au, Tl
Симметрия	Тетрагональная, $I\bar{4}2d$, Z = 4
Огранка	Тетраэдрическая
Облик минеральных индивидов	Изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Сплошные массы, вкрапленники и пятнистые скопления
Цвет минерала	Латунно-желтый с зеленоватым оттенком
Черта минерала	Черная с зеленым оттенком
Блеск	Металлический
Твердость	3.5-4
Спайность	Несовершенная
Термические свойства	Температура плавления 1000°C
Прочие свойства	---
Парагенезис	Пирротин, пирит, кварц, сульфиды меди, свинца и цинка
Отличительные признаки	От пирита – меньшей твердостью, от пирротина – отсутствием магнитности
Генезис месторождений	Магматический, гидротермальный, контактово-метасоматический
Применение	Главная руда на медь, попутно - железо и серу

<i>Минерал</i>	Хлорит (группа хлоритов)
<i>Химический состав, формула</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кроншtedтит $Fe_4^{++}Fe_2^{+++}[Si_2Fe_2^{+++}O_{10}][OH]_8$ 2. Шамозит $Fe_4^{++}Al[Si_3AlO_{10}][OH]_6 \cdot nH_2O$ 3. Амезит $(Mg,Fe)_4Al_2[Al_2Si_2O_{10}][OH]_8$ 4. Пеннин $(Mg,Fe)_5Al[AlSi_3O_{10}][OH]_8$
<i>Симметрия</i>	От моноклинной C1 до гексагональной P6₃cm, Z=2
<i>Огранка</i>	Не наблюдается
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Пластинчатый, таблитчатый, чешуйчатый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Массивный, радиально лучистый, розетковидный чешуйчато-зернистый или пятнистый
<i>Цвет минерала</i>	Зеленый до зеленовато-черного или бурого
<i>Черта минерала</i>	Светло-зеленая, серая
<i>Блеск</i>	Стеклянный, по спайности перламутровый
<i>Твердость</i>	2-2.5
<i>Спайность</i>	Весьма совершенная по пинакоиду
<i>Термические свойства</i>	
<i>Прочие свойства</i>	Листочки не упруги
<i>Парагенезис</i>	Магнетит, гематит, бурые железняки, железные руды
<i>Отличительные признаки</i>	От других листоватых минералов - зеленым цветом и отсутствием упругости у листочков
<i>Генезис месторождений</i>	Контактово-метасоматический, гидротермальный, метаморфический
<i>Применение</i>	Железорудный минерал в бурых железняках (шамозит, тюрингит)

Минерал	Хромит (группа шпинели)
Химический состав, формула	FeCr₂O₄ Cr ₂ O ₃ 18-62 %; FeO 0-18 %, MgO 6-16 %, Al ₂ O ₃ 0-33%, Fe ₂ O ₃ 2-30 % Примеси: Ti < 2 %, V ₂ O ₃ < 0,2 %, MnO < 1 %, ZnO до нескольких единиц, NiO до десятых долей, CoO до сотых долей, CaO до десятых долей
Симметрия	Кубическая, Fd3m , Z = 8
Огранка	Октаэдрическая (очень редко)
Облик минеральных индивидов	Изометрично-зернистый
Срастания минеральных агрегатов	Вкрапленные массы, сплошные зернистые агрегаты
Цвет минерала	Темно-коричневый до черного
Черта минерала	Бурая, коричневая
Блеск	Полуметаллический жирный
Твердость	5.5-6.5
Спайность	
Термические свойства	Плавится при 1450-2180°C. Точка плавления тем ниже, чем выше содержание FeO и Fe ₂ O ₃ , с увеличением содержания Cr ₂ O ₃ температура плавления повышается. При нагревании до 300°C наблюдается образование гематита, выше 500°C – образование Cr ₂ O ₃ , при 800°C возникает твердый раствор Cr ₂ O ₃ и Fe ₂ O ₃ , а при 1000°C – магнетит. Максимальное окисление железа происходит при 1000°C
Прочие свойства	Магнитность слабая
Парагенезис	Оливин, серпентин, магнетит, халькопирит
Отличительные признаки	От магнетита - слабой магнитностью и цветом черты, от ильменита и гематита - цветом черты
Генезис месторождений	Магматический
Применение	Руда на хром, огнеупор, в химической и фармацевтической промышленности, важная лигатура в стали

<i>Минерал</i>	Эпидот
<i>Химический состав, формула</i>	$\text{Ca}_2(\text{Al, Fe})_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{Si}_4\text{O}_4][\text{OH}]_2$ CaO - 24,6 %, Al ₂ O ₃ - 33,9 %, SiO ₂ - 39,5 %, H ₂ O - 2,0 % Примеси: часть Al ₂ O ₃ замещается Fe ₂ O ₃ (< 2-5 %), Mn ₂ O ₃ (тулит розового цвета), Cr ₂ O ₃ (хромцоизит зеленого цвета)
<i>Симметрия</i>	Моноклинная, P2₁/m , Z = 2
<i>Огранка</i>	Призматическая
<i>Облик минеральных индивидов</i>	Шестоватый, игольчатый, удлиненно-зернистый
<i>Срастания минеральных агрегатов</i>	Сплошные зернистые агрегаты, друзы, пятнистые скопления
<i>Цвет минерала</i>	Фисташково-зеленый, желтый
<i>Черта минерала</i>	
<i>Блеск</i>	Стеклянный
<i>Твердость</i>	6-7
<i>Спайность</i>	Совершенная
<i>Термические свойства</i>	Слабо расширяющийся при нагревании минерал. В процессе нагревания при 100°C выделяется небольшое количество воды, значительная потеря веса происходит при 900-1000°C
<i>Прочие свойства</i>	
<i>Парагенезис</i>	Магнетит, гранат, пироксены
<i>Отличительные признаки</i>	От других силикатов - по характерному фисташково-зеленому цвету
<i>Генезис месторождений</i>	Контактово-метасоматический, гидротермальный
<i>Применение</i>	Редко - поделочный камень, часто - балластная примесь в железных рудах, пороодо- и шлакообразующий минерал

Таблица 3 – Образец оформления лабораторной работы

№ образца в латке	3 / 7		
Минерал	кальцит	диопсид	?
Хим. формула	CaCO_3	$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$	
Симметрия	Тригональная, $R\bar{3}c$, $Z = 4$	Моноклинная, $C2/c$, $Z = 4$	
Структура	Изометричный, среднезернистый, пятнистые скопления	Столбчатый, от мелко- до крупнозернистого, друза	Встречены чешуйки
Текстура	Вкраплено-пятнистая за счет немногочисленных (20 %) мелких пятнистых включений кальцита в диопсиде		
Цвет	розовато-белый	серовато-зеленый	
Цвет черты (цвет в порошке)	белый	нет черты	
Блеск: главный и второстепенный	стеклянный, жирный на поверхности, протравленной кислотой, зеркально-перламутровый на свежем спайном сколе	стеклянный, матовый, на свежем сколе по плоскостям спайности - зеркальный	
Твердость	3	5-6	
Спайность	совершенная по ромбоэдру	средняя по призме	
Прочие свойства:	бурно реагирует с HCl	-	
Применение	Флюс в металлургии, с/х, оптика, строительство, образует известняк (скрытокристаллический) и мрамор (кристаллический зернистый)	Породообразующий и шлакообразующий минерал; совершенные кристаллы используют как драгоценный камень	

Таблица 4 – Плотность минералов и металлов, кг/дм³

Название	Удельный вес	Название	Удельный вес	Название	Удельный вес
Вольфрам	19,3	Рутил	4,3	Волластонит	2,8-2,9
Платина	14-19	Псиломелан	4,18-4,25	Коллофан	2,6-2,9
Золото	15,0-19,3	Халькопирит	3,7-4,7	Анортит	2,76
Гафний	13,35	Виллемит	4,1-4,3	Тальк	2,7-2,8
Свинец	11,34	Корунд	3,9-4,2	Битовнит	2,74
Серебро	10,5	Сфалерит	4,02	Плагиоклаз	2,62-2,76
Молибден	10,2	Целестин	3,9-4,1	Хлорит	2,6-2,9
Медь	8-9	Малахит	3,95-3,97	Кальцит	2,72
Кобальт	8-9	Гранат	3,9-4,03	Берилл	2,65-2,8
Киноварь	8,10	Сидерит	3,5-4,3	Скаполит	2,65-2,74
Никелин	7,78	Шпинель	3,83-3,88	Лабрадорит	2,71
Марганец	7,44	Азурит	3,6-4,0	Алюминий	2,69
Железо	7,3-7,9	Хризоберилл	3,77	Андезин	2,69
Галенит	7,4-7,6	Стронцианит	3,65-3,8	Кварц	2,65
Хром	7,19	Ставролит	3,7	Олигоклаз	2,65
Цинк	7,13	Родонит	3,65-3,75	Альбит	2,62
Вольфрамит	7,0-7,5	Кианит	3,58-3,70	Каолинит	2,6-2,63
Касситерит	6,8-7,1	Оливин	3,56-3,66	Нефелин	2,55-2,65
Церуссит	6,55	Родохрозит	3,27-4,37	Ортоклаз	2,57
Кобальтин	6,33	Алмаз	3,45-3,60	Микроклин	2,54-2,57
Англезит	6,2-6,4	Топаз	3,5	Кремний	2,23
Арсенопирит	6,07	Сфен	3,48	Гарньерит	2,2-2,8
Куприт	6,0	Эпидот	3,35-3,45	Лейцит	2,45-2,50
Шеелит	5,9-6,1	Энстатит	3,2-3,5	Лазурит	2,4-2,45
Мышьяк	5,7	Авгит	3,2-3,4	Колеманит	2,42
Цинкит	5,68	Диопсид	3,2-3,3	Серпентин	2,2-2,65
Халькозин	5,5-5,8	Силлиманит	3,23	Боксит	2,0-2,55
Прустит	5,55	Роговая обманка	3,2	Брусит	2,39
Магнетит	5,18	Флюорит	3,18	Бор	2,34
Франклинит	5,15	Андалузит	3,16-3,20	Апофиллит	2,3-2,4
Борнит	5,06-5,08	Сподумен	3,15-3,20	Гипс	2,32
Гематит	4,8-5,3	Апатит	3,15-3,20	Содалит	2,30
Пирит	5,02	Тремолит	3,0-3,3	Кристобалит	2,30
Марказит	4,89	Турмалин	3,0-3,25	Анальцим	2,27
Циркон	4,6-5,1	Магнезит	3,0-3,2	Тридимит	2,26
Молибденит	4,68	Лазулит	3,0-3,1	Натролит	2,25
Пирролюзит	4,62-4,73	Амблигонит	3,0-3,1	Графит	2,23
Ильменит	4,75	Фенакит	2,97-3,0	Хризоколла	2,0-2,4
Пирротин	4,7	Криолит	2,95-3,0	Гейландит	2,18-2,20
Хромит	4,58-4,65	Биотит	2,8-3,2	Галит	2,16
Псиломелан	4,6	Арагонит	2,95	Опал	1,9-2,2
Барит	3,7-4,7	Ангидрит	2,89-2,98	Шабазит	2,05-2,15
Энарцит	4,5	Лепидолит	2,8-3,0	Сера	2,05-2,09
Смитсонит	4,43-4,45	Датолит	2,8-3,0	Сильвин	1,99
Гетит	4,35-4,40	Пренит	2,8-2,95	Магний	1,74
Витерит	4,37	Мусковит	2,76-3,1	Бура	1,7
Манганит	4,3	Доломит	2,85	Кальций	1,55

Учебное издание
Составители:
Пермяков Арнольд Аркадьевич
Назарова Анастасия Александровна

Определитель минералов

Практикум для студентов специальностей:
Лабораторный практикум по дисциплине
«Основы кристаллографии и минералогии»

Для студентов специальностей:

- 150101 – Metallургия черных металлов
специализации: Metallургия чугуна,
Metallургия стали
- 150104 - Литейное производство черных и цветных металлов
- 150102 – Metallургия цветных металлов
- 240301 – Химическая технология неорганических веществ
- 130400 – Подземная разработка рудных и нерудных месторождений

Редактор

Подписано в печать
Формат бумаги 60*84 1/16 Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. . Уч-изд. л. Тираж экз. Заказ

Сибирский государственный индустриальный университет
654007 г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Типография СибГИУ