

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7M07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Лекция 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИИ И ПЛАНЕТЕ ЗЕМЛЯ

План лекции:

Дисциплины геолого-минералогического цикла, их содержание и значение. Задачи геологических исследований.

Земля как космическое тело, строение и состав Земли.

Земля как космическое тело Внутреннее строение Земли

Внешнее строение Земли

1. Дисциплины геолого-минералогического цикла, их содержание и значение.

Задачи геологических исследований.

1. Геология – обширный раздел естествознания, объединяющий множество связанных между собой научных дисциплин. Название её образовано от греческих слов «Гейя» - земля и «логос» - знание.

Геологические науки – это комплекс наук о земле, изучающих состав, строение, происхождение, развитие Земли и составляющих её геосфер, в первую очередь земную кору, процессы, происходящие в ней, закономерности образования и размещения месторождений полезных ископаемых.

Непосредственные объекты геологических наук:

Земля как физическое тело, горные породы и их совокупности, минералы, их химический состав и структура, вымершие организмы, газовые и жидкие среды, физические поля.

А. Геодезия – изучает размеры и форму Земли. Низшая геодезия (топография) излагает приемы изучения и изображения рельефа земной поверхности на картах. Высшая геодезия разрабатывает теоретические построения, касающиеся познания формы и размеров Земли.

В. Минералогия – изучает физико-химические свойства составляющих земную кору минералов, а также разнообразные процессы, приводящие к их образованию.

Задачи:

Разработка научной классификации минералов, выявление связей между их составом, строением, свойствами и условиями образования и нахождения.

Создание научных основ для поисков и оценки месторождений полезных ископаемых, совершенствование технологии его переработки, вовлечение новых видов минерального сырья в промышленное использование

Разработка методов искусственного выращивания и облагораживания кристаллов ценных минералов.

С. Петрография и литология – изучают закономерности минерального состава и строения рыхлых и твердых горных пород (первая – кристаллических, вторая – осадочных), составляющих земную кору, формы их залегания, их геологическое и географическое

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7M07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

распространение. С этими дисциплинами тесно связаны близкие к ним науки, предметом которых является происхождение горных пород. Это петрология, которая занимается вопросами происхождения кристаллических горных пород, и седиментология, изучающая закономерности накопления осадков и их преобразования в осадочные горные породы.

Задачи:

Проведение работы по созданию классификации и номенклатуры горных пород по различным признакам (исследование новых пород, космических объектов, метеоритов).

Детальное изучение минерального состава, текстур и структур, химического состава горных пород с целью использования их в промышленности, разработки схем обогащения месторождений полезных ископаемых.

Изучение физико-химических свойств горных пород с целью использования их в строительном деле.

Д. Кристаллография – изучает историю химических элементов в земной коре и их поведение при различных термодинамических и физико-химических условиях.

Задачи:

Изучение кристаллической структуры, строения природных и синтетических кристаллов.

Изучение оптических, физико-химических свойств кристаллов, их химические связи, полиморфные превращения, изоморфные замещения, условия зарождения и рост.

Изучение теоретических основ для синтеза кристаллов с заранее заданными свойствами, производства синтетических кристаллов.

Расшифровка структур сложных органических соединений (белков, витаминов, вирусов).

Оценка свойств материалов и целенаправленное их изменение на основе знания законов кристаллографии: например, изменение свойств металлов и сплавов с помощью малых добавок (легирование сплавов).

Создание новых материалов, например, полупроводников, пиро- и пьезокристаллов, ферромагнитных полупроводников (ферритов).

Промышленное производство специальных монокристаллов и синтетических драгоценных камней.

Исследование дефектов кристаллов, в т.ч. вызванных облучением.

Индустрия «малого кристалла» (порошковая металлургия, взрывные методы прессования порошков, промышленность нитевидных кристаллов и т.д.).

Е. Геоморфология – изучает происхождение форм земной поверхности (рельеф) и закономерности их образования.

Задачи:

Изучение физической сущности процессов развития рельефа и его взаимосвязи с твердой, жидкой и газовой оболочками Земли.

Изучение форм рельефа в связи с развитием природной среды, геологическим строением, с учетом многовековой производственной деятельности человека.

Изучение рельефа для целей поисков, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых (особенно россыпных), при изысканиях и проектировании гражданских, гидротехнических сооружений, дорог, портов.

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7M07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Изучение рельефа с целью борьбы и отрицательными геодинамическими явлениями (оползнями, селями, эрозией, землетрясениями).

Г. Вулканология – изучает деятельность вулканов, продукты вулканических извержений, формирование вулканических горных пород.

Г. Стратиграфия изучает пространственные соотношения геологических тел в земной коре и последовательность их формирования во времени.

Н. Геотектоника – изучает движения и деформации земной коры, общие закономерности строения и развития земной коры и Земли в целом.

Задачи:

Изучение строения земной коры, распределение в пространстве структурных форм в пределах разных регионов, континентов и океанов (региональная геотектоника).

Исследование истории формирования современной структуры земной коры, основных этапов ее развития (историческая геотектоника).

Изучение происхождения основных типов структурных форм континентов и океанов, факторов, определяющих движения, деформации и общее развитие земной коры (генетическая геотектоника).

Установление связей размещения различных типов месторождений полезных ископаемых с определенными типами структур земной коры (прикладная тектоника).

Изучение тектонических условий возникновения землетрясений (сейсмотектоника).

И. Палеонтология – наука о развитии органического мира Земли в геологическом прошлом. Изучает вымершие организмы: палеозоология – животного происхождения, палеоботаника – растительного происхождения.

С исторической геологией и палеонтологией тесно связаны такие дисциплины, как палеогеография (занимается реконструкцией географических обстановок, существовавших в геологическом прошлом) и палеоэкология (реконструирует существовавшие ранее экосистемы).

Л. Геохимия – изучает распространенность, миграцию и сочетание химических элементов в земной коре, их поведение при различных термодинамических и физикохимических процессах. Дисциплина занимает пограничное положение между геологическими и химическими науками.

К. Геофизика – изучает широкий круг вопросов, от физики Земли как планетного тела в целом и её физических полей (магнитных, плотностных, электрических, гравитационных и др.) до физических свойств горных пород и геофизических методов поисков месторождений полезных ископаемых; находится на стыке геологических и физических наук.

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7M07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Л. Гидрогеология – изучает подземные воды, их происхождение, динамику, распределение в земной коре, их химическую и механическую деятельность.

М. Инженерная геология – изучает геологические процессы и свойства горных пород в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью. Задачи:

Исследование современной морфологии и закономерностей формирования инженерно-геологических условий

Прогнозирование их изменений в процессе инженерно-хозяйственной деятельности

Инженерно-геологическое обоснование защитных мероприятий, обеспечивающих рациональное освоение территорий, недр и охрану окружающей среды.

Для решения этих задач используются полевые наблюдения, лабораторные эксперименты, моделирование, аналитические расчеты, режимные стационарные наблюдения.

Включает грунтоведение, региональную инженерную геологию и инженерную геодинамику.

Учение о полезных ископаемых – исследует промышленное минеральное сырье: рудное (из которого извлекаются металлы) и нерудное (добываемое для получения других видов минеральной продукции – строительных материалов, горючих ископаемых и др.).

Также выделяются: структурная геология (изучает формы залегания взаимоотношения горнопородных тел в земной коре), сейсмология (наука о землетрясениях), металлогения (рассматривает вопросы генезиса полезных ископаемых и закономерности их распределения в земной коре), четвертичная геология (занимается изучением самых молодых, формирующихся в настоящее время горных пород) и другие геологические науки.

Новым направлением в геологических науках является сравнительная планетология, которая изучает геологическое строение и геологические процессы на различных планетных телах путём их сравнительного анализа.

2. Земля как космическое тело, строение и состав Земли

2.1. Земля – как космическое тело

Согласно современным космогеологическим представлениям, Земля образовалась около 4,5-4,6 млрд. лет назад и входит в состав Солнечной системы, центром которой является Солнце. Вокруг Солнца вращаются четыре относительно небольших внутренних планеты: Меркурий, Венера, Земля и Марс, отличающихся высокой плотностью и пять внешних, более крупных планет - Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон, а также большое количество астероидов, метеорных тел, комет, массы рассеянного газа и пыли. Земля - третья от Солнца самая большая и наиболее плотная внутренняя планета.

Характеристики Земли следующие:

Диаметр – 12756 км,

Масса – 5,98x10²⁴ кг,

Плотность – 5510 кг/м³,

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7М07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Площадь – 510млн. км²,
Объем – 1,083х10¹² км³ Период
обращения – 365,26 суток.

В средние века существовало мнение, что по форме Земля соответствует шару. И.Ньютон первым показал, что форма Земли более сложная, чем шар, и доказал, что главным фактором в создании формы Земли является ее вращение и, вызванная этим центробежная сила. Поэтому форма Земли зависит от совместного действия сил гравитации и центробежных. Хорошо известно, что равнодействующая этих сил называется силой тяжести. Многочисленные геодезические измерения позволили доказать, что Земля представляет собой эллипсоид, вычисленный в 1940 г. геодезистом А.А. Изотовым и названный им эллипсоидом Красовского в честь Феодосия Николаевича Красовского - известного русского геодезиста. Параметры эллипсоида Красовского: экваториальный радиус - 6378,245 км; полярный радиус - 6356,863 км. Отношение разности между большой и малой полуосями к большой полуоси называется полярным сжатием Земли (его величина мала и равна 1/298,3). В плоскости экватора наибольший и наименьший радиусы отличаются на 213 м. Следовательно Земля - это трехосный эллипсоид или сфероид.

Реальная форма Земли лучше описывается фигурой геоида (землеподобная) - эквипотенциальной поверхностью невозмущенного океана, продолженной и на континенты. Т.о. форма Земли скорее напоминает «обгрызанное яблоко». Сила тяжести в каждой точке поверхности геоида направлена перпендикулярно к ней.

Земля обладает определенным количеством тепла, причем следует различать два источника тепла: внешний - солнечный и внутренний. Средняя годовая температура принимается для северного полушария 15,50, а для южного полушария 13,60. По мере углубления в земную кору сезонные колебания температуры делаются все менее резкими, и на некоторой глубине устанавливается постоянная годовая температура.

Температура увеличивается с глубиной в разных точках земной поверхности неодинаково. В областях ныне действующих или потухших вулканов температура повышается на 10 очень быстро, примерно при погружении на глубину до 4,5 м и меньше. В областях, удаленных от вулканов, температура повышается с глубиной значительно медленнее, но опять-таки не всюду одинаково. В среднем принимают, что температура нарастает на 10 на углублении на 33 м (для Европы). Величина нарастания температуры при углублении на 100 м получила название геотермического градиента.

Вокруг Земли постоянно существует магнитное поле и обнаруживается по его действию на магнитную стрелку компаса. Магнитосфера нашей планеты резко ассиметрична: она «сжата» в направлении от Земли к Солнцу, и вытянута в противоположном направлении. Граница земного магнетизма проходит на высоте 80-93 км. Полюса магнитного поля не совпадают с географическими полюсами, что вызывает несовпадение оси магнитной стрелки с географическим меридианом. Угол между осью магнитной стрелки и географическим меридианом называется магнитным склонением.

Изучение магнитного поля Земли широко используется для поисков месторождений полезных ископаемых. С учетом магнитной восприимчивости горные породы делятся на

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7M07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

диамагнитные - нефть, гипс, мрамор, каменная соль и парамагнитные - породы содержащие железо, никель, кобальт.

Гравитационное поле обусловлено силой тяжести, являющейся равнодействующей силы гравитационного притяжения массы Земли (определяемой законом всемирного тяготения Ньютона) и центробежной силы, возникающей в результате вращения Земли вокруг своей оси. Сила тяжести зависит от географической широты и увеличивается от экватора к полюсам. Изменяется она также в зависимости от высоты точки наблюдения и рельефа Земли. Единицей силы тяжести является гал и миллигал. Сила тяжести измеряется приборами - гравиметрами. Плотностные свойства пород используются при поисках полезных ископаемых. В частности, характерно, что скопления железных руд дают положительные аномалии; солей, гипса - отрицательные.

2.2. Внутреннее строение Земли

В вертикальном разрезе химический состав и физические свойства Земли изменяются, в связи с чем можно выделить в ней несколько концентрических оболочек или сфер.

Наибольшую роль в реконструкции глубинного строения Земли сыграли сейсмические методы, внедрение которых началось в конце XIX в. Наблюдая над распространением сейсмических волн по различным направлениям можно судить о свойствах вещества на любых глубинах. Кроме того, надёжно устанавливается тип агрегатного состояния, в котором находится вещество (твёрдое оно или жидкое). Таким образом, наблюдения над распространением сейсмических волн позволяет выявлять участки, сложенные веществом с разными свойствами, а также поверхности, на которых наблюдаются резкие изменения свойств вещества, явления преломления и отражения сейсмических волн.

На основе комплексного изучения в строении нашей планеты можно выделить крупные вещественные оболочки, характеризующиеся различными свойствами – геосферы и границы их разделяющие.

А. Земная кора внешняя из твёрдых оболочек. Распространена до глубин от 5-10 км на одних участках до 50-70 км – на других. За её нижнюю границу принят рубеж, определяемый резким увеличением скоростей сейсмических волн, соответствующий увеличению плотности вещества. Он получил название поверхности Мохоровичича, по имени хорватского геофизика, установившего этот рубеж в начале XX века. Средняя плотность вещества земной коры – 3,22 г/см³. Почти весь её объём находится в твёрдом состоянии, но в глубинных частях встречаются и отдельные очаги расплава.

Континентальная материковая кора характеризуется трехслойным строением непостоянной мощностью (от 35-45 км до 70 км). Верхняя часть материковой коры представлена осадочным слоем. Ниже его вся толща материковой коры по значениям скоростей продольных волн разделяется на «гранитный» слой (скорость продольных волн до 6,4 км/сек.) и «базальтовый» слой (скорость продольных волн равна 7,6 км). Эти два слоя разделены между собой поверхностью Конрада, при переходе которой скорость сейсмических волн скачкообразно возрастает.

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7M07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Океаническая земная кора имеет толщину 5-12 км. Под тонким (менее 1 км) слоем морских осадков лежит «базальтовый» слой, состоящий из серпентинитов и базальтов, мощностью 1-25 км, и скоростью продольных волн 4-6 км/сек. «Гранитный» слой отсутствует.

В. Мантия расположена ниже земной коры, до глубины 2900 км. Плотность вещества в пределах мантии изменяется от 3,64 г/см³ в верхней её части 9,7 г/см³ – в нижней, у границы с земным ядром. От земной коры ее отделяет поверхность Мохоровичича, от ядра Земли, на глубине 2900 км - поверхность Гуттенберга. Вещество мантии в целом твёрдое (хотя очаги расплава встречаются и здесь, причём их больше, чем в земной коре). Но в условиях существующих здесь высоких температур и давлений даже твёрдое кристаллическое вещество способно к медленному пластическому течению со скоростями порядка нескольких сантиметров в год. Именно благодаря такой способности внутри мантии и возможен отмечавшийся нами выше конвекционный перенос вещества и тепловой энергии из глубинных частей к поверхности.

Мантия подразделяется на верхнюю (до глубины около 1000 км) и нижнюю (от 1000 до 2900 км). В пределах верхней мантии на глубинах от 45-140 км до 300-400 км выделяется зона, сложенная веществом наиболее пластичным, находящимся в частично расплавленном состоянии - астеносфера. Самая верхняя часть мантии вместе с земной корой образуют, в противоположность пластичной астеносфере, жесткую оболочку - литосферу. Таким образом, понятия "литосфера" и "земная кора" в геологическом смысле – не одно и то же, хотя в географических науках эти термины обычно рассматриваются как синонимы (в географии, не рассматривающей глубинные процессы, различия между данными понятиями, действительно можно считать в принципе несущественными).

С. Ядро расположено ниже мантии и разделяется на внешнее и внутреннее.

Внешнее ядро распространяется до глубин около 5000 км. Плотность в его пределах изменяется вниз по разрезу от 11,5 до 15 г/см³. Помимо повышенной плотности, вещество внешнего ядра имеет ещё одно очень важное отличие от вещества мантии: оно не пропускает поперечные сейсмические волны. И, следовательно, имеет свойства жидкости. Именно во внешнем ядре, согласно модели «динамо», функционируют вихревые токи, ответственные за наличие у Земли магнитного поля.

Внутреннее ядро, в отличие от внешнего, снова твёрдое. Эта оболочка выделяется на глубинах от 5120 км до центра Земли (расстояние от поверхности около 6370 км). Плотность вещества внутреннего ядра изменяется в пределах 17,3-17,9 г/см³.

Увеличение плотности Земли к центру ранее объясняли изменением химического состава вещества Земли, т.е. постепенным уменьшением содержания легких элементов - калия, натрия, кремния, алюминия и увеличение содержания тяжелых - магния, железа, никеля. Эти представления легко увязывались с теорией «железного ядра», обладавшего большой плотностью и создающего магнитное поле вокруг Земли. Однако, за последние 30 лет появились факты, которые не может объяснить теория «железного ядра». Намагниченное железо при температуре выше 580°C размагничивается, т.е. ядро Земли не может создать магнитное поле. Этот факт подтверждается современными представлениями о первично твердом состоянии Земли, что исключает расслоение вещества Земли по удельному весу.

2.3. Внешнее строение Земли

В отличие от других планет Солнечной системы Земля имеет еще три оболочки, облегающие литосферу:

А. Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, представляющая совокупность морей и океанов, континентальных водоёмов, ледяных покровов и подземных вод. Главная ее часть принадлежит Мировому океану, в котором сосредоточено 94% ее массы, представленной соленой водой. Он покрывает 70,8% поверхности земного шара. На оставшиеся 6% три четверти приходится на подземные и речные воды и одна четверть на ледники Антарктиды и Гренландии.

Обрамляющая континенты мелководная зона океанов (обширная материковая отмель), шириной от нуля до 1500 км (в среднем 78 км), называется шельфом. Глубина шельфа колеблется от 20 до 550 м (в среднем равна 133 м). Шельф занимает около 7,6% площади Мирового океана. Далее в сторону океанической акватории следует материковый склон, занимающий 15,2% площади океана, с глубинами до 3000 м и характеризующейся более крутым наклоном дна океана. Ложе океана (абиссаль) характеризуется глубинами более 3 км и занимает 77,2% площади океана. Глубоководные желоба глубиной более 6 км составляют менее 1% площади океана. Наиболее глубокими впадинами дна океанов являются: в Тихом океане - Филиппинская (11516 м), Марианская (11034 м) и Тонга (10882 м); в Атлантическом - Пуэрто-Рико (9200 м); в Индийском - Диамантина (8047 м) и в Северном Ледовитом - Литке (5449 м).

В. Атмосфера или воздушная оболочка Земли характеризуется слоистым строением и неоднородна по своему химическому составу. Масса атмосферы составляет около $5,15 \times 10^{18}$ кг, среднее давление на поверхность Земли соответствует 760 мм ртутного столба. Плотность и давление атмосферы быстро убывает с высотой.

Основная масса атмосферы (79,5%) сосредоточена в нижних ее слоях - в тропосфере, которая распространяется от 8-10 км в полярных широтах до 16-18 км на экваторе. Над тропосферой до высоты 55 км расположена стратосфера, заключающая в себе около 20% всей массы атмосферы и, наконец, около 5% общего объема атмосферы, приходится на самую верхнюю оболочку - ионосферу (от 80 до 1000 км). Химический состав атмосферы у поверхности Земли содержит 78% азота, 20,9% кислорода, 0,93% аргона и около 0,03% углекислого газа. Не более 0,1% составляют вместе водород, гелий, неон и др. газы. Кроме того, в тропосфере содержится главная масса атмосферной воды (до $1,5 \times 10^{16}$ кг) в виде пара, кристалликов льда и взвешенных капель. Для верхних слоев атмосферы характерен также и процесс диффузионного разделения газов под действием силы тяжести: газы распределяются с высотой в соответствии с их молекулярной массой - так до 200 км основным компонентом воздуха является азот, выше преобладает атомарный кислород, на высоте более 600 км преобладающим становится гелий, а в слое около 2000 км и более - водород.

Значение атмосферы для Земли велико, ибо она защищает органический мир Земли от холода мирового пространства (средняя температура Земли равна 14,8°C, при отсутствии атмосферы она понизилась бы до -23°C) и от губительного коротковолнового излучения Солнца. Через атмосферу совершается тепло- и влагообмен между океанами и континентами, а также она служит броней против разрушительного действия метеоритов.

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7М07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

С. Биосфера окружает Землю сплошной оболочкой, в которой сосредоточена жизнь. По подсчетам В.И. Вернадского, масса живой органической материи на Земле составляет около 0,001% от веса земной коры; большая часть этой материи сосредоточена в океане в форме планктона.

Жизнь на земле теснейшим образом связана с атмосферой, гидросферой литосферой. В атмосфере жизнь установлена до высоты не менее 6 км, в гидросфере до огромнейших глубин океанических впадин (10400 м). До каких глубин может развиваться жизнь в пределах литосферы, сказать трудно. Но по находкам древних углей в недрах литосферы можно судить, что на глубинах, которые, вероятно, измеряются несколькими сотнями метров, жизнь возможна.

Обыкновенно историю Земли делят на два больших раздела: дожизненный (азойский), когда еще не было жизни на Земле, и жизненный (зойский), в течение которого появилась и стала интенсивно развиваться жизнь. С этого момента литосфера обогащается рядом минералов и горных пород, которые явились продуктами жизнедеятельности организмов, как животных, так и растительных.

Биосфера представляет на Земле живое вещество, которое как наиболее активный источник энергии приводит в движение огромные массы материи земной коры. Живое вещество создает почвы, участвует в создании горных пород, воздействует на микро- и мезорельеф земной поверхности. Это же вещество консервирует в недрах Земли солнечную энергию и регулирует состав земной атмосферы. Все это делает роль органического вещества на Земле исключительно важной и заставляет расценивать его как геологический фактор, не менее существенный, чем воздух и вода.

1 Абдулин А.А. Геология и минеральные ресурсы Казахстана. Алматы: Гылым, 2004.

2 Геологическое строение Казахстана / Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И. и др. - Алматы: Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2005.

3 Полезные ископаемые Казахстана: Объяснительная записка к Карте полезных ископаемых Казахстана масштаба 1:1 000 000 / Никитченко И.И. – Кокшетау, 2006.

4 Геология и минерагения Казахстана. Алматы: «Казгео», 2008.

5 Геонауки в Казахстане. Алматы: «Казгео», 2008.

6 Бекжанов Г.Р., Фишман И.Л. Прогнозные ресурсы и управление недропользованием в Казахстане. Алматы, 2012.

7 Бакенов М.М. Оновы рудно-формационного анализа. Алматы, 2011.

8 Бакенов М.М., Отарбаев К. Геология полезных ископаемых Казахстана, Алматы, 2012.

9 Бакенов М.М. Нетрадиционные и новые виды полезных ископаемых Казахстана, Алматы, 2008.

10 Рельеф Казахстана (пояснительная записка к Геоморфологической карте Казахстана масштаба 1: 1 500 000). В 2 – х частях. – Алма – Ата: Гылым, 2011.

11 Бакенов М.М. Нерудные полезные ископаемые Казахстана, Алматы, 2009.

12 Бакенов М.М. Месторождения золота Казахстана, Алматы, 2008.

13 Сырьевая база алюминиевой промышленности Казахстана. Алматы: Академия минеральных ресурсов РК, 2006.

14 Сырьевая база черной металлургии Казахстана (железо, марганец, хром). Караганда: 2005