

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра геологии

Г.А. Пономарева

ОБЩАЯ ГЕОХИМИЯ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология

Оренбург
2019

УДК 550.4(076.5)

ББК 26.30я7

П 56

Рецензент – доктор геолого-минералогических наук, профессор
П.В. Панкратьев

Пономарева, Г.А.

П56 Общая геохимия и геохимические методы поисков месторождений
полезных ископаемых: методические указания / Г.А. Пономарева;
Оренбургский государственный университет. – Оренбург: ОГУ,
2019. – 43 с.

Методические указания соответствуют содержанию традиционных вузовских курсов геохимии и геохимических методов поисков для геологических направлений специалитета. Рассматриваются методы контроля качества аналитических работ, применяемых при изучении элементного состава разноранговых геохимических систем и при геохимических поисках, а также требования к ним. Приведены различные виды оценочных средств и методические указания по видам работ.

Методические указания предназначены для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология всех форм обучения для лабораторных и самостоятельной работ по дисциплинам «Общая геохимия» и «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых», а также для дипломного проектирования и подготовки аспирантов кафедры геологии.

УДК 550.4(076.5)

ББК 26.30я7

© Пономарева Г.А., 2019

© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Правила техники безопасности при работе в лаборатории физических методов исследования	6
2 Краткие физические основы метода атомно-абсорбционной спектрометрии...	9
3 Лабораторная работа № 1. Определение массовой концентрации меди в пробах природных вод методом атомно-абсорбционной спектрометрии	11
4 Лабораторная работа № 2. Контроль качества результатов анализа. Внутрилабораторный контроль прецизионности.....	17
5 Лабораторная работа № 3. Внешний лабораторный контроль качества результатов количественного анализа рядовых проб	23
6 Вопросы и упражнения	25
7 Тестовые задания	26
8 Контрольные задания.....	28
9 Вопросы к итоговому контролю	33
10 Общие методические указания по видам работ	36
Список использованных источников	41

Введение

Дисциплина «Общая геохимия» относится к курсу естественнонаучных дисциплин и федеральному компоненту ООП.

Изучение дисциплины «Общая геохимия» базируется на следующих дисциплинах: физики, химии, термобарометрии, термодинамики, астрофизики, астрохимии, общей геологии и минералогии, применяет лабораторные методики этих дисциплин, а также данные дистанционных методов изучения глубинных геосфер.

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний в области геохимии – науки о химическом составе Земли и основных закономерностях миграции и накопления химических элементов в различных природных процессах.

Задачами дисциплины являются:

- освоение современных представлений о распределении и истории миграции химических элементов в литосфере, атмосфере, гидросфере и биосфере;
- освоение методов системного геохимического анализа природных процессов и объектов;
- овладение навыками обработки результатов аналитической информации, построения графиков, диаграмм, необходимыми приемами методов математической статистики.

Геохимия возникла на основе изучения минерального состава пород, руд, атмосферы, биосферы, литосферы, гидросферы.

Основные положения дисциплины «Общая геохимия» используются в дальнейшем при изучении специальных дисциплин, в число которых входит и дисциплина «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых». При изучении этих дисциплин важны знания об аналитических

методах, применяемых при изучении элементного состава разноранговых геохимических систем и при геохимических поисках, а также требованиям к ним. Особое значение придается контролю качества результатов анализа. Данные методические указания и посвящены этому вопросу. Рассмотрены методы оценки сходимости, воспроизводимости (прецизионности), правильности результатов (оценка систематических расхождений) между результатами определений, выполненных в разных лабораториях. В данной работе используются авторские данные, полученные в результате многолетних исследований благородных металлов на объектах платформенного и складчатого Оренбуржья методом атомно-абсорбционной спектрометрии с применением собственных патентованных разработок [15, 18-23].

Автор выражает благодарность доктору геолого-минералогических наук, профессору Панкратьеву П.В. за доброжелательное и обстоятельное рецензирование рукописи.

Автор

1 Правила техники безопасности при работе в лаборатории физических методов исследования

1 При работе в лаборатории всегда нужно помнить, что химические вещества в той или иной мере ядовиты, многие из них огнеопасны и взрывоопасны. Поэтому в ходе выполнения заданий нужно соблюдать чистоту и аккуратность, быть внимательным, следить, чтобы вещества не попадали на кожу, не дотрагиваться руками до лица и глаз, не принимать пищу в лаборатории, после работы тщательно мыть руки. Одному работать в лаборатории категорически запрещается.

Вход в помещения лаборатории в верхней одежде строго воспрещен. Работать в лаборатории необходимо в халате, а если возникнет необходимость, то нужно использовать резиновые перчатки, а также другие средства индивидуальной защиты.

Запрещается без разрешения преподавателя включать, выключать, настраивать и производить другие действия с приборами и другой аппаратурой, находящейся в лаборатории.

2 Запрещается использовать для опытов грязную посуду. Ее необходимо мыть сразу же после окончания опыта и сушить в сушильном шкафу.

3 Категорически запрещается пробовать химические вещества на вкус. Нюхать вещества нужно осторожно, не вдыхая сильно и не наклоняясь над сосудом. Следует направлять к себе пары жидкости или газ движением руки (органолептический метод).

4 Запрещается использовать реактивы из склянок, не имеющих надписей.

5 Запрещается наклоняться над сосудом, в котором находится кипящая жидкость или в который наливается какая-нибудь жидкость (особенно едкая), поскольку брызги могут попасть в глаза. Процессы, сопровождающиеся бурным вскипанием, взрывом следует проводить в вытяжном шкафу, прикрыв

дверцы шкафа таким образом, чтобы лицо было защищено от всевозможных брызг или осколков в случае взрыва.

6 С летучими кислотами и всеми другими веществами, пары которых ядовиты или дурно пахнут, необходимо работать в вытяжном шкафу. Работу шкафа проверяют предварительно.

7 Все дверцы шкафа по возможности должны быть закрыты, но внизу надо оставить небольшую щель потому, что воздух из помещения вытягивается таким образом с большей скоростью, при этом вредные пары не попадают в лабораторию.

8 При необходимости смешивания двух жидкостей, жидкость с большей плотностью приливают к жидкости с меньшей плотностью.

9 При разбавлении концентрированной серной кислоты, при смешивании концентрированной серной и азотной кислот и вообще, если смешивание веществ сопровождается выделением тепла, можно пользоваться только толстостенной химической посудой из стекла или фарфоровой посудой.

10 Не нейтрализованные едкие отработанные жидкости категорически **запрещается** выливать в раковину. Их надо предварительно нейтрализовать или собирать в специальные бутылки. Бутылки должны быть промаркированы.

11 Категорически запрещается выливать в канализацию отходы различных горючих органических растворителей, даже если они смешиваются с водой. Все эти отходы нужно сливать в специальные бутылки.

12 При работе с легковоспламеняющимися веществами (нефть, нефтепродукты, бензин и т. д.) не должно быть по соседству огня и включенных плиток. Нагревать их на открытом огне и плитках категорически **запрещается**.

В лаборатории имеются ящики с песком, огнетушители и противопожарные одеяла. В случае возникновения пожара, надо, прежде всего, выключить все электроприборы, убрать находящиеся поблизости горючие

вещества, а потом тушить пламя углекислотным огнетушителем, песком или используя противопожарное одеяло.

Не следует заливать пламя водой, поскольку это может привести к разрастанию очага пожара.

Если на ком-либо загорелась одежда, то нужно набросить на него одеяло, пальто, пиджак и ни в коем случае не давать пострадавшему бежать, поскольку это усиливает пламя. Если пожар возник в вытяжном шкафу, следует немедленно закрыть шибер вентиляционного канала, выключить вентиляцию, так как пожар может распространиться по вентиляционному каналу на другие помещения.

13 При работе со стеклом и химической посудой необходимо соблюдать правила предосторожности во избежание ранения осколками стекла.

Большие химические стаканы с жидкостями следует поднимать только двумя руками, поддерживая одной рукой дно.

14 Для обеспечения безопасности условий труда в лаборатории в первую очередь необходимо, чтобы внимание студентов было полностью сосредоточено на выполняемой ими работе. Все операции должны выполняться тщательно и аккуратно.

В ходе работы необходимо использовать только чистую химическую посуду, так как даже мельчайшие примеси могут привести не только к срыву опыта, но и к несчастному случаю. Рабочий стол следует содержать в чистоте и ни в коем случае не загромождать посторонними предметами: учебниками, папками, пакетами и т. д.

15 Образующиеся при лабораторных работах отходы нельзя выбрасывать в мусорные корзины или спускать в канализацию. Отработанные растворы концентрированной серной кислоты сливают в бутылку, установленную в вытяжном шкафу. Выливая в раковины разбавленные растворы кислот и щелочей, следует открывать сильную струю воды. Органические растворители собирают в специально предназначенные для них бутылки. Вещества,

выделяющие ядовитые газы, уничтожают, руководствуясь указаниями преподавателя.

16 Студенты должны научиться ясно и точно описывать проведенные ими лабораторные работы. Для этого по каждой работе, выполненной в лаборатории, они составляют отчет, который заносится в рабочий журнал. Форма ведения рабочего журнала предлагается преподавателем.

Перед тем как приступить к выполнению работы, следует внимательно изучить методические указания, по которым будет проводиться работа и обратить внимание на вопросы техники безопасности. В рабочем журнале указываются дата, тема и цель лабораторной работы, оборудование и схема прибора с указанием его составляющих, делаются необходимые зарисовки, составляются таблицы, обрабатываются результаты. В конце работы делается теоретический вывод. Описание лабораторной работы ведется в процессе ее выполнения или сразу же после окончания [16].

2 Краткие физические основы метода атомно-абсорбционной спектрометрии

В основе метода атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) лежит резонансное поглощение характеристического излучения элемента атомами, которые находятся в свободном состоянии [5].

В 1955 было предложено (англ. Уолш Агоду) просвечивать атомный пар светом лампы, которая излучает спектр определяемого металла.

Свет соответствующих длин волн, поглощается определяемыми атомами. Они переходят в возбужденное состояние. Резонансное излучение, прошедшее сквозь плазму, ослабляется. Ослабление происходит по экспоненциальному закону, который идентичен закону Бугера-Ламберта-Бера:

$$I = I_0 \cdot e^{-kIC},$$

где I – интенсивность выходящего светового потока;

I_0 – интенсивность падающего света;

e – экспонента, основание натурального логарифма, $\approx 2,71$;

k – коэффициент поглощения, рассчитанный для 1 моль элемента для центра линии поглощения;

l – толщина поглощающего слоя плазмы;

C – концентрация поглощающих атомов.

Логарифмирование, переход от натуральных логарифмов к десятичным можно выразить следующей формулой:

$$A = \lg \frac{I_0}{I} = kIC,$$

где A – абсорбция поглощающего слоя плазмы [5].

Для атомизации вещества в ААС используют различные и электротермические атомизаторы (ЭТА). Современные приборы настраивают автоматически при помощи компьютерных программ. Измеряют эталонные растворы (с известной концентрацией), строят градуировочный график, который обычно представляет собой зависимость абсорбции (оптической плотности) A от концентрации C :

$$A = f(C)$$

График должен быть прямолинейным.

Затем в атомизатор помещают исследуемые пробы и определяют концентрацию элемента в них.

Измерение производят из растворов, поэтому образец (порода, минералы и другие геологические объекты) должен быть переведен в раствор. Для этого используются различные кислоты или их смеси. В случае очень низкого

содержания определяемого элемента применяют концентрирование (экстракцию, соосаждение, сорбцию и т.д.).

Спектр атомного поглощения элемента проще, чем спектр испускания, так как состоит только из спектральных линий резонансной серии. Однако излучение и поглощение фона все же имеет место быть. Эти помехи удается скомпенсировать с помощью дейтериевого корректора фона или коррекции основанной на эффекте Зеемана. Излучение дейтериевой лампы, не будучи монохроматическим, практически не поглощается свободными атомами, однако поглощается фоном. Электронная система прибора разделяет сигналы от обоих источников света и автоматически делает поправку на измеренное поглощение фона.

Коррекция фонового поглощения, основанная на эффекте Зеемана, является более современным способом.

Теоретически в методе градуировочного графика должна соблюдаться полная идентичность проб и стандартных образцов. Однако это обычно трудно выполнить, поскольку состав проб неизвестен.

Для выполнения анализа могут быть использованы различные атомно-абсорбционные спектрометры (ААС) – Перкин Элмер, Сатурн, С-302, МГА-915 и другие [14]. В лаборатории физических методов исследования кафедры геологии используется атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915 (СПб).

3 Лабораторная работа № 1. Определение массовой концентрации меди в пробах природных вод методом атомно-абсорбционной спектрометрии

Атомно-абсорбционный метод измерения основан на поглощении атомами меди резонансного излучения спектральной линии 324,7 нм ($4^2s_{1/2} - 4^2p_{1/2}$), получаемого от лампы с полым катодом. Содержание металла

определяется величиной интегрального аналитического сигнала и рассчитывается по предварительно построенному градуировочному графику.

Цель: определить концентрацию меди в пробах природных вод методом ААС. Выполнить обработку результатов определения, используя распределения Стьюдента.

Приборы и реактивы: атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915 с электротермическим атолизатором (ЭТААС), весы лабораторные аналитические АЛС, лампа с полым катодом на медь, аргон, микродозатор «Биофит», графитовый атолизатор, растворы для анализа, колбы мерные, воронки лабораторные, государственные стандартные образцы состава раствора ионов меди (ГСО 7255-96), вода дистиллированная, кислота серная (хч) и азотная (ос.ч).

Приготовление раствора соли меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ с концентрацией меди 1000 мкг/мл. Навеску соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (хч) 1,965 г ($F = M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}} / A_{\text{Cu}} = 3,929$) растворяют в 50 мл H_2SO_4 (1:20), переносят в мерную колбу вместимостью 500 мл и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой.

Рабочий раствор соли меди с концентрацией меди 100 мкг / мл. Переносят 10 мл исходного раствора соли меди в мерную колбу вместимостью 100 мл, раствор в колбе доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

Выполнение работы

Отбор и хранение проб. Общие требования к отбору проб производится согласно стандартам. Отбор проб природной воды производится по ГОСТ 17.1.5.05-85. Объем отбираемой пробы составляет не менее 50 см³. К пробе добавляют 3 см³ концентрированной HNO_3 на 1 дм³ пробы. Хранят такую пробу в посуде из полиэтилена (полипропилена или фторопласта).

Пробы перед анализом фильтруют через бумажный фильтр. При фильтровании первые порции фильтрата (не менее 5 см³) отбрасывают. Посуду,

предназначенную для отбора и хранения проб, промывают раствором HNO_3 , затем дистиллированной и бидистиллированной водой. Срок хранения законсервированной пробы три дня.

Приготовление градуировочных растворов. Приготовление рабочего раствора массовой концентрации 100 мг/мл. В мерную колбу вместимостью 50 см³ помещают при помощи пипетки 5 см³ стандартного образца состава раствора меди, доводят до метки 2 % раствором HNO_3 и перемешивают. Раствор устойчив при хранении в полиэтиленовой посуде в течение 1 месяца. Рекомендуемая концентрация градуировочного раствора – 10 мкг/дм³. Такой раствор получают серией последовательных разведений. Последний раствор используется свежеприготовленный.

Построение градуировочного графика. Включают спектрометр согласно руководству по эксплуатации, устанавливают в рабочее положение лампу с полым катодом (на медь) и дают прогреться электронной системе 15-30 минут.

Устанавливают нужный расход аргона. Сверяют показания компьютера и ротаметров.

Поочередно фотометрируют градуировочные растворы не менее трех раз каждый, начиная с наименее концентрированного. По результатам измерения поглощения строят градуировочный график в координатах «интеграл – масса, пг» (рисунок 1).

Определение содержания меди в пробе. Перед началом работы проводят холостую атомизацию, это необходимо, чтобы убедиться в отсутствии загрязнения кюветы медью.

Вводят дозатором в графитовую печь атомизатора анализируемую пробу и выполняют измерение в соответствии с установленным режимом работы прибора. Следует отметить, что режимы при измерении стандартных растворов и анализируемых проб должны быть одинаковыми.

Измерения выполняют в соответствии с руководством эксплуатации прибора. Анализ пробы осуществляется минимум два раза. При низких содержаниях проводят концентрирование [8, 22].

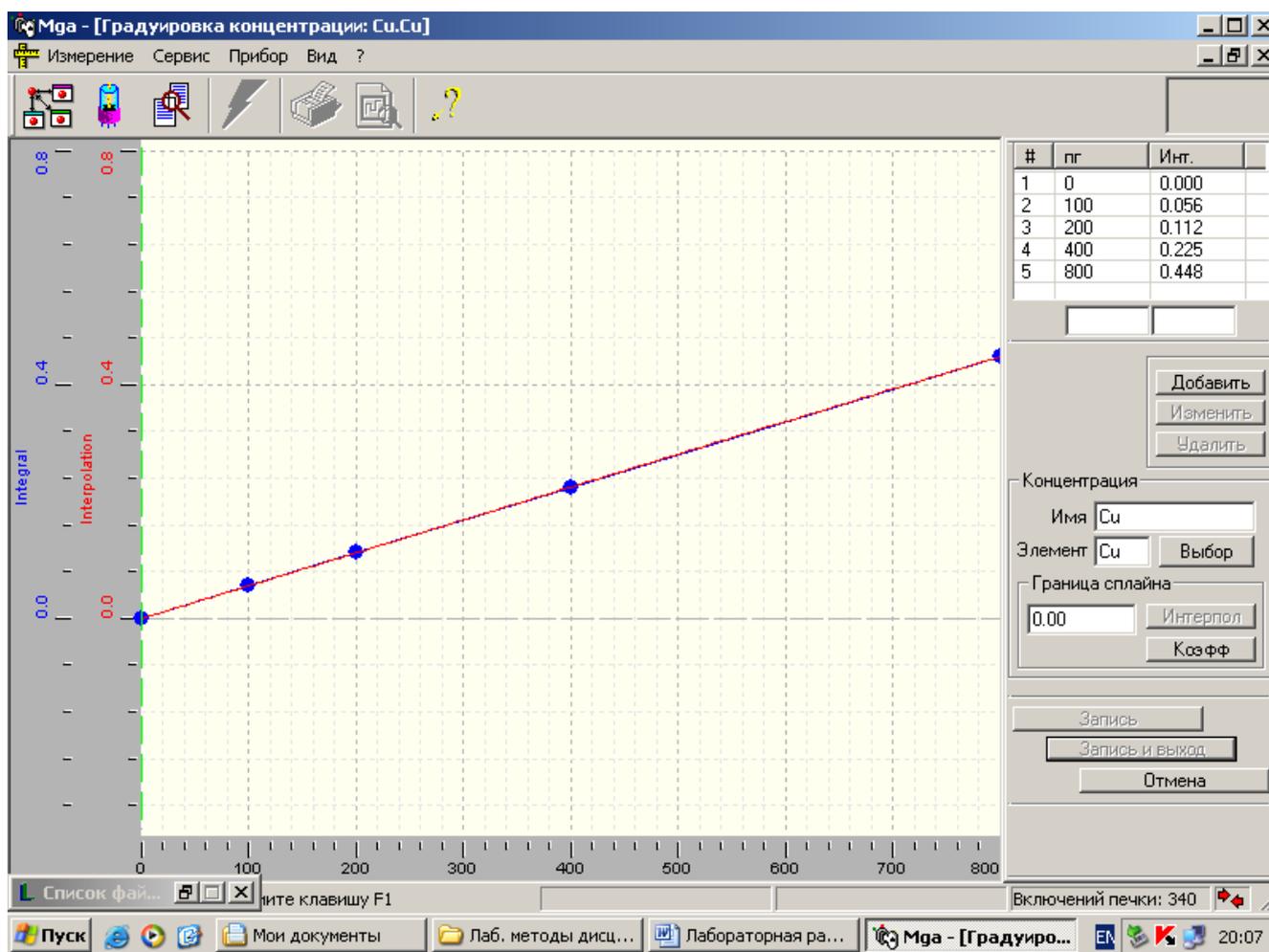


Рисунок 1 – Градуировка концентрации меди (прибор МГА-915)

Обработка результатов определения концентрации меди с применением статистики малых выборок Стьюдента

В химическом анализе количество вещества в пробе устанавливают, выполняя чаще всего небольшое число параллельных определений n ($2 \leq n < 20$). В основе микростатистических оценок нормального распределения случайных величин лежит *распределение Стьюдента* (англ. математик и химик Госсет).

Среднее значение выборки – это сумма случайных величин в выборке, деленная на их число:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n}.$$

Дисперсия выборки (обозначается V или s^2) характеризует рассеяние результатов относительно среднего. При $n < 20$ этот показатель определяют следующим образом:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1},$$

где $n - 1 = f$ – число степеней свободы.

Необходимое условие – $n > 1$, если $n = 1$, то понятие рассеяния теряет смысл.

Для характеристики рассеяния результатов в выборочной совокупности применяют также **стандартное отклонение S** и **относительное стандартное отклонение S_r** .

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

$$S_r = \frac{S}{\bar{x}}$$

Дисперсия, стандартное отклонение и относительное стандартное отклонение характеризуют воспроизводимость применяемого метода анализа. Воспроизводимость – это рассеяние единичных результатов относительно среднего значения.

Кроме того, результаты анализа характеризуют шириной доверительного интервала для среднего значения ($\pm D\bar{x}$). Ширина доверительного интервала – это абсолютная погрешность определения среднего. Он ограничивает ту область, в которой при заданной доверительной вероятности (и при отсутствии систематических погрешностей) находится действительное значение. Интервал рассчитывают по формуле:

$$t = \frac{\Delta \bar{x} \cdot \sqrt{n}}{s}, \text{ откуда } \Delta \bar{x} = \pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}}.$$

Значение t (коэффициента Стьюдента) – справочная величина, при n=3 и P=0,95 он равен 4,3, а P - доверительная вероятность.

Результаты измерений и их обработку принято представлять в виде таблицы (таблица 1) [16, 23].

Таблица 1 – Результаты статистической обработки определения содержания ионов меди в образце

x_i	n	\bar{x}	s	s_r	$\Delta \bar{x}$.	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$

Установив с доверительной вероятностью (P=0,95) интервальные значения для среднего результата, можно считать, что в 95 % случаев среднее значение результата не выйдет за эти пределы.

За результат измерения содержания металла в пробе принимают среднее арифметическое значение результатов n=3 параллельных определений. Допускаемые расхождения между результатами параллельных определений можно оценить согласно методике выполнения измерений (М-01-29-2006) [8].

Массовую концентрацию металла в пробе X (мг/дм³) вычисляют по формуле:

$$X = 0,001 * X,$$

где X – среднее арифметическое результатов параллельных определений, мкг/дм³.

Если для анализируемого образца, действительное содержание неизвестно, то относительную погрешность среднего результата находят по формуле:

$$\pm \frac{D\bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100.$$

Задание. Получить у преподавателя варианты определения концентрации ионов меди в природной воде (таблица 2), заполнить таблицу 1, предварительно рассчитав необходимые критерии.

Таблица 2 – Варианты заданий к лабораторной работе «Определение массовой концентрации меди в пробах природных вод методом ААС»

Вариант	X_i , мкг/дм ³	\bar{X}	S	Sr	\bar{Dx}	$X \pm \bar{Dx}$	δ
1	2,26; 2,28; 2,30						
2	2,31; 2,25; 2,28						
3	3,01; 3,15; 3,20						
4	3,20; 3,31; 3,50						
5	2,31; 2,39; 2,44						
6	2,32; 2,45; 2,51						
7	3,51; 3,56; 3,60						
8	0,30; 0,31; 0,32						
9	2,30; 2,40; 2,54						
10	2,30; 2,35; 2,44						
11	3,21; 3,28; 3,33						
12	2,20; 2,31; 2,43						
13	0,30; 0,31; 0,33						
14	3,20; 3,31; 3,51						
15	1,10; 1,15; 1,21						
16	2,27; 2,30; 2,34						
17	2,68; 2,74; 2,79						
18	2,51; 2,56; 2,61						
19	2,38; 2,43; 2,50						
20	2,48; 2,53; 2,60						

4 Лабораторная работа № 2. Контроль качества результатов анализа. Внутрилабораторный контроль прецизионности

Для подтверждения достоверности проделанной аналитической работы организуют внешний и внутренний контроль результатов анализа, например, элементов, в геологических объектах.

Для этого существуют разработанные стандартные алгоритмы. Рассмотрим, как проводится внутренний контроль качества результатов анализа.

Внутренний контроль качества аналитических работ состоит в повторном анализе 20 % проб для оценки воспроизводимости (прецизионности) и точности (погрешности).

Применяемые методики предусматривают пределы погрешностей с заданной вероятностью. Так, например, используемая методика определения БМ в геологических объектах должна обеспечить с вероятностью $P=0,95$ получение результатов измерений с погрешностью не превышающей значений, приведенных в таблице 1 [6].

Внутрилабораторный контроль прецизионности основан на методах выборочного контроля качества [11-13]. Чтобы по результатам выборки можно было судить о качестве анализа всей партии, необходимо обеспечить *репрезентативность* контрольной выборки (репрезентативность – это показатель, заключающийся в том, что выборка должна полно и достоверно отображать признаки той совокупности, частью которой она является). С этой целью она формируется генератором случайных чисел, равномерно распределённому по всему аналитическому массиву.

Оперативный контроль промежуточной прецизионности осуществляется согласно методике количественного химического анализа, которая используется при определении конкретных элементов [11] или согласно отраслевым стандартам и ГОСТам. Он состоит в сопоставлении расхождения между двумя результатами анализа рабочих проб, полученных в разных условиях (время, аналитики и т.д.) с нормативом оперативного контроля.

Задание. Методику оценки расхождения между двумя результатами анализа рабочих проб, полученных в разных условиях, диапазон измерений, значения характеристики погрешности измерений при заданной доверительной

вероятности и вариант задания получить у преподавателя (таблицы 3, 4, 5) [15, 18-21].

Таблица 3 – Результаты контроля внутрилабораторной прецизионности определения БМ в партии проб горных пород, руд и минералов, г/т [15, 18-21]

№п/п	Шифр	C_p	C_k	$ C_p - C_k = D_k$	D	D_k/D	Прецизи онность	\bar{X}	S^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au Вариант 1									
1	Грк-22	0,534	0,383						
2	Грк-31	0,432	0,608						
3	Гг-18	0,926	1,159						
4	Гп-5	0,086	0,113						
5	Кв-у-2	0,148	0,10						
Au Вариант 2									
6	И-3	0,013	0,010						
7	А-5	0,015	0,019						
8	Хбр-5	0,022	0,030						
9	К-18/23	0,476	0,770						
10	Кв-8	1,120	0,622						
Au Вариант 3									
11	Бос-5	0,038	0,023						
12	Яр-1	0,135	0,097						
13	Мп-16	0,416	0,624						
14	Ту-6	0,004	0,005						
15	Ду-5	0,048	0,063						
Au Вариант 4									
16	Крф-3	0,064	0,127						
17	Ях-а-4	0,002	0,004						
18	Ях-а-6	0,645	0,896						
19	В-13	1,08	1,432						
20	ВП-2896	0,016	0,008						
Pt Вариант 5									
1	Грк-22	0,010	0,005						
2	Грк-31	0,003	0,005						
3	Гг-18	0,946	0,773						
4	Гп-5	0,002	0,003						
5	Кв-у-2	0,070	0,091						
Pt Вариант 6									
6	И-3	0,130	0,156						
7	А-5	0,014	0,010						
8	Хбр-5	0,017	0,025						
9	К-18/23	0,082	0,046						
10	Кв-8	0,046	0,036						

Продолжение таблицы 3

№п/п	Шифр	C_p	C_k	$ C_p - C_k = D_k$	D	D_k/D	Прецизи онность	\bar{X}	S^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pt Вариант 7									
11	Бос-5	0,010	0,006						
12	Яр-1	0,44	0,751						
13	Мп-16	0,008	0,014						
14	Ту-6	0,002	0,003						
15	Ду-5	0,007	0,012						
Pt Вариант 8									
16	Крф-3	0,691	0,854						
17	Ях-а-4	0,921	1,347						
18	Ях-а-6	0,694	0,466						
19	В-13	0,078	0,102						
20	ВП-2896	0,061	0,032						
Pd Вариант 9									
1	Грк-22	0,035	0,023						
2	Грк-31	0,015	0,021						
3	ГГ-18	0,035	0,028						
4	Гп-5	0,004	0,006						
5	Кву-2	0,004	0,002						
Pd Вариант 10									
6	И-3	0,081	0,105						
7	А-5	0,244	0,367						
8	Хбр-5	0,038	0,050						
9	К-18/23	0,012	0,020						
10	Кв-8	0,170	0,134						
Pd Вариант 11									
11	Бос-5	0,043	0,058						
12	Яр-1	0,009	0,015						
13	Мп-16	0,095	0,069						
14	Ту-6	0,0002	0,002						
15	Ду-5	0,005	0,008						
Pd Вариант 12									
16	Крф-3	0,426	0,553						
17	Ях-а-4	0,002	0,003						
18	Ях-а-6	0,144	0,098						
19	В-13	0,010	0,018						
20	ВП-2896	0,012	0,008						

Таблица 4 – Результаты контроля внутрилабораторной прецизионности определения БМ в партии нефти, г/т

№п/п	Шифр	C_p	C_k	$ C_p - C_k = D_k$	D	D_k/D	Прецизионность	\bar{X}	S^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au Вариант 13									
1	4В _{Д5}	0,033	0,041						
2	7Л _{Д1}	0,006	0,008						
3	7Б _{О2}	0,004	0,002						
4	14Дс _{Дкт}	0,009	0,006						
5	1О _{арт}	0,016	0,010						
Au Вариант 14									
6	6Г _Б	0,027	0,024						
7	3Н _П	0,014	0,010						
8	2Р _В	0,001	0,002						
9	14Дс _{Дкт}	0,009	0,006						
10	1О _{арт}	0,016	0,010						
Pt Вариант 15									
1	4В _{Д5}	0,018	0,024						
2	7Л _{Д1}	0,010	0,007						
3	7Б _{О2}	0,002	0,004						
4	14Дс _{Дкт}	0,0005	0,001						
5	1О _{арт}	0,018	0,014						
Pt Вариант 16									
6	6Г _Б	0,033	0,028						
7	3Н _П	0,009	0,011						
8	2Р _В	0,007	0,004						
9	14Дс _{Дкт}	0,0005	0,001						
10	1О _{арт}	0,018	0,014						
Pd Вариант 17									
1	4В _{Д5}	0,006	0,004						
2	7Л _{Д1}	0,008	0,014						
3	7Б _{О2}	0,003	0,005						
4	14Дс _{Дкт}	0,004	0,007						
5	1О _{арт}	0,010	0,008						
Pd Вариант 18									
6	6Г _Б	0,051	0,044						
7	3Н _П	0,007	0,011						
8	2Р _В	0,004	0,002						
9	14Дс _{Дкт}	0,004	0,007						
10	1О _{арт}	0,010	0,008						

Таблица 5 – Результаты контроля внутрилабораторной прецизионности определения БМ в партии проб галогенных объектов, г/т

№п/п	Шифр	C_p	C_k	$ C_p - C_k = D_k$	D	D_k/D	Прецизионность	\bar{X}	S^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au Вариант 19									
1	C-12	0,098	0,145						
2	Cб-15	0,030	0,018						
3	B-495/5	1,013	0,843						
4	Ак-171/1	0,005	0,007						
5	Ак-171/4	1,657	2,091						
Au Вариант 20									
6	П-2477	0,158	0,258						
7	ВП-2896	0,016	0,025						
8	Б-1/8	0,029	0,015						
9	Ак-171/1	0,005	0,007						
10	Ак-171/4	1,657	2,091						
Pt Вариант 21									
1	C-12	0,043	0,068						
2	Cб-15	0,075	0,041						
3	B-495/5	0,715	0,518						
4	Ак-171/1	0,065	0,093						
5	Ак-171/4	0,052	0,078						
Pt Вариант 22									
6	П-2477	3,128	2,014						
7	ВП-2896	0,061	0,039						
8	Б-1/8	0,375	0,527						
9	Ак-171/1	0,065	0,093						
10	Ак-171/4	0,052	0,078						
Вариант Pd 23									
1	C-12	0,061	0,092						
2	Cб-15	0,008	0,014						
3	B-495/5	0,059	0,037						
4	Ак-171/1	0,006	0,010						
5	Ак-171/4	0,107	0,065						
Вариант Pd 24									
6	П-2477	0,006	0,004						
7	ВП-2896	0,012	0,020						
8	Б-1/8	0,008	0,015						
9	Ак-171/1	0,006	0,010						
10	Ак-171/4	0,107	0,065						
Вариант Pd 25									
1	C-12	0,485	0,363						
2	Cб-15	0,301	0,447						
3	B-495/5	3,079	2,465						
4	Ак-171/1	0,585	0,812						
5	Ак-171/4	0,483	0,326						

Полученные результаты контроля и соответствующие расчеты должны быть представлены в виде таблицы (продолжить заполнение таблицы своего варианта). В ней удовлетворительная прецизионность следует обозначить знаками «+», а неудовлетворительную «-».

В конце работы делают *вывод*, о том, что партии по данным контроля признаются годными.

5 Лабораторная работа № 3. Внешний лабораторный контроль качества результатов количественного анализа рядовых проб

Внешний контроль проводится для оценки правильности результатов (т.е. для оценки систематических расхождений) между результатами определений, выполненных в разных лабораториях. На внешний лабораторный контроль отправляют пробы, прошедшие внутренний лабораторный контроль и имеющие два результата анализа. При формировании партии проб для внешнего контроля их классифицируют по интервалам содержания контролируемого компонента.

Существует несколько способов оценки значения систематических погрешностей и оценки их статистической значимости. Рассмотрим один из них.

Выявление систематического расхождения в этом случае базируется на проверке гипотезы о среднем значении выборки из нормального распределения генеральной совокупности при известной дисперсии [23, 24]. Для решения этой задачи формулируют нуль-гипотезу и проверяют ее с помощью *t*-критерия Стьюдента при соблюдении ряда условий.

Задание. Алгоритм расчета значимости отличия дисперсий двух серий наблюдений, вычисление коэффициента Стьюдента, табличные величины и

варианты заданий получают у преподавателя. Производят расчеты, записывая их в отчет по лабораторной или контрольной работе.

Полученные результаты контроля и соответствующие расчеты представляют в таблице 6 ($F_{ТАБЛ} = 164,4$ при $\beta=0,05$; $t_{ТАБЛ}=4,3$; $n_1=n_2=2$).

Совместные результаты обозначают знаками «+», несовместные – «-».

Таблица 6 – Результаты внешнего контроля определения БМ в партии проб, г/т [15, 18-21] (\bar{X}_1, \bar{S}_1^2 - данные лаборатории ФМИ, \bar{X}_2, \bar{S}_2^2 - данные внешнего контроля, для 7 и 8 вариантов некоторые цифры взяты условно)

№ п/п	Шифр	\bar{X}_1	\bar{S}_1^2	\bar{X}_2	\bar{S}_2^2	$F_{ЭКСП}$	\bar{S}	$t_{ЭКСП}$	Совместимость рез-тов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au Вариант 1									
1	Кву-2	0,124	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,16	$1 \cdot 10^{-5}$				
2	К18/23	0,623	$4,3 \cdot 10^{-2}$	0,34	$1,4 \cdot 10^{-3}$				
3	Яр-1	0,116	$7,2 \cdot 10^{-4}$	0,15	$2,5 \cdot 10^{-5}$				
4	В-13	1,256	$6,2 \cdot 10^{-2}$	0,95	$2,3 \cdot 10^{-3}$				
5	ВП2896	0,012	$3,2 \cdot 10^{-5}$	0,01	$9,1 \cdot 10^{-5}$				
Ag Вариант 2									
1	Грк-22	1,049	$3,2 \cdot 10^{-2}$	0,831	$2,2 \cdot 10^{-3}$				
2	Sp114Б	1,455	$1,8 \cdot 10^{-2}$	1,614	$8,4 \cdot 10^{-2}$				
3	Кв-8	0,214	$3,8 \cdot 10^{-3}$	0,088	$2,1 \cdot 10^{-4}$				
4	Крф-3	0,519	$2,3 \cdot 10^{-2}$	0,725	$1,1 \cdot 10^{-2}$				
5	АА-3	0,052	$2,6 \cdot 10^{-4}$	0,094	$2,1 \cdot 10^{-3}$				
Pt Вариант 3									
1	Кв-у-2	0,081	$2,2 \cdot 10^{-4}$	0,062	$3,1 \cdot 10^{-5}$				
2	К-18/23	0,064	$6,5 \cdot 10^{-3}$	0,073	$8,4 \cdot 10^{-4}$				
3	Яр-1	0,596	$4,8 \cdot 10^{-2}$	0,050	$2,1 \cdot 10^{-3}$				
4	В-13	0,09	$2,9 \cdot 10^{-4}$	0,067	$3,8 \cdot 10^{-5}$				
5	ВП-896	0,047	$4,2 \cdot 10^{-4}$	0,045	$1,2 \cdot 10^{-5}$				
Pd Вариант 4									
1	Кв-у-2	0,003	$2 \cdot 10^{-6}$	0,005	$2,8 \cdot 10^{-7}$				
2	К-18/23	0,016	$3,2 \cdot 10^{-5}$	0,009	$2,6 \cdot 10^{-6}$				
3	Яр-1	0,012	$1,8 \cdot 10^{-5}$	0,007	$5,6 \cdot 10^{-6}$				
4	В-13	0,014	$3,2 \cdot 10^{-5}$	0,012	$1,4 \cdot 10^{-6}$				
5	ВП-896	0,01	$8 \cdot 10^{-6}$	0,009	$1,6 \cdot 10^{-7}$				
Au Вариант 5									
1	С-12	0,122	$1,1 \cdot 10^{-3}$	0,064	$2,2 \cdot 10^{-2}$				
2	В495/5	1,010	$1,4 \cdot 10^{-2}$	1,524	$8,6 \cdot 10^{-2}$				
3	Ак171/4	1,873	$9,4 \cdot 10^{-2}$	1,375	$1,3 \cdot 10^{-3}$				
4	П-2477	0,208	$5 \cdot 10^{-3}$	0,065	$3,2 \cdot 10^{-4}$				
5	Б-1/8	0,022	$1 \cdot 10^{-4}$	0,055	$4 \cdot 10^{-5}$				

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Шифр	\bar{X}_1	\bar{S}_1^2	\bar{X}_2	\bar{S}_2^2	$F_{ЭКСП}$	\bar{S}	$t_{ЭКСП}$	Совместимость рез-тов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ag Вариант 6									
1	С-12	0,424	$7,4 \cdot 10^{-3}$	0,617	$4 \cdot 10^{-3}$				
2	В-495/5	2,772	$1,9 \cdot 10^{-1}$	3,438	$9 \cdot 10^{-2}$				
3	Ак171/4	0,405	$1,2 \cdot 10^{-2}$	0,547	$2,7 \cdot 10^{-3}$				
4	П-2477	0,900	$5,7 \cdot 10^{-2}$	2,213	$8,7 \cdot 10^{-1}$				
5	Б-1/8	0,146	$6,3 \cdot 10^{-4}$	0,280	$5,1 \cdot 10^{-3}$				
Pt Вариант 7									
1	С-12	0,056	$3,2 \cdot 10^{-4}$	0,019	$4,8 \cdot 10^{-5}$				
2	В-495/5	0,617	$1,9 \cdot 10^{-2}$	1,126	$5,2 \cdot 10^{-2}$				
3	Ак171/4	0,065	$3,4 \cdot 10^{-4}$	0,129	$7,3 \cdot 10^{-4}$				
4	П-2477	2,571	$6,2 \cdot 10^{-1}$	1,463	$1,3 \cdot 10^{-2}$				
5	Б-1/8	0,451	$1,1 \cdot 10^{-2}$	1,320	$7,3 \cdot 10^{-1}$				
Pd Вариант 8									
1	С-12	0,077	$4,8 \cdot 10^{-4}$	0,012	$2,2 \cdot 10^{-5}$				
2	В-495/5	0,048	$2,4 \cdot 10^{-4}$	0,034	$1,2 \cdot 10^{-5}$				
3	Ак171/4	0,079	$9 \cdot 10^{-4}$	0,164	$3,1 \cdot 10^{-3}$				
4	П-2477	0,005	$2 \cdot 10^{-6}$	0,018	$2,9 \cdot 10^{-5}$				
5	Б-1/8	0,012	$2,5 \cdot 10^{-5}$	0,034	$1 \cdot 10^{-4}$				

В конце работы делают *вывод*. Сопоставляя величины $t_{ЭКСП}$ с $t_{ТАБЛ}$, видно, что все результаты отвечают условию $t_{ЭКСП} < t_{ТАБЛ}$, значит расхождение между средними значениями обусловлено случайными погрешностями и незначимо. Можно определять новое среднее и дисперсию единой выборочной совокупности. В том случае, когда статистически значимая систематическая погрешность ничтожна с точки зрения задач заказчика, ею можно пренебречь.

6 Вопросы и упражнения

- 1 На чем основан метод атомно-абсорбционного определения содержания металлов?
- 2 Какие требования предъявляются к отбору и хранению проб?
- 3 В каких случаях при обработке результатов анализа применяют распределение Стьюдента?
- 4 Что такое воспроизводимость анализа?

5 Какие критерии используются для оценки воспроизводимости?

6 Дайте определение дисперсии и стандартного отклонения.

7 При атомно-абсорбционном определении содержания (мкг/дм^3) а) ионов меди в пробе природной воды были получены следующие данные: 2,30; 2,40; 2,60; б) ионов цинка – 0,30; 0,31; 0,32. Найти границы доверительного интервала для среднего значения концентрации при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения среднего (%). Коэффициент Стьюдента для $n = 3$ равен 4,3.

8 Для чего проводят внутренний лабораторный контроль анализа рядовых проб?

9 Для чего предназначен внешний лабораторный контроль качества результатов?

7 Тестовые задания

1 На чем основан метод атомной абсорбции (ААС)?

- на резонансном поглощении характеристического излучения элемента его невозбужденными атомами, находящимися в свободном состоянии;

- на резонансном поглощении характеристического излучения элемента его невозбужденными атомами, находящимися в связанном состоянии;

- на резонансном поглощении характеристического излучения элемента его возбужденными атомами, находящимися в свободном состоянии;

- на способности веществ к адсорбции.

2 Термин «резонансная линия» обычно используется для аналитических линий

- соответствующим переходам в невозбужденное состояние;

- соответствующим переходам в возбужденное состояние;

- соответствующим переходам в ионы;

- не используется термин.

3 Резонансное излучение, проходя сквозь атомные пары (плазму) ослабляется по экспоненциальному закону, который идентичен закону

- Менделеева-Клайперона;
- Брега-Вульфа;
- Бугера-Ламберта-Бера;
- Бойля-Мариотта.

4 Для атомизации вещества в ААС используются

- пламенная;
- электротермические атомизаторы;
- дуговой разряд;
- искровой разряд.

5 Градуировочный график строят с помощью

- анализируемых веществ;
- эталонных растворов;
- не строят график;
- буферных растворов.

6 Величина абсорбции (поглощения) зависит от

- длины волны резонансного излучения;
- настроек прибора;
- концентрации вещества;

7 Градуировочный график должен быть

- гиперболой;
- прямолинейным;
- параболой;
- синусоидой.

8 Определяемые металлы переводят в раствор, как правило, с помощью

- обжига;
- щелочей;
- кислот и их смесей.

8 Контрольные задания

В качестве контрольных расчетных заданий для студентов заочной формы обучения могут использоваться задания лабораторных работ, приведенных по вариантам. Теоретические вопросы приведены в таблице 7. Варианты ориентировочных контрольных заданий по дисциплине «Общая геохимия» включают разделы 1 и 2, а по дисциплине «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых» - разделы 3 и 4. Данные оценочные средства будут полезны и для студентов очной формы обучения для промежуточной аттестации (модули), а также для текущего контроля и самоконтроля [17].

Таблица 7 – Задания для контрольной работы

Варианты	Номера заданий			
	Разделы			
	1	2	3	4
1	1,13,25,37	1,13	1,13	1,13
2	2,14,26,38	2,14	2,14	2,14
3	3,15,27,42	3,15	3,15	3,15
4	4,16,28,33	4,16	4,16	4,16
5	5,17,29,34	5,17	5,17	5,17
6	6,18,30,35	6,18	6,18	6,18
7	7,19,31,36	7,19	7,19	7,19
8	8,20,32,37	8,20	8,20	8,20
9	9,21,33,38	9,21	9,21	9,21
10	10,22,34,39	10,22	10,22	10,22
11	11,23,35,36	11,14	11,23	11,23
12	12,24,30,37	12,20	12,24	12,24
13	2,13,15,40	1,12	2,25	3,15
14	1,14,22,41	2,13	1,14	1,14

Раздел 1 Общая геохимия

1 Содержание геохимии как самостоятельной науки и ее связи с другими геологическими дисциплинами.

2 Цели и задачи геохимии.

3 Атомы, их строение и свойства.

- 4 Основные элементарные частицы и их характеристики.
- 5 Геохимическая классификация элементов В.М. Гольдшмидта.
- 6 Геохимическая классификация элементов В.И. Вернадского.
- 7 Геохимическая классификация элементов А.Е Ферсмана.
- 8 Геохимическая классификация элементов А.Н. Заварицкого.
- 9 Распространенность изотопов.
- 10 Значение изотопного состава для решения вопросов генезиса.
- 11 Значение изотопного состава для определения абсолютного возраста горных пород.
- 12 Значение изотопного состава для определения температуры образования минералов.
- 13 Значение изотопного состава для изучения механизмов химических реакций минералообразования в природных процессах.
- 14 Радиоактивность естественная и искусственная.
- 15 Естественная радиоактивность: бета – распад.
- 16 Естественная радиоактивность: альфа – распад.
- 17 Естественная радиоактивность: электронный захват.
- 18 Естественная радиоактивность: спонтанное осколочное деление.
- 19 Ядерный синтез в природе. Первичные и вторичные космические лучи.
- 20 Распространенность элементов в природе. Средние содержания элементов в различных геологических средах. Кларки элементов.
- 21 Метеориты. Классификация. Элементный и минеральный состав.
- 22 Строение и химический состав планет Земной группы.
- 23 Строение и химический состав внешних планет.
- 24 Строение и химический состав звезд.
- 25 Формы нахождения элементов в природе.
- 26 Самостоятельная форма нахождения элементов в природе (Самостоятельные минералы).

27 Факторы, определяющие самостоятельную форму нахождения элементов в природе.

28 Чем обусловлено совместное нахождение лантаноидов в природе?

29 Классификация элементов по способности образовывать собственные минералы.

30 Изоморфная форма нахождения элементов в природе.

31 Формы и типы изоморфизма.

32 Факторы, определяющие изоморфизм.

33 Факторы, определяющие разрушение изоморфных смесей в процессе метаморфизма.

34 Геохимическая миграция химических элементов в природных процессах.

35 Формы миграции химических элементов в природных процессах.

36 Характеристика элементов по миграционной способности.

37 Внутренние факторы миграции химических элементов в природных процессах.

38 Внешние факторы миграции химических элементов в природных процессах

39 Какие законы химической термодинамики определяют закономерности геохимических процессов?

40 Главные термодинамические факторы миграции химических элементов в природных процессах.

41 Формы переноса элементов при миграции в природных процессах.

42 Факторы, определяющие отложение элементов в виде соединений.

Раздел 2 Геохимия Земли

1 Строение Земли как планеты.

2 Распространенность химических элементов в земной коре.

3 Распространенность химических элементов в верхней мантии.

4 Распространенность химических элементов в нижней мантии и земном ядре.

5 Геохимические зоны в пределах планеты (по Капустинскому).

6 Химическая характеристика литосферы.

7 Геохимическая характеристика биогеохимических провинций.

8 Химическая характеристика гидросферы.

9 Химическая характеристика техносферы.

10 Химическая характеристика биосферы.

11 Возраст Земли и геологическая хронология.

13 Геофизические данные о составе и строении Земли.

14 Строение и состав Земли по современным данным.

15 Радиоактивность Земли и радиогенное тепло.

16 Модели состава Земли.

17 Строение Земли как планеты.

18 Распространенность химических элементов в земной коре.

19 Геохимические зоны в пределах планеты (по Капустинскому).

20 Химическая характеристика литосферы.

21 Химическая характеристика биосферы.

22 Геохимическая характеристика биогеохимических провинций.

Раздел 3 Геохимия геологических процессов

1 Магматические процессы. Магма. Происхождение магмы.

2 Реакционные ряды Н. Боуэна.

3 Кристаллизационная дифференциация магмы.

4 Разделение магмы в жидкой фазе. Ликвация.

5. Геохимия пегматитового процесса.

6 Способы образования гидротермальных растворов.

7 Характерные черты химизма гидротермальных растворов.

8 Метаморфизм. Виды метаморфизма.

9 Химизм термального метаморфизма.

- 10 Химизм регионального метаморфизма и динамометаморфизма.
- 11 Миграция элементов при метаморфизме. Метасоматоз.
- 12 Метасоматическая зональность.
- 13 Характеристика гипергенных процессов.
- 14 Характеристика основных геохимических факторов процессов гипергенеза.
- 15 Процессы корообразования.
- 16 Коллоидное состояние вещества в процессах гипергенеза.
- 17 Типы химических реакций характерных для образования кор выветривания.
- 18 Геохимия процессов осадкообразования.
- 20 Показатели определяющие интенсивность метаморфизма.
- 21 Характерные черты химизма гидротермальных растворов.
- 22 Фемический и салический ряды Н. Боуэна.
- 23 Применение метода криометрии.
- 24 Пегматитовый процесс.
- 25 Разделение магмы в жидкой фазе. Ликвация.

Раздел 4 Геохимические методы поисков. Геохимия отдельных элементов

- 1 Геохимические методы поисков.
- 2 Первичный и вторичный ореол рассеяния.
- 3 Методы геохимических поисков.
- 4 Атмофильные методы.
- 5 Шлиховой метод.
- 6 Биогеохимические методы поисков.
- 7 Геохимия ландшафтов.
- 8 Распространенность элементов в ландшафтах.
- 9 Геохимическое поведение химических элементов в биосфере.
- 10 Ландшафт и миграционная способность элементов.

- 11 Систематика ландшафтов.
- 12 Общие закономерности развития геохимических ландшафтов.
- 13 Техногенез. Систематика основных геохимических реакций проводимых человеком.
- 14 Технофильность элементов.
- 15 Геохимия углерода.
- 16 Геохимия кислорода.
- 17 Геохимия элементов платиновой группы.
- 18 Геохимия кремния.
- 19 Геохимия железа.
- 20 Геохимия алюминия.
- 21 Геохимия кальция.
- 22 Геохимия магния.
- 22 Геохимия свинца.
- 23 Геохимия цинка.
- 24 Геохимия натрия.

9 Вопросы к итоговому контролю

Вопросы к итоговому контролю по дисциплине «Общая геохимия»

1. Атомы их строение и свойства. Элементарные частицы, их характеристики.
2. Геохимическая классификация элементов (В.М. Гольшмидта, А.Е. Ферсмана, В.И. Вернадского, А.Н. Заварицкого).
3. Изотопы, их связь со строением и свойствами атомов. Подразделение изотопов по степени устойчивости. Значение изотопного состава для решения вопросов геохимии.

4 Радиоактивность естественная и искусственная. Виды радиоактивного распада. Для каких элементов характерно спонтанное деление ядер. Космические лучи.

5 Основные формы нахождения элементов в природе. Самостоятельные минеральные виды как форма нахождения элемента в природе. Классификация элементов по способности образовывать собственные соединения.

Изоморфная форма элементов в природе. Смешанные кристаллы. Изотипность, изоморфотропия. Для соединений с какими кристаллохимическими связями наиболее характерно образование изоморфных смесей. Изоморфные ряды В.И. Вернадского.

6 Миграция химических элементов. Определенные формы миграции, миграционная способность элементов. Назовите и охарактеризуйте факторы миграции. Влияние окислительно-восстановительного потенциала и условий кислотности-щелочности среды на миграционную способность, осаждение элементов и их соединений.

7 Закономерности распределения химических элементов в земной коре. Распространенность химических элементов. Геохимические законы или принципы. Кларки элементов.

8 Современная модель Земли. Состав оболочек. Геохимическая зональность по А.Ф. Капустинскому. Строение и химический состав планет и Луны. Наиболее распространенные элементы, соотношение изотопов. Строение и состав Солнца.

9 Геохимическая характеристика (с указанием главных химических элементов и форм их нахождения) земной коры, литосферы, атмосферы, гидросферы. Океаническая вода. Укажите газовый и химический состав океанической воды. Типы и характеристика материковых вод. Геохимическая характеристика биосферы. Понятие о биогеохимии. Из чего состоят живые организмы. Назовите и охарактеризуйте компоненты протоплазмы.

10 Геохимия магматических процессов. Магма, ее происхождение. Дифференциация магмы. Ликвация. Ассимиляция. Химизм процесса кристаллизации магматического расплава. Схема Н. Боуэна. Фемический и салический ряды. Пегматитовый и пневматолитовый процессы. Фазовое состояние и роль летучих компонентов в пегматитовом и пневматолитовом процессе.

11 Гидротермальные процессы и способы образования гидротермальных растворов. Наиболее характерные черты химизма гидротермальных растворов. Эволюция гидротермальных процессов и их стадийность. Состав минеральных парагенезисов гипо- мезо- и эпитеpmальных процессов. Условия и факторы перехода газовой фазы в жидкую с образованием гидротермальных растворов. Укажите главные осадители тяжелых металлов в гидротермальном процессе.

12 Геохимия отдельных элементов. Геохимия углерода. Углеродный цикл. Изотопный состав углерода. Геохимия свинца и цинка. Геохимия кислорода. Распространенность его, свойства, формы нахождения в природе, реакции с образованием кислорода. Особенности свойств элементов центральных групп периодической системы Д.И. Менделеева. Геохимия щелочных металлов. Чем обусловлено совместное нахождение лантаноидов в природе. Геохимия халькофильных полиметаллов.

13 Методы элементного анализа. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Атомно-эмиссионный анализ. Рентгенофлуоресцентная спектрометрия. Нейтронно-активационный анализ. Масс-спектрометрия. Метрологические характеристики методов анализа.

14 Метаморфизм. Геохимическая характеристика видов метаморфизма. Контактво-метасоматические процессы. Их основные продукты и полезные ископаемые. Образование метасоматической зональности. Грейзенизация и скарнирование, минеральные парагенезисы, полезные ископаемые.

План геохимической характеристики элемента

- 1 Положение элемента в периодической системе Д.И. Менделеева. Строение атома. Валентности. Степени окисления. История открытия, применение.
- 2 Отнесение к группам по геохимическим классификациям.
- 3 Распространенность. Формы нахождения. Минералы-носители.
- 4 Основные типы месторождений.

10 Общие методические указания по видам работ

Дисциплина «Общая геохимия» является естественнонаучной, поэтому горный инженер должен обладать достаточными знаниями в этой области геологии.

Изучение курса данной дисциплины должно способствовать развитию у студентов логического геологического мышления. В результате изучения курса студенты должны получить современное научное представление об основных законах и закономерностях, факторах образования и развития Земли, слагающих земную кору горных пород, руд и минералов, условий формирования и размещения месторождений полезных ископаемых, разработке и применении специальных методов поисков, определении и оценки условий нарушения и восстановления экологической обстановки среды жизнедеятельности. Знание курса «Общая геохимия» необходимо для успешного изучения последующих специальных дисциплин, в том числе и дисциплины «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых».

Одним из важных видов учебных занятий для студентов как заочников, так и очников является самостоятельная работа над учебным материалом. Она, как правило, складывается из следующих элементов: изучение материала по

учебникам и учебным пособиям; выполнение лабораторных работ; индивидуальные консультации очные и письменные; посещение лекций; выполнение и защита лабораторных работ; выполнение и защита контрольных заданий; прохождение итоговой аттестации по всему курсу.

Работа с книгой. Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с каждой из них по программе (расположение материала курса в программе и в книге может не совпадать). Изучая курс, пользуйтесь и предметным указателем в конце книги. При первом чтении не задерживайтесь на математических формулах, детальном устройстве приборов и аппаратуры; старайтесь получить общее представление об излагаемых вопросах, а также отмечайте трудные или неясные места. Внимательно прочитайте текст, напечатанный особым шрифтом. При повторном изучении темы усвойте все теоретические положения, математические зависимости и графики, а также применение данного метода в геологии. Вникайте в сущность того или иного вопроса, а не пытайтесь запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала, а также формированию развитой интеллектуальной установки на понимание. Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, надо обязательно иметь рабочую тетрадь и заносить в нее определения, физические основы методов, новые незнакомые термины и названия, наименования приборов и т.д. Во всех случаях, когда материал поддается систематизации, составляйте графики, схемы, таблицы, диаграммы. Они очень облегчают запоминание и уменьшают объем конспектируемого материала. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к итоговому контролю. Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач, так как это – один из лучших методов прочного усвоения, что в конечном итоге приводит к расширению и углублению знаний

по дисциплине, а также к установлению межпредметных связей с другими специальными дисциплинами геологического профиля.

Лекции. В помощь студентам читаются лекции по важнейшим разделам курса. Для студентов заочного обучения лекции читаются в период установочной сессии. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой курса. Главной задачей каждой лекции является показ сущности темы и анализ ее основных положений. На первой лекции до студентов доводят структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывается начало каждого раздела, суть и его задачи, а закончив изложение, подводится итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Лабораторные работы. Для глубокого изучения курса, основанного на эксперименте, необходимо выполнить лабораторные работы. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория физических методов исследования. Лаборатория оснащена современным оборудованием, приборами и реактивами, обеспечивающими проведения занятий по курсу дисциплины. Лабораторные работы – важнейшая составная часть курса дисциплины «Общая геохимия». В дисциплине «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых» также предусмотрены лабораторные работы. Для их выполнения студенту необходимо перед каждым занятием ознакомиться с оборудованием, измерительными приборами, методикой эксперимента и расчета, изучить соответствующий раздел учебного пособия, конспекта лекций и описание лабораторной работы.

Студенты должны научиться ясно и точно описывать проведенные ими лабораторные работы. Для этого по каждой работе, выполненной в лаборатории, они составляют отчет, который заносится в рабочий журнал. Форма ведения рабочего журнала предлагается преподавателем. Перед тем как приступить к выполнению работы, следует внимательно изучить методические указания, по которым будет проводиться работа и обратить внимание на вопросы техники безопасности. В рабочем журнале указываются дата, тема и

цель лабораторной работы, оборудование и схема прибора с указанием его составляющих, делаются необходимые зарисовки, составляются таблицы, обрабатываются результаты, приводятся полностью все расчеты. В конце работы делается теоретический вывод. Описание лабораторной работы ведется в процессе ее выполнения или сразу же после окончания. Аналогично следует готовиться к практическим работам.

Контрольные задания. В процессе изучения курсов «Общая геохимия» и «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых» студенты заочной формы обучения должны выполнить контрольную работу. Студенты очной формы обучения могут выполнять контрольные работы к промежуточной аттестации (модули) по решению преподавателя. К выполнению контрольной работы можно приступать только тогда, когда будет изучена определенная часть курса и тщательно разработаны решения на поставленные вопросы к соответствующим темам контрольных заданий.

Выполненная контрольная работа для студентов заочной формы обучения должна соответствовать следующим требованиям:

- контрольная работа должна быть аккуратно оформлена, страницы пронумерованы и представлена на рецензию в срок, установленный графиком;
- для замечаний рецензента надо оставлять широкие поля; номера и содержания вопросов переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании;
- работы должны содержать номер варианта быть датированы на титульном листе и отмечены в деканате;
- перед ответом на вопрос должно быть полностью приведено условие;
- ответы на вопросы и упражнения следует сопровождать необходимыми формулами, схемами приборов и устройств и пояснениями. Необходимо четко формулировать выводы, раскрывающие геологическое содержание поставленных заданий;

- решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко, но четко обоснованы, за исключением тех случаев, когда по существу вопроса такая мотивировка не требуется;

- в конце работы следует привести список используемой литературы (автор, название учебника, выходные данные и т.д.).

Если контрольная работа не зачтена, ее надо будет выполнить второй раз в соответствии с указаниями рецензента и представить на повторное рецензирование вместе с незачтенной работой. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не зачитывается.

Итоговый контроль (зачет или экзамен). Выполнив лабораторный практикум и защитив контрольные работы в установленном порядке, студенты сдают итоговую аттестацию по дисциплине. Студенты, сдающие итоговую аттестацию, предъявляют лабораторный журнал с пометкой преподавателя о выполнении всех работ, предусмотренных учебным планом [17].

Список использованных источников

- 1 Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия: учебник / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
- 2 Алексеенко, В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: учебник для вузов / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 227 с.
- 3 Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа: учебник для вузов / А.Ф. Жуков, И.Ф. Колосова, В.В. Кузнецов, Е.А. Кучкарев, Л.Б. Оганесян, О.М. Петрухин, С.Л. Рогатинская, Н.Д. Румянцева, Н.И. Слезко, А.Р. Тимербаев; под ред. О.М. Петрухина. – М.: Химия, 2001. – 496 с.
- 4 Атомно-абсорбционный спектрометр с коррекцией фона по методу Зеемана. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://youtu.be/DnCGfIY2pfA>
- 5 Жуков, А.Ф. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа: учебник для вузов / А.Ф. Жуков, И.Ф. Колосова, В.В. Кузнецов, Е.А. Кучкарев, Л.Б. Оганесян, О.М. Петрухин, С.Л. Рогатинская, Н.Д. Румянцева, Н.И. Слезко, А.Р. Тимербаев; под ред. О.М. Петрухина. – М.: Химия, 2001. – 496 с.
- 6 Методика КХА НСАМ № 430-Х. ВСЕГЕИ. – М.: ВИМС, 2006. – 24 с.
- 7 Методические основы исследования химического состава горных пород, руд и минералов / Под ред. Г.В. Остроумова. – М.: Недра, 1979. – 400 с.
- 8 Методика МВИ М 01-29-2006. – СПб: ООО «Льюмэкс», 2006. - 20 с.
- 9 Методы элементного анализа. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://en.ppt-online.org/119691>
- 10 Овчинников, Л.Н. Прикладная геохимия / Л.Н. Овчинников. - М.: «Недра», 1990. – 298 с.
- 11 ОСТ 41-08-212-04. Управление качеством аналитических работ. Нормы погрешности при определении химического состава минерального

сырья и классификация методик лабораторного анализа по точности результатов.– М.: 2004.

12 ОСТ 41-08-262-86. Управление качеством аналитических работ. Внутрिलाбораторный контроль правильности результатов рядовых количественных анализов твердых негорючих полезных ископаемых и продуктов их переработки. – М., 1986.

13 ОСТ 41-08-214-04. Управление качеством аналитических работ. Внутренний лабораторный контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа. - М., 2004.

14 Панкратьев, П.В. Лабораторные методы исследования минерального сырья. Физико-химические методы исследования: учебное пособие / П.В. Панкратьев, Г.А. Пономарева. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – 177 с.

15 Патент № 2409810 РФ МПК⁵¹ G01N 31/00 Способ разложения проб при определении благородных металлов в углеродистых породах / Г.А.Пономарева, П.В. Панкратьев; 2011. - Бюл. № 2. – 7 с.

16 Пономарева, Г.А. Атомно-абсорбционная спектрометрия: методические указания / Г.А. Пономарева. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2012.- 17 с.

17 Пономарева, Г.А. Общая геохимия: методические указания / Г.А. Пономарева. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2012. – 18 с. [Электронный ресурс]

18 Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: дис....канд. геол-мин. наук: 25.00.11. / Г.А. Пономарева – Екатеринбург, 2013. – 240 с.

19 Пономарева, Г.А. Металлогеническая специализация нефтегазовых месторождений Оренбургской части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и возможность извлечения металлов из углеводородного сырья / Г.А. Пономарева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: сб. статей международной научно-методической конференции. – Оренбург: ООО ИПК, 2018. – С.1081-1084.

20 Пономарева, Г.А. Металлогеническая зональность платиноидной специализации Оренбургской части Южного Урала / Г.А. Пономарева // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2015. – № 6. – С. 197-201.

21 Пономарева, Г.А. Геохимические особенности распределения благородных металлов в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области / Г.А. Пономарева // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2015. – № 7. – С. 167-172.

22 Спектрометр атомно-абсорбционный «МГА-915»: руководство по эксплуатации 915.00.00.00.00.РЭ. – СПб: ООО Люмэкс, 2005. - 84 с.

23 Стряпков, А.В. Математическая обработка результатов химического эксперимента: учебное пособие / А.В. Стряпков, В.А. Минаева, Т.А. Григоренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 166 с.

24 Шторм, Р. Теория вероятностей, математическая статистика, статистический контроль качества / Р. Шторм. Пер. с нем. – М.: Мир, 1970.

25 Файловый архив для студентов StudFiles. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://studfiles.net/>