

– развитие *soft skills*: помимо технических знаний, важно развивать *soft skills* – навыки общения, управления временем, решения конфликтов и другие. Эти навыки необходимы для успешной работы в любой сфере деятельности;

– *междисциплинарный подход*: в современном мире многие задачи требуют знаний и навыков из разных областей. Формирование компетенций во время обучения способствует развитию междисциплинарного подхода, который позволяет находить нестандартные решения и вносить вклад в различные проекты;

– подготовка к научным исследованиям: для некоторых профессий важно умение проводить научные исследования. Формирование компетенций во время обучения в вузе помогает студентам освоить методы научного исследования, анализировать данные и формулировать выводы.

Инновационные методы преподавания помогают сделать процесс обучения более интересным и эффективным. Они позволяют студентам развивать не только знания, но и навыки, необходимые для успешной карьеры в будущем. Преподаватели, в свою очередь, могут использовать эти методы для повышения качества образования и мотивации студентов.

### **Список литературы**

1. Аникушина, Е. А. Инновационные образовательные технологии и активные методы обучения: Методическое пособие / Е. А Аникушина [и др.]. – Томск : В-Спектр, 2010. – 212 с.
2. Внедрение в современный учебный процесс инновационных технологий обучения: монография / М. В. Фоминых, Б. А. Ускова, Н. О. Ветлугина, Т. В. Лузянина. Екатеринбург : Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2021. – 95 с.
3. Инновационные методы обучения и воспитания: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 234 с.
4. Пальтов, А. Е. Инновационные образовательные технологии: Учебное пособие / А. Е. Пальтов. – Владимир : ВлГУ, 2018. – 119 с.

**УДК 378.147:550.84**

**Т. А. Мележ**

### **НЕОБХОДИМОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ» С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИКООРИЕНТИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
Tatyana.melezh@mail.ru*

*В статье раскрывается содержание учебной дисциплины «Геохимические методы поисков», которая входит в модуль «Обеспечение геологической съемки» и является частью профессиональной подготовки обучающихся специальности 1-51-01-01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» первой ступени получения высшего образования.*

Дисциплина «Геохимические методы поисков» входит в компонент дисциплин учреждения высшего образования – модуль «Обеспечение геологической съемки» и является частью профессиональной подготовки обучающихся специальности 1-51-01-01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» первой ступени получения высшего образования.

Целью дисциплины «Геохимические методы поисков» является ознакомление и понимание студентами теоретических основ геохимических методов, на базе которых может быть произведен выбор и применение наиболее рационального метода поисков и обнаружения месторождений полезных ископаемых в зависимости от конкретных геологических и ландшафтно-геохимических условий, а также приобретение практических навыков интерпретации и обработке геохимических данных.

Задачами дисциплины являются: получение знаний об основных положениях и обоснование геохимических методов поисков; усвоение знаний об основных геохимических методах поисков; анализ ландшафтно-геохимических исследований при проведении поисков геохимическими методами; рассмотрение первичных и вторичных ореолов рассеяния; изучение практики геохимических поисков по первичным и вторичным ореолам; комплексирование геохимических методов поисков и районирование территорий по условиям их эффективного ведения поисков геохимическими методами.

В настоящее время в сфере высшего образования уделяется важное внимание практикоориентированности изучаемых дисциплин. Дисциплина «геохимические методы поисков» изучается студентами 4 курса. На ее изучение отведено 42 аудиторных часа, из них: лекции – 28, практические занятия – 14. Практические работы включают перечень из пяти работ: № 1 Изучение геохимических свойств элементов; № 2 Построение геохимических карт изоконцентраций элементов; № 3 Группировка проб, составление выборок с определением средних содержаний. Графическое изображение характера распределение компонентов по выборкам; № 4 Определение атомных и весовых количеств элементов. Перевод атомных количеств в весовые проценты. Расчет средних содержаний; № 5 Расчет фазового состава медной руды.

Практические работы носят расчетно-аналитический характер, они имеют важное практическое и прикладное значение для формирования знаний об особенностях геохимических свойств элементов, для приобретения практических навыков интерпретации и обработки геохимических данных.

*Практическая работа № 1 «Изучение геохимических свойств элементов»* ставит своей целью получение знаний о том или ином химическом элементе. Студентам представляется на выбор 2–3 химических элемента, которые они описывают по следующему план: история открытия и область применения элемента, его основные физические характеристики, основные химические свойства, распространность химического элемента (в земной коре; в магматических горных породах; в осадочных горных породах; в метаморфических горных породах; в других природных объектах (гидросфера, атмосфера, биосфера)); основные минералы-носители; поведение элемента в геологических процессах (уровни концентрации, валентные состояния, формы нахождения, переноса и осаждения): магматическом; осадочном; метаморфическом (включая выветривание); формы нахождения, поведение в водной и воздушной средах, участие в биологическом круговороте; основные типы месторождений.

Результатом практической работы является создание презентации в формате *PowerPoint* сопровождаемая докладом. Презентация должна быть выдержана в едином стиле, содержать картографический, иллюстративный и текстовый материал.

*Практическая работа № 2 «Построение геохимических карт изоконцентраций элементов»,* её цель заключается в получении обучающими представлений о распространенности химических элементов в различных геосферах, в частности в донных отложениях, выявление аномальных участков и участков с нормальным распределением изоконцентраций химических элементов. *Задание и рекомендации по выполнению практической работы:* по исходным данным и плану размещения точек опробования построить карты распределения элементов, используя линии равных концентраций (изоконцентраций). Линии изоконцентраций элементов строятся с применением способа интерполяции и экстраполяции.

Практическая работа № 3 «Группировка проб, составление выборок с определением средних содержаний. Графическое изображение характера распределение компонентов по выборкам» заключается в изучении статистических методов обработки фактических данных и применении графических методов отображения обработанных исходных материалов. Для выполнения практической работы обучающим предоставляются исходные данные по содержаниям элементов в породах разных литологических типов (таблица 1).

**Таблица 1 – Исходные данные «Содержание элементов в породах» (фрагмент таблицы)**

№	Характери-стика пробы	Элементы и их содержание											
		Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Ti	V	Cr	Zr	Cu
1	Алевролит серый	15	10	3	5	1	0,2	0,0033	0,1	0,04	0,006	0,003	0,004
4	Песчаник глинистый серый	28	25	7	8	5	0,06	0,002	0,3	0,07	0,004	0,003	0,009
7	Песчаник белесо-серый	27	24	7	6	4	0,05	0,001	0,2	0,06	0,003	0,002	0,008
2	Песок мелкозернистый зеленовато-белый	25	15	1	2	25	0,01	0,001	0,2	0,05	0,002	0,006	0,005
5	Алевролит светло-серый	17	12	2	4	2	0,03	0,002	0,2	0,05	0,008	0,004	0,002

В ходе выполнения работы необходимо: сгруппировать пробы по типам пород; рассчитать средние содержания элементов по всем типам пород; построить график распределения элементов по породам разных литологических типов. Проведение группировки по таблице 1 позволяет получить 4 выборки концентраций кремния, алюминия, магния, кальция, железа, марганца, никеля, титана, ванадия, хрома, циркония, меди соответственно по алевролитам, песчаникам, пескам, гравелитам.

Результаты группировки необходимо отразить в таблице 2. По данным определения средних содержаний составить график распределения элементов по литологическим типам пород. При составлении графика по оси абсцисс показывают в виде одинаковых отрезков литологический тип. По оси ординат откладывают среднее значение концентраций каждого компонента в весовых процентах, заданное в таблице 2.

Предварительно для элемента, или группы элементов, величины содержаний которых сопоставимы, на оси ординат выбираем соответствующую цену деления. В приведенном примере содержания *Si, Al, Mg, Fe, Ca, Ti* сопоставимы – это проценты и первые три десятка процентов (рисунок 1).

Концентрации же другой группы элементов – *Mn, V, Cu, Ni, Cr, Zn* – отличаются на 2–3 порядка. Поэтому и цена деления, принятая для отображения их процентных содержаний по оси ординат, будет разная. В первом случае, в 1 см – 2 %, во-втором – 0,005 %. Можно это распределение путем выбора соответствующей шкалы для отображения содержаний компонента показать не для 2-х, а для 4-х групп компонентов, отделив *Ti, Ca, Fe, Mg* от *Si, Al* и *Cu, Ni, Cr, Zn* от *Mn, V*.

Таблица 2 – Результаты группировки данных

№	Характеристика пробы	Элементы и их содержание											
		Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Ti	V	Cr	Zr	Cu
Песчаники													
7	Песчаник белесо-серый												
4	Песчаник глинистый серый												
Алевролиты													
5	Алевролит светло-серый												
1	Алевролит серый												
Пески													
2	Песок мелкозернистый зеленовато-белый												
10	Песок разнозернистый белесо-серый												

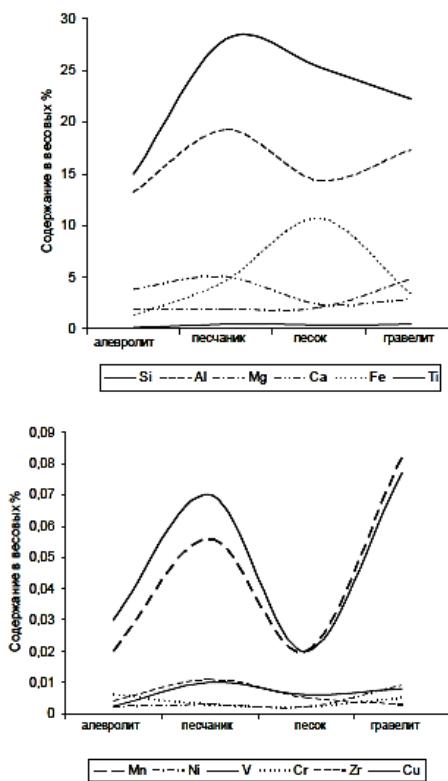


Рисунок 1 – Пример графиков распределения химических элементов по литологическим типам пород

Практическая № 4 «Определение атомных и весовых количеств элементов. Перевод атомных количеств в весовые проценты. Расчет средних содержаний» состоит в определении количественного содержания основных окислов по результатам силикатного анализа кварцевых порфиров на примере месторождения «Молодежного».

Для выполнения работы даны исходные данные (рисунок 2), которые необходимо обработать в соответствие с заданием:

- 1) пересчитать весовые проценты окислов  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $TiO_2$ ,  $MnO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_3$  на весовые проценты элементов, с составлением таблицы 3, используя порядок расчетов;
- 2) взять данные по атомному весу элементов O (16), Si (28), Al (27), Fe (55,85), Ti (48), Mn (55), Mg (24), Ca (40), Na (23), K (39), P (31);
- 3) рассчитать молекулярный вес каждого окисла;
- 4) по соотношениям молекулярного веса окисла и его атомного веса, молекулярного веса окисла и его содержания в весовых процентах рассчитываем концентрацию элемента в весовых процентах, исходя из пропорции:
  - содержание элемента в вес. % – атомный вес элемента;
  - содержание окисла в вес. % – молек.вес окисла.

№№ пробы	Содержание в весовых процентах										
	$SiO_2$	$TiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$FeO$	$MnO$	$MgO$	$CaO$	$Na_2O$	$K_2O$	$P_2O_5$
15	70,4	0,33	13,12	0,63	4,57	0,02	1,36	2,45	3,80	0,69	-
17	71,82	0,32	12,99	0,68	3,88	0,06	0,87	2,58	4,89	0,44	0,07
18	69,20	0,25	12,00	0,92	3,53	0,03	3,45	4,3	0,33	1,60	-
20	69,80	0,37	14,38	3,51	-	-	1,78	1,64	5,22	0,59	-
25	68,20	0,63	16,23	2,88	1,29	0,03	1,62	1,55	3,38	1,72	0,11
27	69,96	0,53	15,55	1,16	3,37	0,06	1,46	1,42	3,95	0,38	0,27
33	64,40	0,41	16,50	1,66	3,15	0,07	3,17	2,40	1,58	2,38	0,07
34	70,49	0,51	16,12	3,23	2,41	0,03	0,86	0,84	5,21	0,13	0,11
35	60,90	0,42	15,25	3,39	3,74	0,06	4,49	5,12	2,44	следы	0,09
39	67,90	0,48	14,52	1,66	2,94	0,11	3,02	3,62	3,82	0,16	0,06
40	62,96	0,58	15,80	2,24	2,51	0,07	3,28	3,59	2,04	0,68	0,11
42	66,86	0,52	14,88	0,64	4,16	0,03	3,22	3,17	1,84	0,20	0,13
44	68,65	0,40	13,26	2,05	3,11	0,05	2,15	1,98	3,66	0,84	0,08
45	67,28	0,47	15,00	2,00	2,23	0,06	1,39	4,62	2,06	2,05	0,10
46	72,26	0,25	12,76	1,43	3,02	0,06	0,87	2,49	3,10	1,32	0,06

**Рисунок 2 – Данные химического анализа кварцевых порфиритов месторождения «Молодежное»**

Порядок расчета (пример расчета для оксида кремния  $SiO_2$  в пробе 15):

Атомный вес  $O=16$ ; атомный вес  $Si=28$ ; молекулярный вес  $SiO_2=60$ ;  
содержание  $SiO_2$  в вес.% по пробе 4 из таблицы 3 =70,4%.

Составляем пропорцию:

$X\% = 28$

70,4 % – 60, где X содержание  $Si$  в  $SiO_2$  в вес.%.

Отсюда:

$$\frac{X}{28} = \frac{70,4}{60}.$$

$$X = 33,09 \, \%.$$

В приведенном расчете множитель 28/60 представляет собой частное от деления атомного веса определяемого элемента, в данном случае  $Si$ , на молекулярный вес окисла  $SiO_2$ . Этот множитель остается постоянным применительно к любому значению содержания  $SiO_2$  в весовых %.

Вышеприведенная схема определения весовых количеств элемента с использованием атомных количеств применима к расчету содержаний любого элемента в весовых процентах по процентному содержанию его окисла. Поэтому нет необходимости в каждом конкретном случае составлять вышеприведенную пропорцию и решать ее. Следует принять отношение атомного веса элемента к его молекулярному весу за своего рода константу, расчетный коэффициент  $K$ , для использования при определении процентного содержания элементов по содержанию их окислов в весовых процентах. Определяем расчетный коэффициент  $K$  для каждого элемента по формуле, включающей в числителе атомный вес элемента  $A$ , в знаменателе молекулярный вес окисла:

$$K = \frac{\text{атм.вес } A}{\text{мол.вес}}$$

Результаты пересчетов выносим в таблицу 4, составляемую по нижеприведенной форме.

**Таблица 3 – Содержания элементов в кварцевых порфириатах месторождения «Молодежное»**

№ пробы	Элементы, содержание в вес.%, расчетный коэффициент																					
	Si		Ti		Al		Fe <sup>3+</sup>		Fe <sup>2+</sup>		Mn		Mg		Ca		Na		K		P	
	K	вес%	K	вес%	K	вес%	K	вес%	K	вес%	K	вес%	K	вес%	K	вес%	K	вес%	K	вес%		
15																						

*Практическая работа № 5 «Расчет фазового состава медной руды»* заключается в овладении навыками расчета фазовых переходов руд. Обучающимся предлагается выполнить следующее задание: рассчитать фазовый состав медной руды; расчет ведется на 100 кг исходного материала, при этом необходимо выполнить следующие расчеты:

- определить количество халькопирита;
- определить количество железа и серы в халькопирите;
- определить количество железа, связанного в пирите;
- определить количество серы, связанной в пирите;
- определить количество пирита;
- определить количество серы в сфалерите;
- определить количество CO<sub>2</sub>;
- проверка правильности заданных исходных данных: определить потребное количество серы, теоретически необходимое для связывания присутствующего цинка в сфалерите\* (\*отклонение не должно превышать более 2 %);
- результаты вычислений оформить в таблицу 4.

**Таблица 4 – Результаты расчета фазового состава медной руды**

Компонент	<i>CuFeS<sub>2</sub></i>	<i>FeS<sub>2</sub></i>	<i>ZnS</i>	Пустая порода	Всего
1	2	3	4	5	6
<i>Cu</i>					
<i>Fe</i>					

#### Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6
<i>Zn</i>					
<i>S</i>					
<i>SiO<sub>2</sub></i>					
<i>CaO</i>					
<i>CO<sub>2</sub></i>					
<i>Прочие</i>					
<i>Итого</i>					

Примечание: при выполнении работы необходимо руководствоваться таблицей Менделеева.

Задание выполняется по вариантам. Примеры вариантов заданий приведены в таблице 5.

**Таблица 5 – Варианты заданий**

Вариант	Химический состав руды, %						
	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Zn</i>	<i>S</i>	<i>SiO<sub>2</sub></i>	<i>CaO</i>	<i>прочие</i>
1	4	36	5	43,7	7	2	2,3
2	6,5	33	3,5	42,6	2	1	4,2
3	4,5	35,5	4,5	44	4	2	5,5
4	6	34	6,5	43	5	1	4,5
5	7	38	4	42	5	3	1
6	7,5	34	3,5	42,6	2	1	9,4
7	7	35	4	43,5	3	2	5,5
8	2	36	4,5	43,8	4	3	6,7
9	4	33,5	5	44,2	5	4	4,3
10	4,5	34,5	5,5	44,5	6	1,5	3,5
11	4,9	35,5	3	44,9	7	2,5	2,5
12	5,2	36,5	2,5	45	4,5	3,5	2,8
13	4,6	37	3,2	42,9	5,5	2,9	3,9
14	3,2	37,5	4,3	43,2	4,5	3,4	3,9
15	4,3	36	4,3	44	3,5	4,2	3,7

По результаты выполненных работ обучающиеся оформляют в виде отчетов и защищают их с выставлением оценки (в баллах).

В результате изучения дисциплины «Геохимические методы исследований» обучающийся должен знать: геохимическую классификацию элементов, химический состав Вселенной, распространенность химических элементов в Земле и ее оболочках; параметры миграции элементов, геохимические процессы, геохимические барьеры классификацию геохимических барьеров; геохимию магматических процессов, геохимию постмагматического процесса, геохимию гидротермальных процессов, геохимию гипергенных процессов, геохимию гидросферы; методологическую основу геохимических поисков месторождений.

В результате изучения дисциплины будут сформированы следующие компетенции: обучающиеся будут владеть знаниями о химическом составе Земли, законы распределения и миграции химических элементов в геосферах, осуществлять поиски и разведку месторождений полезных ископаемых геохимическими методами.