



СӘТБАЕВ  
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV  
UNIVERSITY



Кафедра геологической съемки, поисков и разведки  
месторождений полезных ископаемых

Дисциплина «Геохимические методы поисков месторождений полезных  
ископаемых»

## Практическая работа №2

«Определение систематических и  
случайных погрешностей при обработке  
данных литохимических съемок»

2 академических часа

**Преподаватель** – профессор КазНТУ,  
Кандидат геолого-минералогических наук

**Аршамов Ялкунжан Камалович**

email: [y.arshamov@satbayev.university](mailto:y.arshamov@satbayev.university)



# Основные теоретические предпосылки

---

- В основе геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых лежат представления о геохимическом поле, под которым понимается геологическое пространство, характеризующееся количественными содержаниями химических элементов.
- В геохимическом поле вблизи промышленных месторождений содержания рудных и сопутствующих им элементов отличаются от местного геохимического фона. Это позволяет поиски рудных месторождений проводить путем выявления геохимических аномалий, с целью последующего вскрытия полезного ископаемого горными выработками и скважинами.
- В соответствующих геологических условиях самая слабая геохимическая аномалия, соизмеримая с колебаниями геохимического фона, может отвечать крупному промышленному месторождению. В то же время общее число геохимических аномалий заведомо и многократно превышает число возможных промышленных месторождений. В итоге важнейшими вопросами методики геохимических поисков являются принципы выделения и оценки геохимических аномалий.



# Основные теоретические предпосылки

- Геохимические поиски месторождений полезных ископаемых проводятся путем изучения содержаний химических элементов в геохимическом поле, в дискретных точках или прерывно, с отбором проб или без пробоотбора, вдоль заранее выбранных криволинейных или ломаных маршрутов, системе прямолинейных параллельных профилей или вдоль горных выработок и скважин.
- Соответственно по условиям производства наблюдений различают воздушные, наземные и глубинные геохимические съемки.
- Рудные месторождения залегают в литосфере, выявляемые при поисках литохимические аномалии характеризуются наиболее тесными, простыми связями с оруденением, и принципы количественной интерпретации литохимических аномалий разработаны достаточно полно. Поэтому важнейшим методом геохимических поисков рудных месторождений являются литохимические съемки.



# Основные теоретические предпосылки

---

- Доброкачественность поисковых геохимических съемок определяется воспроизводимостью их результатов при двукратных независимых наблюдениях по случайно выбранным профилям и точкам. При этом средние систематические  $\Delta_{\text{сист}}$  и случайные  $\Delta_{\text{случ}}$  расхождения между результатами первичных и повторно-контрольных съемок не должны превосходить установленных допусков.



# Основные теоретические предпосылки

- **Системная ошибка** - это ошибка ( $\Delta_{\text{сист}}$ ), при которой при многократном измерении заданной физической величины значение остается постоянным или изменяется по определенной закономерности. Систематическая ошибка учитывается, зная погрешность средств измерений, или ее можно избежать, применяя методы измерений, позволяющие устранить ее. Систематическая ошибка возникает под влиянием неслучайных факторов. Вторым показателем качества измерений является правильность полученного результата.
- ( $\Delta_{\text{сист}}$ ) если величина ошибки мала, то полученный результат верен.



# Основные теоретические предпосылки

- **Случайная ошибка** - это ошибка ( $\Delta_{случ}$ ), значение которой является переменным, вызванная случайными причинами. При повторном измерении заданной величины числовое значение ошибки уменьшается, увеличивается и изменяется без каких-либо закономерностей. Мы не можем избавиться от случайной ошибки, избавляя результаты измерений от систематической ошибки, мы можем уменьшить ее. Для этого измеряем заданную физическую величину не один раз, а несколько раз и определяем случайную ошибку полученных результатов, используя законы теории вероятностей и статистической математики. Третий показатель качества измерения случайной ошибки-аналогия.
- В случае, когда случайная ошибка меньше систематической ошибки, нет необходимости пытаться уменьшить ее дальше, так как точность измерения больше не увеличивается. Для повышения точности в этом случае необходимо искать способы уменьшения систематической погрешности. А если случайная ошибка больше систематической, то, прежде всего, следует уменьшить случайную ошибку. При условии, что вы заранее знаете, что случайная погрешность будет ниже, чем систематическая погрешность, измерения проводятся только один раз.
- Случайные ошибки вызваны случайными причинами, т. е. обнаружением величины при измерении. Случайные ошибки не устраняются и появляются внезапно.



## Основные теоретические предпосылки

Спектральный анализ основан на принципах сравнения во сколько раз содержания определяемого элемента в данной пробе отличаются от его содержаний в эталонных пробах. Соответственно этому вычисление погрешностей геохимических съемок ведется для логарифмов содержаний:

$$\Delta_{\text{сист}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\lg C_{i1} - \lg C_{i2}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lg \left( \frac{C_{i1}}{C_{i2}} \right) \quad (1.2)$$

$$\Delta_{\text{сист}} = \frac{\Sigma(+)(-)}{n} \quad (1.2.1)$$

где n-число точек, подвергающихся контролю; C<sub>i1</sub>, C<sub>i2</sub>-содержания химического элемента соответственно по результатам первичной и повторно-контрольной съемок.

Антилогарифм этой величины  $\delta_{\text{сист}} = \text{antlg} \Delta_{\text{сист}}$  расхождения самих содержаний.

При значениях ( $\delta_{\text{сист}}$ ) от 0,95 до 1,05 считается, что систематическая ошибка отсутствует. Если ( $\delta_{\text{сист}}$ ) выходит за пределы 0,9-1,1, то систематическое расхождение подлежит исключению путем алгебраического вычитания ( $\delta_{\text{сист}}$ ) из всех  $\lg C_{i1}$ . По этим исправленным данным вычисляется случайная ошибка геохимической съемки.

$$\Delta_{\text{случ}} = \frac{1}{n\sqrt{2}} \sum_{i=1}^n |\lg C_{i1}^* - \lg C_{i2}| = \frac{1}{n\sqrt{2}} \sum_{i=1}^n \lg \left( \frac{C_{i\text{больш}}}{C_{i\text{мень}}} \right) \quad (1.3)$$

Величина ( $\delta_{\text{случ}} = \text{antlg} \Delta_{\text{случ}}$ ) согласно требованию инструкции, не должна превышать 1,6.

Это означает, что измеренные содержания элементов в геохимическом поле в среднем могут отличаться от истинных не более чем в  $1,6^{\pm 1}$  раза. При большой величине случайной погрешности съемки считаются браком.



## Самостоятельные задания

---

- Определить величины средних систематической (**δсист**) и случайной (**δслуч**) погрешностей литохимической съемки для конкретного участка путем сопоставления результатов первичной и повторно-контрольной съемки, приведенных в таблицах.
- Каждому студенту дается отдельное повариантное задание.
- Во время выполнения задания можно использовать таблицу Брадиса.



Таблица XIV. ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИИ  $10^x$  (ДЕСЯТИЧНЫЕ АНТИЛОГАРИФМЫ).

<i>m</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>i</i>	3	4	5	6	7	8	9	
,70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	4	5	6	7	8	9	11	
,71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	4	5	6	7	8	10	11	
,72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	4	5	6	7	9	10	11	
,73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	4	5	6	8	9	10	11	
,74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	4	5	6	8	9	10	12	
,75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	4	5	7	8	9	10	12	
,76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	4	5	7	8	9	11	12	
,77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	4	5	7	8	10	11	12	
,78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	4	6	7	8	10	11	13	
,79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	4	6	7	9	10	11	13	
,80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6441	1	4	6	7	9	10	12	13	
,81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	5	6	8	9	11	12	14	
,82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	5	6	8	9	11	12	14	
,83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	5	6	8	9	11	13	14	
,84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	5	6	8	10	11	13	15	
,85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7227	2	5	7	8	10	12	13	15	
,86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	5	7	8	10	12	13	15	
,87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	5	7	9	10	12	14	16	
,88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7744	2	5	7	9	11	12	14	16	
,89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	5	7	9	11	13	14	16	
,90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	6	7	9	11	13	15	17	
,91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8298	2	6	8	9	11	13	15	17	
,92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8491	2	6	8	10	12	14	15	17	
,93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690	2	6	8	10	12	14	16	18	
,94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	6	8	10	12	14	16	18	
,95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	6	8	10	12	15	17	19	
,96	9120	9141	9162	9183	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
,97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
,98	9550	9572	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
,99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977	2	5	7	9	11	14	16	18	20
<i>m</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>i</i>	2	3	4	5	6	7	8	9

$$\delta_{\text{жуйе.}} = \text{antlg}(1,9692) = 0,9315$$