Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1985, т. 103

УДК 556.314

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ТРЕНД-АНАЛИЗА ПРИ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Н.Б.НИКИТИНА, Н.В.СТАРОВОЙТОВА

Привлечение математических методов находит все большее применение в гидрогеохимии. Наибольшее распространение получила математическая статистика, с помощью которой решаются разнообразные задачи, в частности определение силы и характера связи между признаками, а также степени влияния отдельных факторов формирования химического состава вод [I, 5]. При гидрогеохимических исследованиях всегда приходится сталкиваться с систематическими изменениями изучаемых переменных химического состава воды.

Так, изменчивость химического состава воды по площади можно наглядно представить на карте с помощью изолиний. Такие карты обычно содержат значительную гидрохимическую информацию. Однако нередки случаи, при которых локальные флуктуации затушевывают истинную картину изменчивости. Анализ поверхностей тренда можно определить как процедуру, с помощью которой каждая картина результатов наблюдений разделяется на две или более частей: некоторые из этих частей связаны с изменениями, отражающими тенденции в поведении признака по всей закартированной территории, другие характеризуют случайные флуктуации, несущественно влияющие на систематическую изменчивость [3, 4]. Нами сделана попытка применить тренд-анализ для изучения особенностей распространения микроэлементов в подземных водах на участках золоторудных проявлений в условиях Дальнего Востока.

Гидрогеохимические исследования проводились на двух участках площадью 214 км^2, расположенных в горно-таежной области Дальнего Востока.

Образования геосинклинального комплекса представлены мезозойскими вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными горными породами. Орогенный комплекс представлен эффузивными и субвулканическими породами дацит-андезитовой формации верхнемелового возраста и андезит-базальтовой формации палеогенового возраста. Широко представлены в районе различные по возрасту и составу интрузивные породы. Тектонические нарушения имеют преимущественно близширотное, близмеридиональное, северо-восточное и северо-западное направления и разбивают всю территорию на отдельные блоки.

Золотое оруденение относится к золото-кварцевой формации и генетически связано с верхнемеловым комплексом магматических пород дацит-андезитовой формации. В гидрогеологическом отношении район расположен на стыке двух крупных гидрогеологических структур.

Подземные воды связаны в основном с верхней частью зоны выветривания коренных горных пород и зонами тектонических нарушений, где формируются трещинные и трещинно-жильные воды. Динамика стока подземных вод определяется главным образом характером трещиноватости горных пород, среднегорным рельефом местности и развитой гидросетью. Характерной особенностью территории является формирование в последождевые периоды временного приповерхностного стока в элювиально-делювиальных отложениях на контакте их с коренными породами.

В условиях среднегорного рельефа и гумидного климата района формируются пресные гидрокарбонатные кальциевые и натриевые подземные воды.

Металлогенические особенности территории определяют присутствие в подземных водах рудных элементов: золота, серебра, свинца, меди, цинка и др.

В связи с постановкой гидрогеохимических поисковых исследований весьма важным является выяснение закономерностей распространения в подземных водах элементов – поисковых показателей золотого оруденения. В связи с малыми концентрациями золота в водах и сложностью аналитических методов его определения возникает необходимость использования данных о распространении в подземных водах элементов – косвенных показателей. Такими элементами являются,в частности,серебро, свинец, медь, которые и были выбраны нами для дальнейших построений.

Методы анализа поверхностей тренда для описания результатов наблюдений на плоскости основаны на подборе соответствующего полинома с помощью общей линейной модели. Полином первой степени описывает общий характер распределения химического элемента по площади. Полиномы более высоких порядков, наряду с выявлением общих закономерностей изменения поля, показывают его локальные изменения. При построении и анализе карт поверхностей тренда необходимо определить «силу тренда", для принятия решения об увеличении степени полинома или о прекращении вычислительных операций. «Сила тренда" или критерий Фишера F должен соответствовать уровню значимости 0,I (I0 %); если это условие выполняется, то линейная модель для плоскости достаточно хорошо описывает систематические изменения.

Получены следующие значения критерия F:

Элемент	Участок 1	Участок 2
Серебро	-/I0,3I	3,83/1,04
Медь	3,25/3,44	3,5/37,8
Свинец	2,05/I0,08	I5,0/1,5

Примечание. В числителе – подземные воды, в знаменателе – донные отложения.

Эти значения соответствуют уровню значимости 0,00I и 0,025 или 0,I и 2,5 %. доверительный уровень равен 99,9 % и 97,5 %. Это позволяет счи-

тать, что линейная модель для плоскости тренда достаточно хорошо описывает систематические изменения. Построенные на основании расчетных данных карты поверхности тренда позволяют выявить основные тенденции в изменении содержаний серебра, меди и свинца в подземных водах на двух участках, а также интенсивность изменения содержаний этих элементов в водах. Анализ карты трендовых плоскостей (см. рисунок), построенных для первого участка по трем элементам, позволяет сделать следующие выводы.

Одинаковая тенденция изменения содержаний всех трех элементов наблюдается на картах трендовых плоскостей по результатам донного опробования. Содержание микроэлементов увеличивается с юго-востока на северо-запад. Однако интенсивность увеличения содержания серебра отличается от меди и свинца (см. таблицу).

Величины изменения теоретических значений содержаний и градиенты содержаний на участках опробования

Элемент	Участок 1		Участок 2	
	Содержание, мкг/л	Градиент содержаний, мг/л на 100 м	Содержание, мкг/л	Градиент содержаний, мг/л на 100 м
Серебро	0,0–0,18 / 0,007–0,036	230 / 45	0,0–0,3 / 0,013–0,018	390 / 0,084
Свинец	0,4–1,4 / 0,0–8,9	110 / 1100	0,1–0,3 / 0,5–0,7	210 / 1,70
Медь	0,0–3,0 / 9–9,4	5700 / 9700	0,4–2,0 / 0,51–2,33	1200 / 17,0

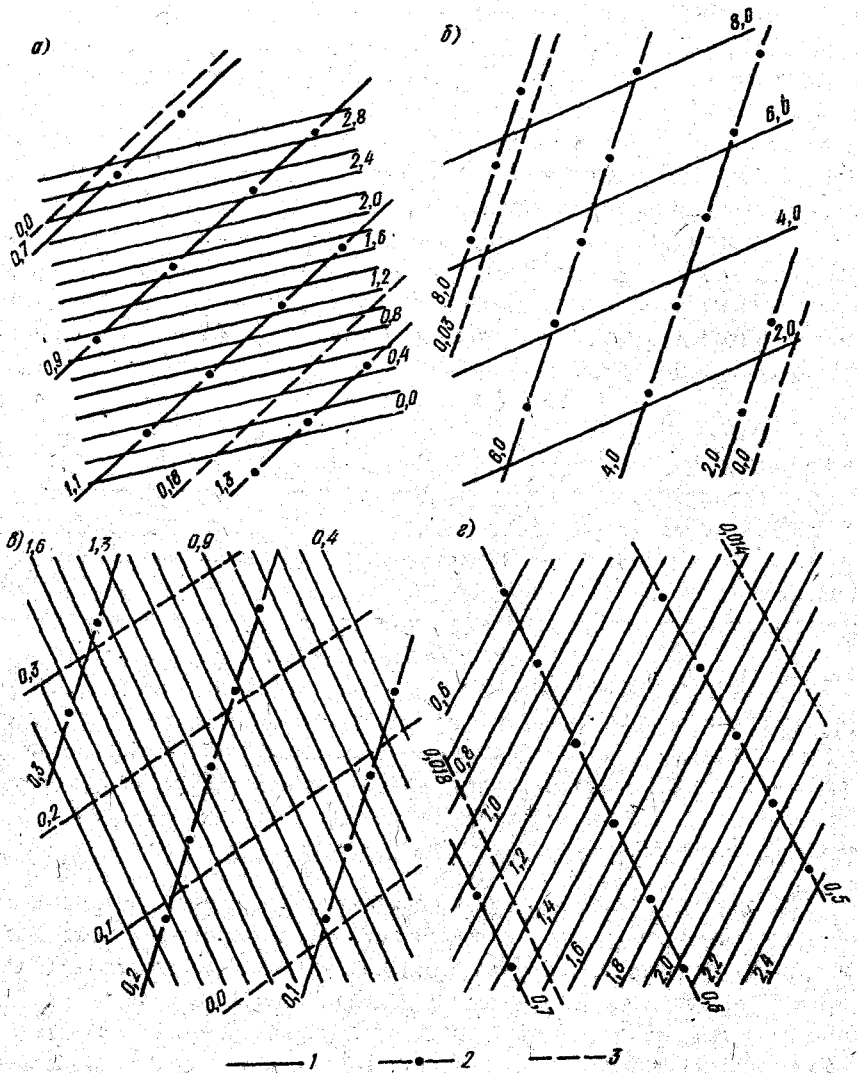
Примечание. В числителе – гидрохимическое, в знаменателе – донное опробование.

По данным гидрохимического опробования на картах трендовых плоскостей одинаковая тенденция изменения содержаний наблюдается для серебра и свинца. Их содержания увеличиваются с северо-запада на юго-восток. Таким образом, направление накопления содержаний серебра и свинца, по данным донного и гидрохимического опробования, противоположны. Содержание меди растет с юго-юго-востока на северо-северо-запад, и интенсивность этого увеличения значительно больше (см. таблицу).

На втором участке отмечена тенденция увеличения содержаний серебра и свинца в донных отложениях с северо-востока на юго-запад, а меди с северо-запада на юго-восток. Интенсивность изменения содержаний, для всех трех элементов, различна (см. таблицу).

На картах трендовых плоскостей по данным гидрогеохимического опробования одинаковое направление увеличения содержаний имеют серебро и свинец (с юго-востока на северо-запад) и иное у меди (с северо-востока на юго-запад). Интенсивность изменения содержаний серебра и свинца приблизительно одинаково, у меди несколько выше.

Сравнение карт трендовых плоскостей дает возможность высказать некоторые суждения о характере причинно-следственных связей в распределении



Плоскость тренда: *а* и *б* – участок 1; *в* и *г* – участок 2; *а* и *в* – подземные воды; *б* и *г* – донные отложения
1 – медь; 2 – свинец; 3 – серебро

содержаний серебра, свинца и меди в природных водах и донных отложениях на двух участках.

I. Градиенты изменения содержаний рассматриваемых элементов значительно выше на первом участке (особенно по данным донного опробования). Это говорит о более значительном влиянии регионального фактора формирования микроэлементного состава природных вод на первом участке.

2. В распределении по площади содержаний свинца и серебра наблюдаются весьма схожие тенденции (в водах и донных осадках), причем тенденция изменения на двух смежных участках направлена в противоположные стороны от линии водораздела, отделяющего эти участки.

3. Тенденции в распространении содержаний меди по площади отличаются от таковых для серебра и свинца. Увеличение содержаний меди на обоих участках отмечается в стороны от водораздела, как по данным донного, так и по данным гидрохимического опробования. Можно предположить, что для этого элемента ведущим процессом является процесс накопления его в природных водах и донных отложениях. Это определяется тем, что медь энергично мигрирует в условиях окислительной обстановки в поверхностных и грунтовых водах в ионной форме в виде коллоидов, псевдоколлоидов и взвесей [2].

4. Можно предположить, что основным региональным фактором, влияющим на систематические изменения содержаний серебра и свинца по площади, является рельеф, в частности бассейн стока наиболее крупной реки территории (в ее верховьях). Это предположение подтверждается тем, что наиболее высокие концентрации серебра и свинца в природных водах наблюдаются вблизи водоразделов, где наблюдается разгрузка подземных вод в виде источников. Вниз, по течению поверхностных водотоков, происходит понижение концентрации этих элементов в водах, что, очевидно, связано с разбавлением поверхностных вод атмосферными осадками, увеличениями расходов рек и ручьев. Для донных осадков характерна противоположная тенденция – накопление серебра и свинца в отложениях в направлении стока рек. Таким образом, в тенденции распределения в природных водах и донных отложениях содержаний серебра и свинца проявляется своеобразная гидрогеохимическая поясность. Это объясняет и меньший наклон плоскостей тренда для второго участка, где проходит местный водораздел, более пологий, по сравнению с водоразделом на первом участке.

5. Различие в наклоне плоскостей тренда на двух участках объясняется расчлененностью рельефа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голева Г.А., Огильви Н.А., Семендяева М.В. Методические рекомендации по математическим методам интерпретации гидрогеохимической информации. М., изд. ВСЕГИНГЕО, 1970.

2. Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов. М., Недра, 1977.

3. Девис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М., Мир, 1977.

4. Крамбейн У., Грейбилл Ф. Статистические модели в геологии. М., 1969.

5. Шлемченко С.Д., Голубева Э.Д., Кулешова Э.Б. Информативность элементов-примесей в касситерите для оценки эрозионного среза рудных тел. – В кн.: Методы прикладной геохимии. Иркутск, Изд-во СО АН СССР, 1981.