

Рассматриваемые воды далеки от насыщения оксидами и гидроксидами марганца, магния, свинца, кальция. Для этих минералов индекс насыщения принимает минимальные значения (порядка -40...-10). Воды очень близки к насыщению оксидами кремния (халцедон, кристобалит, кварц) и теноритом.

Таким образом, ультрапресные подземные воды района озера Имандра (Кольский полуостров) – это воды зоны интенсивного водообмена, где воды имеют короткий период контакта с горной породой. Поэтому рассматриваемые воды находятся на начальных стадиях взаимодействия в системе вода-порода. Они насыщены оксидами и гидроксидами алюминия, меди и железа и ненасыщены соединениями других элементов.

Литература

1. Даувальтер, В.А. Химический состав поверхностных вод в зоне влияния комбината «Североникель» [Текст] / В.А. Даувальтер, М.В. Даувальтер, Н.В. Салтан, Е.Н. Семенов // Геохимия. - 2009. - № 6. - С. 628-646.
2. Евтюгина З. А. , Копылова Ю. Г. , Гусева Н. В. , Мазурова И. С. , Русинова (Мехович) Т. А. , Воробьева Д. А. Химический состав природных вод окрестностей озера Имандра (Мурманская область) // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы, Томск, 23-27 Ноября 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 699-704
3. Ананьев В. Н. Родники Мурманской области: справочник / В. Н. Ананьев. — Мурманск: Книжное изд-во, 2010. — 88 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
5. Гидрогеология СССР. Том XXVII. Мурманская область и Карельская АССР, Недра, Москва, 1971 г., 295 стр.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ТИПИЗАЦИИ РОДНИКОВ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАРЫС (ТУВА)

Е.А. Ворожейкина, А.В. Шестакова

Научный руководитель зав. каф. ГИГЭ ИПР Н. В. Гусева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

При решении задач обработки геохимических данных при исследовании процессов формирования геологических и гидрогеологических объектов наиболее широко используются стандартные методы математической статистики. Методы многомерного статистического анализа являются одними из самых эффективных средств выявления закономерностей, скрытых в больших массивах данных, поскольку, как правило, отсутствует возможность непосредственного их наблюдения и измерения. О них можно судить лишь по конечным результатам проявления процессов, отражающихся в значениях различных характеристик, например в химическом составе вод.

Как правило, гидрогеохимические данные представляют собой значительный массив показателей и параметров, а типизация подземных вод, в том числе и минеральных, производится обычно по нескольким основным параметрам – минерализации, температуре, содержанию основных катионов и анионов и бальнеологически активных компонентов (CO_2 , H_2S , Br, I, Fe, Rn и др.). Часто для типизации большого массива гидрогеохимических данных применяется кластерный анализ.

Кластерный анализ (англ. cluster analysis) — многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы.

В высокогорной местности на юго-востоке Республики Тыва, вблизи границы с Монголией располагается природный комплекс Тарыс, в пределах которого на ограниченной территории разгружаются 29 родников различного химического состава и термального режима [1].

Целью данного исследования является типизация 29 родников, разгружающихся в пределах природного комплекса Тарыс, с учетом особенностей вещественного состава вод и их термального режима и выявление основных параметров, контролирующих различия между выделенными группами.

Первые сведения о Тарыских горячих источниках появились в работе В.М. Левченко в 1932 г. Тарыские источники находятся в отрогах Прихубсугульского нагорья южнее Уш-Белдира в устьевой части речки Аржаанец, притока р. Барахоля у выхода ее в Тарыскую котловину. Опробование 29 родников проводилось в 2015 г. Данные о химическом составе вод источников представлены в работе [1].

Типизация рассматриваемых источников проводилась по пятнадцати гидрохимическим параметрам (Eh, pH, температура, минерализация, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Si, NH_4^+ , CO_3 , F). Кластерный анализ и построение дендограммы выполнялось в программе STATISTICA.

Результаты кластеризации родников Тарыса представлена на дендограмме (Рис.1).

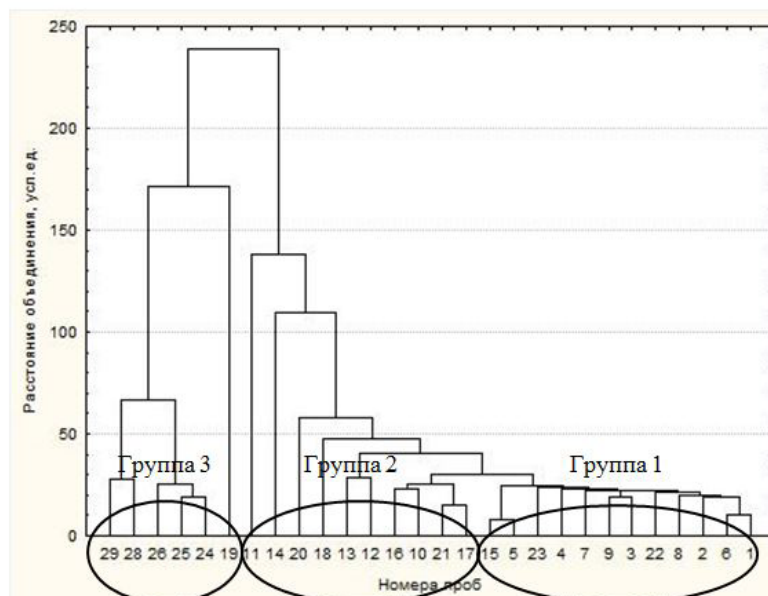


Рис.1. Дендограмма типизации подземных вод природного комплекса Тарыс

На рис. 1 видно, что в результате кластеризации 29 родников были выделены 3 группы, которые разбиваются на более мелкие подгруппы. Первый кластер (группа) включает 12 родников, второй – 10 родников, а третий – 6. Химический состав выделенных групп родников представлен в таблице 1.

Согласно результатам статистической обработки, определяющими критериями для выделения первой и второй групп вод являлись следующие показатели: температура, величина pH и Eh, соотношение основных ионов, концентраций Na, K, SO₄, Cl, F и Si.

Родники первой группы характеризуются средней температурой 43,3 °С, максимальное значение температуры 48 °С отмечается в родниках 1 и 6. По химическому типу воды этой группы, как и второй группы, относятся к сульфатным натриевым водам. Минерализация вод составляет от 428 до 475 мг/л. Отличительной особенностью родников первой группы является низкие значения Eh (-330 мВ), повышенные концентрации CO₃, в среднем составляющие 33,8 мг/л, и кремния – 36,6 мг/л. Вторая группа родников характеризуется более высокой минерализацией до 567 мг/л, высокими концентрациями NH₄ 0,1–19 мг/л и более низкой температурой (среднее значение – 26 °С). В этой группе наблюдается повышение концентраций Ca, Mg и HCO₃ по отношению к водам первой группы. Концентрации кремния и фтора немного ниже, чем в первой группе и составляют 21 и 32 мг/л соответственно.

Таблица 1

Химический состав подземных вод природного комплекса Тарыс, мг/л

Параметры	Группа 1			Группа 2			Группа 3		
	среднее	миним.	макс.	среднее	миним.	макс.	среднее	миним.	макс.
T, °С	43,3	30	48	26	17	43	10,2	6	18
pH	9,5	9,37	9,67	9,18	8,61	9,53	7,6	7,3	7,9
Eh, мВ	-330	-344	-311	-244	-315	-39	-12	-182	65
CO ₃	33,83	29	43	24,74	8,4	38	-	-	-
HCO ₃	57	51	67	76	37	128	226	201	246
SO ₄	215	197	236	221	168	244	27	17	72
Cl	15	14	16	15	14	19	3,2	0,2	17
Ca	4	3	5	11	3	20	74	66	78
Mg	0,6	0,45	0,9	1,1	0,1	2,4	4,4	2,8	5,5
Na	153,6	136,3	176,6	145,1	121,3	158,9	8,4	1,8	37,5
K	4,2	4,1	4,3	4,6	4,1	6,7	1,8	0,5	6,7
Минерализация	448,2	427,5	474,9	473,5	411,7	566,7	345,3	322,2	403,1
F	23,08	22,4	23,8	21,08	15	23,5	1,51	0,38	5,6
Si	36,56	32,99	42,41	31,83	17,03	44,7	6,21	11,9	3,96
NO ₃	0,02	0,01	0,05	0,11	0,01	0,99	0,19	0,01	0,54
NH ₄	0,21	0,08	0,76	2,9	0,09	18,5	0,12	0,01	0,22

Химический состав родников третьей группы заметно отличается от рассмотренных родников и характеризуется весьма низкими температурами, в пределах от 6 °С до 18 °С и гидрокарбонатным кальциевым типом вод с более низкой минерализацией 345 мг/л. Значения водородного показателя составляет 7,3–7,9,

т.е. воды данной группы являются слабощелочными. Также нельзя не отметить, что значения окислительно-восстановительного потенциала в водах данной группы достаточно высокие, E_h варьирует от -182 до 65 мВ. Геохимическая обстановка – окислительная. Средние содержания количества гидрокарбонат-иона и кальция значительно превышают концентрации в предыдущих группах. Содержания HCO_3^- изменяются от 201 до 246 мг/л, Са от 66 до 78 мг/л, в сравнении со средним содержанием HCO_3^- и Са для термальных вод Тарыса 98 и 21,2 мг/л, соответственно. Содержание других составляющих анионной и катионной группы имеют сравнительно низкие значения. Например, среднее содержание сульфат-иона составляет 177 мг/л, а хлор-иона – 12,4 мг/л. В сравнении с другими двумя группами, в рассматриваемых водах отмечается низкое содержание натрия (8,4 мг/л), хлора-иона (3,17 мг/л) и сульфат-иона (27 мг/л).

Таким образом, с использованием статистических методов проведена типизация родников природного комплекса Тарыс, в результате чего были выделены 3 группы родников, отличающихся по химическому составу и термальному режиму. Воды родников первой и второй групп являются сульфатными натриевыми, горячими, щелочными и пресными, с минерализацией около 500 мг/л и высоким содержанием фтора около 23 мг/л. Воды третьей группы являются гидрокарбонатными кальциевыми, холодными, нейтральными, пресными, с минерализацией 345 мг/л.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-35-00324).

Литература

1. Гусева Н.В., Копылова Ю.Г., Хващевская А.А. Исследование насыщенности термальных вод вторичными минералами (на примере природного комплекса Тарыс, Тува) // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2015. – С. 400 – 404.
2. Ярошевский А.А. Применение математики в геохимии: некоторые типы задач и методы решения [Электронный ресурс] / А.Ярошевский. – Электрон.текстовые дан. – Москва, 1996. - Режим доступа: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/133.html>

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ПОЙМЫ Р.ТОМИ

Е.В. Воротова

Научный руководитель доцент М.В.Решетько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Сегодня в городе Томске застраивается новый микрорайон Северный парк (рис.1), расположенный на левобережной части Томска. По мнению администрации города и многих жителей, левый берег является перспективной территорией для развития города. Началось строительство левобережного участка будущей кольцевой автодороги и жилого микрорайона. С одной стороны, нужно максимально эффективно использовать территорию левобережья города, с другой – дополнительная нагрузка в виде застройки микрорайона Северный парк из-за особенностей геологического строения территории и плоского рельефа, возможно, вызовет негативные экологические последствия.

Целью исследования является оценка геоэкологического состояния территории левобережья р. Томи в районе застройки во время строительства и в течение эксплуатации микрорайона.

Для определения геоэкологического состояния поверхностных вод были использованы представленные ОА «Томскгеомониторингом» за 2016 г. и данные проб поверхностных водных объектов и снега, отобранных автором в 2016 г., схема расположения точек отбора проб приведена на рис. 1, анализ проб проводился в НОЦ Вода.

Характеризуемый участок расположен в пределах поймы р.Томи, на территории санитарно-защитной зоны Томского водозабора. В водном питании р.Томи участвуют талые воды сезонных и горных снегов, жидкие осадки и подземные воды. Водоносный горизонт пойменно-террасовых отложений р.Томи является первым от поверхности постоянно существующим горизонтом. Водовмещаемыми породами являются гравийно-галечные отложения. Кровля горизонта отмечается на глубине 1,5-3 м. Мощность пойменных отложений составляет 18-22 м, террасовых 23-38 м. Уровень подземных вод зафиксирован на глубине 5,5-9,9 м в пойме и 4,7-12,0 м на террасе.

По данным АО «Томскгеомониторинг» за 2016 г. поверхностные воды на территории микрорайона Северный парк в целом соответствует нормативам для объектов культурно-бытового водопользования [9]. По органолептическим показателям для р.Кисловка превышение было зафиксировано лишь 23.09.16 г. в месте отбора №5, также 30.06.16 г.показатель был близок к границе ПДК. На прозрачность воды влияют различные взвешенные вещества (глина, песок и т.д), которые могли превысить допустимую норму в связи с увеличением хозяйственной деятельности в районе территории Северный парк. По общим физико-химическим показателям – значения растворенного в воде кислорода, сухой остаток и рН не нарушали границ ПДК, но ближе к зиме отмечено некоторое увеличение содержания кислорода в воде и рН. Содержание АПАВ и фенола на протяжении