

$$TKP = 10 ((I_{P6} - I_{Pm}) * (I_m - 0,3) / (I_m - I_6)) + I_{Pm}$$

где P6 - величина разбавления (большая), при которой индекс отклонения был ниже критерия токсичности;  
 Pm - величина разбавления (меньшая), при которой индекс отклонения был выше критерия токсичности;  
 I6 и Im - величины соответствующих этим разбавлениям индексов отклонения в росте, выраженных в долях.  
 В качестве P6 и Pm берется та пара наибольших разбавлений, между которыми имеет место переход индекса величины установленного критерия токсичности.

Таблица 2

**Токсикологические характеристики качества испытываемой воды**

Величина разбавления тестируемой воды, при которой превышен предел токсичности	Качество воды
1 (неразбавленная)	слаботоксичная
3	среднетоксичная
9	токсичная
27	сильнотоксичная
81	гипертоксичная

На водорослях *Chlorellavulgarisbeijer* может производиться государственный экологический контроль. Предположительно при комплексном сравнительном анализе методика может применяться для сертификации буровых растворов в совокупности с другими тест-объектами.

По результатам качество воды относят к среднетоксичному и токсичному. Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать образцы для переработки и обезвреживания, а также для правильного размещения, хранения и захоронения.

## Литература

1. А.Н. Кичемасов..Методика определения токсичности питьевых, Природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства И потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*chlorellavulgarisbeijer*) ФР.1.39.2007.03223. Москва, "Акварос", 2012, 42 стр.
2. Новиков В.С. Результаты промышленного испытания калиевого раствора / Обзорнаяинформ. сер. Бурение. М.: Недра, 1977. №6. С.32-36.
3. Чубик П.С. Научно-методические основы оптимизации качества буровых промывочных жидкостей: диссертация доктора техн. наук: 05.15.14: защищена 05.04.00/ Чубик Петр Савельевич – Томск, 2000. – 370с.

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В УЕЗД ЧОДОНЬ, ПРОВИНЦИИ ВАККАН (ВЬЕТНАМ)**

Нгуен Ван Луен

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

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

**Аннотация:** На основе результатов исследований, выполненных в 2010–2015 гг., получена общая характеристика химического состава подземных вод в уезде Чодонь провинции Баккан, Вьетнам. Показано, что особенности пространственно-временных изменений химического состава подземных вод определяются геологическими условиями, внутригодовым распределением атмосферного увлажнения, а также локальным загрязнением окружающей среды в населённых пунктах и вблизи действующих и закрытых горнодобывающих предприятий. Наибольшие концентрации микроэлементов чаще всего отмечаются в пределах водосбора р. Бан Тхи, перспективного с точки зрения проведения геолого-разведочных работ, а внутри года – в период дождей.

**1. Введение**

Северная часть Вьетнама богата минеральными ресурсами. В частности, здесь обнаружены значительные запасы железных, марганцевых и комплексных руд (цинк, свинец), строительных материалов. В настоящее время разрабатывается только часть разведанных месторождений и проводятся активные действия по освоению новых объектов, что, с одной стороны, создаёт предпосылки для дальнейшего социально-экономического развития региона [1–4]. С другой стороны, особую актуальность приобретают геоэкологические исследования в рамках изучения региональных условий формирования химического состава и качества компонентов окружающей среды, особенно подземных вод, испытывающих самое непосредственное воздействие в процессе добычи полезных ископаемых и иных видов хозяйственной деятельности. Именно такая цель и была поставлена авторами на примере уезда Чодонь, расположенного на севере Социалистической республики Вьетнам.

**2. Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ имеющихся данных показал, что изученные подземные воды по условиям залегания – грунтовые; в соответствии с классификациями О.А. Алёкина [6] по минерализации – «пресные» со средней и реже – малой минерализацией, по химическому составу – гидрокарбонатные кальциевые I, II и III типов; по величине рН – слабощелочные и нейтральные; по жёсткости – от очень мягких до умеренно жёстких (табл. 1). Воды содержат незначительное количество органических веществ по перманганатной окисляемости. В ряде случаев выявлено значительное превышение нормативов хозяйственно-питьевого водоснабжения, установленных по

величине pH и содержанию Fe, Zn, Cd, Mn, As, Si, Al. При этом необходимо отметить, что установлено статистически значимое (при уровне значимости 5 %) различие выборок содержаний  $\text{NO}_3^-$ , Zn, Mn, As в подземных водах в водосборах рек Бан Тхи и Дай по дисперсии (табл. 1, 2). Этот факт объясняется, видимо, как наличием ореолов техногенного рассеяния, сформировавшихся при добыче свинцово-цинковых руд в водосборе р. Бан Тхи, так и более высоким природным «фоновым» содержанием ряда химических элементов в горных породах и подземных водах, которые с ними взаимодействуют.

Таблица 1

Территория	Показатель	pH, ед. pH	УЭП, мкС/см	$\Sigma_{\text{mi}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\text{NH}_4^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\text{NO}_2^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\text{NO}_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	Fe, мг/дм <sup>3</sup>	Глубина пробоотбора, м
Водосбор р. Бан Тхи	A	6.64	260	235.4	0.104	0.010	5.120	0.148	18.00
	G	6.60	251	226.9	0.048	0.007	3.459	0.106	14.32
	$\sigma$	0.76	77	71.2	0.108	0.008	4.318	0.120	13.37
	N	19	13	13	4	4	4	4	5
Водосбор р. Дай	A	6.79	308	281.2	0.058	0.009	2.124	0.216	15.17
	G	6.74	289	262.0	0.027	0.008	1.782	0.201	10.54
	$\sigma$	0.80	117	112.1	0.078	0.004	1.253	0.082	14.93
	N	18	12	12	8	8	8	8	6
Уезд Чодонь в целом	A	6.73	283	257.0	0.076	0.009	3.626	0.182	18.50
	G	6.69	269	242.9	0.036	0.008	2.489	0.148	13.41
	$\sigma$	0.76	98	92.7	0.084	0.005	3.297	0.101	14.78
	N	39	27	27	13	13	13	13	12
Сравнение данных по водосборам Бан Тхи и Дай	$t/t_{5\%}$	0.27	0.56	0.57	0.35	0.04	0.74	0.48	0.13
	$F/F_{5\%}$	0.42	0.67	0.72	0.32	0.58	2.02	0.36	0.17

Примечание: A – среднее арифметическое; G – среднее геометрическое;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение; N – количество проб;  $t/t_{5\%}$  – отношение фактического и критического (при уровне значимости 5 %) значений критерия Стьюдента;  $F/F_{5\%}$  – отношение фактического и критического (при уровне значимости 5 %) значений критерия Фишера.

Наиболее высокие концентрации изученных микроэлементов часто отмечаются в месяцы с максимальным атмосферным увлажнением (с мая по октябрь), хотя имеются и определённые отличия, связанные с приуроченностью к первой или второй половине периода дождей. Объём имеющихся данных не очень велик (до 39 проб). Тем не менее, в первом приближении можно сделать вывод, что в первом случае в подземных водах района исследований наиболее вероятно обнаружение повышенных концентраций Cu, Cd, Pb, а во втором – Zn (рис. 1), Mn, Hg, As. В свою очередь, скорость водообмена регулирует общее время взаимодействия в системе «вода – порода» и количества выносимых из этой системы относительно устойчивых (при определённых условиях) продуктов химических реакций, образующих «защитный слой». Кроме того, в условиях низкогогорья создаются благоприятные условия для поддержания окислительной обстановки.

Таблица 2

Территория	Показатель	Zn	Cd	Pb	Cu	Mn	Hg	As
Водосбор р. Бан Тхи	A	0.6550	0.0004	0.0012	0.0110	0.1400	0.0001	0.0044
	G	0.0958	0.0001	0.0011	0.0055	0.0433	0.0001	0.0031
	$\sigma$	1.3208	0.0008	0.0008	0.0133	0.2785	0.0000	0.0041
	N	19	19	19	4	15	17	17
Водосбор р. Дай	A	0.0309	0.0005	0.0014	0.0105	0.0660	0.0001	0.0038
	G	0.0165	0.0001	–	0.0063	0.0440	0.0000	0.0020
	$\sigma$	0.0384	0.0009	0.0011	0.0080	0.0690	0.0000	0.0074
	N	18	18	18	8	10	16	16
Уезд Чодонь в целом	A	0.3398	0.0004	0.0013	0.0146	0.1069	0.0001	0.0040
	G	0.0430	0.0001	–	0.0072	0.0423	0.0000	0.0024
	$\sigma$	0.9614	0.0008	0.0009	0.0168	0.2163	0.0000	0.0057
	N	39	39	39	13	26	34	34
Сравнение данных по водосборам Бан Тхи и Дай	$t/t_{5\%}$	0.96	0.31	0.25	0.03	0.38	0.93	0.14
	$F/F_{5\%}$	446.33	0.45	0.67	0.47	4.29	0.48	1.16

Во внутригодовом изменении удельной электропроводности и общего содержания растворённых солей в подземных водах (по величине  $\Sigma_{\text{mi}}$ ) статически значимые связи со средними значениями атмосферных осадков или номером гидрологического года не выявлены, что связано, предположительно, наложением двух разнонаправленных процессов: 1) увеличением времени взаимодействия воды и горных пород в «сухой» сезон;

2) усилением во время продолжительных дождей выноса веществ, ранее накопленных на поверхности водосборов и в водоносных отложениях.

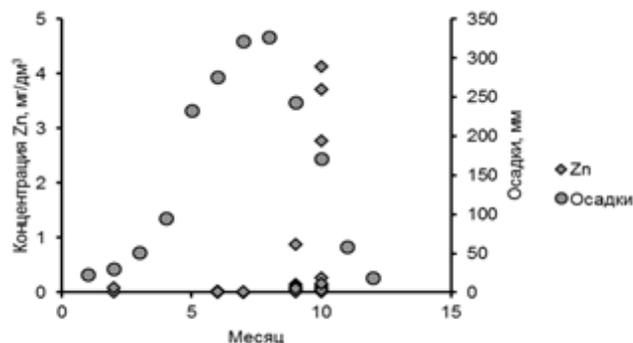


Рис. 1. Внутригодовое распределение концентраций Zn в подземных водах водосбора р. Бан Тхи за 2010–2015 г

### 3. Заключение

Подземные воды в уезде Чодонь провинции Баккан характеризуются в целом как пресные, гидрокарбонатные кальциевые, слабокислые или нейтральные. В ряде случаев они содержат Fe, Zn, Cd, Mn, As, Al, Si в количестве, заметно превышающем установленные в Российской Федерации и Вьетнаме нормативы хозяйственно-питьевого водопользования. Особенности пространственно-временных изменений химического состава подземных вод определяются геологическими условиями (месторождения и проявления свинцово-цинковых и, возможно, марганцевых руд с повышенными концентрациями попутных элементов), внутригодовым распределением атмосферного увлажнения (максимумы – в июле–августе), а также локальным загрязнением окружающей среды в населённых пунктах, вблизи действующих и закрытых горных предприятий. Наибольшие концентрации микроэлементов чаще всего отмечены в пределах водосбора р. Бан Тхи, перспективного с точки зрения проведения геолого-разведочных работ, а внутри года – в период дождей.

### Литература

1. Дао Мань Тиен. Методология и особенности геохимической специализации гранитоидных формаций Северного Вьетнама: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 04.00.08 Баку: Азербайджанский гос. ун-т, 1984. – 198 с.
2. До Ван Фи, Хоанг Минь, До Ван Ай. Первые результаты использования геохимического моделирования в исследовании свинцово-цинковой зоны на юге уезда Чодонь // Геология и минералы. – 2000. – № 7, С. 235–250. / на вьетнам. яз.
3. Нгуен Хонг Куанг, Тонг Тхи Тху Ха, Та Хунг Кыонг, Тхан Ван Кет, Фам Дык Чонг. Оценка текущего состояния окружающей среды в горнодобывающей промышленности в Северо-Восточной районе (Вьетнам). – Ханой: Институт геологических наук и минеральных ресурсов, 2011. – 118 с. / на вьетнам. яз.
4. Нгуен Мань Ха, Ву Тхань Хай, За Динь Тхай, Тханг Тхи Минь Хень. Ежегодный мониторинг окружающей среды в провинции Баккан. 2013–2014 гг. // Баккан: Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды провинции Баккан. JSC "Environment analyzing and technique", 2014. – 372 192с. / на вьетнам. яз.
5. Савичев О. Г., Колоколова О. В., Жуковская Е. А. Состав и равновесие донных отложений р. Томь с речными водами // Геоэкология. – 2003. – № 2. – С. 108–119.
6. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат. 1970. – 444 с.

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИИ РАЙОНОВ ТХАНЬЧИ И ТХЫОНГТИН Г. ХАНОЯ (ВЬЕТНАМ)

Нгуен Чунг Киен

Научный руководитель доцент Л.В. Жорняк

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

В XXI веке, вследствие интенсивного развития экономики и урбанизации, экологические вопросы стали весьма актуальными для больших городов, особенно для г. Ханоя (столица Вьетнама). Очень важная проблема – загрязнение почв. В почву загрязняющие вещества поступают с опасными отходами производств различных промышленных предприятий, а также с химическими удобрениями и пестицидами, используемыми в сельском хозяйстве. Загрязняющие вещества проникают в почву, ведут к нарушению ее структуры и снижению плодородия почв, отрицательно воздействуют на все экосистемы и на здоровье человека. Поэтому наблюдение и оценка состояния степени загрязнения почв на территории города очень важны.

Ханой – столица Вьетнама, а также культурный, политический и экономический центр страны, расположенный в нижнем течении реки Красная, на ее правом берегу. В настоящее время в пределах границ г. Ханоя находятся 12 городских районов, 17 сельских районов и 1 городок [6].

Одной из важных геоэкологических проблем г.Ханоя является ликвидация и дезактивация очагов загрязнения почв тяжелыми металлами: Pb, Cd, Hg, Zn, поступающими от автотранспорта и промышленных