

## Гидрогеология

### Новые данные о минеральных источниках Хэнтэй-Даурского неотектонического поднятия

Оргильянов А.И., Крюкова И.Г., Бадминов П.С. — Институт земной коры  
СО РАН, г. Иркутск

**Х**энтэй-Даурское неотектоническое сводовое поднятие (ХДП) расположено к юго-востоку от Байкальской рифтовой зоны и представляет собой структуру, образованную в средней-верхней юре после коллизии Сибирского и Монголо-Китайского континентов [1]. Современный облик ХДП сформировался в результате кайнозойских складчато-глыбовых движений [2]. В геологическом строении территории участвуют мезозойские гранитоиды, а также осадочно-метаморфические отложения палеозоя.

Одним из наиболее ярких показателей, отражающих неотектонический режим региона, являются термальные воды, выходы которых приурочены к узлам пересечения глубинных разломов, имеющих здесь в основном северо-восточное простирание, и молодых опеляющих разломов.

Гидротермы описываемой территории характеризуются преобладанием азота в газовом составе, относительно невысокой минерализацией, натриевым составом катионов, повышенным содержанием фтора, кремнекислоты и ряда микроэлементов. В отличие от термальных источников БРЗ, расположенных в основном на относительно обжитой территории впадины оз. Байкал и прилегающих межгорных впадин, гидротермы ХДП изучены гораздо слабее. Сведения об их температуре и химическом составе относятся к периоду до 60<sup>х</sup> годов XX в. За последующие несколько десятков лет в печати практически не появилось новых данных о гидротермах ХДП за исключением информации о разведанном Былыринском месторож-

дении, на базе которого успешно функционировал курорт [10].

В последнее время исследования минеральных источников территории возобновились, причем для изучения физико-химических свойств воды используются современные методы анализа [11].

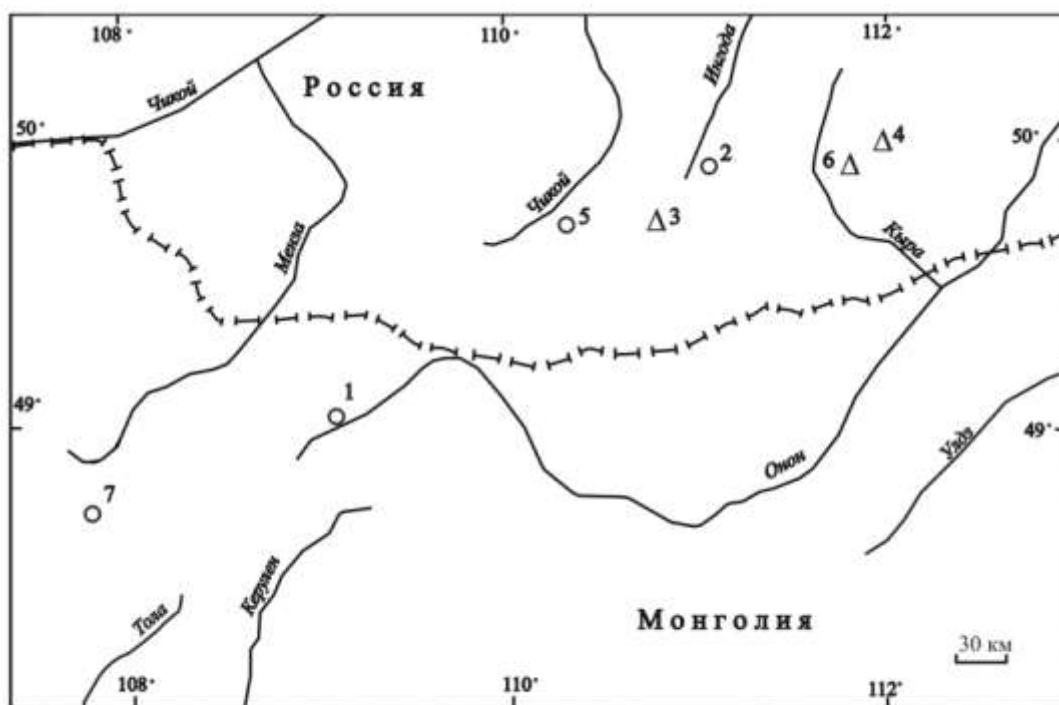
В настоящем сообщении приводятся результаты обследования некоторых термальных источников территории в период 2007–2010 гг. (табл. 1). Полевые работы производились в рамках научного сотрудничества с Сохондинским государственным природным биосферным заповедником в России, в Монголии — совместно с Обществом врачей-курортологов этой страны. При обследовании измерялись температура воды (электронным термометром), дебит (поплавокми, гидрометрической вертушкой либо объёмным способом), отбирались пробы для производства химического и газового анализов. Непосредственно на месте определялись значения рН и Eh (портативными приборами фирмы Hanna).

Несмотря на относительно низкую температуру воды источников Ендинский, Нижний Салбартуй и Талачинский их можно считать своеобразными реликтами гидротерм, которые имели в относительно недалеком прошлом более высокую температуру. Это подтверждается повышенными концентрациями фтора, кремнекислоты и сероводорода, который в соответствии с величиной рН содержится в основном в виде гидросульфид-иона. Описание источников приводится в хронологическом порядке, местоположение показано на карте схеме (рис. 1).

Т а б л и ц а 1

Основные сведения об изученных источниках

Источник	Дата обследования	Координаты	Абс. отметка, м	Т воды, °С	Измер. дебит, л/с
Халуун-Ус, Монголия	28.03.2007	48°57,249' с.ш. 109°00,697' в.д.	1420	86	1,4
Верхне-Ингодинский, Россия	09.07.2008	49°54,661' с.ш. 111°10,862' в.д.	1375	29,5	0,1
Ендинский, Россия	12.07.2008	49°29,802' с.ш. 110°47,760' в.д.	1250	6,3	0,03
Нижний Салбаргуй, Россия	15.07.2008	50°01,333' с.ш. 111°49,618' в.д.	1150	6,1	< 0,01
Семиозерский, Россия	10.02.2009	49°39,105' с.ш. 110°27,359' в.д.	1470	35,7	1,5
Талачинский, Россия	24.04.2010	49°50,972' с.ш. 111°41,910' в.д.	1070	12,8	0,015
Естий, Монголия	02.08.2010	48°36,128' с.ш. 107°50,505' в.д.	1450	35,3	3,0



- - Азотные термальные источники
- △ - Холодные источники с повышенным содержанием сероводорода
- — — - Гос. Граница

Рис. 1. Схема расположения минеральных источников

### 1. Источник Халуун-Ус

Источник расположен на территории Монголии в 100 км к северо-западу от сомона Батширээт Хэнтий аймака. Выходы термальных вод расположены вдоль уреза р. Онон, причем основная их часть сосредоточена на левом берегу (рис. 2). На дату обследования было зафиксировано 22 каптированных выхода, над 9 из которых сооружены домики с ваннами. Температура воды в выходах от 15°C до 86°C. Наибольшая температура правобережных дериватов составила 11°C при температуре воздуха –5°C. Кроме того, на дне русла также есть ряд небольших грифонов, хорошо маркирующихся характерными зелеными термофильными водорослями. Измеренный дебит составил 1,4 л/сек, но его действительный объем больше, так как происходит инфильтрация разгружающихся термальных вод в аллювиальные отложения. Можно отметить, что характерной особенностью гидрологического режима территории является полное истощение речного стока в зимний период, поэтому практически весь расход реки ниже источника формируется за счет разгрузки гидротерм. Кроме собственно термальных вод сюда входят и талые воды аллювия.

На базе источника есть сезонная лечебница, которая функционирует только в зимний период. В теплое время года многочисленные болота делают местность практически недоступной. Для отдыхающих после ванн людей на высокой террасе левого берега построен деревянный дом, в котором одновременно могут разместиться до 60 человек. Больные, приезжающие из самых разных районов Монголии, лечат здесь

болезни почек ревматизм, неврологические и кожные заболевания.



Рис. 2. Халуун-Ус

Описанный источник носит название Их-Онон, где «Их» в переводе с монгольского означает «большой». В 5 км к северо-востоку от источника Их-Онон, расположен источник Бага-Онон («бага» — «малый») [8]. Температура воды в нем 73°C.

Термальные источники Их-Онон и Бага-Онон составляют очаг разгрузки гидротерм Халуун-Ус (в переводе с монгольского — «горячая вода»), который является самым высокотемпературным на всей территории ХДП. Выходы гидротерм связаны с зоной пересечения разломов, один из которых имеет субширотное простирание, а второй — северо-восточное. Район источника сложен гранитами герцинского возраста [8].

Как и во всех термальных источниках территории, среди газов здесь преобладает азот. Можно отметить и довольно высокое содержание водорода в свободном газе (табл. 2) приводится газовый состав воды источника Их-Онон.

Т а б л и ц а 2

Газовый состав воды источника Их-Онон

Вид газа	Содержание в % об.						Газонасыщенность, мл/л
	He	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ar	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	
Свободный	0.016	4.96	1.61	8.91	84.41	0.095	
Растворенный	0.179	0.005	0.506	1.99	97.33	0.0007	50

Анализ произведен методом газовой хроматографии в лаборатории НПФ «Экосервис» (г. Иркутск). Содержание

аргона определено по разности, результат анализа пересчитан на безвоздушную форму.

### **2. Верхне-Ингодинский источник**

Расположен на территории Сохондинского государственного природного биосферного заповедника, в устье руч. Хойту-Горуха, впадающего справа в р. Аршан – правый приток р. Ингода. Выход источника приурочен к контакту палеозойских песчаников с гранитами пермско-триасового возраста [4]. В месте выхода источника присутствуют несортированные моренные отложения. Основной выход находится на левом берегу р. Аршан, а на правом среди валунов разгружаются отдельные восходящие струйки (рис 3).



*Рис. 3. Верхне-Ингодинский источник*

Видимый суммарный дебит выходов с обоих берегов не превышает 0,1 л/сек. Температура воды на правом берегу 28,5°С, на левом –29,5°С. Вода имеет легкий привкус и запах сероводорода. В выходах видны характерные водоросли светло-серого цвета. Источник находится в труднодоступной охраняемой местности и является излюбленным местом посещения у диких животных.

### **3. Ендинский источник**

Расположен на территории Сохондинского заповедника, на левом берегу р. Енда (левый приток р. Киркун), в 15 км от устья. Выход представляет собой нисходящий ручеек, вытекающий из трещин коренного склона, сложенного гранитами (рис. 4). Вода со слабым запахом и привкусом сероводорода, имеет своеобразный химический состав, в частности повышенное содержание хлора, что привлекает множество диких копытных животных.



*Рис. 4. Источник Ендинский*

### **4. Нижний Салбартуй**

Расположен на окраине пос. Надёжный, на левом склоне долины р. Нижний Салбартуй. Источник приурочен к гранитам мезозойского возраста. Выход каптирован и над ним сооружена беседка. Вода имеет слабый запах сероводорода. Данный источник интересен очень высоким содержанием в воде растворенного гелия, которое по определению прибором ИНГЕМ-1 составило  $1.90 \times 10^{-1}$  мл/л (при величине атмосферного фона  $5,2 \times 10^{-5}$  мл/л) и свидетельствует о приуроченности источника к зоне тектонического нарушения.

### **5. Семиозерский источник**

Расположен в верховьях р. Горячая (правый приток р. Чикой) в 2 км от мирового водораздела между бассейнами Северного Ледовитого и Тихого океанов. Источник приурочен к контакту песчаников и гранитов [4]. Вода имеет запах сероводорода. Выход каптирован желобом, над ним сооружен ванный домик (рис. 5), а рядом имеются дома для отдыхающих. Источник пользуется широкой известностью среди жителей верховьев рр. Чикой и Бальджа, которые приезжают сюда обычно в февралемарте, так как в остальное время года заболоченная местность практически непроходима. Лечатся здесь от ревматизма и кожных болезней. Термы Семиозерского источника по составу сходны с быллинскими, но отличаются более высоким содержанием сульфатов.



*Рис. 5. Семиозерский источник*

### **6. Талачинский источник**

Находится в 33 км к северо-западу от с. Кыра. Выход из-под подножия коренного склона с правого берега р. Талача (правый приток р. Былыра), сложенного палеозойскими гранитами. Рядом сооружена баня, где принимают лечение многочисленные отдыхающие, приезжающие в основном в летний период. Вода со слабым запахом сероводорода.

Выше по склону есть выходы нисходящих холодных источников с температурой воды около 2°C, которые также используются для лечения. Больные принимают лечебные процедуры в виде ванн под струей воды, стекающей из специально устроенных желобов. По данным химических анализов, произведенных в лаборатории ИЗК СО РАН, вода в этих выходах имеет гидрокарбонатный кальциевый состав с минерализацией не более 130 мг/л. Каких-либо специфических компонентов, которые могут оказывать бальнеологический эффект, не обнаружено. Поэтому можно считать, что лечебное воздействие сводится к охлаждению под струей холодной воды определенных участков тела в обязательном сочетании с самовнушением. Несомненно, оздоровительный эффект гидроминерального комплекса, сочетающего субтермальные сероводородные и пресные холодные воды, оцененный многими людьми, получившими

здесь лечение, требует детальных исследований.

### **7. Источник Естий**

Расположен на территории Центрального аймака Монголии, в 100 км к северо-востоку от г. Улан-Батора, в днище заболоченной долины р. Естийгол (правый приток р. Ероо), в 5 км от его устья. Несмотря на расположение в очень труднодоступной, удаленной от населенных пунктов горной местности, источники содержатся в очень облагороженном состоянии, имеется небольшой дацан. Разгрузка гидротерм происходит на контакте гранитоидов с осадочными породами, выполняющими впадину.



*Рис. 6. Ванны источника Естий*

Источник имеет два основных выхода с правого и левого берегов реки, а также несколько дериватов с температурой от 15,5 до 27,7°C. Основные выходы каптированы деревянными срубами, над которыми сооружены домики (рис. 6). Дериваты также используются для лечения, о чем свидетельствуют надписи на табличках возле каждого из выходов (нервные заболевания, болезни сердца, дерматозы, глаза и др.) [9]. Местное население лечится здесь ещё с XVII в. Вода с небольшим запахом сероводорода.

Анализ химического состава воды (табл. 3) производился в лаборатории ИЗК СО РАН (аналитик Л.А. Дурбан).



Т а б л и ц а 3

## Химический состав воды источников (мг/л)

Показатели	Источники						
	Халуун-Ус	Верхне-Ингодинский	Эндинский	Сал-Нижний баргуй	Семиозерский	Талачинский	Естий
pH	8.85	8.65	8.55	7.60	8.10	8.95	9.00
Eh, мВ	-212	-291	-194	-134	-232	не опр.	-113
K <sup>+</sup>	2.14	0.99	0.45	1.40	1.31	1.37	1.39
Na <sup>+</sup>	48.95	50.00	65.50	75.25	54.60	60.38	52.38
Ca <sup>2+</sup>	2.00	3.40	3.21	9.02	3.01	1.80	1.60
Mg <sup>2+</sup>	0.24	0.73	0.61	0.85	0.24	0.85	0.24
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	109.83	89.09	64.68	141.56	89.09	95.80	84.21
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	3.60	1.80	1.20	0.00	0.60	4.80	4.20
Cl <sup>-</sup>	10.64	14.18	44.67	29.43	7.45	17.37	10.64
F <sup>-</sup>	9.60	6.30	7.20	10.00	9.88	10.25	7.00
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.00	14.00	26.13	10.00	36.21	12.76	31.69
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.44	< 0.44
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	222.2	135.0	96.2	105.0	144.9	156.2	111.1
H <sub>2</sub> S+HS <sup>-</sup>	0.10	1.67	1.79	1.11	4.09	0.28	0.08
Минерализ.	413.7	315.5	309.8	382.5	347.3	361.6	304.5

Рассмотренные в настоящем сообщении источники, как и остальные гидротермы ХДП, характеризуются гидрокарбонатным натриевым составом. На смежной территории Байкальской рифтовой зоны распространены сульфатные термальные воды так называемого горячинского типа. По-видимому, анионный состав гидротерм может служить критерием разграничения геологических структур с различным геодинамическим режимом: Байкальской рифтовой зоны, развивающейся в основном в условиях

растяжения, и коллизионных сводовых поднятий Хангая и Хэнтэя. Причины таких различий до сих пор до конца не выяснены. В частности существует предположение об основной роли геохимической специфики вмещающих пород [11], но нельзя исключать и влияние глубинных факторов.

Содержания микроэлементов по методике ICP-MS (табл. 4) определены в Лимнологическом институте СО РАН (аналитик А.П. Чебыкин).

Т а б л и ц а 4

## Содержание микроэлементов в воде изученных источников ХДП (мкг/л)

Элемент	Источники				
	Халуун-Ус (Их-Онон)	Верхне-Ингодинский	Эндинский	Нижний Салбаргуй	Семиозерский
Li	458,0	58,9	259,0	1004,0	467,0
Be	0,32	0,02	0,01	0,03	-
Al	40,1	115,0	324,0	25,1	7,13
Sc	18,2	8,58	7,29	4,98	10,9

Ti	2.92	18.8	83.6	23.7	6.34
V	0.11	0.24	0.99	0.09	0.03
Cr	5.57	0.47	2.02	0.61	5.12
Mn	3.46	8.84	7.98	24.5	0.68
Fe	141,0	199,0	494,0	86.0	68.9
Co	0.05	0.07	0.23	0.04	0.02
Ni	0.55	0.66	1.37	0.75	0.62
Cu	2.98	1.91	6.22	23.0	0.80
Zn	12.5	23.3	42.1	16.8	6.59
Ga	6.62	2.39	1.72	0.09	3.76
Ge	5.12	7.48	14.7	15.5	8.55
As	11.5	5.52	4.11	81.0	38.1
Rb	38.2	8.50	6.31	15.9	24.3
Sr	48.9	36.0	27.9	92.1	54.6
Y	0.04	0.12	0.23	0.05	0.01
Zr	0.11	0.07	0.10	0.06	0.04
Nb	< 0.01	0.03	0.06	< 0.01	< 0.01
Mo	7.89	15.7	20.1	16.4	6.58
Ru	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Rh	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pd	0.03	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Ag	0.04	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cd	1.02	0.09	0.38	0.64	0.39
Sn	0.22	0.10	0.19	0.16	0.15
Sb	0.30	1.74	0.79	2.12	0.07
Cs	51.9	8.71	5.77	41.8	32.7
Ba	7.36	1.55	3.56	1.82	41.0
W	78.6	96.7	316,0	665,0	136,0
Pb	12.8	2.59	9.42	11.5	0.31
Bi	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Th	0.23	0.07	0.24	0.03	0.03
U	0.02	0.13	0.15	0.21	0.15

Содержание микроэлементов в общем отражают состав вмещающих пород. В частности можно отметить довольно высокую концентрацию мышьяка, что является характерным для ХДП, где даже в пресных водах, используемых для водоснабжения, фиксировались повышенные содержания этого элемента.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (проект №11-05-92209 «Монг\_а»).

## Литература

Зорин Ю.А., Беличенко В.Г., Турутанов Е.Х. и др. Структура и геодинамика Забайкальского сегмента Монголо-Охотского складчатого пояса // Геодинамика и эволюция Земли. Материалы к научной конференции РФФИ. Новосибирск, изд-во СО РАН, 1996. – С. 22–25.

Зорин Ю.А., Беличенко В.Г., Турутанов Е.Х. и др. Террейны Восточной Монголии и

Центрального Забайкалья и развитие Монголо-Охотского складчатого пояса // Геология и геофизика, 1998, т. 39, №1. – С. 11–25.

Деньгин Ю.П. Некоторые минеральные источники Центрального Забайкалья // Материалы по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири, №4, Иркутск, 1931. – С. 57–73.

Деньгин Ю.П. Минеральные источники Центрального Забайкалья (верховья рек Чикой, Онон, Ингода). – Тр. ВГРО, вып. 184, М.-Л., 1932. – 43 с.

Минеральные воды южной части Восточной Сибири. – Т. I, М.-Л., изд-во АН СССР, 1961, – 345 с.; Т. II, М.-Л., изд-во АН СССР, 1962, – 199 с.

Басков Е.А., Климов Г.И. Состав и условия формирования минеральных вод Забайкалья. // Материалы по региональной и поисковой гидрогеологии. Тр. Всесоюзного геологического института, новая серия. – Л.: ВСЕГЕИ. – 1963. – Т. 101. – С. 50–88.

*Орлова Л.М.* Термы Читинской области // Изв. Забайкальского филиала Географического общества СССР, т. II, вып. 3, Чита, 1966.– С. 47–65.

*Маринов Н.А., Попов В.Н.* Гидрогеология МНР. М.: Гостоптехиздат, 1963, – 449 с.

*Намнандорж О., Цэрэн Ш., Нямдорж О.* БНМАУ-ын рашаан.– Улаанбаатар, 1966.– 468 х. (Аршаны МНР, на монгольском языке).

*Боечко И.Д., Козлов В.А., Кузник Б.И., Липатова А.И.* Курорты Восточной Сибири.– Иркутск, 1982.– 224 с.

*Замана Л.В., Аскаргов Ш.А.* Физико-химические характеристики азотных термальных источников бассейна реки Кыра (Юго-Восточное Забайкалье) // Ученые записки ЗабГГПУ, Чита, 2011, №1.– С. 173–178.

---