

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ОСТРОВА САХАЛИН

Коллективная монография

Составители:

*В. А. Сахаров, О. А. Морозова,
И Кен Хи, Е. Н. Выпряжкин*

Под общ. ред. В. А. Сахарова

Южно-Сахалинск
СахГУ
2020

УДК 556.3(571.642)
ББК 26.35(2Рос–4Сах)
Г464

*Серия «Монографии ученых
Сахалинского государственного университета»
основана в 2003 году.*

Рецензенты:

Пищальник В. М., главный научный сотрудник
Научно-исследовательской лаборатории
дистанционного зондирования Земли СахГУ и РАН,
доктор технических наук;
Мелкий В. А., ведущий научный сотрудник лаборатории
вулканологии и вулканопасности Института морской
геологии и геофизики ДВО Российской академии наук,
доктор технических наук.

Г464 **Гидроминеральные ресурсы острова Сахалин** : кол-
лективная монография / сост. : В. А. Сахаров, О. А. Моро-
зова, И Кен Хи, Е. Н. Выпряхкин ; под общ. ред. В. А. Са-
харова. – Южно-Сахалинск : СахГУ, 2020. – 160 с.
ISBN 978-5-88811-616-6

УДК 556.3(571.642)
ББК 26.35(2Рос–4Сах)

- © Сахаров В. А., под общей редакцией, 2020
- © Сахаров В. А., составление, 2020
- © Морозова О. А., составление, 2020
- © И Кен Хи, составление, 2020
- © Выпряхкин Е. Н., составление, 2020
- © Сахалинский государственный университет, 2020

ISBN 978-5-88811-616-6

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «ОХИНСКИЙ»	7
&1. Паромайские термальные источники.	7
ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «НОГЛИКСКИЙ»	12
&2. Дагинские термальные источники.....	12
&3. Иловые отложения района Дагинских источников	37
&4. Луньские термальные источники	40
ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «АЛЕКСАНДРОВСК-САХАЛИНСКИЙ РАЙОН»	44
&5. Агневские термальные источники.....	44
ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «СМИРНЫХОВСКИЙ»	50
&6. Месторождение «Топольное».....	50
ПОРОНАЙСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	62
&7. Ключевые источники	64
&8. Матросовские источники.....	65
&9. Ельные источники	66
&10. Естественные газопроявления	67
УГЛЕГОРСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	68
&11. Лесогорские источники	68
&12. Старицкие источники.....	73
&13. Ударненские источники	77
&14. Шахтерские источники	79
&15. Орловский источник	81
&16. Бошняковский источник	84
МАКАРОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	86
&17. Макаровские источники	86
&18. Источник «Восточный».....	87
&19. Сопочная грязь Пугачевского грязевого вулкана.	88
ТОМАРИНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	92
&20. Лопатинский источник	92
ДОЛИНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	96
&21. Стародубские минеральные грязи.....	96
ХОЛМСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	104
&22. Антоновские соленые источники.....	104

&23. Антоновские слабосероводородные источники.....	107
&24. Зырянский источник	108
&25. Холмские источники	110
&26. Чеховский источник	114
&27. Битарский источник	115
НЕВЕЛЬСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	118
&28. Амурские источники	118
&29. Невельские источники.....	121
АНИВСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	124
&30. Минеральная вода «Анивская»	124
КОРСАКОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ	131
&31. Чапаевское месторождение минеральных вод.....	131
&32. Лечебные грязи озера Изменчивого	139
ЮЖНО-САХАЛИНСК	144
&33. Синегорские минеральные воды	144
СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	155
ЛИТЕРАТУРА	157

ВВЕДЕНИЕ

Гидроминеральные ресурсы, под которыми в настоящей работе подразумеваются минеральные и термальные подземные воды и лечебные грязи, достаточно широко распространены на острове Сахалин. С давних времен использовались местным населением для лечения различных заболеваний. Сведения об отдельных источниках появились в литературе в конце XIX века. Начиная с 30-х годов XX века минеральные и термальные воды изучаются попутно при проведении геологических работ различного назначения. Целенаправленные работы по изучению бальнеологических ресурсов острова Сахалин начали проводить в конце 40-х годов XX века. Гидрогеологическими исследованиями установлено, что на территории Сахалинской области имеются практически все известные бальнеологические группы минеральных вод. Однако в настоящее время использование этих ценных ресурсов находится на очень низком уровне.

Вовлечение минеральных, термальных вод и лечебных грязей в хозяйственную деятельность может иметь ощутимый социально-экономический эффект при развитии территорий. Прежде всего, это касается пищевой промышленности и туризма. Организация разлива минеральной воды и обустройство минеральных и термальных источников для посещения местным населением и туристами не требует больших временных и материальных затрат. Использование минеральных вод и лечебных грязей в бальнеологических целях связано с необходимостью проведения значительного объема специальных исследований и, соответственно, имеет более отдаленную перспективу освоения.

Цель настоящей работы – собрать сведения о гидроминеральных ресурсах о. Сахалин, выполнить критическую оценку полученной информации, выделить объекты, которые имеют хорошую перспективу освоения в сложившихся социально-экономических условиях отдельных территориальных образований. В первую очередь оценивались такие характеристики, как достоверность информации и доступность ресурсов.

Исходные данные для выполнения настоящей работы в основном получены путем сбора и обработки фондовых и архивных документов. Мы постарались сделать информацию доступной для понимания широкого круга читателей, максимально сократив использование специальной терминологии. В работе частично использованы рисунки и фотографии из производ-

ственных отчетов, чтобы попытаться передать обстановку того далекого времени.

Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России (5.9560.2017/8.9).

В работе принимали участие сотрудники лаборатории физико-химических исследований СахГУ Морозова Ольга Анатольевна, И Кен Хи, Выпряжкин Евгений Николаевич под руководством заведующего лабораторией Сахарова Валерия Александровича.

ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «ОХИНСКИЙ»

&1. Паромайские термальные источники

Паромайские источники расположены на восточном побережье северного Сахалина, в 90 км к югу от города Охи. Источники выходят в долине реки Паромай в двух километрах к востоку поселка нефтяного промысла Паромай (рис. 1). Описание источников по результатам обследования группой В. В. Иванова в 1953 г. [16].

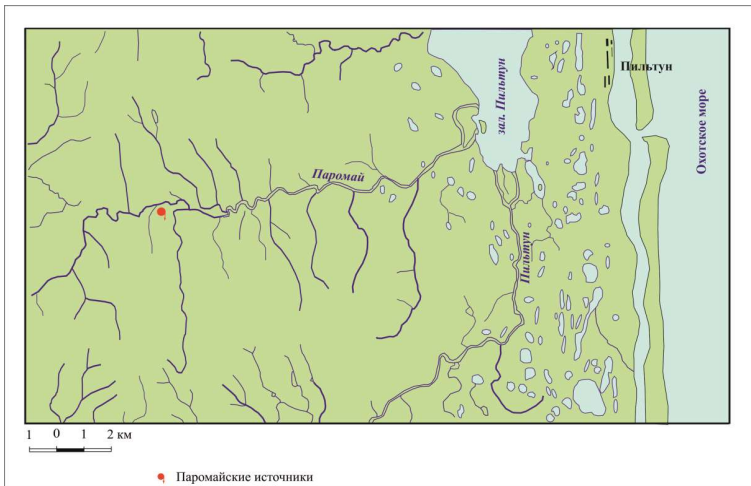


Рис. 1. Схема расположения Паромайских источников (В. В. Иванов, 1954 г.)

Сообщение с нефтепромыслом Паромай осуществлялось по узкоколейной железной дороге г. Оха – г. Ноглики (в настоящее время отсутствует) (рис. 2).

Район Паромайских источников в оротографическом отношении располагается в пределах Северо-Сахалинской равнины.

Источники выходят в области развития песчаников нutowской свиты (N_2nt), на восточном крыле Паромайской антиклинали. Окружающие склоны долин и сопок весьма пологие, задернованы, покрыты редким лесом.

Термальные источники выходят у северо-западного конца небольшого озера (размером около 90 x 30 м), в которое и стекает



*Рис. 3. Озеро у Паромайских источников (слева),
основной источник (справа) (В. В. Иванов, 1954 г.)*

вода источников. Озеро пресное, неглубокое, зарастающее, содержит на дне илистые сапропелевые отложения (рис. 3).

В центре участка, на котором выходит вода, находился неглубокий (0,6 м) колодец сечением 1,10 x 1,35 м, закрепленный деревянным срубом. Дно колодца досчатое. Через сруб колодца перетекало небольшое количество воды, большая же ее часть выходила в виде многочисленных мелких грифонов вокруг колодца в радиусе 5–10 м из толщи песчано-глинистых отложений.

Температура воды в колодце у дна 32,3–32,4 °С, температура воды в грифонах вокруг колодца – в пределах 20–32,4 °С.

Дебит колодца составлял 0,1 л/с, общий дебит грифонов – около 1,2 л/с. Суммарный дебит Паромайских источников – около 1,3 л/с.

Химический состав воды и газа изучался В. М. Левченко (1951 г.), В. В. Ивановым (1953 г.). Результаты анализов сопоставимы.

Таблица 1

**Химический состав воды главного источника
(В. В. Иванов, 1954 г.)**

Показатель	Концентрация, мг/дм ³	Показатель	Концентрация, мг/дм ³
NH ₄ ⁺	0,7	Cl ⁻	40,1
K ⁺	0,9	Br ⁻	0,1
Na ⁺	159,4	J ⁻	Не обнаружено
Mg ²⁺	2,2	SO ₄ ²⁻	2,9
Ca ²⁺	4,4	HCO ₃ ⁻	378,2
Fe ²⁺	Не обнаружено	HPO ₄	Не обнаружено
Fe ³⁺	Не обнаружено	NO ₂ ⁻	Не обнаружено
As	Не обнаружено	NO ₃ ⁻	Не обнаружено
H ₂ SiO ₃	23,4	Формула химического состава: $M_{0,61} \frac{HCO_3 \ 84 \ Cl \ 15}{Na \ 94} \text{ pH } 8,4$	
H ₃ AsO ₄	Не обнаружено		
HBO ₂	Не обнаружено		
H ₂ S	Не обнаружено		
Сухой остаток	414,0		

На основании результатов химических анализов вода Паромайских источников характеризуется как слабоминерализованная, щелочная, хлоридно-гидрокарбонатная натриевая. Состав газов азотно-метановый.

По своим характеристикам вода Паромайских источников близка к воде Южного участка Дагинского месторождения термальных

минеральных вод. При наружном применении дает положительный эффект при лечении кожных заболеваний, заболеваний опорно-двигательного аппарата, гинекологических патологий.

ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «НОГЛИКСКИЙ»

&2. Дагинские термальные источники

В административном отношении Дагинское месторождение термальных минеральных вод находится в Ногликском районе Сахалинской области. Расположено в северной части о. Сахалин, на его восточном побережье, в километре от устья, в правобережной части р. Нельбуты, в 30 км к северу от районного центра пос. Ноглики, с которым связано грунтовой дорогой. Площадь выхода на поверхность земли термальных минеральных источников составляет около 0,5 км² (рис. 4).



Рис. 4. Обзорная схема расположения месторождения

Краткие сведения о месторождении

Целебная сила Дагинских термоминеральных источников известна давно. Они пользуются большой популярностью как у местных жителей, так и за пределами области.

Упоминание о горячих ключах имеется в ряде геологических работ (Н. А. Кудрявцев, 1926 г., А. И. Ершов, 1931 г., Л. Н. Соломатин, 1950 г. и др.). Специальное обследование и описание источников было произведено в 1951 г. В. М. Левченко. Им отобраны первые две пробы воды из источников на химические анализы. В августе 1953 г. более детально Дагинские источники обследованы комплексной конторой «Геоминвод» Центрального НИИ курортологии и физиотерапии (ЦНИИКиФ) под руководством В. В. Иванова [16]. В последующие годы район Дагинских источников исследовался в связи с изучением гидрогеологии нефтеносных отложений Северного Сахалина [9]. Летом 1969 г. конторой «Геоминвод» ЦНИИКиФ проведены детальные комплексные исследования термальных вод Дагинских источников и грязевых отложений района [10]. Силами этой же организации в 1972 г. при комплексном обследовании минеральных вод и лечебных грязей о. Сахалин на Дагинских источниках были отобраны пробы воды на полные физико-химические анализы из основных источников, измерена температура более чем в 60 источниках (рис. 5).

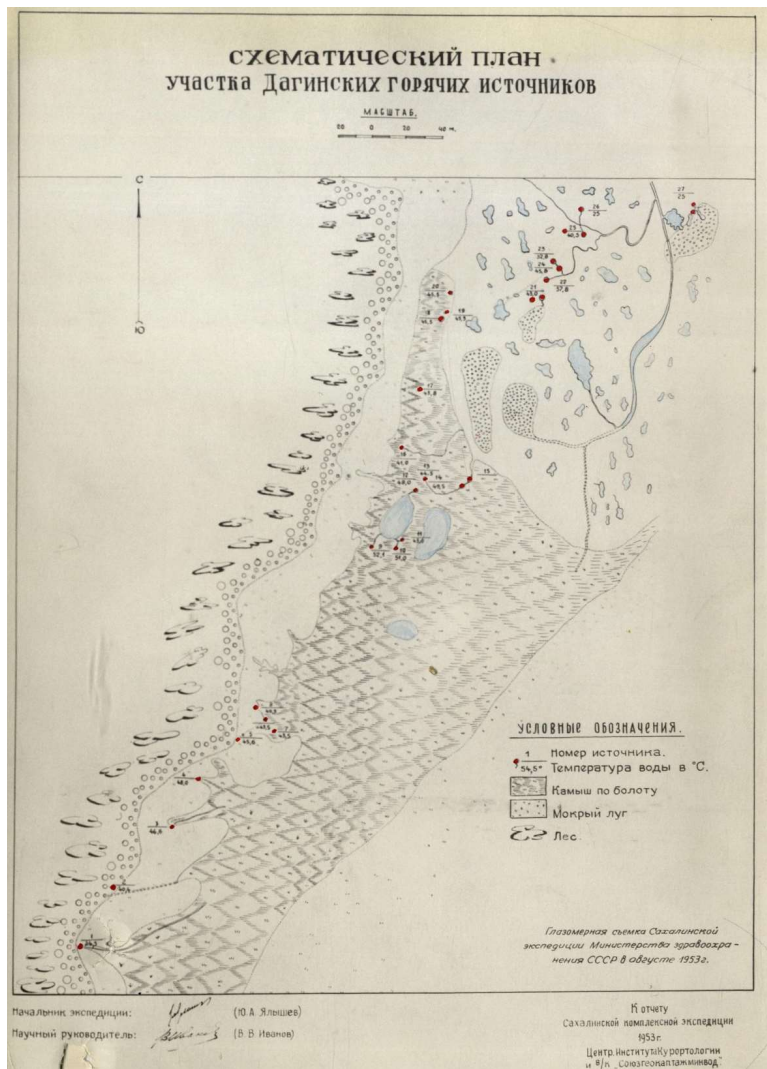
В 1988 г. Сахалинской гидрогеологической экспедицией было проведено обследование каптированных источников, оценены ресурсы источника «Центральный» (А. Ф. Прядко, В. Е. Прядко).

Эксплуатация месторождения осуществляется на очень низком уровне. В пос. Горячие Ключи в конце XX века действовала водолечебница на 35 койко-мест. В летнее время на участке скапливалось до 200 приезжих, принимающих ванны «диким» образом.

До 2019 г. некоторые источники были оборудованы, как правило, примитивными сооружениями и находились в антисанитарном состоянии. В 2019 г. начались реконструкция надкаптажных сооружений и благоустройство территории (рис. 8–11).

Общие естественные ресурсы месторождения очень осторожно оценены А. Ф. Прядко (1991) в количестве 15–20 л/с по результатам кратковременных пробных откачек из скважин и замеров дебитов каптированных источников.

В 1990–1991 гг. на месторождении силами Сахалинской гидрогеологической экспедиции проведена разведка термальных минеральных подземных вод. Было пробурено и исследовано пять поисковых и одна наблюдательная скважины (рис. 7), выполнены на-



**Рис. 5. Схематический план Дагинских источников
(В. В. Иванов, 1954 г.)**

земные геофизические исследования и химические анализы воды. Глубина изучения – 180 метров.

В результате территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых при Сахалинском геологическом комитете (ТКЗ) утверждены балансовые эксплуатационные запасы минеральных хлоридных натриевых, азотно-метановых, слабощелочных вод в количестве 2500 м³/сут. (табл. 2) (Протокол № 63 от 07 июня 1993 г.) [14].

Таблица 2

Эксплуатационные балансовые запасы минеральных подземных вод Дагинского месторождения (м³/сут.)

Категория, м ³ /сут.	Т, °С	Пределы содержания основных бальнеологических компонентов, мг/дм ³				
		М	H ₂ SiO ₃	Br	В	I
V + C ₁ + C ₂ = 2500	40–52	1200–2460	40–47	до 6,0	5,1	до 3,0
V = 190						
C ₁ = 1495						
C ₂ = 815						
в том числе:						
участок Южный						
C ₁ + C ₂ = 1250	40–42	1200–1900	до 47	до 6,0	–	до 3,0
C ₁ = 864						
C ₂ = 386						
участок Центральный						
V + C ₁ + C ₂ = 1250	51–52	2460	40–47	–	4,9–5,1	–

Геологическое строение района исследований
Стратиграфия

В геологическом строении района работ принимают участие миоценовые отложения дагинской (N₁dg) и окобыкайской (N₁ok) свит и плиоценовые отложения нутовской свиты (N₂nt). Неогеновые отложения повсеместно перекрыты четвертичными образованиями различного генезиса.

Дагинская свита (N_1dg). Отложения залегают на глубинах ниже 2000 м и вскрыты глубоким поисковым бурением. Изученный разрез представлен песчаниками и слабосвязанными песками от мелкозернистых до гравийных, серыми, светло-серыми, в той или иной мере глинистыми.

Окобыкайская свита (N_1ok). Отложения свиты выходят на дневную поверхность вблизи западной границы района месторождения. Разрез свиты представлен переслаиванием песчаных и глинистых разностей при преобладании последних (60–70 %).

Нижненутовская подсвита (N_2nt_1) развита вблизи западной границы района. Представлена комплексом песчано-глинистых отложений.

Средне-, верхненутовская подсвита (N_2nt_2). В пределах района развита повсеместно. Она объединяет толщи средне- и грубозернистых песков с прослоями гравелитов, мелкозернистых песчаников и алевролитов и плохо отсортированных разнозернистых песков.

Четвертичные отложения (Q) развиты повсеместно. Они представлены современными пойменными, биогенными, лагунными и элювиально-делювиальными образованиями.

Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы и поймы (${}_aQ_{IV}$) распространены в долине р. Нельбуты и ее притоков. Они представлены песками грубозернистыми и мелкозернистыми с окатанной галькой из отложений нутовской свиты, глинами и алевритами.

Лагунно-морские образования (${}_{im}Q_{IV}$) представлены песками мелкозернистыми, илистыми и алевритистыми до грубозернистых. Они развиты вблизи устья р. Нельбуты, где слагают современные морские валы.

Поверхность четвертичных образований практически повсеместно перекрыта биогенными образованиями (${}_bQ_{IV}$). Мощность торфяников, как правило, составляет 2 м, иногда достигает 3–4 м.

Элювиально-делювиальные отложения (${}_{ed}Q_{IV}$) сплошным чехлом перекрывают неогеновые породы. Для элювия характерно сходство с подстилающими коренными породами, отличие заключается лишь в его большей рыхлости и желтоватой окраске. Мощность этих отложений достигает 3–4 м.

В региональном тектоническом плане месторождение находится в юго-восточной части Северо-Сахалинской наложенной впадины, которая представляет собой одноименный артезианский бассейн.

В районе распространены высоконапорные минерализованные

подземные воды в глубоких частях гидрогеологического разреза и слабонапорные пресные воды в приповерхностной зоне. Глубокими скважинами (1,5–2,0 км) вскрыты воды с минерализацией 15–20 г/дм³ и температурой 70–80 °С. Возрастание температуры с глубиной подчиняется общему геотермическому градиенту, достигающему 3,5 °С на 100 м.

Интенсивно развитая разрывная тектоника обусловила образование ослабленных зон, по которым напорные минерализованные термальные воды поднимаются на дневную поверхность, образуя локальные очаги разгрузки (Дагинские, Луньские и другие источники). По мере продвижения вверх происходит понижение температуры подземных вод и разбавление пресными инфильтрационными водами. Поэтому на поверхности температура воды в источниках составляет 20–50 °С, минерализация – 2–8 г/дм³.

Месторождение сформировано в водоносном комплексе отложений нутовской свиты верхнего неогена. Водовмещающие породы представлены слоистой толщей, состоящей из песков, имеющих высокие фильтрационные свойства, и слабопроницаемых глинистых отложений (рис. 6).

Месторождение имеет очень сложное тектоническое строение, обусловленное наличием нескольких систем разрывных нарушений.

Основная зона гидротермально измененных и передробленных пород, приуроченная к северо-восточному диагональному нарушению, испытывала многократные подвижки и переработку в процессе заложения и развития разрывов северо-западного и меридиональных простираний. Последними нарушениями месторождение разбито на три участка: Северный, Центральный и Южный. В каждом из участков свои отличные от других условия миграции вод с глубины (рис. 7).

Южный участок изолирован от Центрального и Северного, расположен в районе выхода источников «Мечта», «Молодость». Центральный и Северный участки физической границы не имеют и разделяются по минерализации воды в источниках – около 2 г/дм³ на Центральном и более 5 г/дм³ – на Северном. На Центральном участке расположены источники «Бегемот», «Пионер», «Центральный», «Патриот», «Партизан». На Северном – «Дельфин», «Кальмар». Всего на месторождении наблюдается более 60 восходящих источников термальных минеральных вод (табл. 3).

Скважинами изучены Южный и Центральный участки.

На Южном участке при опытно-эксплуатационной откачке из скв. № 2 дебит составил 864 м³/сут. при понижении уровня на

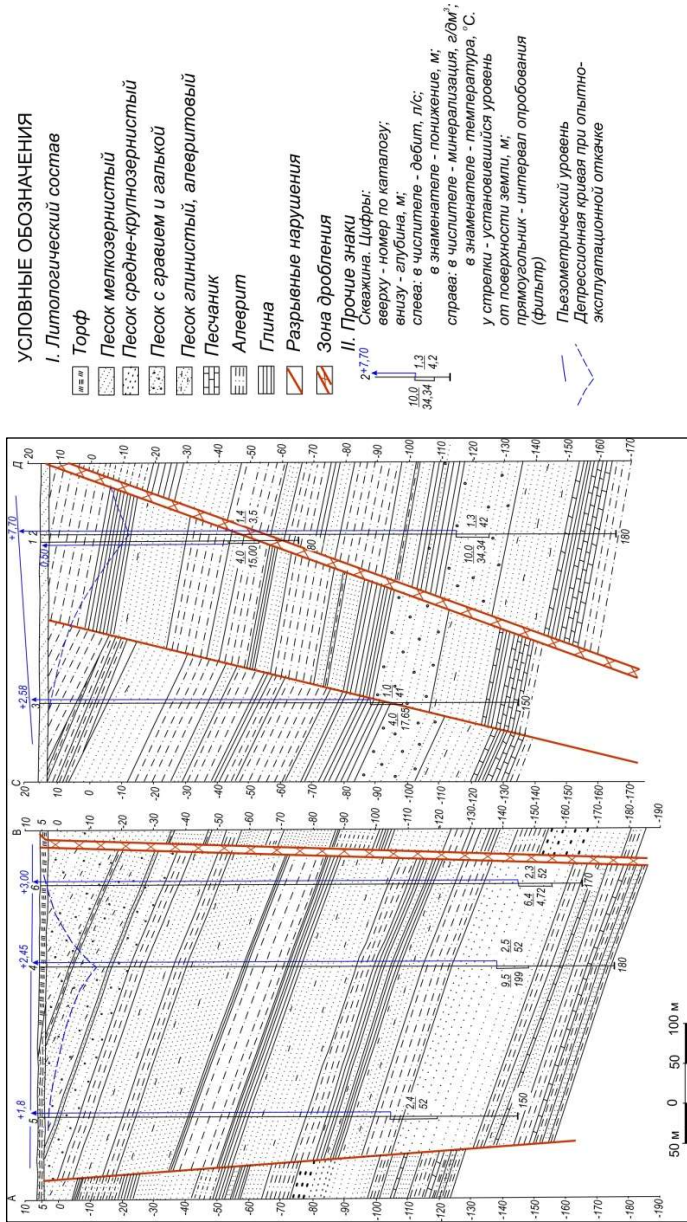


Рис. 6. Геологический разрез Дагинского месторождения термальных минеральных вод

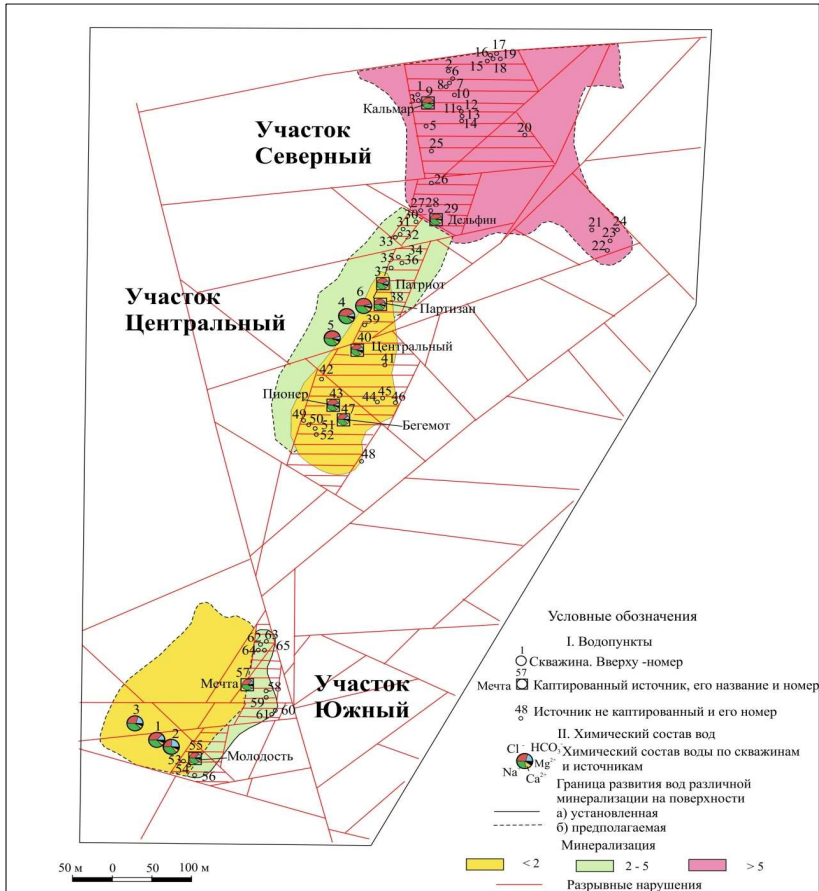


Рис. 7. Схема строения Дагинского месторождения термальных минеральных вод

34,2 м. Водопроницаемость составила 39,5 м²/сут., коэффициент фильтрации – в пределах 1 м/сут.

На Центральном участке фильтрационные свойства пород выше. При опытно-эксплуатационной откачке из скв. № 4 дебит составил 821 м³/сут. при понижении на 19,9 м. Водопроницаемость – 73,5 м²/сут., коэффициент фильтрации – около 3 м/сут.

Таблица 3

Характеристика источников термальных минеральных вод на Дагинском месторождении

№	Название	Температура, °С	Минерализация, г/дм ³	Микрокомпоненты		
				J	–	–
1	«Морской-6»	27	5,7	J	–	–
2	«Морской-11»	25	н/с	–	–	J-Br
3	«Морской-7»	36	5,6	–	–	–
4	«Морской-5»	45	5,4	J	–	–
5	«Морской-4»	43	6,7	J	–	–
6	«Морской-10»	27	9,3	–	–	–
7	Нет	30	н/с	–	–	–
8	Нет	32	н/с	–	–	–
9	«Кальмар»	41	–	–	–	–
10	«Морской-9»	41	–	–	–	–
11	Нет	24	–	–	–	–
12	Нет	31	–	–	–	–
13	Нет	12	–	–	–	–
14	Нет	12	–	–	–	–
15	Нет	22	–	–	–	–
16	Нет	27	–	–	–	–
17	Нет	10	–	–	–	–
18	Нет	26	–	–	–	–
19	Нет	16	–	–	–	–
20	Нет	34	–	–	–	–
21	Нет	25	–	–	–	–
22	Нет	24	–	–	–	–
23	Нет	20	–	–	–	–

Продолжение таблицы 3

№	Название	Температура, °С	Минерализация, г/дм ³	Микрокомпоненты		
24	Нет	21	–	–	–	–
25	«Морской-3»	41	6,5	–	–	J-Br
26	Нет	41	–	–	–	J-Br
27	«Морской-2»	41	6,7	–	–	J-Br
28	«Морской-1»	43	–	–	–	J-Br
29	«Дельфин»	44	8,4	–	–	J-Br
30	Нет	37	2,9	–	–	–
31	Нет	39	2,9	–	–	–
32	Нет	36	–	–	–	–
33	Нет	32	–	–	–	–
34	«Стиральный»	38	2,9	–	–	–
35	«Питьевой»	47	2,1	–	–	–
36	Нет	32	2,8	–	–	–
37	«Патриот»	42	1,6	–	–	–
38	«Партизан»	41	1,9	–	–	–
39	«Дикий»	42	1,4	–	–	–
40	«Центральный»	52	1,6	–	–	–
41	Нет	20	1,2	–	–	–
42	Нет	45	1,6	–	–	–
43	«Пионер»	42	1,6	–	–	–
44	Нет	17	–	–	–	–
45	Нет	28	1,3	–	–	–
46	Нет	25	1,2	–	–	–
47	«Бегемот»	37	–	–	–	–
48	Нет	30	1,3	–	–	–

№	Название	Температура, °С	Минерализация, г/дм ³	Микрокомпоненты		
49	Нет	36	–	–	–	–
50	Нет	40	–	–	–	–
51	Нет	34	–	–	–	–
52	Нет	37	–	–	–	–
53	«Питьевой-1»	36	2,9	–	–	–
54	Нет	42	2,7	–	–	–
55	«Молодость»	40	2,6	–	–	–
56	Нет	25	2,4	–	–	–
57	«Мечта»	46	2,4	–	–	–
58	Нет	47	–	–	–	–
58 а	Нет	30	2,3	–	–	–
59	Нет	38	2,5	–	–	–
60	Нет	35	–	–	–	–
61	Нет	35	2,3	–	–	–

Общая характеристика гидрогеохимических условий месторождения

Месторождение расположено в пределах одного водоносного комплекса отложений нутовской свиты, представленной многослойной толщей, относится к трещинно-жильным очагового типа.

Хлоридные натриевые термальные воды Дагинского месторождения являются морскими седиментационными водами, генетически связаны с нормальными морскими осадочными отложениями в зоне затрудненного водообмена. В этих условиях в восстановительной обстановке формируются метановые воды в результате насыщения подземных вод газами биохимического происхождения. Появление азотной составляющей в газовом составе вод, очевидно, связаны с тем, что при выходе термоминеральных вод на поверхность происходит смешение их с водами атмосферного и частично морского генезиса. Изменения минерализации в пределах месторождения связаны с различными условиями «транспор-

тировки» термоминеральных вод на поверхность.

Накопление кремнекислоты в подземных водах происходит за счет выщелачивания водным раствором силикатов из горных пород, чему благоприятствуют: высокая температура, большое давление, слабощелочная реакция вод, наличие горных пород, содержащих SiO_2 .

В процессе метаморфизации нормальных морских вод в них исчезают ионы SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} и накапливаются ионы HCO_3^- .

Очевидно, в водах имеется дополнительный источник брома, помимо того, который поступил вместе с хлором. Бром дополнительно накапливается в результате разрушения органического вещества, захороняемого вместе с породой. В целом содержание брома коррелируется с минерализацией, оно растет с увеличением последней. Для маломинерализованных вод Южного и Центрального участков при минерализации 2–5 г/дм³ концентрация брома не превышает 8 мг/дм³. С увеличением минерализации на Северном участке увеличивается содержание брома (до 37 мг/дм³).

Обогащение подземных вод йодом не зависит от минерализации и генетически связано с морскими, преимущественно глинистыми отложениями, содержащими значительные количества органического вещества. Накоплению йода в водах способствуют также восстановительные условия и щелочная реакция среды. Различное содержание йода на месторождении объясняется, по-видимому, разным количеством глинистого материала на отдельных участках.

Термальные воды поднимаются к поверхности земли по зонам разрывных нарушений из одного очага (зоны) затрудненного водообмена водоносных комплексов окобыкайских и дагинских отложений. Рассчитанная по SiO_2 -геотермометру температура теплоносителя на глубине составляет 81–100 °С (табл. 4). Глубина подъема термоминеральных вод составляет 2,7–3,3 км, где их вероятная минерализация, судя по данным глубоких скважин, составляет 15–17 г/дм³.

Таблица 4

Прогнозная глубинная температура, °С, рассчитанная по SiO_2 -геотермометру

Источник	Глубинная температура, °С
«Бегемот»	89,6
«Мечта»	69,6

Продолжение таблицы 4

Источник	Глубинная температура, °С
«Молодость»	81,7
«Центральный»	94,7
«Пионер»	97,8
«Партизан»	86,6
«Патриот»	94,7
«Дельфин»	86,6
«Кальмар»	97,8
Скв. № 1	96,8
Скв. № 2	99,9
Скв. № 3	85,6
Скв. № 4	88,6
Скв. № 5	89,6

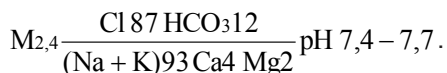
В приповерхностной зоне внедряющиеся минерализованные воды смешиваются с пресными (по составу хлоридно-гидрокарбонатными натриевыми с минерализацией до 0,46 г/дм³) и образуют «купола» термоминеральных вод в хорошо проницаемых песчаных пластах. Различные условия миграции глубоких вод и степень их смешения с приповерхностными водами обусловили формирование на месторождении вод двух бальнеологических групп (по классификации В. В. Иванова, Г. А. Невраева, 1964, ГОСТ Р 54316-2011):

- без «специфических» компонентов;
- йодных, бромных.

К группе вод без «специфических» компонентов относятся воды Южного и Центрального участков. По химическому составу воды однообразные хлоридные натриевые азотно-метановые, слабощелочные (рН – 7,9–8,3) теплые и горячие (температура 22–52 °С). Минерализация изменяется от 1 до 2,4 г/дм³.

На Южном участке естественные проявления термоминеральных вод (ист. «Молодость» и «Мечта») имеют минерализацию

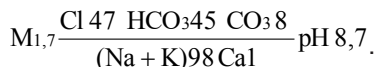
2,4 г/дм³. Типичная формула ионного состава:



Температура воды источников 40–41,5 °С. Из микрокомпонентов в незначительных количествах содержится йод (2 мг/дм³) и бром (6 мг/дм³). Содержание метакремниевой кислоты составляет 28–38 мг/дм³.

Пробуренными на Южном участке скважинами глубиной до 180 м вскрыты и опробованы термоминеральные воды того же типа, что и воды поверхностных проявлений. Температура воды на устье скважин при самоизливе +42 °С. По сравнению с водой источников увеличиваются величина рН, содержание кремнекислоты до 47 мг/дм³ и гидрокарбонат-иона. В незначительных количествах содержится йод и бром (1–0,8 мг/дм³, Br – 1,4 мг/дм³). В воде практически отсутствуют нитраты, нитриты и железо. В небольших количествах (до 2,1 мг/дм³) отмечено наличие аммония.

Типичная формула ионного состава имеет вид:

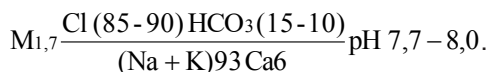


При проведении опытно-эксплуатационной откачки из скв. № 2 химический состав воды оставался постоянным, как и состав воды источников Южного участка.

На Центральном участке источниками выведены на поверхность термоминеральные воды без «специфических» компонентов с температурой 38–51 °С и минерализацией до 2 г/дм³ (преимущественно 1,1–1,7 г/дм³).

Воды слабощелочные. Содержание метакремниевой кислоты в пределах 38–42 мг/дм³, в отдельных случаях достигает 51 мг/дм³ (ист. «Центральный»).

Типичная формула ионного состава имеет вид:



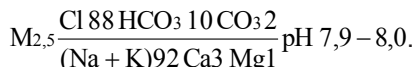
Все источники Центрального участка расположены в заболоченной низине и во время длительных дождей и интенсивного сне-

готаяния температура и минерализация их вод снижаются, хотя тип воды остается постоянным. Стабильным остается только состав источника «Центральный», который изолирован от болотных вод.

В многолетнем разрезе состав вод Центрального участка постоянный. Температура изменяется в пределах 1–3 °С.

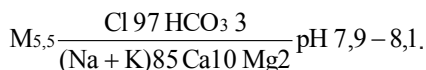
Подземные воды на Центральном участке изучены скважинами № 4, 5, 6 до глубины 180 м. На поверхность выведены воды без «специфических» компонентов с минерализацией 2,1–2,5 г/дм³. Отмечается содержание в небольших количествах йода – 2 мг/дм³, брома – 5 мг/дм³. Температура вод на устье скважин составила 51–52 °С. В ходе опытно-эксплуатационной откачки состав воды и температура оставались стабильными.

Типичная формула ионного состава:



На Северном участке распространены воды, относящиеся по ГОСТ Р 54316-2011 к группе йодных, бромных. Разгрузка осуществляется в виде источников, получивших общее название «Морские» (типичные представители «Дельфин» и «Кальмар»). По химическому составу воды – хлоридные натриевые с минерализацией 5,4–9,0 г/дм³, содержание йода – 5,0–9,2 мг/дм³, брома – 18–37 мг/дм³, метакремниевой кислоты – 18–34 мг/дм³, pH – 7,9–8,1. Температура вод в источниках 40–42 °С.

Типичная формула ионного состава:



Источники подвержены затоплению во время высоких приливов на море, когда источники заливаются морской водой, возрастает минерализация воды, содержание кремнекислоты уменьшается, как и температура воды. Примерно через 1,5 часа после отлива свойства воды полностью восстанавливаются (по режимным наблюдениям на источнике «Дельфин»). В многолетнем разрезе тип воды не изменяется.

На Северном участке скважины не бурились, подземные воды не изучались.

По составу свободновыделяющегося газа воды Дагинских ис-

точников являются метановыми и азотно-метановыми. В составе растворенного газа преобладают азот и углекислый газ. Сероводород отсутствует. Наличие в составе газа свободного водорода указывает на его глубинное происхождение.

Микрокомпонентный состав вод исключительно бедный.

Максимальное содержание токсичных компонентов в водах на Дагинском месторождении приведено в таблице 5.

Таблица 5

**Содержание токсичных элементов в водах
Дагинского месторождения**

Компоненты	Допустимые уровни содержания токсичных элементов по ГОСТ Р 54316-2011 (для столовых вод), мг/дм³	Максимальное содержание токсичных элементов в водах Дагинского месторождения, г/дм³
Барий	1,0	0,6
Кадмий	0,003	н. о.
Медь	1,0	0,02
Мышьяк	0,05	н. о.
Никель	0,02	0,006
Нитраты	50,0	4,0
Нитриты	0,1	н. с.
Ртуть	0,001	н. с.
Селен	0,01	0,0002
Свинец	0,01	0,008
Стронций	7,0	3,4
Сурьма	0,005	н. о.
Хром	0,05	0,012
Цианиды	0,07	н. с.

Примечание: н. о. – не обнаружено; н. с. – нет сведений.

Из таблицы видно, что содержание токсичных веществ, которые были определены в термоминеральных водах Дагинского месторождения, ниже допустимых уровней. Отметим, что анализы выполнялись в 1991 г. и ранее. Необходимо провести гидрохимическое опробование источников с соблюдением требований актуальных руководящих документов.

В ненарушенных условиях бактериологические показатели воды в источниках и скважинах соответствуют санитарным нормам.

Бальнеологическое значение

Согласно ГОСТ Р 54316-2011, по химическому составу воды Северного участка наиболее близки к воде Талицкого месторождения Свердловской области. Группа ХХХ г: вода среднеминерализованная, хлоридная, натриевая, бромная, йодная. Лечебная. Тип – Талицкий. Медицинские показатели по внутреннему применению: хронический гастрит с нормальной и пониженной секреторной функцией желудка; болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника); болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей; нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, постхолецистэктомические синдромы.

Воды Центрального и Южного участков наиболее близки водам Обуховского месторождения Свердловской области. Группа XXVIII: вода слабоминерализованная, гидрокарбонатно-хлоридная натриевая. Лечебно-столовая. Тип – Обуховский. Медицинские показатели по применению: болезни пищевода (эзофагит, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь); хронический гастрит с нормальной, повышенной и пониженной секреторной функцией желудка; язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки; болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника); болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей; болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит); нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, постхолецистэктомические синдромы; болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена); болезни мочевыводящих путей (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический цистит, уретрит).

Официальные сведения о бальнеологических свойствах воды Дагинских источников при наружном применении отсутствуют. По отзывам пользователей, считается, что вода в источниках Северного и Центрального участков обладает положительным эффектом при лечении кожных болезней, при функциональных нарушениях

центральной нервной системы, лечении органов пищеварения, в эстетической медицине, косметологии. Вода из источников Южного участка дает положительный эффект при лечении кожных заболеваний, заболеваний опорно-двигательного аппарата, гинекологических патологий.

Современное состояние

Дагинские геотермальные источники, известные под названием «Горячие Ключи», в настоящее время используются «диким» образом. Исключение составляют две организации – ООО «Бытовик» и «Лесхоз», которые имеют закрытые бассейны (однако использование термальных вод весьма незначительно).

Воды используются в основном для принятия ванн на источниках без медицинского сопровождения. Состояние источников приведены на рис. 8–16.



***Рис. 8. Источник «Патриот» до реконструкции
(фото И. Салабаевой, В. Сахарова)***



Рис. 8.1. Источник «Патриот» до реконструкции
(фото И. Салабаевой, В. Сахарова)



Рис. 9. Безымянный источник на Центральном участке
до реконструкции (фото И. Салабаевой, В. Сахарова)



Рис. 10. Источник «Партизан» до реконструкции
(фото И. Салабаевой, В. Сахарова)



Рис. 11. Источники «Патриот», «Безымянный», «Партизан» после реконструкции (фото И. Салабаевой)



Рис. 12. Источник «Александровский»
(оборудован жителями г. Александровска-Сахалинского,
отсюда и название) (фото И. Салабаевой, В. Сахарова)



Рис. 13. Источник «Мечта» до реконструкции
и в процессе реконструкции
(фото И. Салабаевой, В. Сахарова)



Рис. 14. Источник «Молодость»
до и во время реконструкции
(фото И. Салабаевой, В. Сахарова)



Рис. 15. Источники «Кальмар» (слева), «Трепанг»
(аварийные не используются)
(фото И. Салабаевой, В. Сахарова)

На тропе от пос. Горячие ключи к источникам расположена скважина, пробуренная при разведке месторождения, вода из которой населением используется в качестве лечебной питьевой, а также в гигиенических целях (рис. 16).

Дагинские источники весьма популярны у населения Сахалинской области. Современная посещаемость источников оценена нами в летний период до 300 человек в сутки без учета упомянутых домов отдыха. По опросным данным, большое количество людей регулярно (часто ежегодно) посещают Дагинские источники дляправки здоровья. Вместе с тем многих отпугивают неблагоприятное санитарное состояние источников и бытовые условия. Так как используются лишь шесть источников, нагрузка на один источник составляет около 50 человек в день. В этом случае природа справляется со сложившейся нагрузкой, так как на протяжении нескольких десятков лет источники находятся в стабильном состоянии. При восстановлении заброшенных известных источников и благоустройстве территории количество посещений может быть безболезненно увеличено, как минимум, в два раза. Отметим, что указанное коли-



Рис. 16. Разведочная скважина
(фото И. Салабаевой, В. Сахарова)

чество посещений относится к летнему периоду, так как большое количество приезжих проживает в палатках. Количество посещений зимой ограничивается количеством мест в местных гостиницах и съемных помещениях, а также трудной доступностью самих источников.

В случае применения принудительной добычи термальных вод с помощью скважин количество посещений может быть увеличено в разы.

&3. Иловые отложения района Дагинских источников

Иловые отложения района Дагинский источников обследованы В. В. Ивановым в 1953 г. [16].

Северный участок Дагинских источников находится в пределах заливаемого во время приливов озеровидного расширения реки Нельбуты, дно которого сложено глинистыми отложениями. Отложения коричнево-серого, местами темно-серого цвета с поверхности сметанообразной консистенции. Мощность отложений, вероятно, не превышает одного метра.

В. М. Левченко (1952 г.) рассматривал их как типичную мине-

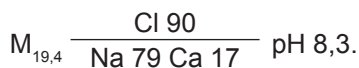


Рис. 17. Устье реки Нельбуты во время отлива.
 На переднем плане – воронка горячего источника и ручей,
 текущий от него (В. В. Иванов, 1954 г.)

ральную грязь, пригодную для грязелечения (рис. 17).

На основании анализов отложения характеризуются весьма тонкой структурой (доля частиц с диаметром менее 0,05 мм – более 80 %). Влажность – 52 %, содержание органических веществ незначительное, засоренность частицами диаметром более 0,25 мм – 0,04 %.

По данным В. М. Левченко, химический состав фильтрата характеризуется следующими составом:



Содержание сероводорода в анализе не приводится, очевидно, его концентрация невысока. Слабый запах сероводорода ощущается только в верхних слоях ила.

По основным свойствам дагинские илы близки к типичным морским лечебным грязям типа садгородских лечебных грязей в Приморском крае.

Сравнительная характеристика садгородских лечебных морских грязей и дагинского ила приведена в таблице 6.

Таблица 6

Сравнительная характеристика садгородских лечебных морских грязей и дагинского ила

Состав, весовые, %	Курорт «Садгород»	Дагинское месторождение
I. Грязевой раствор	62,0	54,0
Вода	60,8	52,1
Растворенные соли	1,2	1,9
II. Кристаллический скелет	29,4	39,6
Кальциево-магнезиальный	0,1	1,0
Силикатный	29,3	38,6
III. Коллоидный комплекс	8,0	5,6

Запасы ила оцениваются в 60 тыс. м³ [10].

Современное использование. Илы достаточно популярны у посетителей Дагинских источников. Как и в случае с термальными источниками, грязевые процедуры принимаются туристами «диким» образом.

По аналогии с садгородскими лечебными грязями имеют следующие показания к применению [6]:

- заболевания опорно-двигательного аппарата (артриты, полиартриты, последствия травм и переломов, миозиты, бурситы, остеомиелит, сколиоз);
- заболевания центральной нервной системы (травмы спинного мозга, детский церебральный паралич);
- заболевания периферической нервной системы (невралгия, невриты, плекситы, радикулиты);
- гинекологические заболевания (хронические воспалительные процессы, функциональное бесплодие, гипофункция яичников);
- заболевания мужских половых органов (бесплодие, орхит, простатит, эпидидимит, импотенция);

- заболевания бронхо-легочной системы (бронхит, хроническая пневмония, частые простудные заболевания);
- заболевания ЛОР-органов (хронический тонзиллит, фарингит, ринит, синусит, гайморит, евстахиит, отит);
- заболевания глаз (рубцы век, бельма роговицы, атрофия зрительного нерва, близорукость, глаукома);
- стоматологические заболевания (пародонтоз, стоматиты, гингивит, пародонтит, остеомиелит челюстей); кожные болезни (кератодермия, целлюлит, склеродермия, рубцы, псориаз, экзема).

8.4. Луньские термальные источники

Луньские термальные источники расположены в глухом ненаселенном районе, примерно в 60 км к юго-востоку от районного центра пгт. Ноглики, на западном берегу Луньского залива, в устье реки Кавле (рис. 18).

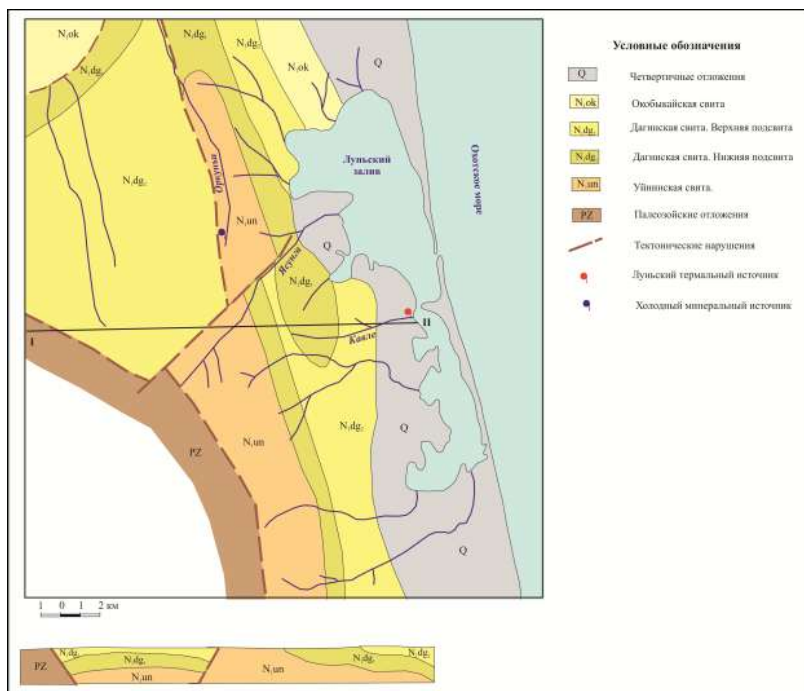


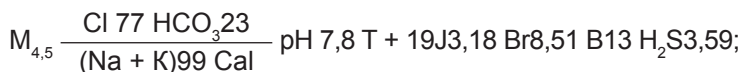
Рис. 18. Геологическая карта района Луньских источников (Д. В. Кожевин, 1951 г.)

Выходы Луньских источников приурочены к современным отложениям, слагающим побережье Луньского залива.

Как указывает Ф. Г. Лаутеншлегер (1936 г.), выходы расположены на площадке длиной около 80 м, шириной 30–40 м. В южной и северной частях этого поля расположены площади обильного выделения газа, не имеющего запаха и горящего длинным бледно-красным пламенем.

Максимальная температура воды источников, по данным А. И. Ершова (1931 г.), 53 °С. Воды гидрокарбонатно-хлоридные натриевые (Н. Д. Цитенко, 1962 г.). Химический состав выражается формулой:

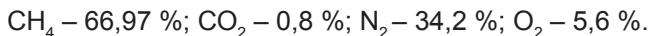
первая группа:



вторая группа:



Анализ спонтанного газа выполнен в лабораториях МНИ (Ершов, 1931):



Предполагаемая глубина подъема термальных вод – 1500 м (Цитенко, 1962) [18].

Воды Луньских источников по своим характеристикам близки к водам Центрального участка Дагинского месторождения термальных минеральных вод. Согласно ГОСТ Р 54316-2011, относятся к группе XXVIII: вода слабоминерализованная, гидрокарбонатно-хлоридная натриевая. Лечебно-столовая. Тип – Обуховский. Медицинские показатели по применению: болезни пищевода (эзофагит, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь); хронический гастрит с нормальной, повышенной и пониженной секреторной функцией желудка; язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки; болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника); болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей; болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит); нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, постхолецистэктомические синдромы; болез-



Рис. 19. Вид Луньских источников в летнее время [5]

ни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена); болезни мочевыводящих путей (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический цистит, уретрит).

При наружном использовании вода обладает эффектом при лечении кожных болезней, при функциональных нарушениях центральной нервной системы, лечении органов пищеварения, в эстетической медицине, косметологии.

Современное состояние источников представлено на фотографиях (рис. 19, 20).

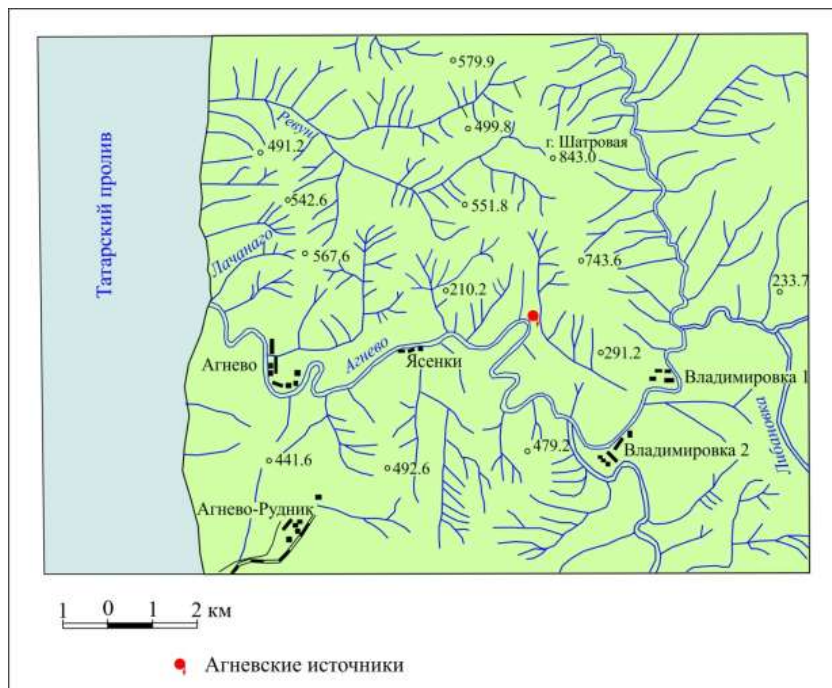


Рис. 20. Вид Луньских источников в зимнее время

ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «АЛЕКСАНДРОВСК-САХАЛИНСКИЙ РАЙОН»

&5. Агневские термальные источники

Источники обследованы группой В. В. Иванова в 1953 году. Агневские источники находятся на расстоянии примерно 50 км к югу от города Александровска-Сахалинского, в труднодоступном месте (рис. 21). Ближайшим населенным пунктом является село Владимировка, находящееся в 6 км к востоку от источников.



*Рис. 21. Схема расположения Агневских источников
(В. В. Иванов, 1954 г.)*

Выходы термальных вод наблюдаются на правом обрывистом берегу реки Агнево, в восьми километрах от ее устья (рис. 22).

Термальная вода выходит на очень крутом склоне, сложенном

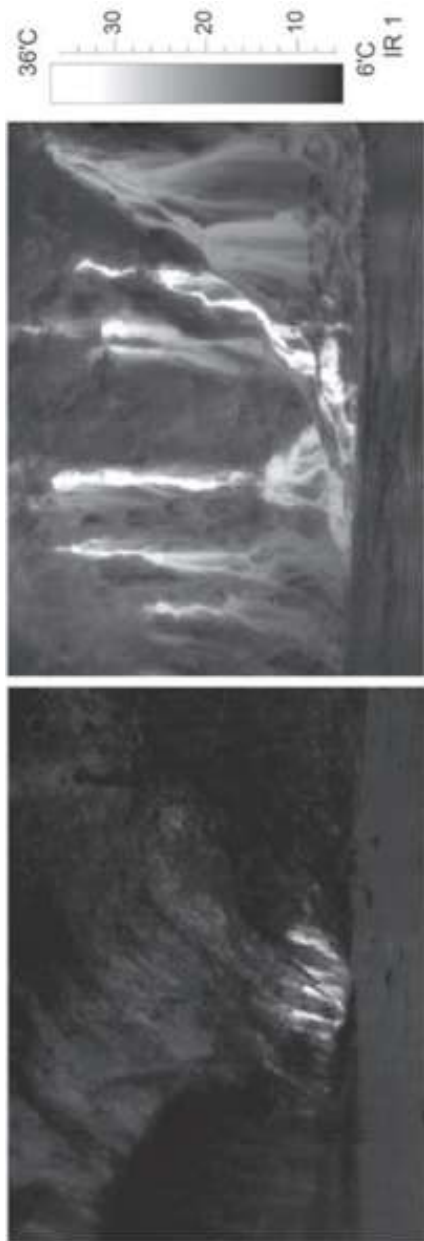


Рис. 22. Тепловизионная съемка долины р. Агнево и Агневских источников
(Р. В. Жарков, 2017 г.)

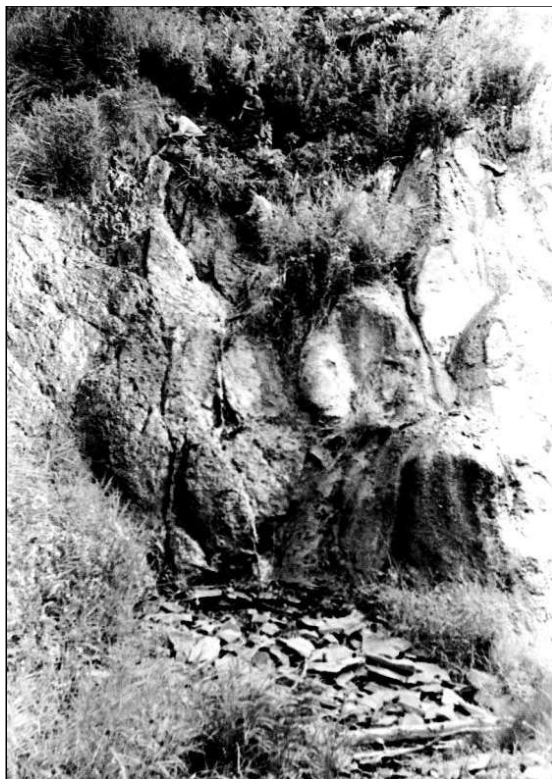


Рис. 23. Место выхода источника № 3
(В. В. Иванов, 1954 г.)

крутопадающими к западу песчаниками и сланцами верхнемелового возраста на высоте от 4 до 15 м от уровня воды в реке. Выходы термальной воды наблюдаются вдоль берега реки на участке протяженностью около 50 м. В. В. Ивановым всего было выделено пять сравнительно больших источников.

Источник № 1 (самый восточный) расположен на высоте около 12 м над уровнем воды в реке. Температура воды +23,8 °С, дебит – около 0,25 л/с.

Источник № 2 расположен в нескольких метрах к западу от источника № 1 на той же высоте. Дебит –

около 0,1 л/с. Температура воды не измерялась.

Источник № 3 является наиболее высокотемпературным. Расположен примерно на той же высоте, что источники № 1 и 2. Выход воды приурочен к крупной пластовой трещине на контакте серых песчаников и темно-серых сланцев (рис. 23).

Из воды источника выделяются мелкие пузырьки газа. Температура воды 35,6 °С, дебит – около 0,4–0,5 л/с.

Источник № 4 расположен западнее указанных выше. Условия выхода аналогичны источникам № 1 и 2. Дебит воды – около 0,2 л/с. Температуру воды измерить не удалось.

Источник № 5 расположен на высоте примерно 15 м над уровнем воды в реке, в западной части участка.

Химический состав воды и газов охарактеризован по результатам химических анализов, выполненных при обследовании источников группой В. В. Иванова (1953 г.) [16] и группой Р. В. Жаркова (2014 г.) [3]. Воды в исследованных источниках практически идентичные – гидрокарбонатные натриевые, азотно-метановые, щелочные, слабоминерализованные, термальные. Результаты химических анализов воды из источника № 3 приведены в таблице 7.

Таблица 7

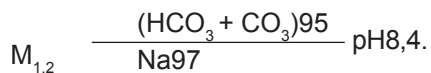
**Результаты полных химических анализов воды
Агневских источников (источник № 3)**

Наименование показателя	По данным В. В. Иванова, сентябрь 1953 г.	По данным Р. В. Жаркова, октябрь 2014 г.
Температура, °С	35,6	34,0
рН	8,25	8,79
Концентрация, мг/дм ³		
Аммоний	0,6	< 0,5
Калий	1,9	1,23
Натрий	336,2	307,0
Магний	0,9	2,15
Кальций	7,0	3,5
Стронций	0,07	0,64
Барий	Не обнаружено	0,061
Железо	Не обнаружено	< 0,05
Алюминий	Не обнаружено	< 0,04
Титан	Не обнаружено	–
Марганец	Не обнаружено	0,186
Медь	0,01	< 0,05
Литий	–	1,44

Продолжение таблицы 7

Наименование показателя	По данным В. В. Иванова, сентябрь 1953 г.	По данным Р. В. Жаркова, октябрь 2014 г.
Фтор	0,8	2,30
Хлор	21,0	13,4
Бром	0,2	0,179
Бор	–	1,12
Йод	0,1	< 0,1
Сульфат	4,9	2,18
Гидрокарбонат	795,6	872,0
Карбонат	38,8	< 6,0
Фосфат	–	< 0,25
Нитрит	0,1	< 0,2
Нитрат	Не обнаружено	< 0,2
Кремневая кислота	27,0	–
Мышьяковистая кислота	Не обнаружено	–
Метаборная кислота	9,5	–
Фосфорная кислота	Не обнаружено	–
Сухой остаток	1204,5	–
		Содержание в пробе: Hg < 0,00001; Be, Cd, Se < 0,0001; V, Pb, Mo, Cr < 0,001; Bi, W, CN < 0,01; As, U < 0,002; Zn, Ag, Sb < 0,005; Co, Ni < 0,05

Характерная формула химического состава:



В соответствии с ГОСТ Р 54316-2011 [2] воду Агневских источников можно отнести к группе I гидрокарбонатных натриевых. Назначение воды может быть от столового до лечебного с широким спектром медицинских показателей по применению. Подобного типа воды используются для лечения пищевода, хронического гастрита с нормальной и повышенной секреторной функцией желудка, язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки, при болезнях кишечника, печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, поджелудочной железы, при нарушениях органов пищеварения после оперативных вмешательств, болезнях обмена веществ, болезнях мочевыводящих путей.

Лечебный эффект при наружном применении обусловлен температурой и содержанием кремневой кислоты. Согласно [8] вода Агневских источников может быть отнесена к группе кремнистых термальных (тип – Горячинский, Кульдурский). Аналогичные воды успешно применяются для лечения болезней системы кровообращения, нервной системы, костно-мышечной системы, ожирения, болезни мужских половых органов, воспалительных и невоспалительных болезней женских половых органов, болезней кожи.

ГОРОДСКОЙ ОКРУГ «СМИРНЫХОВСКИЙ»

§6. Месторождение «Топольное»

Месторождение минеральных вод «Топольное» расположено в средней части о. Сахалин, в 15 км северо-западнее пгт. Смирных, в 4 км западнее бывшего п. Топольное, в среднем течении реки Побединки, на правом берегу в логе «Минеральный».

История открытия и разведки месторождения

В 1968 г. правительство Сахалинской области поставило задачу перед производственным геологическим управлением (ПГО) «Сахалингеология» поиска на юге Сахалина минеральных углекислых вод, пригодных для бутылочного разлива.

К этому времени углекислые воды, соответствующие предъявляемым требованиям, были известны в центральной части острова в бассейне реки Волчанки, вблизи с. Краснополье в Углегорском районе и в Смирныховском районе в бассейнах почти всех рек от Южной Хандасы на севере до Леонидовки на юге (рис. 24).

Первые сведения о наличии углекислых минеральных вод в центральной части острова приведены В. П. Феликсом, который при проведении комплексной гидрогеологической съемки м-ба 1:200000 в 1962 г. установил их выходы в бассейне реки Ключевой.

В 1969 г. на основании опроса местного населения были установлены выходы минеральных углекислых вод в бассейне реки Побединки. По химическому составу воды оказались близки к очень популярным водам, известным под названием «Боржоми».

На обнаруженном участке силами Сахалинской гидрогеологической экспедиции было разведано месторождение минеральных углекислых вод «Топольное» (в некоторых источниках – «Побединское»). Эксплуатационные запасы утверждены Сахалинской территориальной комиссией по запасам полезных ископаемых (ТКЗ) по категориям А + В в количестве 50,5 м³/сут. Перспективы прироста запасов минеральных вод весьма благоприятны. Естественные ресурсы месторождения оцениваются 119,5 м³/сут.

Краткие сведения о месторождении

Геологическое строение и гидрогеологические условия района исследований

В геологическом строении района месторождения минеральных углекислых вод «Топольное» принимают участие меловые, неогеновые и четвертичные отложения (рис. 25) [15].



Рис. 24. Обзорная схема расположения месторождения «Топольное»

Четвертичные отложения развиты незначительно и представлены суглинками элювиально-делювиальными мощностью 1–3 метра и русловым аллювием р. Побединки.

Меловая система. Побединская свита (K_2pb) сложена туффитами, туфами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Суммарная мощность пород достигает 1600 м.

Тымовская свита (K_2tm). Сложена конгломератами, аргиллитами и алевролитами с редкими маломощными прослоями мелкозернистых полимиктовых песчаников. Мощность отложений свиты – до 220 м.

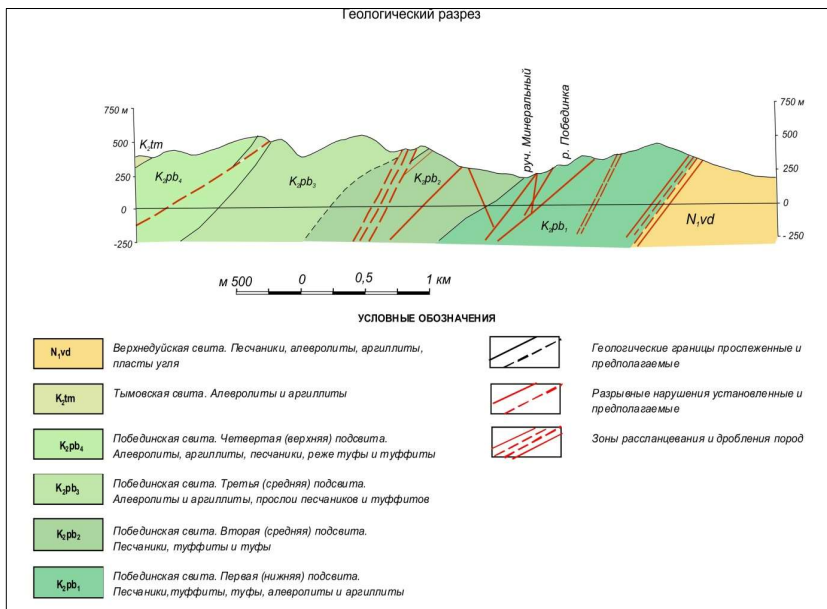


Рис. 25. Геологический разрез района месторождения «Топольное»

Неогеновая система. Верхнедудинская свита (N_{1vd}). Разрез представлен в основном алевролитами с прослоями кислых туфов и угля. Мощность отложений свиты – до 160 м.

Согласно схеме тектонического районирования острова Сахалин, район расположен на стыке двух крупных структур: Западно-Сахалинского антиклинория и Центрально-Сахалинского синклинория, в их средней части. Границей этих двух структур является Тымь-Поронайский региональный разлом, в зоне которого расположено месторождение.

В гидрогеологическом отношении разлом является границей между Западно-Сахалинским гидрогеологическим массивом и Поронайским межгорным артезианским бассейном [1].

В гидрогеологическом массиве распространены трещинные и трещинно-жильные воды. В приповерхностной зоне циркулируют инфильтрационные пресные воды, уровни которых находятся на глубинах, близких к поверхности земли в эрозионных врезках и на

60–70 м на склонах и водоразделах. Минерализация пресных вод не превышает 0,3 г/дм³. Фильтрационные свойства водовмещающих пород низкие. Водопроницаемость пород зоны выветривания не превышает 10 м²/сут., в зонах дробления разломов – первых десятков м²/сут.

Минерализованные воды приурочены к зонам тектонических разломов и имеют глубинное происхождение. Обогащение подземных вод углекислым газом обусловлено наличием на глубине крупных интрузивных тел. Поднимаясь по зонам разрывных нарушений, минерализованные воды смешиваются с пресными инфильтрационными водами. Минерализация снижается. Максимальная минерализация в районе отмечена на уровне 6 г/дм³.

По стратиграфической принадлежности, литолого-петрографическому составу водовмещающих пород в районе выделяют три водоносных комплекса:

- водоносный комплекс среднемиоценовых отложений верхнедуйской свиты (N₁vd);
- водоносный комплекс отложений тымовской свиты (K₂tm);
- водоносный комплекс отложений побединской свиты (K₂pb).

Водоносный комплекс среднемиоценовых отложений верхнедуйской свиты (N₁vd) распространен полосой 0,6–0,75 км вдоль восточной границы района. Воды заключены в слаболитифицированных алевролитах с маломощными прослоями кислых туфов и единичными прослоями угля. Общая мощность комплекса в районе составляет 150–160 м. Мощность зоны выветривания составляет от 30–50 м на водоразделах до 100–150 м в речных долинах. Фильтрационные свойства водовмещающих отложений комплекса низкие вследствие преимущественно волосистой трещиноватости глинистых отложений. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. Скрытая разгрузка происходит в реки и ручьи. Воды комплекса ультрапресные с минерализацией 0,05–0,19 г/дм³. По составу воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Запасы и ресурсы трещинных вод комплекса невелики из-за ограниченной естественной емкости пород.

Водоносный комплекс отложений тымовской свиты (K₂tm). Комплекс распространен вдоль западной границы района полосой шириной 0,2–0,5 км. Водовмещающие породы представлены в основном аргиллитами. Мощность комплекса в пределах района – 200–220 м. Подземные воды циркулируют в зоне экзогенной трещиноватости и открытых трещинах тектонического генезиса. Мощность зоны экзогенной трещиноватости составляет от нескольких метров на водоразделах до 50–100 м в речных долинах. Воды ком-

плекса безнапорные, питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка происходит в поверхностные водотоки. Воды ультрапресные с минерализацией 0,07–0,13 г/дм³. По химическому составу гидрокарбонатные кальциевые, магниево-кальциевые и натриево-кальциевые. Запасы комплекса ограничены.

Водоносный комплекс отложений побединской свиты (K₂pb) распространен в центральной наиболее возвышенной части района, где является первым от поверхности. Водовмещающие породы – крепкие и массивные туффиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты. Общая мощность пород комплекса в пределах района составляет 1600 м. Водоносный комплекс содержит как пресные, так и минеральные трещинные и трещинно-жильные воды. Пресные подземные воды имеют повсеместное распространение. Трещинные воды приурочены к зоне выветривания мощностью от нескольких метров на водоразделах до 150 м в речных долинах. Трещинно-жильные воды приурочены к зонам дробления отдельных разрывных нарушений. Благодаря сильной расчлененности рельефа происходит интенсивная разгрузка пресных вод посредством родникового стока. Характерна неоднородность фильтрационных свойств пород по площади и в разрезе. Питание пресных подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка – в многочисленные поверхностные водотоки посредством родникового и подземного стока.

Пресные подземные воды распространены до глубины 200 м (установлено по скважинам в долине лога Минерального). Воды с минерализацией до 0,2 г/дм³ характеризуются гидрокарбонатным кальциевым составом. Воды с минерализацией 0,3–1,0 г/дм³ имеют гидрокарбонатный магниево-кальциевый или натриево-магниево-кальциевый состав.

Основными водоподводящими нарушениями являются, очевидно, зоны дробления Тымь-Поронайского разлома как нарушения первого порядка наиболее глубокого заложения. Эти зоны дробления являются коллекторами как для проникновения инфильтрационных вод на значительные глубины, так и путями поступления минеральных вод с глубины, где закладываются особенности их химического состава. Минеральные воды разгружаются в близповерхностной зоне сплошного распространения пресных трещинных и трещинно-жильных вод, составляя с ними единую гидравлическую систему.

На участке месторождения зафиксировано 12 восходящих газифицирующих углекислотой источников минеральных вод. Источники ми-

неральных вод располагаются в эрозионных понижениях рельефа (днища долин рек и ручьев). В тектоническом отношении выходы минеральных источников обычно приурочены к узлам пересечения разломов первого и второго порядка с поперечными структурами более низкого порядка.

Водообильность водовмещающих пород низкая, дебиты скважин изменяются от 0,05 до 0,74 л/с, удельные дебиты в большинстве случаев менее 0,1 л/с*м.

Воды с минерализацией 4–5,5 г/дм³ имеют гидрокарбонатный натриевый состав. Минеральные воды холодные, слабо- или среднеуглекислые, слабокислые.

Геологическое строение и гидрогеологические условия месторождения

Месторождение «Топольное» слагают верхнемеловые отложения побединской свиты, моноклинально погружающиеся на юго-запад под углами 25–50°. Водопроводящими являются зоны дробления оперяющих Тымь-Поронайский разлом дизъюнктивных нарушений, характеризующихся расланцеванием, милонитизацией и гидротермальным изменением пород. Месторождение – гидроинжекционного типа, сформировано в результате внедрения глубинных минерализованных вод в пресные приповерхностные воды по разрывным нарушениям и образовавших небольшие купола минеральных вод различных типов.

Тектоническое строение обуславливает слабую взаимосвязь подземных вод на различных участках. В связи с этим на месторождении условно выделяются западный, центральный и восточный блоки (рис. 26).

Геологическое строение месторождения определяет развитие пресных безнапорных и слабонапорных трещинных вод преимущественно в зонах тектонических нарушений, в которые внедряются восходящие потоки минеральных углекислых борных трещинно-жильных вод, смешивающихся с пресными водами в зоне разгрузки, обуславливая тем самым гидрохимические условия месторождения.

До изученной глубины (300 м) водовмещающими породами являются трещиноватые песчаники, алевролиты и аргиллиты, туфопесчаники, туффиты и туфы. Породы обладают трещинной проницаемостью, более проницаемы интервалы в зонах тектонического дробления, но большинство трещин «залечены» продуктами гидротермальной деятельности, в основном карбонатами.

Эффективная трещиноватость пород характеризуется резкой

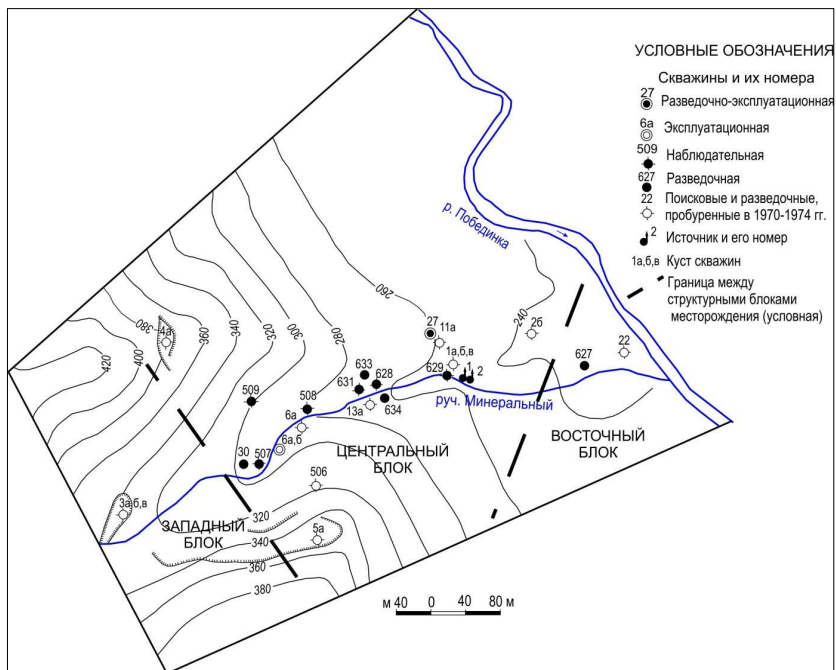


Рис. 26. Схема месторождения «Топольное»

анизотропией и глубже 20 м имеет выраженное спорадическое развитие.

Залегание уровней подземных вод от поверхности земли в основном зависит от гипсометрического положения поверхности земли и в меньшей степени от удаления от водотоков. На пониженных участках рельефа уровень близок к поверхности земли. И находясь в пределах 0–1,5 м. К водоразделам он понижается и может достигать 70 м. По абсолютным отметкам наблюдается общее снижение уровней с запада на восток.

В зонах тектонической трещиноватости в интервале глубин от 10 до 200 м дебиты скважин изменялись от 0,03 до 0,6 л/с при понижениях уровня от 1,33 до 11,09 м. Удельные дебиты – 0,004–0,46 л/с²м. Водопроницаемость зависит от степени трещиноватости и составляет 0,4–17 м²/сут. Питание происходит за счет атмосферных осадков, разгрузка – в поверхностные водотоки. Воды пресные, по химическому составу однотипные – гидрокарбонатные

натриево-кальциевые с минерализацией до 0,2 г/дм³.

Минеральные воды на месторождении «Топольное» в естественных выходах встречаются только в нижней части лога Минерального (ист. 1, 2; рис. 26). На поверхности зона минеральных вод оконтуривается полосой шириной до 130 м и на расстояние до 450 м на запад от р. Побединки вдоль лога Минерального. Основным путем поступления минеральных вод являются трещинные зоны разрывных нарушений в водоносном комплексе побединской свиты. Эффективная трещиноватость как в разрезе, так и в плане развита весьма неравномерно. Отдельные интервалы с повышенной проницаемостью расположены в основном на глубинах до 100 м. Трещиноватость в целом очень слабая, что подтверждается весьма небольшими притоками минеральных вод в скважины. Коллекторами подземных вод являются в основном трещины тектонического происхождения, что обуславливает развитие трещинно-жильных вод. Однако при образовании купола растекания минерализованные воды внедряются в породы с экзогенной трещиноватостью, и на отдельных участках минеральные воды могут принимать трещинно-пластовый характер распространения. Уровни минерализованных вод обычно ниже уровней пресных вод, и только в нижней части лога Минерального наблюдается превышение уровней минерализованных вод над уровнями пресных вод, вероятно, из-за наличия экранирующего разлома субмеридионального простирания. Емкостные и фильтрационные свойства водовмещающих пород низкие. Дебиты скважин, вскрывших минеральные воды, составили 0,08–0,74 л/с при понижении уровня от 0,35 до 17,8 м. Удельные дебиты – 0,02–0,14 л/с*м, водопроницаемость – 0,4–5 м²/сут.

На месторождении и прилегающей территории развито несколько разновозрастных водоподводящих систем разломов, разделенных практически водонепроницаемыми зонами. По-видимому, по разным разломам минерализованные воды поступают с различных глубин и из разных очагов, что обуславливает формирование на месторождении трех типов минеральных вод, отличных или по минерализации, или по химическому и газовому составу. В гидрохимическом разрезе вдоль тальвега лога Минерального с запада на восток происходит увеличение минерализации от 2 до 5 г/дм³ и смена типа вод: гидрокарбонатных кальциевых через гидрокарбонатные кальциево-натриевые на гидрокарбонатные натриевые. В том же направлении происходит увеличение концентрации бора от 1–5 до 100 мг/дм³ и более (рис. 27). В центральном и западном блоках в подземных водах в различных количествах присутствует

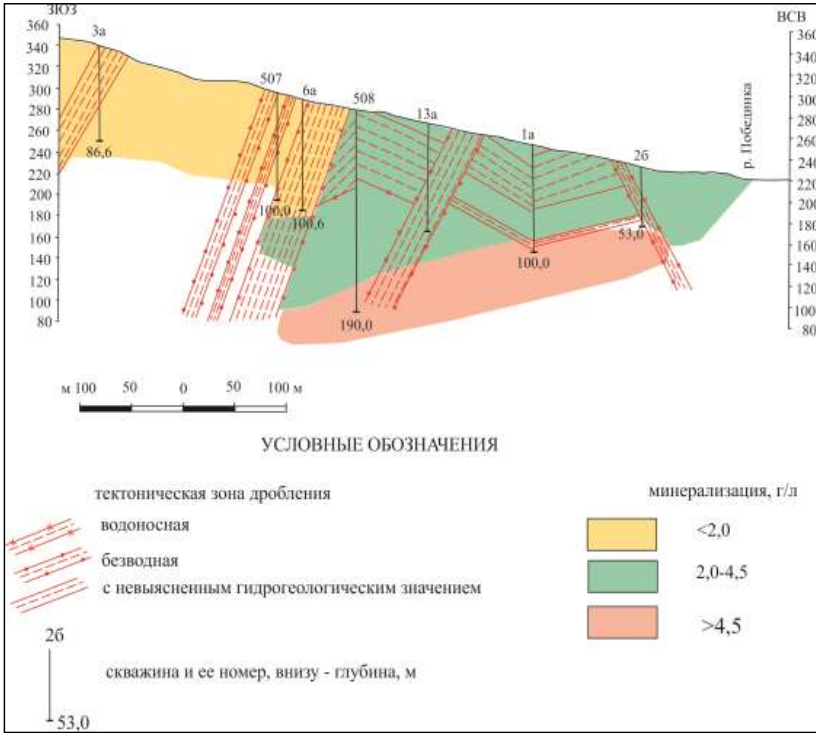
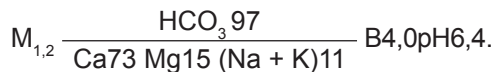


Рис. 27. *Гидрогеохимический разрез месторождения «Топольное» (И. Г. Завадский, по материалам В. Я. Чебан, 1972 г.)*

растворенная и свободная углекислота. Количество растворенной углекислоты достигает 900 мг/дм^3 , свободной – $2,0 \text{ г/дм}^3$.

В западном блоке месторождения распространены гидрокарбонатные кальциевые воды. Минерализация воды изменяется в пределах $0,2\text{--}2,0 \text{ г/дм}^3$.

Типичная формула химического состава:



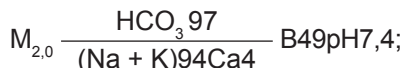
Концентрация специфических компонентов ниже кондиционных. На момент исследований вода была признана, как не представ-

ляющая интереса. В актуальной версии (ГОСТ Р 54316-2011 [2]) по составу вода близка к IV группе – гидрокарбонатная магниевое-кальциевая (кальциево-магниевая), тип – Глазовский, назначение – столовая. В настоящее время бутилированная вода Глазовского месторождения в Приморском крае пользуется широкой популярностью, выпускается под брендом «Монастырская».

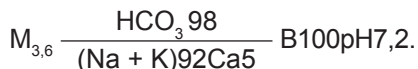
В восточной части восточного блока месторождения распространены гидрокарбонатные натриевые минеральные воды. Вскрыты скважинами № 22 и 627, глубина изучения – 150–300 м. Минерализация вод изменяется от 2,0 до 3,5 г/дм³. Содержат большое количество бора: по скв. № 22 – 48,1–74,6 мг/дм³; по скв. № 627 – 80,3–109,0 мг/дм³. По величине рН воды нейтральные. Газовый состав – азотно-метановый.

Типичная формула химического состава:

- скважина № 22:



- скважина № 627:



Химический состав гидрокарбонатных натриевых вод формируется исключительно в результате катионного обмена с водовмещающими породами. В бальнеологическом отношении применяться не может из-за высокого содержания бора.

Гидрокарбонатные кальциево-натриевые воды развиты в центральном боке и западной части восточного блока. Воды вскрыты скважинами № 6а, 509, 508, 631, 633, 634, 628, 629, 27, 2б, 13а, 1а, 11а. Глубина изучения – до 190 м, в среднем 100 м.

Минерализация воды в интервале глубин 10–100 м находится в пределах 2–4,5 г/дм³. Глубже в естественных условиях по всей протяженности участка распространены воды с минерализацией более 4,5 г/дм³. Значительные колебания минерализации в различных скважинах в большой степени обусловлены их конструкциями и дебитами, определяющими разные пропорции поступления в ствол скважины пресных поверхностных и соленых глубинных вод. Таким образом, получение воды определенного и постоянного химического состава можно добиться регулировкой дебита эксплуатационной скважины.

Вода месторождения «Топольное» использована в ГОСТ Р 54316-2011 в качестве эталонной для IIб группы (гидрокарбонатная кальциево-натриевая (натриево-кальциевая), борная), тип воды – «Сахалинский».

Формула химического состава:

$$M_{2,0-5,0} \frac{HCO_3 \geq 90}{(Na + K)50 - 70 Ca20 - 40} pH_{5,5 - 6,4}.$$

Содержание H_3BO_3 – 130–230 мг/дм³, CO_2 – 800–2000 мг/дм³. Назначение воды – лечебная. По концентрации углекислоты относится к группе углекислых. Медицинские показатели по применению: болезни пищевода (эзофагит, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь); хронический гастрит с нормальной и повышенной секреторной функцией желудка; язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки; болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника); болезни печени, желудочного пузыря и желчевыводящих путей; болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит); нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, постхолецистэктомические синдромы; болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена).

Концентрация нормируемых элементов находится в допустимых рамках. В бактериологическом отношении воды благополучны.

В нарушенных условиях (принудительная откачка из скважины) качественный состав подземных вод изменяется. Так как гидрогеохимический облик подземных вод формируется в результате смешения минерализованных и пресных вод, минерализация, химический и газовый состав зависят от пропорций смешения, что наблюдалось в процессе опытно-фильтрационных работ.

Условия формирования минеральных вод

Гидрокарбонатсодержащие воды формируются в терригенных породах при преобладании инфильтрационного режима в условиях углекислого выщелачивания. Катионный состав вод вне зоны активного водообмена натриевый. Миграция натрия из водовмещающих пород в подземные воды осуществляется за счет углекислотного выщелачивания полевого шпата. Об этом свидетельствует высокая полевошатовость пород, присутствие в водах алюминия и кремнезема. Из-за высокой карбонатности вулканогенно-осадочных пород побединской свиты часть кальция подземных вод обме-

нивается на натрий поглощенного комплекса глинистых пород, что, в свою очередь, способствует накоплению в воде гидрокарбоната-иона, эквивалентного натрию.

Генезис бора в минеральных водах месторождения «Топольное» имеет термометаморфический характер. Проявление борной минерализации наблюдается во всех разностях верхнемеловых пород побединской свиты. Отмечается относительное увеличение содержания бора в глинистых и вулканогенных породах. Установлено повышение содержания бора по мере обогащения пород растительным детритом, в меньшей мере – в зависимости от степени карбонатизации.

При минерализации в пределах 2,0–5,0 г/дм³ между соленостью воды и содержанием бора установлена тесная связь – коэффициент парной корреляции для воды из скважина № 6а составляет 0,8, для скважины № 27 – 0,96.

Современное состояние

Месторождение эксплуатируется с 1977 года. Минеральная вода выпускается в бутылках под брендом «Сахалинская». До девяностых годов XX века вода пользовалась очень большой популярностью у жителей Сахалина и производилась в больших количествах. В настоящее время объем производства весьма незначителен. В течение всего времени эксплуатируется одна скважина № 6а-бис. Владелец лицензии – ТОО «Тунец и К°» ЛТД, завод минеральных вод. Нормативно-расчетный водоотбор составляет 3250 м³/год, что значительно меньше возможного.

Гидрогеологические условия месторождения, а именно смешение соленых глубинных вод и пресных поверхностных вод и блоковое строение месторождения, а также достаточно детальная его изученность определяют достаточно широкие возможности получения разнообразных типов минеральных вод. Регулируя глубину установки фильтров и дебит скважин в различных блоках, можно добиться добычи воды требуемого химического состава (от лечебного до столового назначения).

На сегодняшний день в западном блоке без дополнительных затрат на разведочные работы можно добывать воду столового назначения, тип – Глазовский. Центральный и восточный блоки перспективны для разведки вод, аналогичных таким известным брендам, как «Бжни» и «Боржоми».

ПОРОНАЙСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

В 1968 году в районе пос. Матросово Поронайского района специалистами Южно-Сахалинской геолого-разведочной экспедиции была проведена комплексная геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1:25000 на площади 42 км². Цель работ – поиски источников минеральных вод типа «Боржоми». Участок поисков находился в верхнем течении реки Матросовка Нижняя, в 5 км западнее поселка Матросово Поронайского района Сахалинской области (рис. 28).

В результате были открыты три группы источников минеральных углекислых гидрокарбонатных натриевых вод с общей минерализацией от 2,8 до 10,9 г/дм³. Содержание уголекислоты – до 4,6 г/дм³ (рис. 29) [12].



Рис. 28. Обзорная схема участка поисков минеральных вод типа «Боржоми»

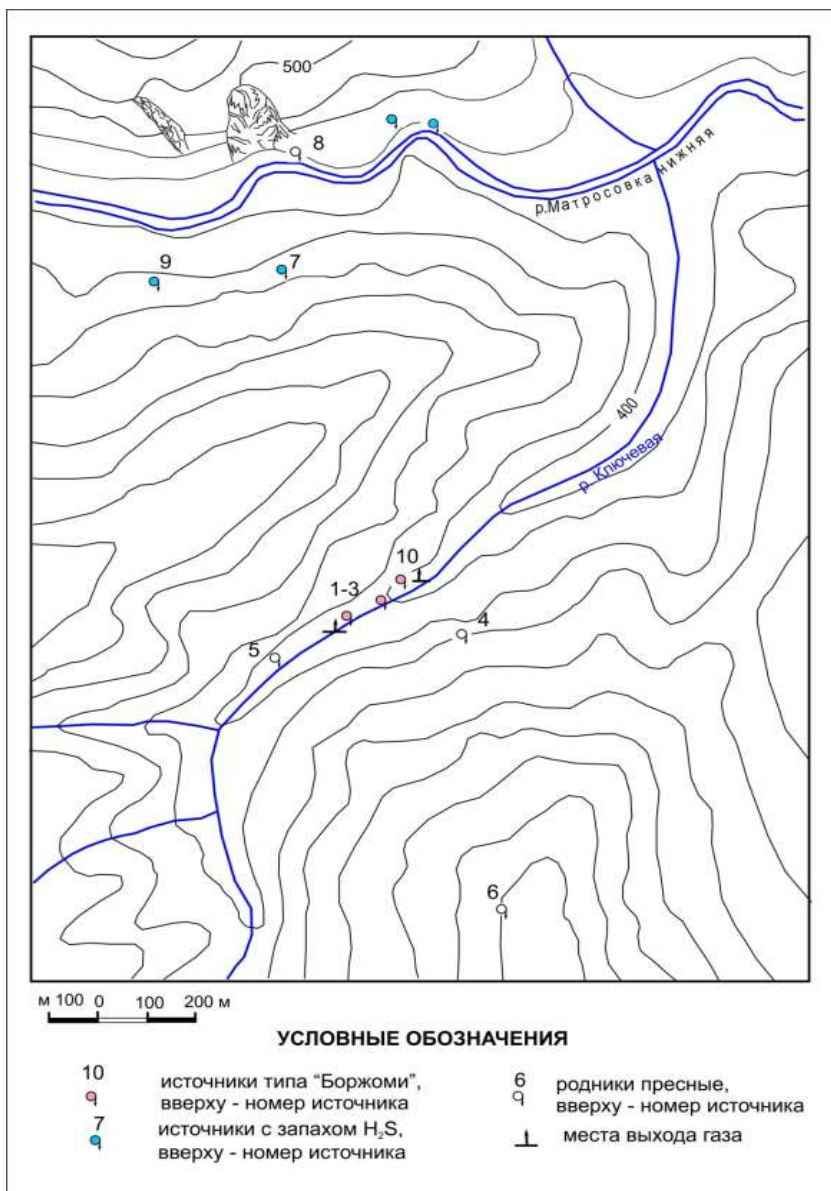


Рис. 29. Схема расположения минеральных источников

&7. Ключевые источники

Река Ключевая, правый приток реки Матросовки Нижней, впадает в нее в верхнем течении. В группу Ключевых входят пять источников, расположенных по левому борту реки на одной линии, протяженностью 30 м (рис. 29).

Источник № 1 расположен на левом берегу р. Ключевой в 1610 м от устья. Источник выходит из трещины в песчаниках на высоте 1,3 м над уровнем воды в реке. Источник нисходящий сосредоточенный.

Вода бесцветная, прозрачная, насыщенная углекислотой, слабосоленоватая на вкус, со слабым запахом сероводорода. Химический состав воды:

$$\text{CO}_2 2,1 \text{ г/дм}^3 \text{ M}_{4,8} \frac{\text{HCO}_3 82 \text{ Cl}18}{(\text{Na} + \text{K})79 \text{ Ca}14} \text{ pH}6,1.$$

В воде присутствует двухвалентное железо в количестве 29 мг/дм³.

Состав растворенного газа (в объемных процентах): He – 0,0018; O₂ – 1,352; N₂ – 8,125; CH₄ – 0,004; Ar – 0,215; CO₂ – 91,28; C₂H₆ – 0,001776; C₂H₄ – следы; C₃H₈ – 0,001520.

Средний дебит источника – 0,065 л/с, температура воды – 5 °С.

Источники № 2 и 3а. Расположены на расстоянии 0,5 м друг от друга, условия выхода одинаковые. Источники выходят в левом борту р. Ключевой, в 1617 м от устья, на высоте 0,9 м над уровнем воды в реке. Выход воды приурочен к трещинам в песчаниках, источники нисходящие рассредоточенные. Суммарный дебит источников – 0,012 л/с, температура воды – 8 °С.

Вода прозрачная с кисловатым привкусом, со слабым запахом сероводорода. При отстаивании быстро выпадает бурый осадок. Вода гидрокарбонатная натриевая. Химический состав воды источника № 2:

$$\text{CO}_2 2,0 \text{ г/дм}^3 \text{ M}_{4,4} \frac{\text{HCO}_3 82 \text{ Cl}18}{(\text{Na} + \text{K})78 \text{ Ca}14 \text{ Mg}7} \text{ pH}6,6.$$

В воде присутствует двухвалентное железо в количестве 3,3 мг/л, трехвалентное – 4,0 мг/л.

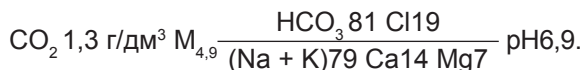
Химический состав воды источника № 3а:

$$\text{CO}_2 1,6 \text{ г/дм}^3 \text{ M}_{4,8} \frac{\text{HCO}_3 81 \text{ Cl}19}{(\text{Na} + \text{K})79 \text{ Ca}15 \text{ Mg}5} \text{ pH}6,4.$$

Состав растворенного газа (в объемных процентах) (источник № 2): O₂ – 0,884; N₂ – 7,459; CH₄ – 0,001; Ar – 0,204; CO₂ – 92,46; C₂H₆ – 0,000488; C₂H₄ – следы; C₃H₈ – 0,00019.

Источник № 3 расположен по левому борту р. Ключевой, в 1620 м от устья, вода выходит из трещин в песчаниках, источник нисходящий рассредоточенный. Средний дебит источника – 0,019 л/с, температура воды – 7 °С.

Вода прозрачная, бесцветная, со слабым кисловатым привкусом и запахом сероводорода. При отстаивании быстро выпадает бурый илистый осадок. Вода гидрокарбонатная натриевая. Химический состав воды источника № 3:

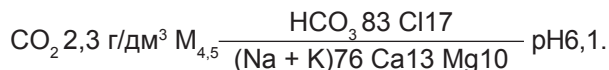


Состав растворенного газа (в объемных процентах): O₂ – 0,158; N₂ – 0,756; CH₄ – 0,035; Ar – 0,272; CO₂ – 98,76; C₂H₆ – 0,000799; C₂H₄ – 0,001635; C₃H₈ – 0,00018.

Источник № 10 выходит в левом борту реки Ключевой, в 1590 м от устья на высоте 0,5 м над уровнем воды в реке. Выход приурочен к трещинам песчаников, источник нисходящий рассредоточенный.

Вода прозрачная, бесцветная, с кисловатым привкусом и слабым запахом сероводорода. Средний дебит воды за период наблюдений – 0,004 л/с, температура воды – 6,5 °С.

Химический состав:



Состав растворенного газа (в объемных процентах) (источник № 3): O₂ – 0,112; N₂ – 1,961; CH₄ – 0,475; Ar – 0,159; CO₂ – 97,29; C₂H₆ – 0,000178; C₂H₄ – 0,001308.

Ключевые источники содержат повышенное количество бора (HBO₂ – 0,86–0,89 г/дм³).

&8. Матросовские источники

Источник № 7 выходит в русле ручья, впадающего с правого борта в р. Матросовка Нижняя, в 925 м выше устья р. Ключевой. Выход источника приурочен к переслаиванию дробленных аргиллитов и песчаников. Вода выходит из нескольких трещин шириной до 0,5 м. Средний дебит источника – 0,068 л/с, температура воды – 3,5 °С.

Вода прозрачная, бесцветная, с кисловатым привкусом и слабым запахом сероводорода. При отстаивании из воды выпадает бурый илистый осадок.

Химический состав:

$$\text{CO}_2 \text{ 1,1 г/дм}^3 \text{ M}_{2,6} \frac{\text{HCO}_3 \text{ 84 Cl16}}{(\text{Na} + \text{K})71 \text{ Ca20}} \text{ pH6,1.}$$

Состав растворенного газа (в объемных процентах): O_2 – 0,390; N_2 – 1,212; CH_4 – 1,040; Ar – 0,172; CO_2 – 97,18; C_2H_6 – 0,000137; C_2H_4 – 0,00127.

Источник № 9 расположен на правом берегу р. Матросовка Нижняя, в 1075 м выше устья р. Ключевой. Источник выходит в 25 м над уровнем воды в реке. Выход воды приурочен к трещиноватым песчаникам. Источник нисходящий рассредоточенный. Истекание воды происходит из нескольких трещин.

Вода прозрачная, бесцветная, с кисловатым привкусом и слабым запахом сероводорода. При отстаивании на воздухе выпадает бурый илистый осадок гидрата окиси железа. Средний дебит источника – 0,054 л/с, температура воды – 2,5 °С.

Химический состав:

$$\text{CO}_2 \text{ 1,7 г/дм}^3 \text{ M}_{2,7} \frac{\text{HCO}_3 \text{ 83 Cl17}}{(\text{Na} + \text{K})67 \text{ Ca22 Mg10}} \text{ pH6,1.}$$

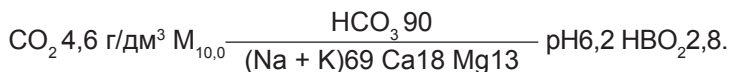
Состав растворенного газа (в объемных процентах): O_2 – 0,728; N_2 – 4,11; CH_4 – 0,205; Ar – 0,227; CO_2 – 94,72; C_2H_6 – 0,000137; C_2H_4 – 0,00131.

&9. Ельные источники

Группа минеральных источников расположена в долине реки Потомок – правого притока реки Ельной. Источники выходят в 500 м от устья по обоим бортам реки на высоте 0,2–1,0 м над уровнем воды в реке. Протяженность разгрузки минеральных воды составляет около 50 м. Разгрузка приурочена к разрывному нарушению, секущему переслаиванию песчаников и аргиллитов.

Вода прозрачная, бесцветная, с содовым вкусом. Общая минерализация – 10 г/дм³. При отстаивании воды из нее выпадает бурый хлопьевидный осадок. Суммарный дебит источников оценивается в 0,1 л/с, температура воды – 5,2 °С.

Химический состав:



В источниках минеральных вод и в русле реки Потомок наблюдается интенсивное выделение газов. Суммарный расход газов оценивается в 0,04 л/с.

Состав растворенного газа (в объемных процентах): $\text{O}_2 - 1,22$; $\text{N}_2 - 5,758$; $\text{CH}_4 - 0,172$; $\text{CO}_2 - 92,83$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 0,000301$; $\text{C}_2\text{H}_4 - 0,0013$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 0,00076$.

&10. Естественные газопроявления

Естественные газопроявления наблюдаются в долине реки Ключевой, около выходов минеральных источников.

Слабые выделения свободного газа отмечены около источника № 10 в русле реки. Более интенсивное выделение газа наблюдается в русле р. Ключевой в 15 м выше источника № 3. Газ выходит рассредоточенными струями и отдельными пузырьками из русловых отложений. Состав газа: $\text{H}_2\text{S} - 26,37 \%$; $\text{CO}_2 - 7,12$; $\text{CH}_4 - 52,92$; $\text{O}_2 - 2,29$; $\text{N}_2 - 11,3 \%$.

По качеству воды Ключевых, Матросовских и Ельных источников близки к воде месторождения «Топольное». По аналогии могут быть отнесены к лечебным, углекислым, борным. Медицинские показатели по применению: болезни пищевода (эзофагит, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь); хронический гастрит с нормальной и повышенной секреторной функцией желудка; язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки; болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника); болезни печени, желудочного пузыря и желчевыводящих путей; болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит); нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, постхолецистэктомические синдромы; болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена).

УГЛЕГОРСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

&11. Лесогорские источники

Лесогорские источники находятся в 35–36 км к юго-востоку от села Лесогорское (с 1947 по 1993 г. – город Лесогорск) на правом берегу р. Товда правого притока р. Лесогорки, в 6–7 км от ее устья (рис. 30).

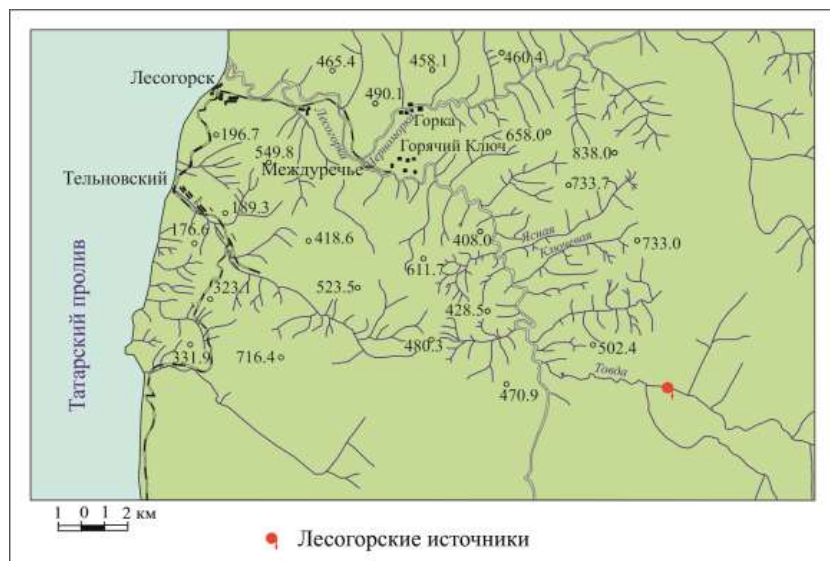


Рис. 30. Схема расположения Лесогорских источников
(В. В. Иванов, 1954 г.)

Являются единственными горячими источниками на юге Сахалина. На их базе существовал благоустроенный японский бальнеологический курорт (рис. 31).

Лесогорские источники располагаются в пределах западных склонов центральной части Западно-Сахалинского хребта, приурочены к пачке вертикально стоящих очень крепких трещиноватых туфогенных песчаников верхнемелового возраста, пересекающей р. Товду.

Основные выходы термальной воды находятся на правом бе-



Рис. 31. Японское санаторное здание на Лесогорских горячих источниках (В. В. Иванов, 1954 г.)

реку р. Товды в 1,0–1,5 м от уреза воды (три источника, каптированные японцами, 1953 г.), их суммарный дебит по состоянию на 22–23 июля 1953 г. оценен в 1,75 л/с (151 м³/сут.).

Помимо этих источников, термальная вода выходит в русле реки, где наблюдается интенсивное выделение пузырьков газа.

Примерно в 100 м к западу от основных источников и 5 м от берега реки расположена скважина, пробуренная японцами («Теплый источник»). Из скважины интенсивно выделялся газ, который при поджоге горел. Дебит скважины – 0,02 л/с, температура воды – 32,3 °С.

В русле р. Товды, в 50 м ниже моста, находится источник холодной слабосероводородной воды. Дебит источника оценен менее 0,1 л/с, температура воды – 12,6 °С, содержание сероводорода – 7,5 мг/дм³, общая минерализация – 0,3 г/дм³.

Вода Лесогорских источников характеризуется как слабоминерализованная, щелочная, кремнистая термальная. По химическому составу карбонатно-хлоридная натриевая.

Характерно практически полное отсутствие в воде сульфатов. Содержание сероводорода – до 5 мг/дм³. Состав свободного газа исключительно метановый, растворенного газа – азотно-метановый. Общее содержание растворенных газов в воде – 30 мг/дм³.

Характерная формула химического состава:

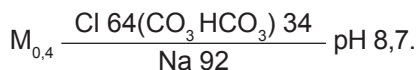


Таблица 8

Химический состав воды Лесогорских источников

Показатель	Концентрация, мг/дм³	Показатель	Концентрация, мг/дм³
NH ₄ ⁺	0,7	F ⁻	2,0
K ⁺	0,3	Cl ⁻	121,1
Na ⁺	112,6	Br ⁻	0,5
Mg ²⁺	2,0	J ⁻	0,3
Ca ²⁺	4,2	SO ₄ ²⁻	0,5
Sr ²⁺	0,2	HCO ₃ ⁻	31,2

Продолжение таблицы 8

Показатель	Концентрация, мг/дм ³	Показатель	Концентрация, мг/дм ³
Ba ²⁺	Не обнаружено	CO ₃ ²⁻	38,8
Fe ²⁺	Не обнаружено	NO ₂ ⁻	0,06
Al ²⁺	Не обнаружено	NO ₃ ⁻	Не обнаружено
Ti ⁴⁺	Не обнаружено	H ₂ SiO ₃	72,1
Mn ²⁺	Не обнаружено	HBO ₂	26,3
Cu ²⁺	0,014	H ₃ AsO ₄	Не обнаружено
pH	8,7	H ₃ PO ₄	Не обнаружено
T, °C	39,0 °C	Сухой остаток	400,8

Бальнеологическая оценка Лесогорских источников, выполненная группой В. В. Иванова, заключается в следующем: «...Характерными качествами, благодаря которым Лесогорские воды приобретают бальнеотерапевтическое значение, являются их естественная термальность, высокая щелочность, повышенное содержание кремнекислоты, а также содержание метана... Комплексное воздействие указанных факторов при наружном применении может оказать определенную эффективность для лечения хронических ревматических болезней сердца, заболеваний опорно-двигательного аппарата, заболеваний периферической нервной системы, обмена веществ, кожных заболеваний, ангионеврозах, что соответствует современным представлениям» [8].

Кроме наружного применения, вода Лесогорских источников может использоваться для внутреннего применения. Согласно ГОСТ Р 54316-2011, по химическому составу вода источников относится к XXVIII группе (гидрокарбонатно-хлоридная натриевая), наиболее близка к Обуховскому типу. Назначение воды – лечебно-столовая. Медицинские показания по применению: болезни пищевода, хронический гастрит, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника), болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит), нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка; постхолестеринемические синдромы, болезни обмена веществ

(сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена), болезни мочевыводящих путей (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический цистит, уретрит).

Современное состояние. По сведениям В. В. Иванова, после освобождения Сахалина от японцев на базе японских построек действовала водолечебница. С начала 1953 г. источники и сохранившиеся здания находились полностью в безнадзорном состоянии. Существующее санаторное здание быстро расхищалось. Добраться до источников можно было только пешком или верхом на лошадях (рис. 32).



Рис. 32. На пути к Лесогорским источникам
(В. В. Иванов, 1954 г.)

В настоящее время от села Лесогорского существует грунтовая дорога, пригодная для проезда на внедорожниках. Источники посещаются весьма ограниченным количеством людей. Состояние дороги и источников представлено на рисунке 33.



Рис. 33. Современное состояние дороги и территории источников, 2018 г. [7]

&12. Старицкие источники

Старицкие источники расположены на территории Углегорского городского округа, в 15–18 км от бывшего села Старица, по второ-

му и третьему правым притокам реки Тисини [16] (рис. 34).

В геологическом строении района принимают участие породы маруямской свиты неогена ($N_{1-2}mg$), представленные глинистыми песчаниками, песчанистыми сланцами, глинистыми сланцами, алевритовыми глинами с прослоями очень плотного песчаника. Непосредственно на участке выхода источника осадочные образования прорываются дайкой базальтов.

В окрестностях с. Старицы по реке Тисини наблюдаются выходы минеральной воды и газов (Г. К. Невский, 1948 г.).

В нижнем течении второго правого притока р. Тисини, у устья ликвидированной японской скважины, сохранился шурф, заполненный водой, из которого выделяются обильные пузырьки газа.

В третьем правом притоке р. Тисини у водопада имеется соленый источник. В месте выхода источника, в базальтах, пробита канава длиной 5 м и шириной 1,5 м. Из ручья, протекающего по этой канаве, в некоторых местах выходят пузырьки горючего газа. Дебит источника – 0,5 л/с. Температура воды – 22 °С.

На реке Тисини из скважины глубиной 298 м с глубины 130 м был получен горючий газ.

В среднем течении второго правого притока р. Тисини у контакта базальтовой дайки с породами маруямской свиты в русле реки выделяются пузырьки горючего газа.

Группой В. В. Иванова (1953 г.) был обследован один из двух основных выходов минеральных вод, расположенный в низовьях второго правого притока р. Тисини.

Источник представлял собой колодец с деревянным срубом размером 1,2 x 1,2 м, глубиной – около 1,0 м. Дно колодца закреплено деревом. В середине дна колодца имелось отверстие, в которое шест длиной 5 м уходил полностью. Предположительно, это ствол старой японской скважины.

Минеральная вода доверху наполняет колодец и изливается через край с дебитом примерно 0,1 л/с. Температура воды – 8,8 °С. Наблюдается обильное выделение крупных пузырьков газа.

По химическому составу вода Старицких источников хлоридная натриевая, минерализация – до 19,5 г/дм³, с повышенным содержанием бора (HBO_2 – 148 мг/дм³). Состав свободно выделяющихся газов в основном метановый с небольшой примесью азота.

Растворенный газ на 62,38 % состоит из метана и 31,55 % углекислого газа (при общем количестве растворенного газа – 29,51 мг/дм³).

Химический состав воды Старицких источников представлен в таблице 9.

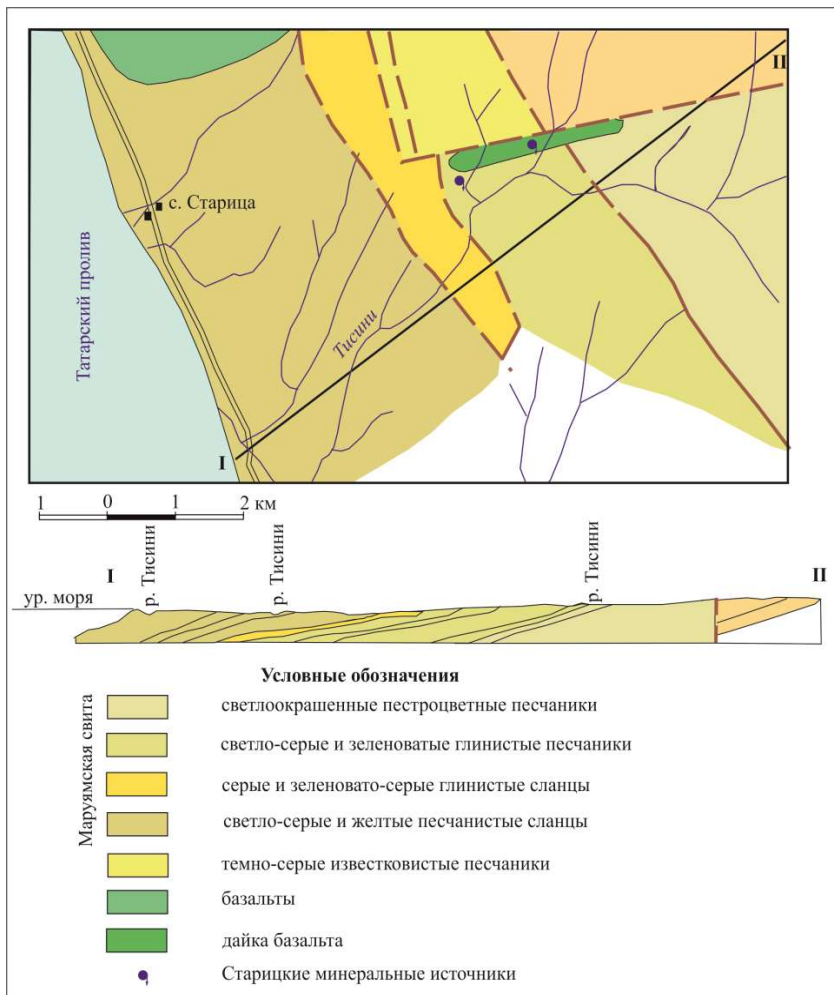


Рис. 34. Геологическая карта района Старицкого источника (В. В. Иванов, 1954 г.)

Таблица 9

Химический состав воды Старицких источников

Показатель	В. В. Иванов, 1953 г., источник № 1	И. Б. Райхлин, 1948 г., источник № 2	И. Б. Райхлин, 1949 г., источник № 2
T, °C	8,8	22	–
pH	7,5	7,0	–
	Концентрация, мг/дм ³		
NH ₄ ⁺	–	4,5	–
Na ⁺ + K ⁺	6789,6	4645,0	6164,2
Ca ²⁺	428,8	45,0	323,7
Mg ²⁺	65,3	95,0	93,9
Fe ²⁺	–	3,0	–
Fe ³⁺	–	1,0	–
Cl ⁻	10570,0	6100,0	10010,0
SO ₄ ²⁻	Не обнаружено	2,0	10,3
HCO ₃ ⁻	1464,0	2420,0	561,2
NO ₂ ⁻	1,5	–	–
HNO ₂	148,3	–	–
CO ₂ св.		255,0	–
Формула химическо- го состава	M _{19,5} $\frac{Cl\ 92}{(Na + K)\ 92}$	M _{16,4} $\frac{Cl\ 85}{(Na + K)\ 95}$	M _{17,1} $\frac{Cl\ 96}{(Na + K)\ 92}$

Источник использовался японцами, по-видимому, для лечебных целей, о чем свидетельствуют сохранившиеся возле источника устройства, применявшиеся для перекачки воды.

Согласно ГОСТ Р 54316-2011, по химическому составу вода источников относится к ХХХб группе (хлоридная натриевая, борная), наиболее близка к Омскому типу. Назначение воды – лечебно-столовая. Медицинские показания по применению: хронический гастрит с нормальной и пониженной секреторной функцией желудка, болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника,

дискинезия кишечника), болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит), нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка; постхолецистэктомические синдромы, болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена), болезни мочевыводящих путей (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический цистит, уретрит).

&13. Ударненские источники

Ударненские минеральные источники расположены на территории Углегорского городского округа, в 8 км к северо-востоку от г. Углегорска, в 1 км к югу от южной окраины села Ударное [16].

Источники находятся у южного основания невысокой вытянутой в меридиональном направлении сопки, сложенной туффитами верхнего миоцена.

Источники представляли собой два неглубоких сильно заросших и частично заваленных мусором водоема размером 1,0 на 1,2 м.

Видимый сток из источников отсутствовал. Температура воды на момент обследования – 12,5 °С.

В прошлом вода от источников подавалась по трубам, заложенным под землей, в специальный водосборный колодец, а из него перекачивалась в рядом стоящие бетонные бассейны (рис. 35).

Около источников в основании холма обнажаются светло-желтые сильноотрециноватые мелкозернистые песчаники, к которым, очевидно, и приурочены выходы минеральной воды.

Химические анализы воды выполнены в 1948 и 1949 г. (И. Б. Райхлин, 1950) и в 1953 г. (В. В. Иванов, 1954).

Результаты анализов значительно разнятся, что, очевидно, обусловливается периодическим разбавлением минерализованных вод пресными подземными и поверхностными водами. Результаты анализов приведены в таблице 10.

Таблица 10

Химические анализы воды Ударненских источников

Показатель	В. В. Иванов (19.07.1953 г.)	И. Б. Райхлин (08.07.1949 г.) основной выход	И. Б. Райхлин (29.06.1948 г.) второй выход
T, °C	12,5	7,0	5,0
pH	7,25	7,0	7,0

Продолжение таблицы 10

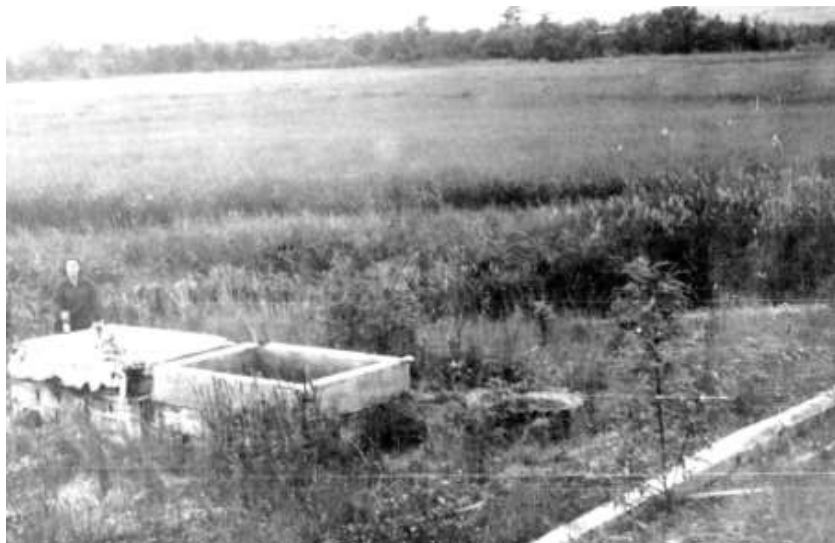
Показатель	В. В. Иванов (19.07.1953 г.)	И. Б. Райхлин (08.07.1949 г.) основной выход	И. Б. Райхлин (29.06.1948 г.) второй выход
	Концентрация, мг/дм ³		
NH ₄ ⁺	> 4,5	0,8	0,4
Na ⁺ + K ⁺	1854,2	585,0	400,6
Ca ²⁺	110,0	26,0	22,7
Mg ²⁺	47,3	8,0	14,5
Fe ²⁺	–	1,1	1,0
Fe ³⁺	–	0,9	1,5
Cl ⁻	2836,0	630,0	390,0
SO ₄ ²⁻	< 2,0	3,0	1,0
HCO ₃ ⁻	610,0	580,0	540,0
NO ₂ ⁻	–	0,01	0,01
HBO ₂	7,4	–	–
CO ₂ св.	211,2	40,0	30,0
Формула химическо- го состава	M _{5,5} $\frac{\text{Cl } 89}{(\text{Na} + \text{K}) 89}$	M _{1,8} $\frac{\text{Cl } 65 \text{ HCO}_3 \text{ } 35}{(\text{Na} + \text{K}) 93}$	M _{1,4} $\frac{\text{Cl } 55 \text{ HCO}_3 \text{ } 44}{(\text{Na} + \text{K}) 88}$

Очевидно, анализы, выполненные группой В. В. Иванова, более близки к естественному гидрогеохимическому облику минеральных вод, о чем свидетельствуют более высокие минерализация, температура и концентрация свободной углекислоты.

Минеральная вода в Ударненских источниках по химическому составу хлоридная натриевая с минерализацией не менее 5,5 г/дм³ (возможно, углекислая).

Источник использовался японцами, по-видимому, для лечебных целей, о чем свидетельствуют сохранившиеся устройства.

Согласно ГОСТ Р 54316-2011, по химическому составу вода источников относится к ХХХ группе (хлоридная натриевая), наиболее близка к Тюменскому типу. Назначение воды – лечебно-столовая.



*Рис. 35. Ударненские источники (бассейны)
(В. В. Иванов, 1954 г.)*

Медицинские показания по применению: хронический гастрит с нормальной и пониженной секреторной функцией желудка, болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника), болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит), нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка; постхолецистэктомические синдромы, болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена), болезни мочевыводящих путей (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический цистит, уретрит).

&14. Шахтерские источники

Шахтерские источники расположены на территории Углегорского городского округа в районе г. Шахтерска.

Источники представляют собой две буровые скважины, выводящие минеральные воды, обследованы отрядом В. В. Иванова в 1953 г. [16].

Скважина № 1 расположена в 1,5 км от г. Шахтерска, в районе

шахты 18/19 («Хакучезава»). Скважина пробурена в 1947–1948 гг. трестом «Дальуглеразведка». Глубина скважины – 350 м. Вскрытый разрез представлен аргиллитами, алевролитами, углями и углисто-глинистыми сланцами неогена.

Минеральная вода изливалась из скважины периодически (через две-шесть минут). Излив сопровождается бурным выделением горючего газа. Температура воды 5–6 °С.

Скважина № 2 расположена в трех километрах к юго-западу от г. Шахтерска (близ шахты «Омуто») в русле безымянного ручья. Дебит воды – 0,1–0,3 л/с. Из воды выделяется горючий газ. Температура воды 6 °С.

Анализы воды из обеих скважин выполнены в 1948 г. (табл. 11).

Таблица 11

Химические анализы воды из Шахтерских источников

Показатель	Скважина № 1 (27.11.1948 г.)	Скважина № 2 (26.11.1948 г.)
T, °С	5,0–6,0	6,0
pH	7,0	7,0
	Концентрация, мг/дм ³	
NH ₄ ⁺	4,0	0,8
Na ⁺ + K ⁺	2196,0	585,6
Ca ²⁺	5,0	26,0
Mg ²⁺	26,0	8,0
Fe ²⁺	8,7	1,1
Fe ³⁺	1,3	4,3
Cl ⁻	1700,0	630,0
SO ₄ ²⁻	2,0	3,0
HCO ₃ ⁻	2680,0	580,0
CO ₂ св.	12,0	40,0
Формула химического состава	M _{6,6} $\frac{\text{Cl } 52 \text{ HCO}_3 48}{(\text{Na} + \text{K}) 97}$	M _{1,8} $\frac{\text{Cl } 65 \text{ HCO}_3 35}{(\text{Na} + \text{K}) 93}$

Согласно ГОСТ Р 54316-2011, по химическому составу вода в обеих скважинах однокатионная, относится к XXVIII группе (хлоридно-гидрокарбонатная натриевая, возможно, железистая), наиболее близка к Обуховскому типу. Назначение воды – лечебно-столовая. Медицинские показания по применению: болезни пищевода, хронический гастрит, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника), болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит), нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка; постхолецистэктомические синдромы, болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена), болезни мочевыводящих путей (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический цистит, уретрит).

&15. Орловский источник

Орловский источник расположен в 2–3 км к югу от села Орлово Углегорского городского округа, между берегом моря и автомобильной дорогой.

Источник выходит у западного основания горного массива Ламанон, сложенного андезитами, оливиновыми базальтами порфировой структуры, а также сильнопористыми туфогенными породами [16] (рис. 36).

На момент обследования источник представлял собой колодец, закрепленный деревянным срубом 0,6 на 0,6 м, глубиной 1,3 м. В колодце наблюдались нитевидные осадки коллоидной серы. Дебит источника оценивался в 0,2 л/с, температура воды – 7,2 °С.

По химическому составу вода в Орловском источнике хлоридно-гидрокарбонатная натриевая.

Химический состав воды Орловского источника приведен в таблице 12.

Таблица 12

Химический состав воды Орловского источника

Показатель	Скважина № 1 (27.11.1948 г.)
T, °C	7,2
pH	7,65

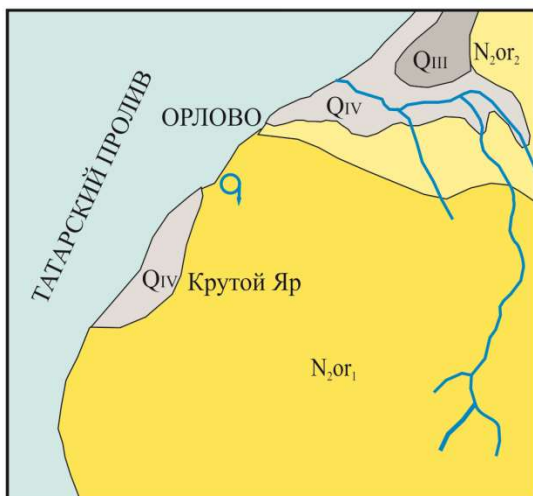
Продолжение таблицы 12

Показатель	Скважина № 1 (27.11.1948 г.)
	Концентрация, мг/дм ³
Na ⁺ + K ⁺	131,0
Ca ²⁺	13,4
Mg ²⁺	8,1
Cl ⁻	74,4
SO ₄ ²⁻	8,0
HCO ₃ ⁻	292,8
H ₂ S	0,8
Формула химического состава	M _{0,53} $\frac{\text{HCO}_3\ 68\ \text{Cl}\ 30}{(\text{Na} + \text{K})\ 81}$

Вода источника использовалась японцами для лечебных ванн, о чем свидетельствовали остатки специфической инфраструктуры.

Согласно ГОСТ Р 54316-2011, по химическому составу вода источника относится к XXV группе (хлоридно-гидрокарбонатная натриевая), наиболее близка к Карачинскому типу. Назначение воды – лечебно-столовая. Медицинские показания по применению: болезни пищевода, хронический гастрит, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника), болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, болезни поджелудочной железы (хронический панкреатит), нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка; постхолестецистэктомические синдромы, болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена), болезни мочевыводящих путей (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический цистит, уретрит).

Наличие в колодце нитевидных осадков коллоидной серы свидетельствует о наличии в воде восстановленных форм серы. Холодные сульфидные минеральные воды успешно применялись на знаменитом курорте «Кемери» (Латвия). Сульфидные ванны весьма эффективны для лечения особенно опорно-двигательного аппарата.



км 2 1 0 1 км

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

<div style="border: 1px solid black; background-color: #d3d3d3; padding: 2px; display: inline-block;">Q_{IV}</div>	<p>Современные отложения. Пески с прослоями гравия и гальки, суглинки, супеси, галечники</p>
<div style="border: 1px solid black; background-color: #808080; padding: 2px; display: inline-block;">Q_{III}</div>	<p>Верхнечетвертичные отложения. Пески, галечники с гравием, валунами и суглинками, глины, торф</p>
<div style="border: 1px solid black; background-color: #ffff00; padding: 2px; display: inline-block;">N₂.or₂</div>	<p>Орловская свита. Верхняя подсвита. Андезиты, туфы, туфобрекчии, туффиты, пески</p>
<div style="border: 1px solid black; background-color: #ffa500; padding: 2px; display: inline-block;">N₂.or₁</div>	<p>Орловская свита. Нижняя подсвита. базальты, далериты, андезито-базальты, агломераты, туфы, туфобрекчии, туффиты</p>
9	<p>Орловский источник</p>

Рис. 36. Геологическая карта района Орловского источника

&16. Бошняковский источник

Бошняковский холодный слабосероводородный источник расположен на левом склоне долины реки Нисисакутан на дороге, идущей от села Бошняково к пгт. Смирных, примерно в 5 км от с. Бошняково.

Источник обследован И. Б. Райхлиным (1950 г.).

Выход воды приурочен к трещинам конгломератов и песчаников палеогенового возраста. В месте выхода воды наблюдались отложения коллоидной серы, характерные для сульфидных вод (рис. 37).

Суммарный дебит струй источника оценивался в 0,2 л/с, температура воды – 5 °С.

Химический состав воды Бошняковского источника представлен в таблице 13.

Таблица 13

Химический состав воды Бошняковского источника

Показатель	И. Б. Райхлин, 19.09.1949 г.
Т, °С	5,0
рН	7,0
Концентрация, мг/дм ³	
NH ₄ ⁺	0,4
Na ⁺ + K ⁺	52,2
Ca ²⁺	25,0
Mg ²⁺	0,4
Cl ⁻	30,0
SO ₄ ²⁻	2,0
HCO ₃ ⁻	160,0
Формула химического состава	$M_{0,27} \frac{HCO_3 \cdot 75 \text{ Cl } 24}{(Na + K) 64 \text{ Ca} 35}$

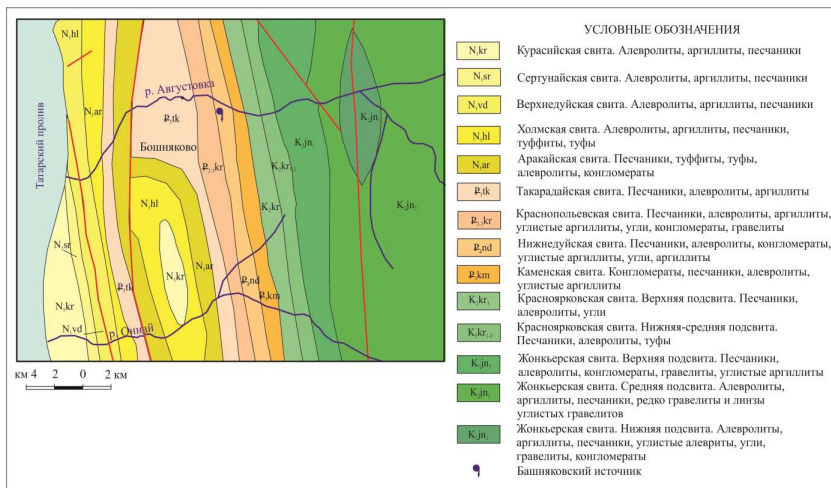


Рис. 37. Геологическая карта района Бошняковского источника

По химическому составу вода Бошняковского источника хлоридно-гидрокарбонатная, кальциево-натриевая, слабосероводородная, холодная. По гидрогеохимическому облику похожа на воду из маломинерализованных слабосероводородных источников курорта «Кемери» (Латвия).

По опыту курорта «Кемери» сульфидные ванны эффективны для лечения опорно-двигательного аппарата, пероральный прием весьма успешно применяется для лечения болезней желудка и кишечника.

МАКАРОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

&17. Макаровские источники

Макаровские источники расположены в 2,5–3,0 км западнее г. Макаров.

Описание источников дается по результатам обследования В. В. Иванова (1949 г.) [16].

Источники находятся в восточной части большой излучины реки Макаровки, в 50–70 м от берега, на высоте примерно 3–4 м над уровнем воды.

Выходы воды приурочены к песчано-глинистым сланцам Холмской свиты (N₁hl).

Основной источник выходит в небольшом углублении, вода из которого стекает по канавке в реку. Дебит воды – 0,25–0,30 л/с, температура воды – 7 °С.

Кроме основного источника слабосероводородная вода выходит у самого берега реки в виде многочисленных мелких струй. Наблюдаются отложения коллоидной серы, характерные для сульфидных вод.

Суммарный дебит Макаровских источников оценивался в 1,0 л/с.

По химическому составу Макаровские источники хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые-натриевые, слабосероводородные, холодные.

Химический состав представлен в таблице 14.

Таблица 14

Химический состав Макаровских источников

Показатель	В. В. Иванов, 02.09.1949 г.
T, °С	7,0
pH	7,0
Концентрация, мг/дм ³	
NH ₄ ⁺	0,6
Na ⁺ + K ⁺	23,0
Ca ²⁺	13,0
Mg ²⁺	10,6

Продолжение таблицы 14

Показатель	В. В. Иванов, 02.09.1949 г.
Cl ⁻	18,0
SO ₄ ²⁻	10,2
HCO ₃ ⁻	107,2
H ₂ S	4,7 (8,0)
Формула химического состава	M _{0,18} $\frac{\text{HCO}_3,69 \text{ Cl } 23}{(\text{Na} + \text{K}) 39 \text{ Mg}34 \text{ Ca}26}$

По сведениям В. В. Иванова, вода источников использовалась японцами в лечебных целях.

На базе этих источников в прошлом функционировала водолечебница Макаровского райздравотдела, в настоящее время воды не используются.

По гидрогеохимическому облику похожа на воду из маломинерализованных слабосероводородных источников курорта «Кемери».

Так же, как и в Бошняковском источнике, вода из Макаровских источников может быть пригодна для лечения опорно-двигательного аппарата, болезней желудка и кишечника.

&18. Источник «Восточный»

Источник «Восточный» расположен в 9 км к югу от пос. Восточный, в 300 м от берега моря, на левом берегу реки Хоянки на высоте около двух метров над уровнем воды.

Обследование источника проведено А. А. Сычевой в 1950 г.

Вода выходит из делювиальных суглинистых отложений. В месте выхода наблюдаются хлопьевидные отложения серы, характерные для сульфидных вод. Дебит источника оценивался в 0,4 л/с. Температура воды предположительно – 10,0 °С.

По химическому составу источника хлоридно-гидрокарбонатная натриево-кальциевая, слабосероводородная, холодная (табл. 15).

По гидрогеохимическому облику похожа на воду из маломинерализованных слабосероводородных источников курорта «Кемери». Вода из источника «Восточный» может быть пригодна для лечения опорно-двигательного аппарата, болезней желудка и кишечника.

Химический состав воды источника «Восточный»

Показатель	А. А. Сычева, 14.09.1950 г.
T, °C	10,0
pH	8,0
Концентрация, мг/дм ³	
Na ⁺ + K ⁺	27,0
Ca ²⁺	32,0
Mg ²⁺	5,8
Cl ⁻	41,6
SO ₄ ²⁻	16,0
HCO ₃ ⁻	109,8
H ₂ S	2,7
Формула химического состава	M _{0,23} $\frac{\text{HCO}_3 55 \text{ Cl } 35}{\text{Ca}48 (\text{Na} + \text{K}) 37}$

&19. Сопочная грязь Пугачевского грязевого вулкана

Пугачевский грязевой вулкан расположен на территории Макаровского городского округа, северо-восточнее с. Пугачево (рис. 38).

Сопочную грязь Пугачевского грязевого вулкана использовали для грязелечения в больнице пос. Восточный [10]. Добыча грязи в связи с отсутствием дорог и заболоченностью местности вблизи вулкана производилась только в зимнее время. Транспортировали грязь в ящиках на санях гужевым транспортом. Грязь использовали многократно.

Опробование грязи выполнено группой А. Б. Авдеевой (рис. 39).

Жидкая фаза сопочной грязи по химическому составу и минерализации аналогична пластовым водам района. Минерализация отжима составляет 9–12 г/дм³. Химический состав хлоридно-гидрокарбонатный или гидрокарбонатно-хлоридный натриевый (табл. 16).

Газ Пугачевского вулкана характеризуется низкой температурой

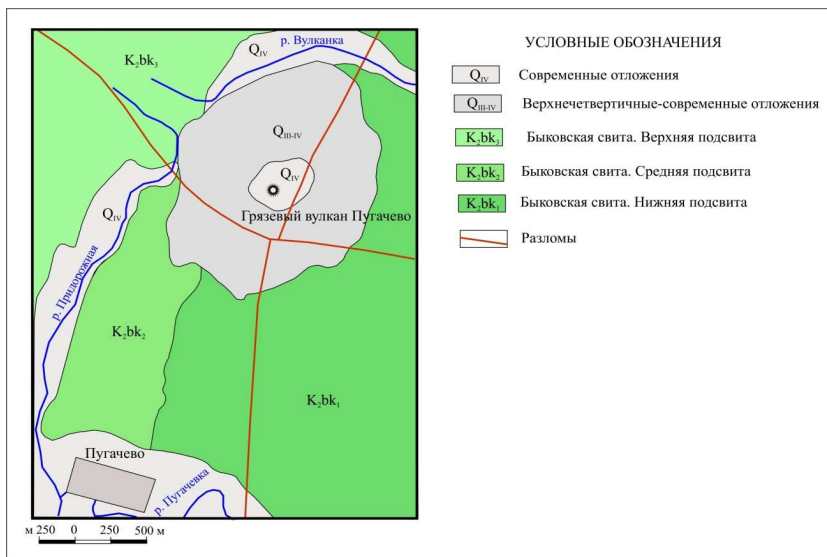


Рис. 38. Геологическая карта района Пугачевского вулкана



Рис. 39. Опробование гряды Пугачевского вулкана
(А. Б. Авдеева, 1973 г.)

и состоит в основном из метана (46,2–78,8 %) и углекислого газа (6,4–26,0 %).

Температура грязи на глубине 2,5 м – 25 °С, на глубине 3,0 м – 32 °С.

Таблица 16

Химический состав жидкой фазы Пугачевского вулкана

Показатель	29.08.1952 г.	25.09.1961 г.	31.08.1967 г.	28.08.1972
pH	–	–	–	9,35
Концентрация, мг/дм ³				
Na ⁺ + K ⁺	2747,0	893,0	1921,0	3381,0
Ca ²⁺	60,0	3,0	15,0	39,4
Mg ²⁺	38,0	2,0	18,0	37,1
Fe ²⁺	–	–	–	Не обнаружено
Fe ³⁺	–	–	–	Не обнаружено
Cl ⁻	1577,0	769,0	1276,0	1839,2
SO ₄ ²⁻	137,0	222,0	193,0	469,1
HCO ₃ ⁻	4582,0	637,0	702,0	4050,4
CO ₃ ²⁻	94,0	61,0	1020,0	720,0
J ⁻	–	0,6	0,3	Не обнаружено
Br ⁻	–	0,6	Не обнаружено	Не обнаружено
F ⁻	–	1,2	Не обнаружено	–
As	–	–	–	0,08
HNO ₂	–	–	–	1178,0
Суммарная минерализация, г/дм ³	9,235	2,611	5,411	11,7142

Результаты физико-химических анализов грязи Пугачевского вулкана представлены в таблице 17.

Дата отбора пробы – 28.08.1972 г., дата выполнения анализа – март 1973 г., глубина отбора пробы – 1,5 м. Лаборатория конторы «Геоминвод» (табл. 17).

Таблица 17

Общие свойства грязи

1.	Консистенция, цвет, запах	Грязь глинистая, светло-серого цвета, плотной консистенции, содержит грубые включения, без запаха
2.	Удельный вес, г/см ³	1,72
3.	Сопротивление сдвигу, дин/см ²	6400
4.	Теплоемкость, кал.	0,46
5.	Засоренность частицами диаметром более 0,25 мм, %	3,68
6.	Характеристика засоренности	Куски породы размером 0,1–5,0 мм (от HCl не вскипает)
7.	pH грязи	8,4
	Eh грязи	–200

ТОМАРИНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

&20. Лопатинский источник

Лопатинский минеральный источник представляет собой скважину, расположенную в Томаринском городском округе в двух километрах к востоку от села Лопатино (бывший шахтерский поселок). От села (тогда город) Красногорска до села Лопатино проходила узкоколейная железная дорога для перевозки угля и населения (рис. 40) [16].

От села Лопатано к скважине, находящейся в долине левого притока р. Красногорки, проходила пешеходная тропа с несколькими переходами вброд через речку (рис. 41).

По данным В. В. Тумакова (1953 г.), Лопатинская скважина пробурена буровой партией треста «Сахуглеразведка» в 1952–1953 гг. Глубина скважины – 269 м. Скважиной вскрыты отложения средней части Нижнедуйской свиты, представленные чередующимися серыми и темно-серыми мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углистыми аргиллитами.

В процессе бурения скважины, начиная с глубины 152–156 м, началось сильное поступление воды, с 165 м вместе с водой началось сильное поступление газа. Выделяющийся газ при поджигании вспыхнул, и его с трудом удалось погасить. На глубине 269 м бурение стало невозможным из-за сильного выделения воды и газов. Через день после подъема инструмента из скважины ударил фонтан высотой до 35 м, который удалось прикрыть через 22 дня железной бочкой с грузом 500 кг.

На момент обследования отрядом В. В. Иванова (июль 1953 г.) скважина была закрыта. Из-под деревянной пробки с большой силой и с шумом вырвался газ.

По химическому составу вода Лопатинской скважины хлоридная кальциево-натриевая, минерализация – 12,3 г/дм³. Состав газа в основном метановый – 88,56 %, азот – 9,84 %.

Таблица 18

Химический состав воды Лопатинской скважины

Показатель	Концентрация, мг/дм ³
pH	7,3
Na ⁺ + K ⁺	3276,5

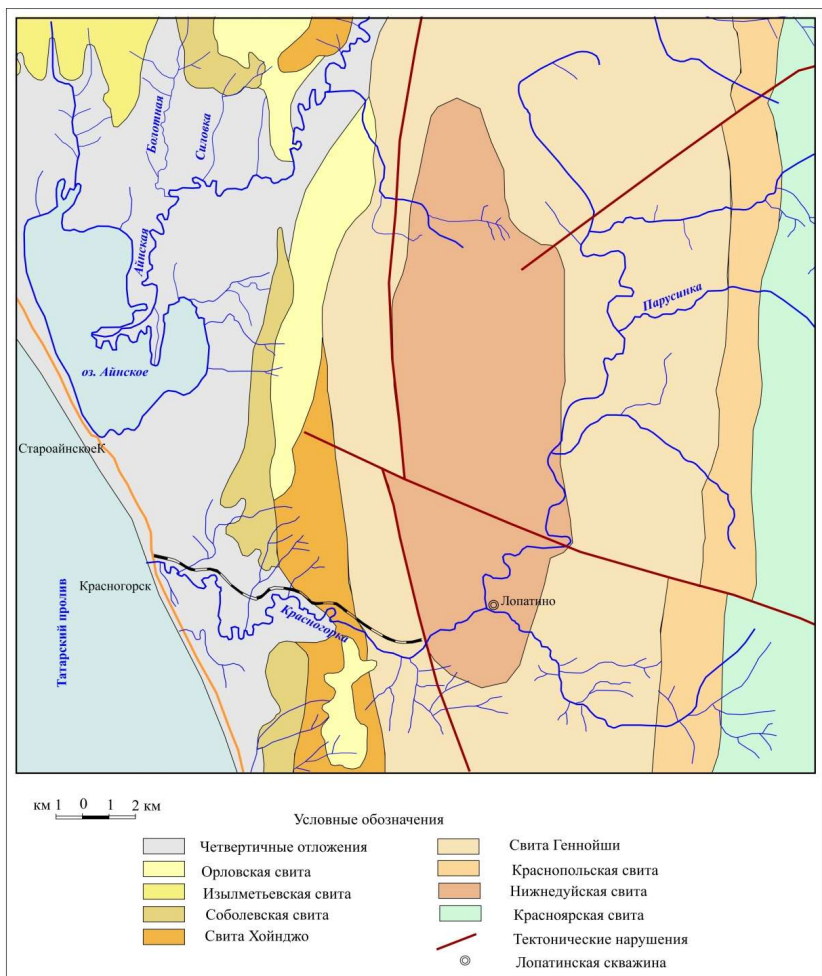


Рис. 40. Геологическая карта района Лопатинского источника (В. В. Иванов, 1954 г.)

Продолжение таблицы 18

Показатель	Концентрация, мг/дм ³
Mg ²⁺	61,7
Ca ²⁺	1362,7
Cl ⁻	7609,0
SO ₄ ²⁻	Не обнаружено
HCO ₃ ⁻	79,3
Суммарная минерализация	12393
Углекислота свободная	19,5
Углекислота агрессивная	18,9
NH ₄ ⁺	10,8
I, Ba, Br, Mn, нафтенные кислоты	Следы
Формула химического состава	M _{12,3} $\frac{CO_3 99}{(Na + K) 66 Ca33}$ pH7,3



Рис. 41. Переправа через речку по пути от с. Лопатино к скважине (В. В. Иванов, 1954 г.)

Вода из Лопатинской скважины характеризуется как термальная, однако сведений о температуре воды в литературе не встречается.

По заключению В. В. Иванова, вода из скважины может быть легко подведена самотеком (по трубам или желобу) к с. Лопатино и использована для устройства небольшой водолечебницы на три-четыре ванны.

Современное состояние не известно.

Для определения бальнеологического значения Лопатинской скважины необходимо выполнить детальный химический анализ воды и газа.

ДОЛИНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

&21. Стародубские минеральные грязи

Стародубские минеральные грязи расположены в 18 км к северо-западу от г. Долинска и 5 км от села Стародубское (рис. 42).

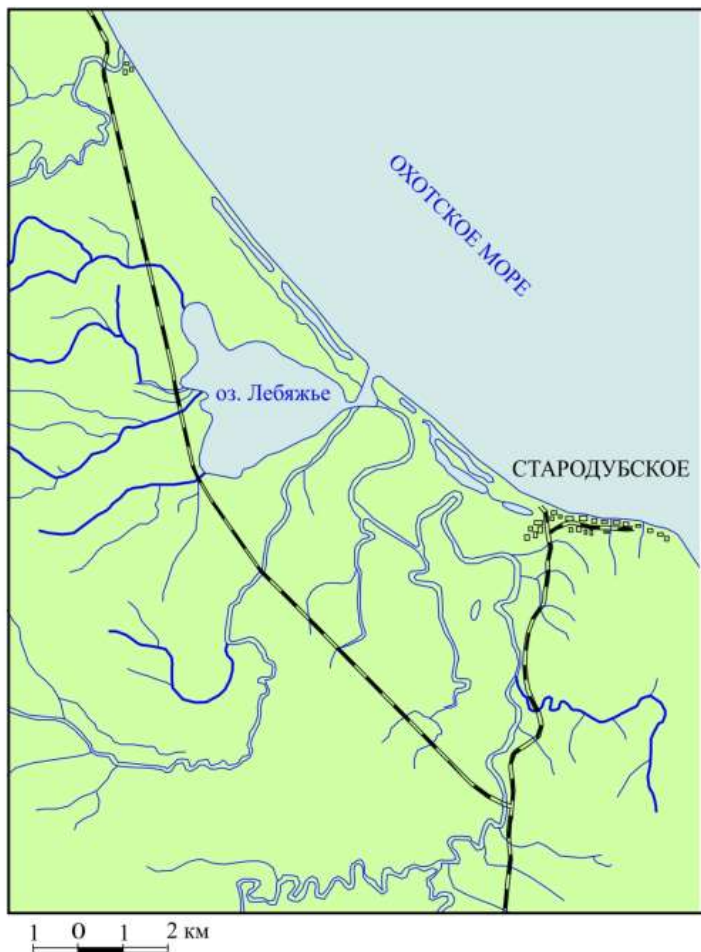


Рис. 42. Схема местоположения Стародубского месторождения минеральных грязей (В. В. Иванов, 1954 г.)

Минеральная грязь залегает в озере Лебяжьем, соединяющим-ся довольно широкой протокой с Охотским морем. Длина протоки около 1 км, ширина – 100–200 м. В озеро впадает несколько речек.

Первый детальный физико-химический анализ Стародубской грязи был выполнен в центральном Институте курортологии в 1949 г. С. С. Крапивиной из пробы, взятой в Долинском санатории В. В. Ивановым [16].

Проведенные исследования показали, Стародубские грязи отвечают требованиям, предъявляемым к лечебным грязям.

В 1953 г. Сахалинской экспедицией «Союзгеокаптажминвод» были выполнены работы по оценке запасов Стародубских грязей. В результате месторождению грязей была дана детальная оценка, позволяющая рассматривать его как надежную базу для организации грязелечения (рис. 43).



Рис. 43. Разведка месторождения Стародубских грязей
(В. В. Иванов, 1954 г.)

Залежи Стародубской минеральной грязи находятся на островах в восточной части озера Лебяжье, вблизи протоки, соединяющей его с Охотским морем.

Озеро Лебяжье площадью около 6,8 км² имеет очертания равностороннего треугольника со сторонами примерно 4 км. Берега

озера в прибрежной части заболочены, далее покрыты редким смешанным лесом. Режим озера зависит от морских приливов, во время которых уровень воды в озере поднимается до 50 см.

Основные залежи минеральной грязи находятся в пределах четырех островов, расположенных к юго-западу от протоки в Охотское море (рис. 44).

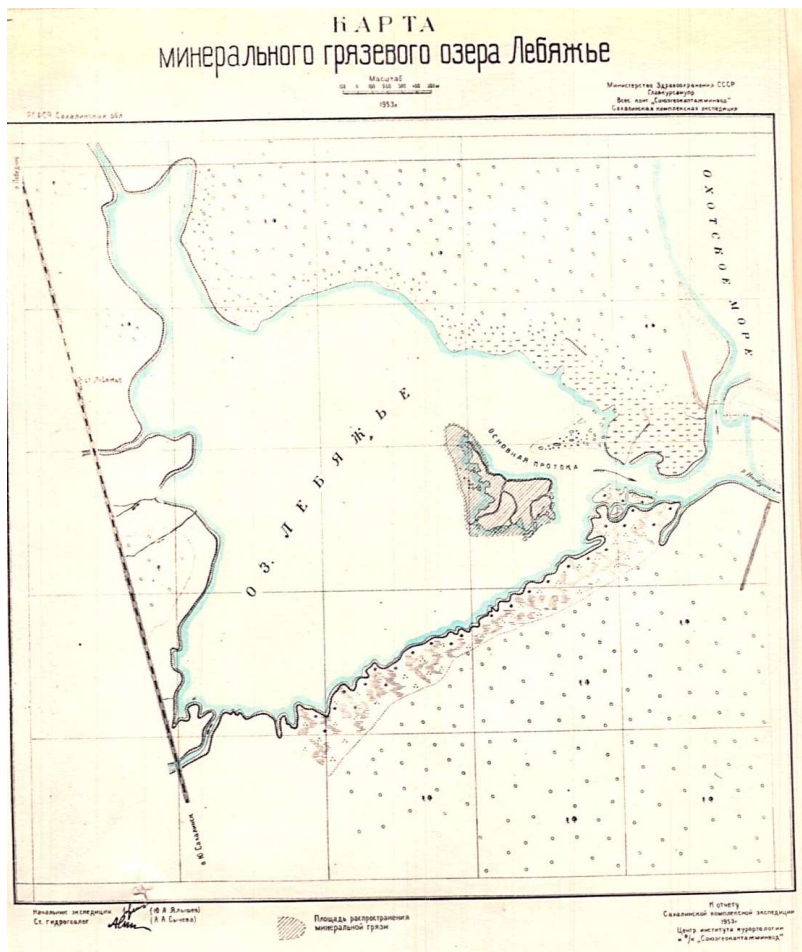


Рис. 44. Карта озера Лебяжье

Грязевые острова отделяются друг от друга узкими водными протоками шириной 10–15 м и глубиной до 1,0 м (рис. 45).

На рисунке показаны очертания островов, не заливаемых водой во время приливов. Во время отливов площадь островов значительно увеличивается. Площадь незаливаемой части островов

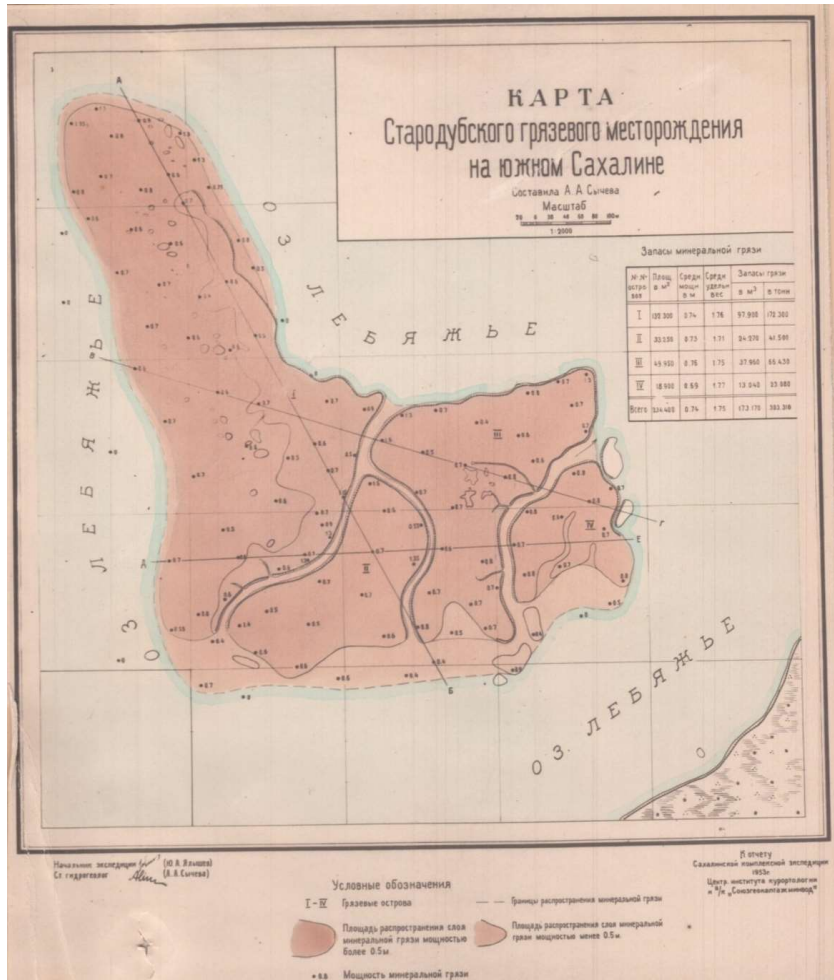


Рис. 45. Карта Стародубского грязевого месторождения

составляет примерно 135000 м². Общая площадь месторождения достигает 290000 м².

На незаливаемой части минеральная грязь залегает под слоем дерна толщиной 5–10 см. На заливаемой части дерновой слой отсутствует.

Условия залегания минеральной грязи в пределах всего месторождения однообразны. Она лежит пластом мощностью 0,6–0,7 м. На периферии месторождения слой грязи выклинивается. В пределах всего месторождения минеральная грязь подстилается плотным серым песчанистым илом.

Стародубская минеральная грязь отличается весьма темным цветом. Окраска ее в зависимости от содержания гидротроилита от черной до темно-серой.

Грязь характеризуется весьма малой засоренностью (0,1 %), низкой влажностью (в среднем 32 %), которая определяет ее большой удельный вес и весьма густую консистенцию (табл. 19). Минерализация грязевого раствора близка к минерализации воды Охотского моря и составляет в среднем 28,5 г/дм³.

Содержание в грязи сероводорода колеблется в пределах от 10 до 117 мг на 100 г грязи, среднее значение – 58 мг/100 г.

Кристаллический скелет состоит почти нацело из силикатных частиц диаметром 0,1–0,01 мм. Коллоидный комплекс также представлен в основном силикатными частицами.

Таблица 19

**Физико-химическая характеристика
Стародубских минеральных грязей**

Место отбора пробы	Влажность, %	Удельный вес, г/см ³	Засоренность частицами Д > 0,25 мм	Сероводород, г/100 г грязи	Минерализация, г/дм ³
Остров I	25,65–37,05 (31,97)	1,63–1,91 (1,76)	0,010–0,290 (0,163)	0,011–0,117 (0,051)	23,0–40,5 (26,1)
Остров II	28,67–36,57 (31,41)	1,66–1,81 (1,71)	0,038–0,170 (0,109)	0,043–0,114 (0,076)	24,2–29,0 (26,6)
Остров III	27,28–35,37 (31,74)	1,68–1,81 (1,75)	0,065–0,210 (0,112)	0,010–0,078 (0,051)	27,3–36,0 (31,4)

Продолжение таблицы 19

Место отбора пробы	Влажность, %	Удельный вес, г/см ³	Засоренность частицами Д > 0,25 мм	Сероводород, г/100 г. грязи	Минерализация, г/дм ³
	от – до				
Остров IV	26,23–35,40 (31,33)	1,68–1,86 (1,77)	0,022–0,212 (0,087)	0,056–0,077 (0,063)	32,5–37,0 (34,0)
Все месторождения	25,65–37,05 (31,72)	1,63–1,91 (1,75)	0,010–0,290 (0,110)	0,010–0,117 (0,058)	23,0–40,5 (28,5)
Примечание: в скобках указаны средние значения					

Характерной чертой для Стародубской минеральной грязи является весьма небольшое содержание органических веществ. Грязевой раствор грязи имеет хлоридный натриевый состав и высокую минерализацию – 26–34 г/дм³.

По основным свойствам Стародубские минеральные грязи довольно близки к таким известным брендам, как курорты «Садгород» в Приморье и «Пярну» в Эстонии. Сравнительная характеристика минеральных грязей приведена в таблице 20.

Таблица 20

Физико-химические свойства минеральных грязей

Компонент, ед. измерения	Стародубское месторождение, Сахалин	Курорт «Садгород», Приморский край	Курорт «Пярну», Эстония
Влажность, %	31,7	44,3	53,1
Удельный вес, г/см ³	1,75	1,58	1,37
Засоренность частицами > 0,25 мм, %	0,11	3,0	–

Продолжение таблицы 20

Компонент, ед. измерения	Стародубское месторождение, Сахалин	Курорт «Садгород», Приморский край	Курорт «Пярну», Эстония
Содержание сероводорода, г/100 г сырой грязи	0,010–0,117 (среднее – 0,058)	0,016–0,084	0,067
Органические вещества, г/100 г сырой грязи	1,38–1,62	0,5–1,05	–
Минерализация грязевого раствора, г/дм ³	22,3–25,7	29,26	12,72
Формула химического состава грязевого раствора	$\frac{Cl\ 89}{(Na + K)\ 81}$	$\frac{Cl\ 92}{(Na + K)\ 79}$	$\frac{Cl\ 56\ SO_4\ 42}{(Na + K)\ 79\ Mg\ 28}$

Запасы Стародубской минеральной грязи оценены в 170000 м³, или 300000 т.

Основными показаниями для лечебного применения Стародубской грязи (по аналогии) могут быть заболевания опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы, последствия различных травм, гинекологические заболевания и др.

Стародубские грязи использовались для лечения в больнице пос. Сокол (1948 г.) и Долинском госпитале. В дальнейшем широко применялись для грязелечения (по общепринятой методике – аппликации, тампоны) в санаториях «Горняк», «Чайка», «Сахалин» и областной больнице [10].

Добыча грязи осуществлялась вручную во время отлива (рис. 46).



Рис. 46. База рабочих по заготовке (слева),
места хранения заготовленной Стародубской грязи
на берегу реки Найбы

ХОЛМСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

22. Антоновские соленые источники

Антоновские соленые источники расположены на западном побережье о. Сахалин на территории Холмского городского округа в средней части села Антоново (бывшее село Ракума), в 0,5 км от берега Татарского пролива [16].

На момент обследования (1953 г.) наблюдалось два источника.

Источник № 1 был расположен во дворе дома № 34. Источник представлял собой колодец глубиной 2,13 м. До глубины 1,48 м он закреплен бочкой диаметром 0,8 м, ниже – бочкой диаметром сечения 0,43 м. Излива воды из колодца не наблюдалось.

Дно колодца врезано в плотные мелкозернистые серые песчаники, очевидно, олигоценового возраста, из трещин которых и выходит минеральная вода.

Вода в колодце горьковато-соленая, дебит воды – 0,03–0,04 л/с, температура воды до откачки – 9–11 °С, после откачки – 8,2 °С. Со дна колодца поднимались крупные пузырьки газа.

Источник № 2 находился на расстоянии около 100 м к востоку от источника № 1. Он представлял собой колодец, каптированный деревянным срубом, размером 0,9 на 1,2 м, глубиной 0,65 м. Начальная глубина (по опросу местных жителей) составляла 1,5–2,0 м. Вода в колодце горько-солончатая, со дна выделялись пузырьки газа, температура воды – 13,4 °С.

Вода в обоих источниках однотипная – хлоридная кальциево-натриевая, с большим содержанием бора (HBO_2 – до 350 мг/дм³), минерализация воды – от 10,7 (источник № 2) до 18 г/дм³ (источник № 1).

Выделяющийся из источников газ на 98 % состоит из метана.

Полный химический состав воды из источника № 1 представлен в таблице 21. Сокращенные химические анализы воды из источников № 1 и 2 – в таблице 22.

Таблица 21

Полный химический анализ воды источника № 1 (В. В. Иванов, 1954)

Показатель	Концентрация, мг/дм ³	Показатель	Концентрация, мг/дм ³
NH_4^+	5,7	F^-	2,0

Продолжение таблицы 21

Показатель	Концентрация, мг/дм ³	Показатель	Концентрация, мг/дм ³
K ⁺	23,2	Cl ⁻	1095,1
Na ⁺	4781,7	Br ⁻	25,0
Mg ²⁺	127,2	J ⁻	2,0
Ca ²⁺	1816,0	SO ₄ ²⁻	0,2
Sr ²⁺	15,0	HCO ₃ ⁻	83,0
Ba ²⁺	Не обнаружено	NO ₂ ⁻	0,1
Al ³⁺	Не обнаружено	NO ₃ ⁻	Не обнаружено
Fe ²⁺	Не обнаружено		
Ti ⁴⁺	Не обнаружено		
Mn ²⁺	Не обнаружено		
Cu ²⁺	Не обнаружено		

Таблица 22

**Сокращенные (полевые) химические анализы воды
из источников № 1 и 2**

Показатель	Источник № 1	Источник № 1	Источник № 2
	13.07.1953 г.	29.09.1953 г.	30.09.1953 г.
Концентрация, мг/дм ³			
NH ₄ ⁺	> 4,5	Не определялся	Не определялся
Na ⁺ + K ⁺	5248,1	4555,3	2725,7
Mg ²⁺	81,4	131,1	93,9
Ca ²⁺	1608,0	2033,2	1201,2
Fe ²⁺	Не обнаружено	Не определялся	Не определялся
Fe ³⁺	Не обнаружено	Не определялся	Не определялся
Cl ⁻	11130,0	10970,0	6535,0

Продолжение таблицы 22

Показатель	Источник № 1	Источник № 1	Источник № 2
	13.07.1953 г.	29.09.1953 г.	30.09.1953 г.
SO ₄ ²⁻	4,0	< 2,0	< 2,0
HCO ₃ ⁻	73,2	67,1	122,0
CO ₃ ²⁻	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
NO ₂ ⁻	Не обнаружено	Не определялся	Не определялся
NO ₃ ⁻	Не обнаружено	Не определялся	Не определялся
Формула химического состава	M _{18,4} $\frac{Cl100}{(Na + K) 72 Ca26}$	M _{17,8} $\frac{Cl100}{(Na + K) 64 Ca33}$	M _{10,7} $\frac{Cl99}{(Na + K) 64 Ca32}$

По ионному составу воды источников близки к водам курорта «Старая Русса» (Новгородская область) и могут быть, очевидно, использованы для наружного применения в виде ванн при лечении ряда заболеваний. На курорте «Старая Русса» хлоридные натриевые ванны оказывают болеутоляющее и противовоспалительное действие на больных с заболеваниями суставов. Отмечено положительное влияние этих ванн на функцию сердечно-сосудистой системы у больных с гипертонией и гипотонией; стимулирующее действие на работу кровеносных сосудов, органов дыхания, нервной и мышечной систем, желез внутренней секреции, обмен веществ (особенно углеводный, жировой и витаминный).

Японцы использовали источники для наружного применения.

Внутреннее применение. Согласно ГОСТ Р 54316-2011, по химическому составу вода источников относится к ХХХг группе (хлоридная натриевая, бромная, йодная), наиболее близка к Талицкому типу. Назначение воды – лечебная. Медицинские показания по применению: хронический гастрит с нормальной и пониженной секреторной функцией желудка, болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника), болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, постхолецистэктомические синдромы.

&23. Антоновские слабосероводородные источники

Антоновские слабосероводородные источники расположены в восточной части села Антоново Холмского городского округа, в километре от берега Татарского пролива. Были обследованы В. М. Левченко в 1951 г. и В. В. Ивановым в 1953 г.

Источники выходят в основании правого склона узкой глубокой долины ручья широтного простирания на протяжении 15–20 м, образуя два крупных источника [16].

Источник № 1, западный, выходил в виде двух расположенных рядом грифонов из трещиноватых песчаников. Дебит источника – 2,0 л/с, температура воды – 7,2 °С.

Источник № 2, восточный, имел также два выхода. Один из них представлял собой неглубокий (0,7 м) колодец, закрепленный деревянным срубом размером 0,5 на 0,7 м, из воды интенсивно выделялся газ.

Второй выход воды расположен в двух-трех метрах восточнее колодца.

Общий дебит источника составлял 0,3 л/с, температура воды – 8,0 °С.

В руслах ручейков образуются осадки коллоидной серы серовато-белого цвета, характерные для мест разгрузки сульфидных вод.

По химическому составу воды источников гидрокарбонатно-хлоридные, кальциево-натриевые с минерализацией до 0,93 г/дм³. В составе растворенных газов преобладают азот (55,43 %), метан (29,91 %), углекислый газ (14,66 %), при общем количестве газов – 48,9 мг/дм³. Свободный газ состоит практически из одного метана.

Химический состав источников представлен в таблице 23.

Таблица 23

Химический состав воды Антоновских слабосероводородных источников

Показатель	Ист. № 1, выход из пород, В. В. Иванов, 1954	Ист. № 2, из колодца, В. В. Иванов, 1954	Ист. № 2, из колодца, В. М. Левченко, 1951 г.
Т, °С	7,2	8,0	7,5
рН	8,25	8,0	6,9
Концентрация, мг/дм ³			
NH ₄ ⁺	–	1,0	–

Продолжение таблицы 23

Показатель	Ист. № 1, выход из пород, В. В. Иванов, 1954	Ист. № 2, из колодца, В. В. Иванов, 1954	Ист. № 2, из колодца, В. М. Левченко, 1951 г.
Na ⁺ + K ⁺	63,7	200,3	135,5
Ca ²⁺	28,2	85,6	91,5
Mg ²⁺	8,9	19,5	0,9
Cl ⁻	77,4	404,2	316,7
SO ₄ ²⁻	45,0	38,4	18,1
HCO ₃ ⁻	109,6	146,4	126,3
H ₂ S	Не обнаружено	5,6	7,3
Формула химического состава	M _{0,33} $\frac{Cl_{44} HCO_3_{37}}{(Na + K) 56 Ca_{29}}$	M _{0,93} $\frac{Cl_{78} HCO_3_{16}}{(Na + K) 60 Ca_{29}}$	M _{0,7} $\frac{Cl_{78} HCO_3_{18}}{(Na + K) 51 Ca_{40}}$

Очевидно, вода источников использовалась в бальнеологических целях, о чем свидетельствует наличие каптажа.

Присутствие сероводорода и углекислого газа обуславливает потенциальную возможность пригодности воды для лечения опорно-двигательного аппарата, болезней желудка и кишечника.

§24. Зырянский источник

Зырянский источник расположен на территории Холмского городского округа, в 19 км к югу от г. Холмска, вблизи села Зырянское (рис. 47).

Источник выходит в узкой каньонообразной долине небольшой речки, в трех километрах от ее устья (рис. 48) [16].

Выход источника приурочен к породам Аракайской свиты палеогена, представленным в основном трещиноватыми песчаниками, серыми, среднезернистыми.

Вода выходит в виде мощной струи из трещины в песчанике. Дебит воды на момент обследования составил 1,8 л/с, температура – 7,4 °С.

Химический состав воды Зырянского источника представлен в таблице 24.

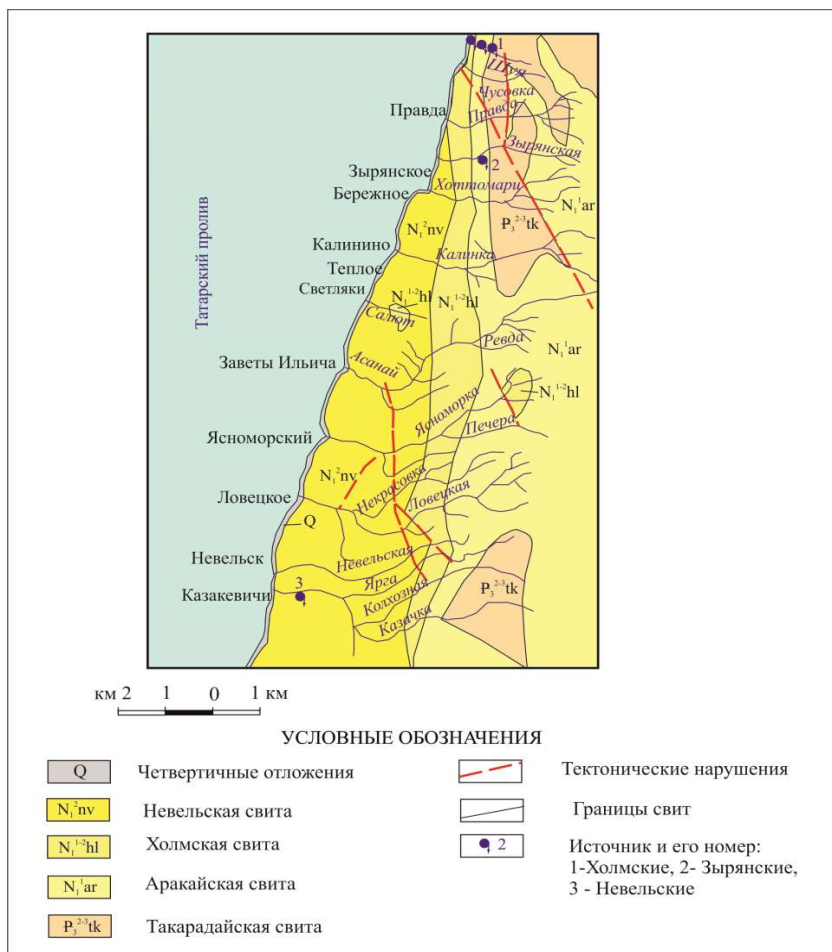


Рис. 47. Геологическая карта района расположения минеральных источников

Химический состав воды Зырянского источника

Показатель	В. В. Иванов, 12.07.1953 г.	В. М. Левченко, 13.09.1951 г.
T, °C	7,4	8,5
pH	8,0	7,0
Концентрация, мг/дм ³		
NH ₄ ⁺	0,4	–
Na ⁺ + K ⁺	44,9	35,4
Ca ²⁺	45,6	47,1
Mg ²⁺	5,7	9,1
Cl ⁻	22,5	127,5
SO ₄ ²⁻	89,7	81,9
HCO ₃ ⁻	134,2	30,1
H ₂ S	1,5	1,9
CO ₂	3,9	–
Формула химического состава	$M_{0,34} \frac{HCO_3 47 SO_4 40}{Ca 48 (Na + K) 42}$	$M_{0,33} \frac{Cl 45 SO_4 37}{Ca 50 (Na + K) 33}$

В составе растворенного газа преобладает азот – 78 %, углекислый газ – 20 %, при общем количестве газов 17,7 мг/дм³.

По химическому составу воды Зырянского источника относятся к сульфатно-гидрокарбонатному или сульфатно-хлоридному натриево-кальциевому типу, по составу газов углекисло-азотные.

Присутствие сероводорода и углекислого газа обуславливает потенциальную возможность пригодности воды для лечения опорно-двигательного аппарата, болезней желудка и кишечника.

&25. Холмские источники

Холмские источники расположены примерно в пяти километрах к югу от г. Холмска, вблизи села Серные Источники, в 75 м от дороги Холмск–Невельск (рис. 47).



Рис. 48. Место выхода Зырянского источника
(В. В. Иванов, 1954 г.)

Источники выходят в узком, глубоком каньонообразном ущелье реки Шуи, текущей к морю с западных склонов Западно-Сахалинского хребта. Склоны ущелья сложены сильнотрещиноватыми серыми песчаниками и глинистыми сланцами нижнемиоценового возраста.

Выходы воды источников приурочены к трещинам, параллельным напластованию песчаников. Представлены они многочисленными мелкими выходами по обоим берегам речки на протяжении 50–70 м. Часть источников выходит у самого уреза воды, некоторые расположены на высоте трех-пяти метров над руслом (рис. 49).

Дебиты отдельных источников составляли 0,15–0,4 л/с, температура воды источников – 6,5–7,7 °С. Суммарный дебит воды Холмских источников оценивался в 1,5 л/с.

По словам местных жителей, выше по течению речки, а также в соседних речках имеются еще выходы сероводородных источников.

На момент обследования в 1953 г. [16] наиболее крупный источник на левом берегу речки был огражден стеной, сложенной из натурального камня на цементном растворе, образовавшей небольшой бассейн. В 1973 г. [10] источник был огражден цементной стенкой, образующей нечто вроде плотины, в которую вставлена металлическая труба (рис. 49). По-видимому, источник использовался японцами для лечебных целей. По данным



Рис. 49. Главный Холмский источник
(слева по: В. В. Иванов, 1954 г.,
справа: по А. Б. Авдеева, 1973 г.)

А. Б. Авдеевой, вода использовалась местным населением в качестве лечебно-питьевой и для наружного применения. Для ванн ее носили в ведрах и подогревали.

Химический состав воды Холмских источников приведен в таблице 25.

Таблица 25

Химический состав воды Холмских источников

Показатель	В. В. Иванов, 12.07.1953 г.	В. В. Иванов, 29.08.1949 г.
T, °C	7,7	8,0
pH	8,0	7,8
Концентрация, мг/дм ³		
NH ₄ ⁺	–	0,5
Na ⁺ + K ⁺	92,0	57,9
Ca ²⁺	24,2	27,8
Mg ²⁺	8,1	13,5
Cl ⁻	115,6	94,5
SO ₄ ²⁻	20,0	26,3
HCO ₃ ⁻	134,0	112,7
Кремневая кислота	12,0	–
H ₂ S	10,7	6,3
CO ₂ св.	7,0	–
Формула химического состава	M _{0,42} $\frac{\text{Cl}55 \text{HCO}_3\text{37}}{(\text{Na} + \text{K}) 68 \text{Ca}21}$	M _{0,34} $\frac{\text{Cl}53 \text{HCO}_3\text{36}}{(\text{Na} + \text{K}) 50 \text{Ca}28}$

Гидрохимическое опробование источников, выполненное другими исследователями (В. М. Левченко, 1951 г.; А. Б. Авдеева, 1972 г.), показало близкие результаты.

В результате спектрального анализа в воде главного источника выявлены относительно повышенные концентрации цинка и кадмия (табл. 26) [10].

**Результаты спектрального анализа воды
Холмского источника**

Концентрация, мкг/дм ³						
Mo	Mn	Ni	Zn	Pb	Sb	Cd
0,02	1,75	0,08	70,0	0,16	0,05	50,0

Таким образом, вода в Холмских источниках слабоминерализованная, по химическому составу гидрокарбонатно-хлоридная, кальциево-натриевая, слабощелочная, слабосероводородная.

По гидрогеохимическому облику вода Холмских источников близка к водам курорта «Кемери», где они успешно применялись для лечения опорно-двигательного аппарата, болезней желудка и кишечника.

&26. Чеховский источник

Чеховский источник находится в 1,0–1,5 км севернее села Чехов Холмского городского округа, в двух метрах выше автомобильной дороги, ведущей в г. Томари.

Источник выходит из пород верхней части Невельской свиты неогена (N₁nv₂), представленных туфоагломератами с пластовыми дайками андезитов [16].

Выход воды источника приурочен к трещине в туфоагломератах, слагающих крутой склон побережья выше автодороги.

На момент обследования группой В. В. Иванова в 1953 г. источник был закреплен цементной облицовкой, вода из источника по железной трубе стекала вниз.

Дебит источника оценивался в 0,07 л/с. Температура воды – 8 °С.

Химические анализы воды приведены в таблице 27.

Судя по имевшемуся каптажу, вода из источника использовалась в бальнеологических целях.

Данные по химическому составу воды разнятся между собой. Наиболее вероятно, что результаты анализа за 1953 г. более достоверно отражают гидрогеохимический облик подземных вод, о чем свидетельствует присутствие сероводорода и углекислого газа.

По гидрогеохимическому облику вода Чеховского источни-

ка близка к водам курорта «Кемери». Применяются для лечения опорно-двигательного аппарата, болезней желудка и кишечника.

Таблица 27

Химические анализы воды Чеховского источника

Показатель	В. В. Иванов, 15.07.1953 г.	В. В. Иванов, 20.09.1951 г.
T, °C	8,0	8,0
pH	8,4	6,9
Концентрация, мг/дм ³		
Na ⁺ + K ⁺	94,9	79,6
Ca ²⁺	2,8	5,0
Mg ²⁺	4,0	1,0
Cl ⁻	56,7	53,2
SO ₄ ²⁻	28,8	2,5
HCO ₃ ⁻	109,8	135,4
CO ₃ ²⁻	36,0	–
H ₂ S	2,5	1,9
CO ₂ св.	7,0	–
Формула химического состава	$M_{0,34} \frac{HCO_3 39 SO_3 13 Cl 35}{(Na + K) 90}$	$M_{0,28} \frac{HCO_3 58 Cl 40}{(Na + K) 91}$

&27. Битарский источник

Битарский источник расположен в одном километре к северу от бывшего села Минерального, в 0,4–0,5 км от берега моря [16].

Район источника сложен породами Углегорской свиты, представленными чередующимися глинистыми сланцами и песчаниками, содержащими прослой углистых сланцев, растительных остатков и ископаемого торфа.

По данным Г. К. Невского (1948), в 1934–1935 гг. в районе естественного нефтепроявления, севернее села Минеральное, японцами были пробурены две скважины глубиной ориентировочно



Рис. 50. Место выхода Битарского источника (В. В. Иванов, 1954 г.)

200 м каждая. Одна из скважин вывела в небольшом количестве нефть и горючий газ, вторая скважина дала воду.

Исследованный в 1949 и 1953 г. источник выходил из небольшого углубления, напоминающего шурф, на участке, сложенным с поверхности техногенным грунтом. Предположительно, он представляет собой устье одной из скважин. Углубление было закреплено досками (рис. 50).

Вместе с водой из источника в небольшом количестве выделялась нефть, интенсивно выделялся газ.

Химический состав Битарского источника приведен в таблице 28.

Таблица 28

Химический состав Битарского источника

Показатель	В. В. Иванов, 15.07.1953 г.	В. В. Иванов, 31.08.1949 г.
T, °C	12,5	–
pH	7,65	7,8
Концентрация, мг/дм ³		
NH ₄ ⁺	2,0	–
Na ⁺ + K ⁺	83,2	82,5
Ca ²⁺	16,0	12,2
Mg ²⁺	2,2	6,1
Cl ⁻	126,3	13,5
SO ₄ ²⁻	11,5	6,5

Продолжение таблицы 28

Показатель	В. В. Иванов, 15.07.1953 г.	В. В. Иванов, 31.08.1949 г.
HCO_3^-	48,8	46,7
H_2SiO_3	10,4	–
HBO_2	8,3	–
Формула химического состава	$M_{0,31} \frac{\text{Cl}77 \text{HCO}_3 17}{(\text{Na} + \text{K}) 79 \text{Ca} 17}$	$M_{0,28} \frac{\text{Cl}81 \text{HCO}_3 16}{(\text{Na} + \text{K}) 77 \text{Ca} 12}$

Состав свободного газа в основном метановый (79,61 %) и азотный (19,44 %).

НЕВЕЛЬСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

&28. Амурские источники

Источники обследованы группой В. В. Иванова в 1953 г. Расположены в пределах полуострова Крильон, в 10–12 км к югу от г. Невельска и 8 км от побережья Татарского пролива, вверх по течению р. Амурская (бывш. р. Усини).

Район источников находится в южной части зоны антиклинальных складок западных отрогов Западно-Сахалинского хребта, сложенного породами палеогенового и неогенового возраста.

По сохранившимся японским данным, в 1935 г. на месте источников была пробурена скважина, которая на глубине 700 м вскрыла водоносный горизонт. Точное местонахождение скважины установить не удалось. Учитывая температуру источников, расчетная глубина подъема подземных вод (при нормальной средней геотермической ступени – 33–35 м) должна составлять 700 м.

На этом основании В. В. Ивановым было сделано предположение, что Амурские источники являются не чем иным, как разгрузкой подземных вод, поднимающихся с глубины по заваленному стволу скважины.

На момент обследования (1953 г.) группой В. В. Иванова были зафиксированы два теплых источника и многочисленные выходы газов (рис. 51).

Источник № 1 расположен на правом берегу р. Амурской, на расстоянии одного метра от берега реки. Вода выходит в виде двух грифонов из-под первой трассы высотой около 1,5 м из каналобразных отверстий в суглинистых отложениях. Основной грифон каптирован досками в виде деревянного желоба. Вода источника теплая, прозрачная, с легким запахом и привкусом сероводорода. Присутствие сероводорода подтверждается наличием характерных нитевидных студенистых осадков серы желтовато-белого цвета. В источнике и в русле реки в двух-трех метрах от него наблюдаются интенсивные выделения пузырьков горючего газа.

Температура воды основного грифона – 26,5 °С, второго грифона – 26,1 °С.

Дебит воды – примерно 0,5 л/с.

Источник № 2 расположен на левом берегу р. Амурской, напротив источника № 1, в пойме реки, в двух метрах от ее берега.

Вода выходит из суглинисто-галечных аллювиальных отложений. Наблюдается интенсивное выделение газа.

Температура воды – 23 °С, дебит незначительный.



Рис. 51. Выходы Амурских источников, № 1 – слева, № 2 – справа (В. В. Иванов, 1954 г.)

В 10 м от источника № 2, ниже по течению реки, в ее русле наблюдаются многочисленные выходы газа.

В 2017–2018 гг. источники обследованы группой Р. В. Жаркова. Выполнено описание выходов источников и отобраны пробы воды и газа на химические анализы [4].

Амурские термальные источники, как и 65 лет назад, расположены в пойме р. Амурская. По результатам обследования 2017–2018 гг. можно выделить термальный источник № 1, соответствующий описанию В. В. Иванова. Источник № 1 на правом берегу реки в двух-трех метрах от уреза воды (в летнюю межень) представляет собой сплошной выход гидротерм вдоль реки на протяжении нескольких метров. Два основных выхода гидротерм расположены у подошвы первой речной террасы. Один выход характеризуется более значительным дебитом, температура воды в марте 2017 г. составляла 28,3 °С, в августе 2018 г. достигала 30 °С. В русле этого выхода обильно развиты сине-зеленые нитчатые водоросли с отложениями желтовато-белой серы. Ближе к урезу реки находится

еще один выход гидротерм, представленный воронкой диаметром 80 см и глубиной 30 см, со дна воронки идет интенсивное выделение газов. Температура воды в воронке в августе 2018 г. достигала 30,2 °С, а в марте 2017 г. воронка была полностью залита речной водой. На правом берегу реки, в нескольких метрах восточнее и западнее источника № 1, также отмечаются малодебитные выходы гидротерм с выделением газов, в потоках теплой воды развиваются сине-зеленые нитчатые водоросли. Со дна реки в районе этой группы термальных выходов, как и 65 лет назад, наблюдаются интенсивные выходы газов.

Химический состав воды приведен в таблице 29.

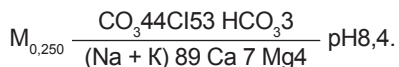
Таблица 29

Химический состав воды Амурских источников (мг/дм³)

Показатель	Ист. № 1 (Иванов, 1954; 01.10.1953 г.)	Ист. № 1 (Жарков Р. В., 2018; 25.03.2017 г.)	Ист. № 3 (Жарков Р. В., 2018; 25.03.2017 г.)
T, °C	26,5	28,3	18,0
pH	8,4	9,3	9,2
Концентрация, мг/дм ³			
Na ⁺	148,3	166	205
K ⁺	–	0,3	0,4
Ca ²⁺	9,4	0,4	0,3
Mg ²⁺	3,6	< 0,2	< 0,2
Cl ⁻	136	122	152
SO ₄ ²⁻	2,0	0,4	0,7
NO ₃ ⁻	–	< 0,05	< 0,05
HCO ₃ ⁻	12,2	92,0	136,0
CO ₃ ²⁻	96,0	66,0	80,0
Br ⁻	–	0,4	0,5
F ⁻	–	6,2	6,1
Li ⁺	–	< 0,005	< 0,005

По химическому составу вода Амурских источников хлоридно-гидрокарбонатная натриевая, щелочная, возможно, слабосероводородная, пресная, термальная.

Характерная формула химического состава:



Согласно ГОСТ Р 54316-2011, вода Амурских источников относится к I гидрокарбонатной натриевой группе, наиболее близка к Эссентукскому горному типу минеральных вод. Назначение воды – столовая. Однако с большой долей вероятности можно ожидать, что при корректном гидрогеохимическом опробовании в воде будет обнаружен сероводород. В этом случае назначение воды станет лечебно-столовым.

Кроме того, повышенная температура воды обуславливает ее потенциальную бальнеологическую полезность при наружном применении.

&29. Невельские источники

Невельские источники находятся на территории Невельского городского округа, на расстоянии около двух километров от устья реки Казачки [16] (рис. 47).

Сведения об источниках приводятся в работах В. Н. Винюкова (1951 г.), В. М. Левченко (1952 г.), В. В. Иванова (1954 г.).

Невельские источники расположены в сводовой части Невельской антиклинали, приурочены к контакту пород Холмской и Невельской свит.

Невельские источники находятся как на правом, так и на левом берегу реки Казачки на протяжении 100–200 м вдоль по склону [16]. Всего насчитывалось 14 источников, из них шесть источников – на правом берегу, восемь источников – на левом.

В. В. Ивановым площадь выхода источников была разделена на три участка.

В пределах первого участка выходят источники № 1–5. Они расположены вдоль склона на правом берегу реки, в 10–15 м от уреза воды, в пяти-шести метрах от автодороги, проходящей по надпойменной террасе. Выходы воды приурочены к щелочистым делювиальным образованиям (рис. 52).

Дебиты источников составляли 0,1–3,5 л/с, температура воды – 11,2–11,5 °С (02.09.1953 г.). Суммарный дебит группы источников оценивался в 10 л/с.



Рис. 52. Выход одного из Невельских источников на правом берегу р. Казачки

На втором участке выходил один источник № 6, расположенный на правом берегу реки в 100 м к западу от источника № 5. Дебит источника – около 0,3–0,4 л/с, температура воды – 9,5 °С.

Третий участок расположен на левом берегу реки напротив первого участка, почти у самого уреза воды. Дебит источников составлял 0,1–2,0 л/с, температура воды – 10,3–11,4 °С. Суммарный дебит группы источников оценивался в 4,0 л/с.

Все источники являются слабосероводородными. Наличие сероводорода подтверждается не только химическими анализами, но и характерным запахом и нитевидными осадками серы серовато-белого цвета.

Химический анализ воды приведен в таблице 30.

По макрокомпонентам химический состав воды в источниках примерно одинаковый. Также близки концентрации сероводорода. Значительная разница в значении рН, очевидно, обусловлена некорректностью выполнения анализов, так как, по утверждению самих авторов, промежуток времени между отбором проб и аналитическими работами составлял около 30 суток.

Тем не менее приведенные данные дают представления о бальнеологических свойствах воды Невельских источников. По хи-

мическому составу воды источников хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, слабосероводородные, пресные, холодные. Вода с подобными свойствами применяется для лечения опорно-двигательного аппарата, болезней желудка и кишечника.

Таблица 30

Химический анализ воды Невельских источников

Показатель	В. В. Иванов, 1954 г.		В. М. Левченко, 1951 г.	
	Источник № 2	Источник № 7	Источник на левом берегу реки	Источник на правом берегу реки
T, °C	11,2	10,9	10,0	11,5
pH	8,4	8,4	6,8	6,8
Концентрация, мг/дм ³				
Na ⁺ +K ⁺	104,4	110,1	82,8	75,2
Ca ²⁺	6,2	7,6	8,0	5,4
Mg ²⁺	1,8	2,8	1,8	0,9
Cl ⁻	35,4	99,2	52,7	37,2
SO ₄ ²⁻	2,0	< 2,0	10,3	7,8
HCO ₃ ⁻	195,2	109,8	149,5	146,4
CO ₃ ²⁻	24,0	24,0	—	—
H ₂ S	Не обнаружено	3,4	4,3	5,3
Формула химического состава	$M_{0,37} \frac{HCO_3 64 Cl 20}{(Na + K) 91}$	$M_{0,35} \frac{Cl 52 HCO_3 33}{(Na + K) 89}$	$M_{0,3} \frac{HCO_3 59 Cl 36}{(Na + K) 87}$	$M_{0,27} \frac{HCO_3 66 Cl 29}{(Na + K) 90}$

Источники, по-видимому, использовались японцами в лечебных целях. Об этом свидетельствовала заброшенная бетонированная ванна размером 1,5 на 3,0 м, расположенная в 90–100 м к западу от источника № 5.

АНИВСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

&30. Минеральная вода «Анивская»

Минеральные йодные борные хлоридные натриевые воды приурочены к Анивскому участку Мандариновского месторождения. Участок расположен в Анивском городском округе Сахалинской области на правом берегу р. Лютоги в предгорьях Таранайского хребта, в 1,4 км юго-восточнее пос. Огоньки [17] (рис. 53).

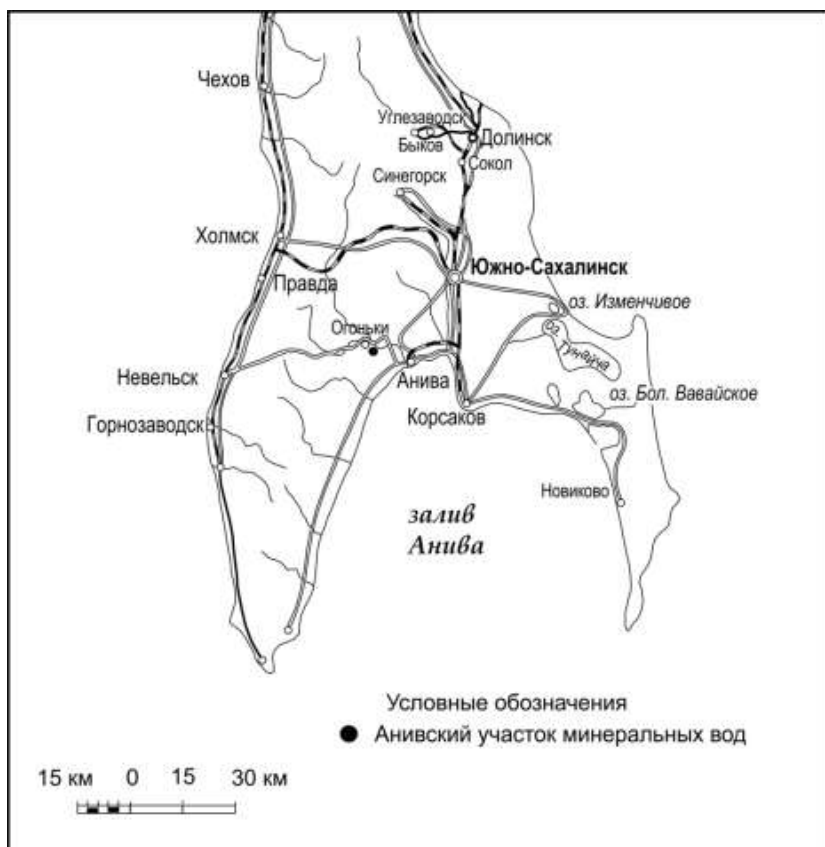


Рис. 53. Схема расположения Анивского участка Мандариновского месторождения минеральных вод

Основанием для проведения работ были результаты исследований перспектив на нефть и газ и промышленные йодо-бромные воды. Имейшиеся материалы позволяли считать эту территорию перспективной для поисков лечебно-питьевых йодо-бромных вод.

В 1975–1977 гг. Сахалинской гидрогеологической партией Южно-Сахалинской геолого-разведочной экспедиции на Мандариновском месторождении выбран и разведан «Анивский» участок минеральных хлоридных натриевых вод для бутылочного разлива.

Мандариновское месторождение в структурном отношении приурочено к Анивской приразломной зоне Крильон-Холмского сложного антиклинального поднятия, сложенного полускальными неогеновыми, палеогеновыми и верхнемеловыми отложениями. В гидрогеологическом отношении месторождение расположено в пределах Татарского адартезианского бассейна трещинных вод.

Продуктивный водоносный комплекс сложен среднемиоценовыми отложениями невеличской свиты, представленной переслаиванием туфогенных песчаников, алевролитов, туффитов и туфов (рис. 54). Разведан комплекс до глубины 500 м. Уровни воды в скважинах устанавливаются на 0,4–6,2 м выше поверхности земли, сезонная амплитуда их колебания составляет около 1,2 м.

Опытно-эксплуатационная откачка (скв. № 8-бис) общей продолжительностью 4,7 месяца проведена в три этапа с дебитами 0,06; 0,09; и 0,12 л/сек при понижениях соответственно 41,72, 61,88, и 61,28 м. Откачка на всех этапах закончена при установившемся режиме фильтрации и практической стабилизации гидрохимических показателей.

Минеральные воды Анивского участка, полученные из интервала глубин 50–500 м, хлоридные натриевые, йодные, борные среднеминерализованные нейтральные или слабощелочные холодные метановые типов «Урсдон» (Северная Осетия), «Минская» (Беларусь), «Друскининкай» (Литва). Содержание основных компонентов химического состава в воде Анивского участка приведено в таблице 31.

Таблица 31

**Содержание основных компонентов
химического состава в воде Анивского участка**

Наименование компонентов	Пределы колебаний концентрации, мг/дм ³
Общая минерализация	8699–10023

Продолжение таблицы 31

Наименование компонентов	Пределы колебаний концентрации, мг/дм ³
Сухой остаток при t = 105 °С	8540–10004
Хлориды	4893–5814
Сульфаты	Не обнаружено
Гидрокарбонаты	211–389
Карбонаты	0,0–60,0
Нитраты	Не обнаружено
Нитриты	Не обнаружено
Литий	0,3–1,4
Калий	17,8–23,4
Натрий	3020–3600
Аммоний	11,0–16,8
Кальций	86–127
Магний	32–55
Железо закисное	0,0–4,6
Железо окисное	0,0–5,3
рН	6,9–7,9
Окись кремния	19,6–40,0
Свободная углекислота	Не обнаружено
Окисляемость, мгО ₂ /дм ³	3,9–6,8
Бром	12,1–22,1
Йод	10,7–17,5
Бор	56,5–76,1
Метаборная кислота	228,8–308,2
Марганец	0,08–0,21



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Q_{iv}** Водонасыщенный комплекс современных отложений. Пески, глины, галечники, супеси, суглинки
 - N_{mr}** Водонасыщенный комплекс верхнемиоцен-плиоценовых отложений маруямской свиты. Конгломераты и песчаники с прослоями алевролитов
 - N_{nv}** Водонасыщенный комплекс среднемиоценовых отложений невеличской свиты. Алевролиты, туфо-алевролиты, песчаники, туфы
 - N_{hl}** Водонасыщенный комплекс нижне-среднемиоценовых отложений холмской свиты. Алевролиты, туфо-алевролиты, туффиты, туфы
- Скважины
- 2 ○ структурные и структурно-поисковые
 - 3 ● структурные и структурно-поисковые без водопроявлений
 - 9 ○ поисковые на минеральные воды
- 1-1 — линия геолого-гидрогеологического разреза территории населенных пунктов
- Тектонические нарушения
- достоверные
 - - - предполагаемые
 - · - под четвертичными отложениями
- Анивский участок разведки водозабора минеральных вод

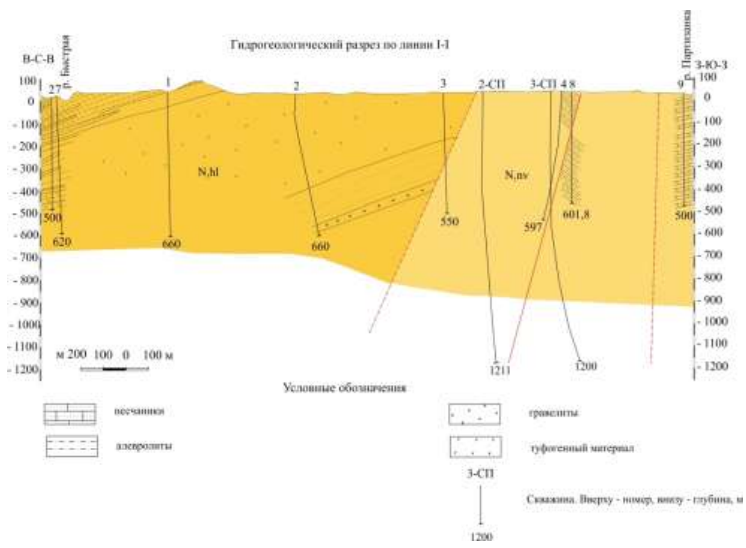


Рис. 54. Геологическая карта Мандариновской площади

Продолжение таблицы 31

Наименование компонентов	Пределы колебаний концентрации, мг/дм ³
Барий	0,0–1,7
Медь	0,0 – следы
Цинк	0,0 – следы
Свинец	Не обнаружено
Никель	Следы
Кобальт	0,0 – следы
Ртуть	Не обнаружено
Алюминий	0,0–0,6
Титан	Не обнаружено
Мышьяк	Не обнаружено
Ванадий	Не обнаружено
Фосфор	Следы – 0,13
Фтор	0,3–0,7
Хром	0,0 – следы
Селен	Не обнаружено
Уран	Не обнаружено
Нафтеновые кислоты	0,0–0,6
Гуминовые кислоты	0,0–0,2
Азот органический	0,3–1,91
Углерод органический	0,0–16,0
Фенолы	Следы
Газовый состав в объемных процентах: Метан Углекислый газ Кислород	94,6–97,3 0,3–0,8 Не обнаружено

Окончание таблицы 31

Наименование компонентов	Пределы колебаний концентрации, мг/дм ³
Цветность	Без цвета
Прозрачность	Слегка опалесцирует
Температура на устье, °С	8,0–10,3
Осадок	Незначительный
Бактериологический анализ: колититр микробное число	333 0

Эксплуатационные запасы оценены гидравлическим методом по категории «В» в количестве 9,5 м³/сут по состоянию изученности на 1 сентября 1977 г. Утверждены ТКЗ ПГО «Сахалингеология», протокол 33 от 19 мая 1978 г.

Таблица 32

Утвержденные запасы минеральной воды «Анивская»

Тип воды	Особенности состава воды			Запасы воды до категории «В», м ³ /сут	Обоснование запасов
	минерализация, г/дм ³	йод, мг/дм ³	метаборная кислота, мг/дм ³		
Йодная, борная, хлоридная натриевая, средней минерализации, холодная	9–9,5	15–17	285–305	9,5	4,7-месячная опытно-эксплуатационная откачка в 1976–77 гг.

Прирастить запасы не представляется возможным из-за сложности природных условий и, главное – из-за ничтожно малых значений фильтрационных свойств, резко не выдержанных в изученной толще пород трещинного коллектора, подводящего минеральные воды.

Принято, что обеспеченность восполнения эксплуатационных

запасов минеральных вод «Анивского» участка на неограниченный во времени период водопотребления будет обеспечена сработкой части упругих запасов месторождения, имеющего упруговодонапорный режим водоносной системы.

Вода Мандариновского месторождения под названием «Сахалинская № 1» использована в качестве эталонной в ГОСТ Р 54316–2011. Группа минеральной воды ХХХв хлоридная натриевая, йодная, бромная. Тип – Анивский. Назначение воды – лечебная. Медицинские показания по применению: хронический гастрит с нормальной и пониженной секреторной функцией желудка, болезни кишечника (синдром раздраженного кишечника, дискинезия кишечника), болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, болезни обмена веществ (сахарный диабет, ожирение, нарушение солевого и липидного обмена).

КОРСАКОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ

&31. Чапаевское месторождение минеральных вод

Чапаевское месторождение минеральных вод находится в Корсаковском районе Сахалинской области, расположено в долине реки Комиссаровки на правом берегу на первой надпойменной террасе, в 100 м к югу от крайних домов поселка Чапаево (рис. 55).

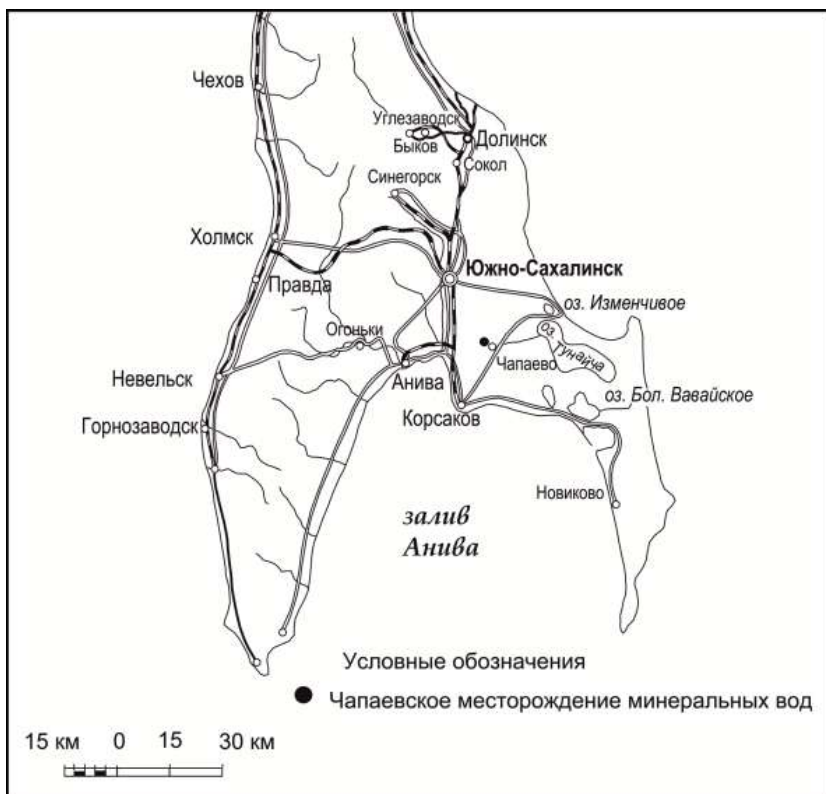


Рис. 55. Схема расположения месторождения «Чапаевское»

История открытия месторождения. Месторождение было открыто случайно. В 1990 г. в процессе поисков пресных подземных вод для водоснабжения пос. Чапаево в его окрестностях было пробурено несколько скважин, которые вскрыли монолитные коренные породы и оказались практически безводными. Только две скважины № 280 и 270 (рис. 56) вскрыли трещинные коллекторы и имели высокие дебиты 5,6–10 л/с при понижениях, соответственно, 3–7 м. Химический состав воды из скважин показал ее соответствие ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». Скважины были запитаны в сеть, вода поступала в поселок и использовалась для хозяйственно-питьевых целей. Довольно быстро минерализация воды в скважине № 270 увеличилась до 2,9 г/дм³, и она стала непригодной для хозяйственно-питьевого использования. Вода в скважине № 280 осталась пресной до настоящего времени. Иногда минерализация в скважине повышается до критического уровня, что обуславливается изменением баланса пресных и минерализованных вод в дебите скважины.

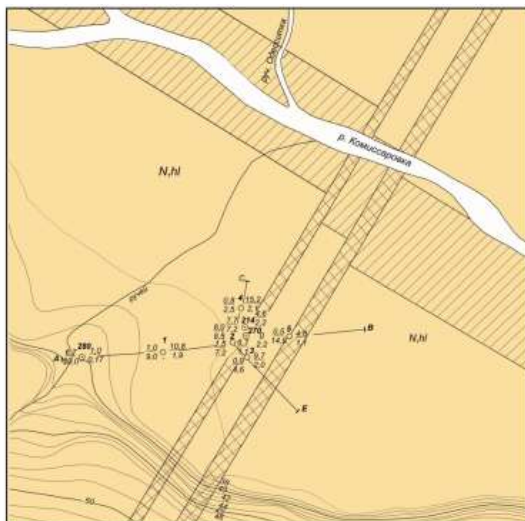
Результаты химического анализа воды из скв. № 270 были направлены во Всесоюзный научный центр медицинской реабилитации и физической терапии, откуда пришло заключение за подписью профессора Л. Ф. Николаевой о том, что «...в соответствии с ГОСТ 13273-88 данная вода относится к питьевым лечебным (по уровню концентрации бора), которая может быть рекомендована к внутреннему применению в санитарных учреждениях и для разлива. Показания к применению: хронические гастриты с нормальной, повышенной и пониженной секреторной функцией желудка, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, хронические колиты и энтероколиты, хронические заболевания печени и желчевыводящих путей, хронические панкреатиты, болезни обмена веществ...» На основании этого заключения властями было принято решение об использовании воды из скважины № 270 в качестве минеральной.

В 1993–1997 гг. специалистами ОАО «Сахалинская гидрогеологическая экспедиция» выполнены работы по оценке эксплуатационных запасов минеральных вод [20].

По результатам работ ТКЗ при «Сахалингеолкоме» утверждены балансовые эксплуатационные запасы минеральных гидрокарбонатных натриевых борных вод, пригодных для лечебно-столового применения в количестве 100 м³/сут по категории «В» и 820 м³/сут по категории «С₂».

Краткие сведения о месторождении. Непосредственно на участке месторождения развиты два водоносных комплекса (рис. 56):

- 1) водоносный комплекс четвертичных отложений (Q);



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. Водоносные комплексы

Н.Н. Водоносный комплекс неогеновых отложений земной коры (пудрокарбонат, пудрокарбонат, песчанки, аргиллиты, аргиллиты)

II. Водоупоры

270 Силуриты
8,5 Рельефная
0,5 Неодолговременная
14,3 Наблюдательная

Шрифты: внутри - номер скважины, слева и в центре - глубина, пос. и в центре - толщина, вправо и в центре - статистическая оценка (от поверхности, и в направлении - выработка, и др.)

III. Прочие знаки

Зона тектонической нарушения

с прямой обводой

с поперечной обводой

Линия разреза

На разрезах

Литологический состав пород

песчанки	суглинки
аргиллиты	валун с песчанкой и суглинками
аргиллиты	аргиллиты

Связка с интервалом обводности

Шрифты: внутри - номер скважины, внутри - глубина, и слева и в центре - объем, пос. и в центре - толщина, и у отрыва - статистическая оценка от поверхности земли, и

Интервал установки рабочей части фильтра
 15,2
 0,02
 3,9
 100

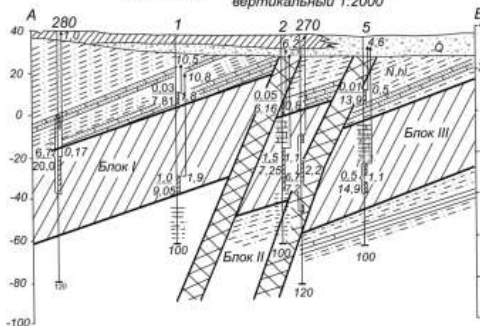
Водоносный элемент (метрологическая оценка) (суглинки, аргиллиты, валун с песчанкой и суглинками, аргиллиты)

Гидрогеологическая карта месторождения минеральных вод



Разрез по линии А-В

Масштабы: горизонтальный 1:2000
 вертикальный 1:2000



Разрез по линии С-Е

Масштабы: горизонтальный 1:2000
 вертикальный 1:2000

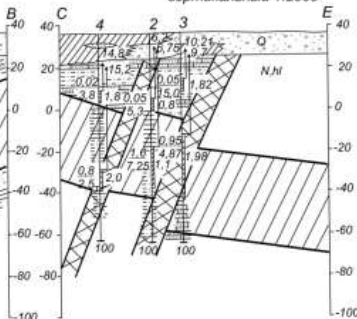


Рис. 56. Гидрогеологическая карта месторождения минеральных вод «Чапаевское»

2) водоносный комплекс миоценовых отложений холмской свиты (N_1hl).

Водоносный комплекс четвертичных отложений распространен на всей территории месторождения, имеет мощность до 12 м, представлен плотными суглинками, гравием, галькой с песчаным и супесчаным заполнителем.

Водоносный комплекс миоценовых отложений холмской свиты (N_1hl) распространен по всей территории месторождения. Комплекс изучен до глубины 120 м. В интервале 0–40 м вне зоны тектонических нарушений представлен преимущественно разнозернистыми плотными алевролитами и крепкими песчаниками. Фильтрационные свойства пород низкие, дебиты скважин изменяются от 0,01 до 0,05 л/с при понижениях от 3 до 15 м. Статические уровни устанавливались на глубине 6–14 м от поверхности земли.

Воды используются в индивидуальном порядке для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В зонах тектонических нарушений фильтрационные свойства пород значительно повышаются.

Разрывная тектоника играет основную роль в формировании Чапаевского месторождения минеральных вод. На участке месторождения выделены три тектонических нарушения позднего миоцен-плиоценового возраста.

Субширотное нарушение надвигового типа установлено дешифрированием аэрофотоснимков масштаба 1:50000 и заверено разведочными скважинами. Зона разлома выходит на поверхность в долине реки Комиссаровки в виде полосы шириной 70 м. По результатам бурения установлено, что нарушение представлено зоной дробления мощностью до 40 м. В пределах этой зоны песчаники и алевролиты интенсивно передроблены – в западной части до брекчии, состоящей из дресвы и щебня с песчаным и супесчаным заполнителем, в восточной части – до милонита.

Вторая система нарушений субмеридионального простирания представлена двумя параллельными крутопадающими на юго-запад взбросами. Они являются более молодыми, осложняют субширотный разлом и разбивают приуроченную к нему зону дробления на три блока.

Влияние разрывной тектоники на формирование месторождения заключается в следующем. Зона дробления субширотного разлома неоднородна в пределах участка. Блок I сложен интенсивно трещиноватыми породами; в блоке II трещиноватость пород высокая, но отдельные трещины заполнены кальцитом и глинистым материалом; в блоке III породы в зоне разлома перетерты до ми-

лонита. По-видимому, под воздействием меридиональных взбросов зона дробления субширотного надвига на отдельных участках (блоки I, II) испытывала растяжение, что вызвало разуплотнение пород и увеличение ее проницаемости. Таким образом, оба разлома меридионального простирания выполнены интенсивно трещиноватыми породами и являются активными в гидрогеологическом отношении.

Наиболее благоприятные условия для скопления подземных вод отмечаются в зонах сочленения разломов.

Пробные откачки показали следующие результаты. При опробовании водоносного комплекса отложений холмской свиты вне зон тектонических нарушений (интервал 0–40 м) во всех скважинах отмечены незначительные притоки подземных вод. Дебиты изменялись от 0,01 (скв. № 5) до 0,05 л/с (скв. № 2, 3) при понижениях уровня 13,9–15,1 м, удельные дебиты – 0,001 и 0,01 л/с*м. Тектоническое нарушение субмеридионального простирания опробовано скважинами № 3 и 4. Дебиты составили 0,8–0,95 л/с при понижениях соответственно 2 и 4,9 м, удельные дебиты – 0,32 л/с*м и 0,125 л/с*м. Субширотное нарушение опробовано скважинами № 1 и 2. Дебиты откачек составили 1,0 и 1,6 л/с при понижениях соответственно 9,5 и 7,25 м, удельные дебиты – 0,11 и 0,21 л/с*м.

Опытно-эксплуатационная откачка из скважины № 270 с дебитом 10 л/с была начата при работающей скважине № 280, из которой осуществлялся забор пресной воды с дебитом 4–6 л/с. На откачку отреагировали все наблюдательные скважины. За время откачки (47 сут.) стабилизации уровней в центральной и наблюдательных скважинах достигнуто не было. Понижение уровня в центральной скважине на момент прекращения работы составило 16,5 м. Опытно-эксплуатационной откачкой подтверждена высокая водообильность участка. Результаты обработки откачки графоаналитическим методом и характер развития депрессионной воронки позволяют сделать вывод, что гидродинамические условия участка отвечают схеме «пласт – полоса». Реакция наблюдательных скважин № 2, 3 на остановку работы скважины № 280 свидетельствует о том, что скважинами № 280 и 270 каптирован один водоносный комплекс и они находятся в тесном гидродинамическом взаимодействии.

Формирование химического состава. В неогеновых отложениях ниже зоны активного водообмена распространены седиментационные воды морского генезиса, имеющие хлоридный натриевый состав и минерализацию до 20 г/дм³. Гидрокарбонат-ион в водах месторождения, видимо, формируется в условиях углекислого выщелачивания при высокой карбонатности вулканогенно-осадочных

пород, происхождение бора является термометаморфическим. Первоначально внесенный вулканическими процессами в песчано-глинистые породы бор впоследствии при достаточно высокой температуре, сопровождаемой выделением углекислоты, оказался частично выщелоченным из пород. На месторождении установлена прямая связь между содержанием бора и минерализацией (рис. 57).

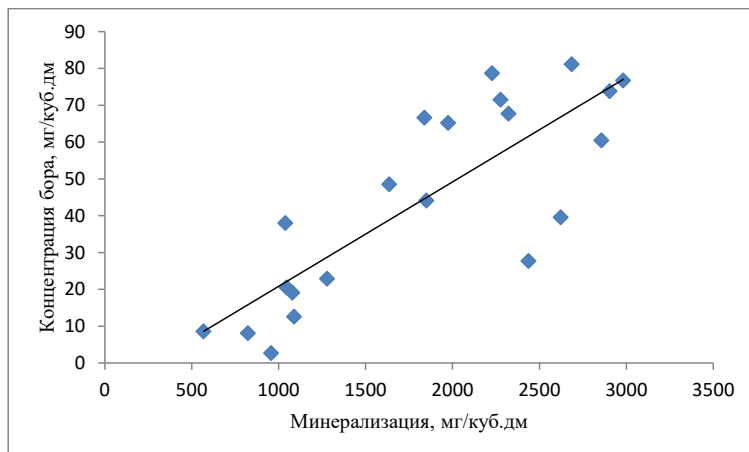
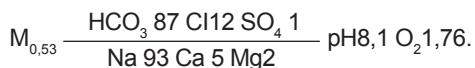


Рис. 57. График зависимости концентрации бора в воде от минерализации

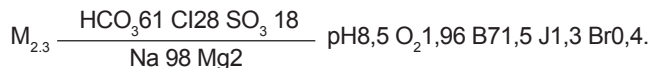
Месторождение относится к типу «гидроинжекционных» и сформировано в результате внедрения минерализованных вод по зоне разлома субмеридионального простирания в пресные воды, циркулирующие в четвертичных отложениях и тектоническом нарушении субширотного простирания.

Пресные воды в зоне разлома вскрыты скважиной № 280. Вода прозрачная, без цвета, без запаха, холодная. Минерализация воды изменяется от 0,53 до 1 г/дм³. Воды гидрокарбонатные натриевые, слабощелочные (рН 8,1–8,9), очень мягкие (общая жесткость 0,45–1,05 мг-экв/дм³).

Типичная формула ионного состава:



Минеральные воды опробованы в интервале от 40 до 100 м. Вода прозрачная, холодная, без цвета, со слабым неопределенным запахом. По составу хлоридно-гидрокарбонатная, натриевая с повышенным содержанием бора. Типичная формула ионного состава:



Воды очень мягкие (общая жесткость – 0,25–0,97 мг-экв/дм³), слабощелочные (рН 8,6–8,9).

Пределы содержания основных химических компонентов по скв. № 270, приведены в таблице 33.

Таблица 33

Содержание основных химических компонентов в воде скв. № 270

Наименование	Ед. изм.	Содержание	
		от	до
Общая минерализация	мг/дм ³	1636,3	2721,7
HCO ₃ ⁻	мг/дм ³	825,0	1726,9
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	3,7	26,7
Cl ⁻	мг/дм ³	124,0	282,0
Ca ²⁺	мг/дм ³	3,0	22,45
Mg ²⁺	мг/дм ³	2,8	7,0
Na ⁻ + K ⁻	мг/дм ³	535,4	807,9
В H ₃ BO ₃	мг/дм ³	48,6	81,1
	мг/дм ³	220,0	420,0
J	мг/дм ³	0,8	1,3
SiO ₂	мг/дм ³	10,4	21,6
Общая жесткость	мг-экв/дм ³	0,42	1,6
рН	мг/дм ³	8,4	8,7
Окисляемость	мгO ₂ /дм ³	2,92	3,57

Микрокомпонентный состав вод исключительно бедный. Максимальное содержание микроэлементов скв. № 270 приведено в таблице 34.

Таблица 34

Содержание микрокомпонентов в воде скв. № 270

Наименование	Содержание, мг/дм ³	
	предельное по ГОСТ 41-05-236-86	Скв. № 270
Mn	00,6	0,041
Ti	0,1	0,213
V	0,4	0,002
Cu	0,05	0,002
Ni	–	0,005
Zn	1,0	0,049
Pb	0,03	0,005
Zr	–	0,065
Li	5	0,0418

Барий, бериллий, тантал, ниобий, индий, олово, вольфрам, кобальт, серебро, висмут, кадмий, ртуть, сурьма, галлий, германий, гафний, лантан, церий, теллур, золото, иттрий, скандий, фосфор в воде не обнаружены.

В процессе проведения опытно-эксплуатационных исследований при различных режимах водоотбора какого-либо заметного изменения в химическом составе вод не наблюдалось, на основании чего был сделан вывод о стабильности качества воды при последующей эксплуатации месторождения. Однако, по утверждению потребителей, в процессе эксплуатации отмечаются значительные колебания минерализации и химического состава воды как в скважине № 280 («пресная»), предназначенной для хозяйственно-бытового водоснабжения, так и в скважине № 270 – минеральной. В скважине № 280 в меженные периоды вода иногда приобретает солоноватый вкус, а в скважине № 270 в паводки ощутимо понижается минерализация, в меженные периоды вода становится горько-

ватой на вкус. Таким образом, выводы о стабильности химического состава подземных вод не подтверждаются.

&32. Лечебные грязи озера Изменчивого

Месторождение лечебных грязей приурочено к лагунному озеру Изменчивое, расположенному на побережье залива Мордвинова, в 45 км от г. Южно-Сахалинска.

Летом 1974 г. специализированной комплексной гидрогеологической партией конторы «Геоминвод» Центрального научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии была проведена детальная разведка грязевых ресурсов озера Изменчивое и разработаны рекомендации по его эксплуатации [13].

Общая площадь водосбора озера – 12,9 км². Рельеф водосбора холмистый, склоны холмов пологие. Грунты водосборной площади хорошо задернованы, супесчаные, суглинистые, в понижениях и на низких террасах увлажненные. По понижениям, небольшим долинам, происходит сток в озеро поверхностных дождевых и талых вод. К долинам приурочены также разгрузка грунтовых вод и поверхностные водотоки. Собственно озеро Изменчивое занимает тектоническую впадину овальной формы. Берега пологие, слабо-изрезанные, сложены щебенкой, среднезернистым песком.

Площадь озера – 8,6 км², длина береговой линии – 11,5 км, длина озера – 4,35 км, наибольшая ширина – 2,75 км (средняя – 1,88 км). С Охотским морем озеро соединяется протокой шириной 100–150 м, длиной 250 м. Максимальная глубина протоки при низкой воде – 1,8–2,5 м. Максимальная глубина озера при низкой воде – 5,5 м, при высокой полной воде – 6,1 м. Средняя глубина соответственно 3,6 и 3,8 м. Распределение глубин в озере достаточно равномерное, максимальные глубины приурочены к его северо-западной части (рис. 58).

По водному балансу озеро Изменчивое относится к сточным водоемам.

Питание происходит в основном морскими водами, за счет атмосферных осадков и поверхностных водотоков. Сток воды из озера происходит в море во время отливов. При наличии протоки между озером и морем преобладающее значение имеет морское питание.

Вода в озере соленая, причем отмечается почти полная гомогинность по глубине и по акватории.

Типичная формула химического состава воды в озере Изменчивое:

$M_{32,5} \frac{Ca_{190} SO_4}{(Na + K) 79 Mg 18} pH 7,2 (09.08.1974 \text{ г.})$

По минерализации и химическому составу вода озера Изменчивое близка к морским водам.

По данным зондировочного бурения 1974 г., донные отложения озера Изменчивое представлены песками разномерными, каме-

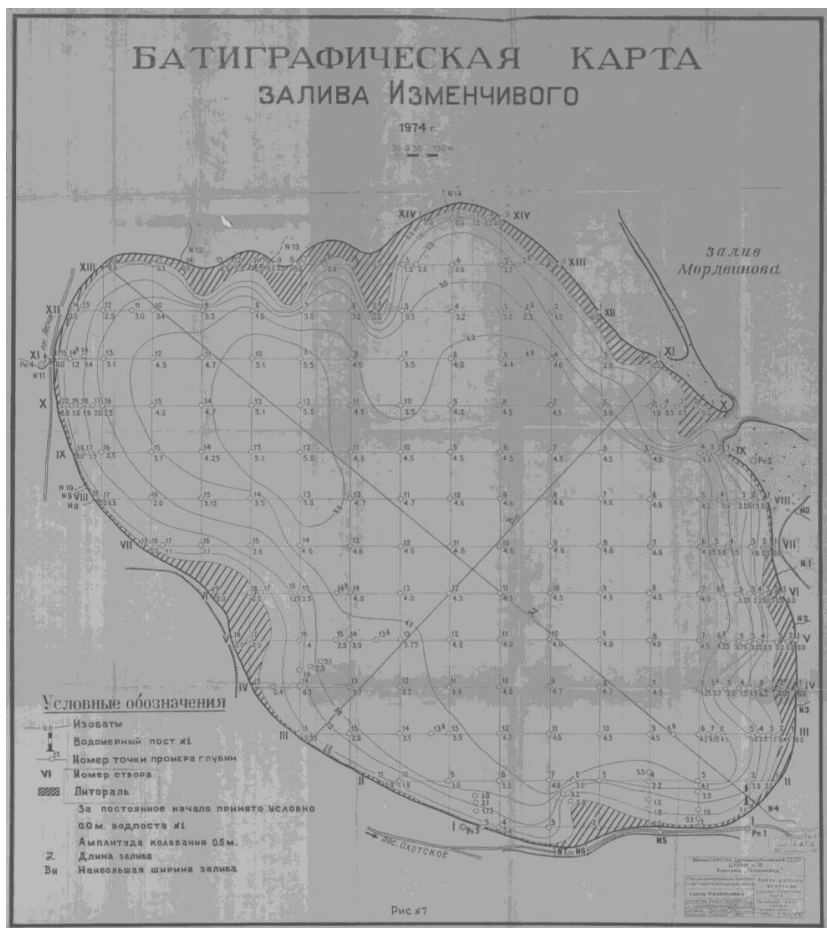


Рис. 58. Батиметрическая карта озера Изменчивое

нистыми отложениями, песчанистыми илами и глинистыми илами (рис. 59, 60).

Из обнаруженных в озере донных отложений только черные илы отвечают требованиям, предъявляемым к пелоидам (лечебным грязям). Они представляют собой однородную пластичную массу. Влажность черных илов – 50–67 %, удельный вес – 1,3–1,4 г/см³,

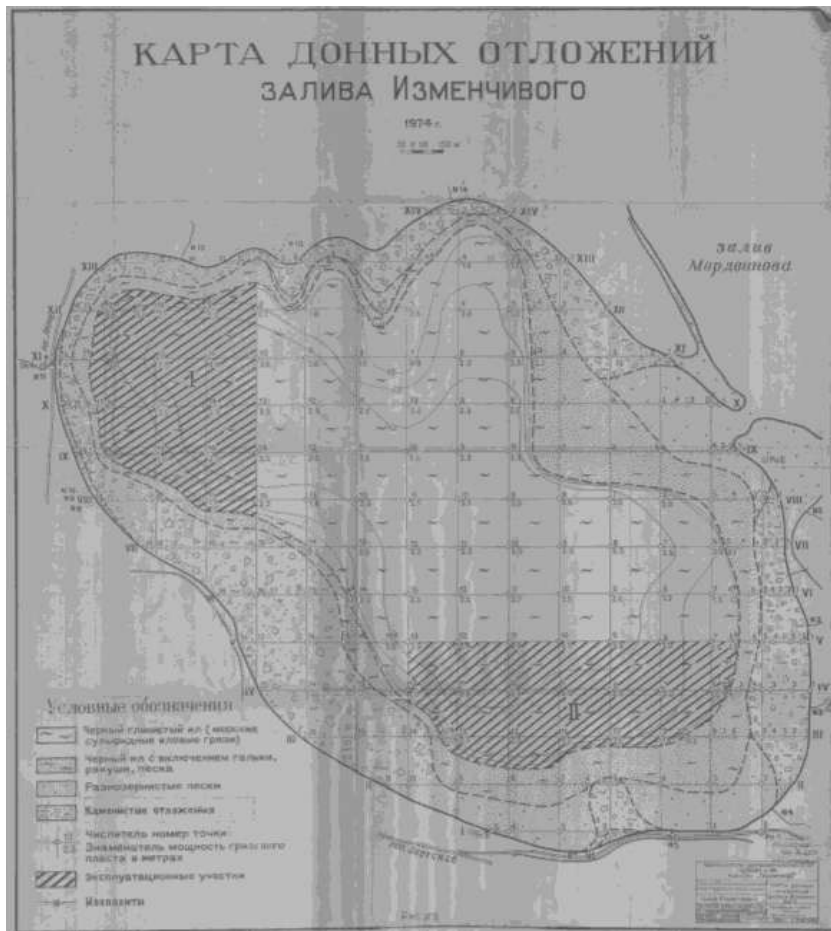
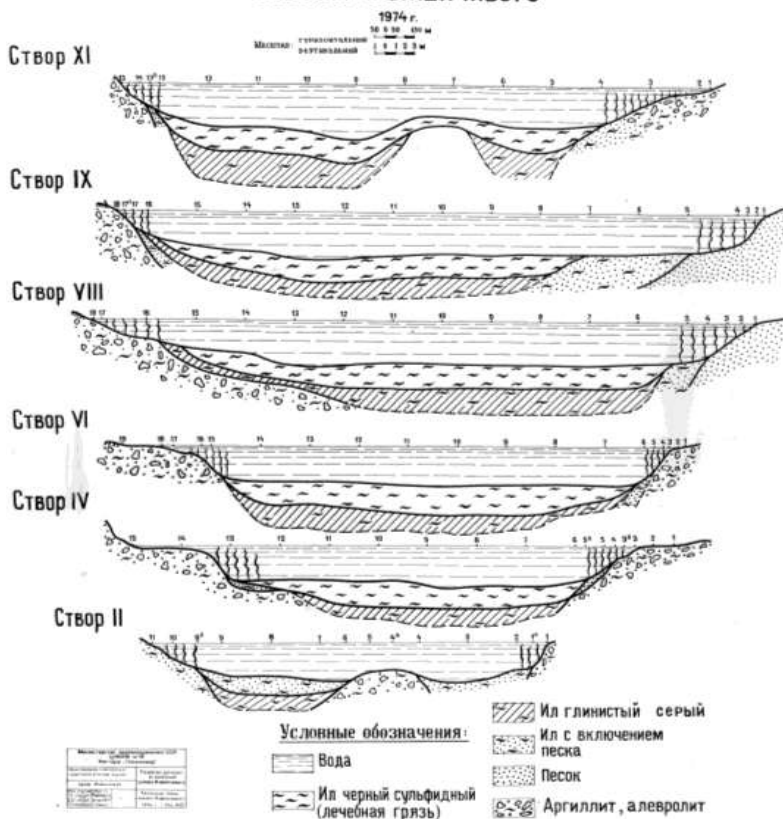


Рис. 59. Карта и разрезы донных отложений озера Изменчивое

РАЗРЕЗЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВА ИЗМЕНЧИВОГО



*Рис. 60. Карта и разрезы донных отложений
озера Изменчивое*

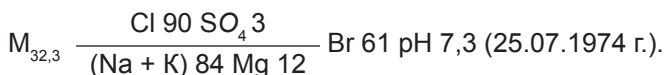
сопротивление сдвигу – 1700–2400 дин/см². Засоренность частицами крупнее 0,35 мм в среднем составляет 0,4 %.

Твердая фаза илов характеризуется присутствием в значительном количестве силикатов – 74 % на сухой ил, а вместе силикатами коллоидного комплекса – до 85 %. Незначительное содержание кальциево-магнезиальных солей (1,5–2,5 %) позволяет отнести

илы к бескарбонатным. Высокое содержание частиц диаметром менее 0,001 мм (до 50% и более) характеризует илы как тонкодисперсные, обладающие высокой пластичностью и влагоудерживающей способностью.

В отличие от многих морских грязей, черные илы озера Изменчивое содержат в значительных количествах сернистое железо (0,17–0,34 %). Количество органического вещества в черных илах колеблется от 0,79 до 1,21 %.

Жидкая фаза черных илов представляет собой слабометаморфизованную морскую воду озера. Минерализация грязевого раствора составляет 31,6–32,6 г/дм³. По ионному составу грязевый раствор хлоридный натриевый, содержание брома – до 67 мг/дм³. Характерная формула ионного состава:



Условия образования и физико-химические свойства черных илов позволяют рассматривать их как морские иловые сульфидные грязи средней минерализации. Черные илы озера Изменчивое относятся к высококачественным (О. Ю. Волкова, 1957 г.). Высокая пластичность и влажность черных илов позволяет использовать их для грязевых процедур в естественном состоянии, без предварительного разбавления.

По результатам детальной разведки в 1974 г. были посчитаны и утверждены ТКЗ запасы грязи в количестве 10,76 млн м³.

Месторождение эксплуатируется с 1975 г. В 2014 г. объем добычи составил 0,0474 тыс. м³. За весь период эксплуатации было добыто около 10,1 тыс. м³. При балансовых запасах 10,530 млн м³ даже без учета естественного прироста запасов степень выработанности месторождения практически равна нулю.

Лечебные грязи озера Изменчивое успешно применялись для лечения заболеваний суставов, сердечно-сосудистой системы и дыхательных путей.

ЮЖНО-САХАЛИНСК

&33. Синегорские минеральные воды

Синегорское месторождение минеральных вод благодаря исключительно редкому и ценному химическому составу представляет весьма значительный интерес в научном отношении и большое практическое значение. Изначально Синегорские минеральные воды проявлялись в виде восходящих источников. Месторождение расположено в 21 км к северо-западу от г. Южно-Сахалинска, в глубокой и узкой долине реки Сусуи, на ее левом берегу (рис. 61). Окружающие долину реки склоны гор, поднима-

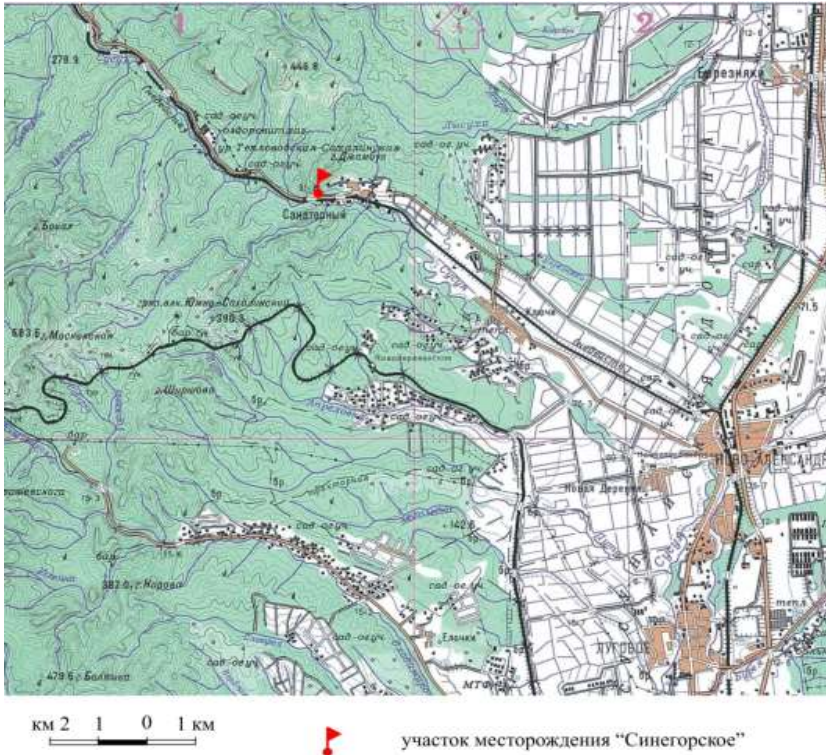


Рис. 61. Схема расположения месторождения «Синегорское»

ющиеся до абсолютной отметки 300 м, покрыты густой древесной и кустарниковой растительностью, придающей местности живописный характер.

Возле естественных выходов минеральных вод находились неглубокий колодец, использовавшийся японцами в лечебных целях, и остатки бетонных стен, по-видимому, от старого японского ванного корпуса. В 1949 г. на площадке выхода источников находилось полуразрушенное деревянное здание бывшего «японского курорта» (рис. 62).



Рис. 62. Общий вид участка выхода Синегорского источника с остатками построек японского курорта в 1949 г. (В. В. Иванов, 1954 г.)

После Великой Отечественной войны Синегорские источники впервые были обследованы по заданию ВЦСПС в сентябре 1949 г. В. В. Ивановым и А. Л. Андреевым, тогда же был выполнен первый химический анализ воды источника (В. В. Иванов, С. С. Крапивина, 1949).

В 1950 г. на Синегорских источниках экспедицией всесоюзной конторы «Союзгеокаптажминвод» были произведены первые разведочные работы, в результате которых был уточнен химический состав вод (А. А. Сычев, 1951).

В 1951 г. Совет Министров СССР дал указание «обязать Министерство угольной промышленности построить на базе Синегорского источника бальнеогрязевой санаторий на 150 коек, с водолечебницей и грязелечебницей на 10 мест, общей стоимостью 11 млн. рублей». Этим же распоряжением Совет Министров СССР обязал Министерство здравоохранения СССР провести на Сахалинских источниках детальные разведочные и каптажные работы, а также разработать проект округа санитарной охраны.

В соответствии с этим распоряжением Сахалинской экспедицией в 1952–1953 гг. в районе Синегорских источников были проведены детальные разведочные работы с бурением разведочных и разведочно-эксплуатационных скважин до глубины 120 м. Выполнена детальная геологическая съемка района источников, проведены большой объем гидрохимических работ, климатологические наблюдения и специальные клинические исследования Синегорских вод (рис. 63) (В. В. Иванов, 1954).

В результате были разведаны и утверждены эксплуатационные запасы минеральных углекислых мышьяковистых вод в количестве 3,4 м³/сут. по категории А₂ (Протокол ГКЗ СССР от 26.05.1956 г. № 1173).

На базе Синегорских минеральных вод был построен и в 1965 г. введен в эксплуатацию санаторий «Сахалин» на 155 мест. Месторождение эксплуатируется с 1966 года.

В связи с планами по расширению санатория в 1988–1990 гг. возникла необходимость оценки возможности увеличения объемов добычи минеральной воды до 50 м³/сут.

Работы по оценке запасов минеральных вод Синегорского месторождения выполнены силами Сахалинской гидрогеологической экспедиции в 1984–1987 гг. [19].

В результате Сахалинской ТКЗ по состоянию на 01.01.1988 г. утверждены балансовые эксплуатационные запасы минеральных вод Синегорского типа (гидрокарбонатно-хлоридные натриевые, высокой минерализации, нейтральные, холодные, углекислые и слабоуглекислые, очень крепкие мышьяковистые, кремнистые, йодные, борные) в отложениях маруямской свиты миоцен-плиоцена на Синегорском месторождении для бальнеологических целей на срок эксплуатации 50 лет в следующих цифрах (м³/сут.) и категориях (см. табл. 35).

Месторождение расположено в долине реки Сусуи в пределах ее первой надпойменной террасы. Занимает площадь 0,16 км².

В геологическом отношении участок находится в пределах моноклинально залегающего крыла антиклинальной складки, сло-



Рис. 63. Колодец Синегорского источника (сверху),
бурение наклонной разведочно-эксплуатационной
скважины № 8 (снизу)

женного осадочными породами. Моноклираль осложнена двумя системами разрывных нарушений взбросового типа.

Таблица 35

**Балансовые эксплуатационные запасы минеральных вод
Синегорского типа (по состоянию на 01.01.1988 г.)**

№ скважин	Категория запасов «В», м³/сут	Пределы содержания основных бальнеологических компонентов, мг/дм³			
		М	As,	CO ₂ св.	В
16, 17	3,4	13000–26000	10–36	1000–2600	300–450
18, 599	18,8	16000–23000	22–55	1500–2800	350–500
Всего:	22,2				
	Категория запасов «С ₂ »				
2-с	Нагаджинский тип – 49,2				
	Синегорский тип – 31,1				
	Категория запасов «Р»				
	Синегорский тип – 54,7				

Верхнемеловые отложения, быковская свита (K₂bk). На дневную поверхность породы свиты выходят на западе участка (рис. 64). Представлены темно-серыми крепкими алевролитами от мелко- до крупнозернистых различной степени трещиноватости с маломощными прослоями разнозернистых полимиктовых песчаников. Мощность отложений достигает 500 м.

Палеогеновые отложения представлены гастелловской свитой (P₃gs). На нижележащих меловых отложениях свита залегает несогласно. Отложения представлены двумя пачками.

Нижняя пачка сложена мелкозернистыми песчаниками с редки-

ми маломощными прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов.

Верхняя пачка сложена туфопесчаниками с галькой и гравием и полимиктовыми мелко- и среднезернистыми песчаниками с рассеянной галькой обычно кварцевого состава.

Мощность отложений свиты составляет 150–155 м.

Неогеновая система. Холмская свита (N_1, hl) образует полосу шириной до 150 м вдоль восточной границы участка месторождения. Отложения представлены песчаниками средне- и крупнозернистыми, алевролитами и аргиллитами. Вскрытая мощность отложений – до 110 м.

Маруямская свита ($N_{1,2}, mr$) представлена четырьмя пачками. На дневную поверхность выходят отложения III и IV пачек, выходы которых занимают центральную часть участка. Первая и вторая пачки нерасчлененные, вскрыты скважинами на глубине 510 м.

Разрез пачек представлен в основном песчаниками и туфопесчаниками от мелко- до крупнозернистых, полимиктовыми, гравийными, на глинистом и известково-глинистом цементе, от крепких до слабых и даже рыхлых.

Мощность отложений составляет 110–115 м.

Четвертичные отложения (Q) представлены аллювием и образованиями склонового ряда. Аллювий выстилает днище реки Сусуи, наибольшая наблюдаемая мощность достигает 18 м. На склонах долины мощность четвертичных образований составляет 2–3 м.

Гидрогеологические условия. Месторождение Синегорских минеральных вод гидроинжекционного типа и формируется за счет поступления глубинных флюидов интрузивного тела. Площадь выхода на поверхность земли минеральных вод составляет 0,16 км².

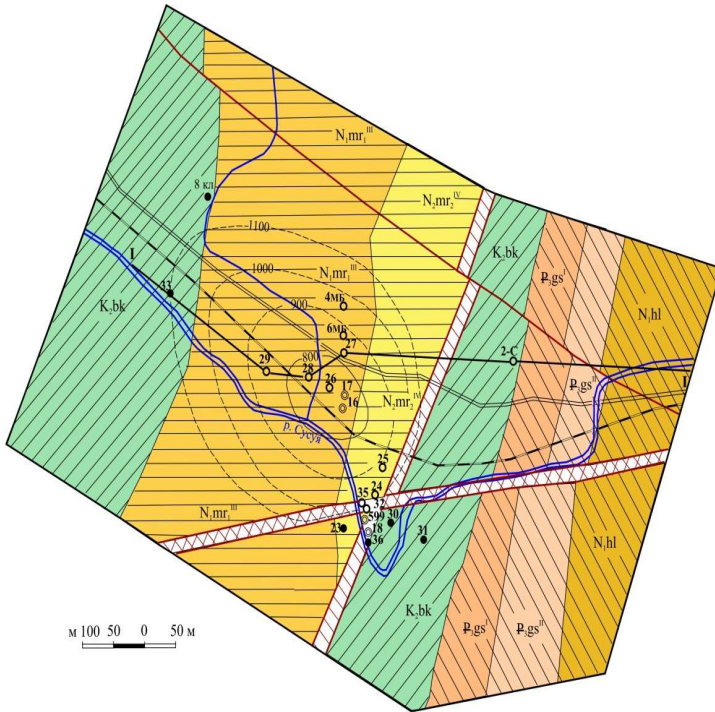
По литолого-стратиграфическому признаку в пределах месторождения выделены следующие водоносные комплексы;

1) водоносный комплекс четвертичных отложений (Q);

2) водоносный комплекс миоцен-плиоценовых отложений маруямской свиты ($N_{1,2}, mr$);

3) водоносный комплекс олигоцен-миоценовых отложений гостелловской и холмской свит ($P_3, gs + N_1, hl$).

Водоносный комплекс четвертичных отложений на месторождении распространен повсеместно. Имеет мощность 3–4 м в пределах высоких террас и 15–20 м в пределах первой низкой надпойменной террасы. Представлен преимущественно плотными суглинками с включением рассеянной гальки и гравия, также алевритистыми слабыми песчаниками. Фильтрационные свойства пород низкие.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- N.mr.IV Маруямская свита. Верхнемаруямская подсвита. Четвертая пачка. Песчаники и пески с прослоями конгломератов и гравелитов
 - N.mr.III Маруямская свита. Нижняя подсвита. Третья пачка. Алевролиты с прослоями песчаников, конгломератов и гравелитов
 - N.mr.II Маруямская свита. Нижняя подсвита. Первая и вторая пачка. Конгломераты, разнозернистые песчаники
 - N.hl Холмская свита. Алевролиты с прослоями песчаников, аргиллитов
 - P.gs.I Гастелловская свита. Верхняя пачка. Туфы, туффиты, туффопесчаники
 - P.gs Гастелловская свита. Нижняя пачка. Песчаники с прослоями конгломератов
 - K.bk Быковская свита. Алевролиты, аргиллиты с мергиллитыми конкрециями, прослоями песчаников и пепловых туфов
- ВОДОНОСНЫЕ КОМПЛЕКСЫ**
- Водоносный комплекс миоцен-плиоценовых отложений маруямской свиты (N₂, mr)
 - Водоносный комплекс олигоцен-миоценовых отложений гастелловской и холмской свит (P.gs+ N, hl)
 - Водоносный комплекс верхнемеловых отложений быковской свит (K, bk)
- Скважины, их номера

- 17 эксплуатационная
- 25 разведочная, наблюдательная
- 31 безводная
- 4MB пробуренная контуром "Союзкаптажминвод" в 1952-55 гг.

ПРОЧИЕ ЗНАКИ

- Геологическая граница
- Тектонические зоны дробления
- Водоносная
- Безводная
- С невыясненным гидрогеологическим значением
- Линия разреза

- 800
Контур интрузивного тела и глубина залегания по данным электроразведочных работ

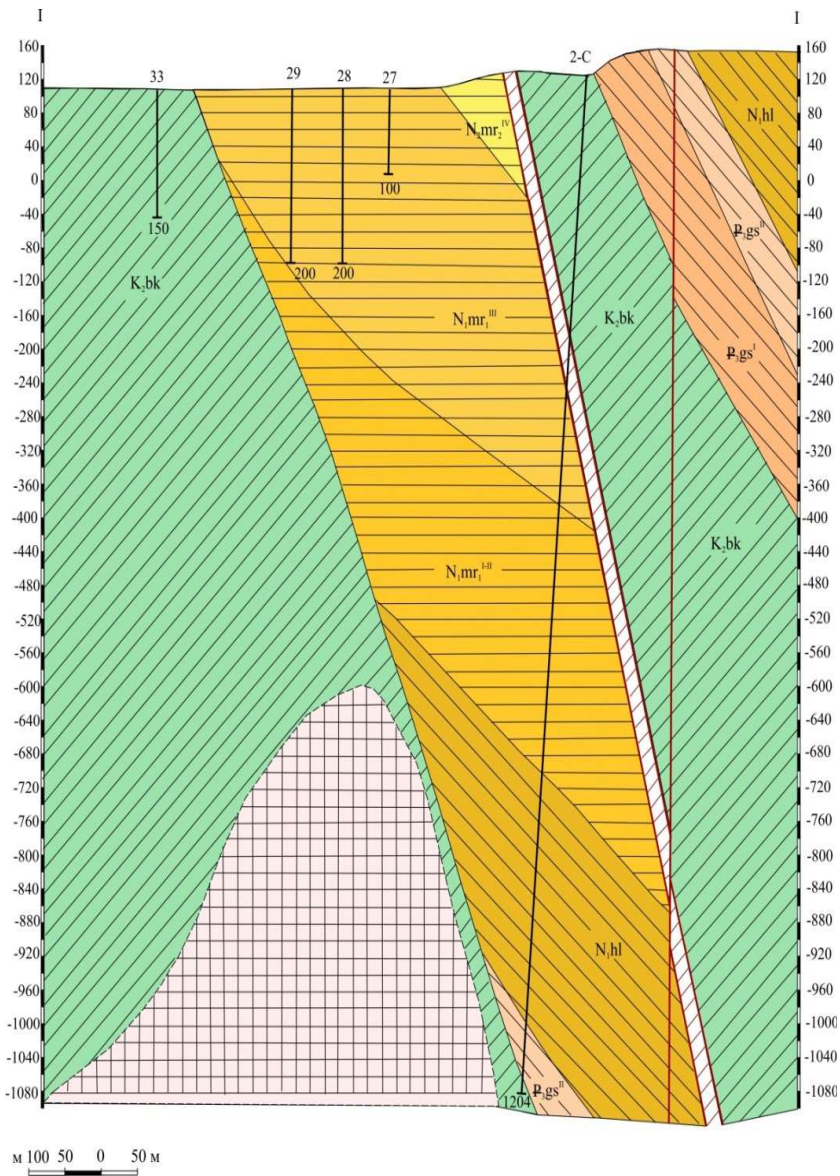


Рис. 64. Геологическая карта Синегорского месторождения

Водоносный комплекс миоцен-плиоценовых отложений маруямской свиты (N_{1-2} мг) распространен повсеместно в пределах месторождения. До изученной глубины – 830 м (скв. № 2-с) разрез представлен крутопадающими пластами рыхлых водоносных песчаников с редкими прослоями крепких кварцеванных песчаников и единичными пластами гравелитов.

Подземные воды комплекса напорные. Связь с поверхностными водами затруднена из-за низкой проницаемости четвертичных отложений.

Фильтрационные свойства пород комплекса в целом низкие. В северной части месторождения водопроницаемость составляет 0,03–0,2 м²/сут., в отдельных интервалах достигает 0,47 м²/сут. В южной части месторождения фильтрационные свойства пород изменяются в зависимости от вскрытого разреза и изменяются от 0,8 до 1,9 м²/сут.

Водоносный комплекс олигоцен-миоценовых отложений гасстелловской и холмской свит ($P_3gs + N_1hl$) повсеместно на месторождении подстилает водоносный комплекс маруямской свиты. Вскрыт и опробован скв. № 2-с в интервале глубин 830–1200 м. Вскрытая толща практически безводная. Обводнены только незначительные по мощности (0,2–0,4 м) единичные слои крупнозернистых алевролитов, составляющие незначительную (2–3 %) часть разреза отложений. Воды комплекса высоконапорные, пьезометрический уровень достигает 225 м выше поверхности земли. Дебит самоизлива составил 0,04 л/с.

Гидрогеологические условия месторождения очень сложные. Минеральные воды формируются на локальном участке в толще крутопадающих пластов водоносного комплекса миоцен-плиоценовых отложений маруямской свиты, ограниченной разрывными нарушениями и непроницаемыми границами, в том числе литологическими. Основным фактором, определяющим формирование эксплуатационных запасов, является поступление минерализованных, обогащенных микрокомпонентами вод, формирующихся под влиянием интрузивного тела, по зоне тектонического нарушения субширотного простирания.

Непосредственно на участке Синегорского месторождения минеральных вод распространены гидрокарбонатно-хлоридные натриевые воды с примерно одинаковой величиной минерализации, но с различным содержанием бальнеологически активных компонентов, основными из которых являются мышьяк и углекислый газ. По данным В. В. Аверьева (1956), только в северной части месторождения преобладают воды средней минерализации хлоридного

натриевого состава и не содержащие мышьяка. Южная граница участка распространения этих вод находится примерно на широте скважины № 6МБ (рис. 64).

Формирование химического и газового состава довольно подробно рассмотрено В. Г. Арутюнянцем (1967) [11]. Формирование ионно-солевого состава вод месторождения связано с метаморфизмом реликтов захороненных морских вод, причем основную роль в этом процессе играют десульфатизация и выщелачивание в присутствии углекислоты. Основное формирование гидрогеохимического облика минеральных вод происходит в водоносном комплексе верхнемеловых отложений, которые внедряются в водоносный комплекс миоцен-плиоценовых отложений маруямской свиты.

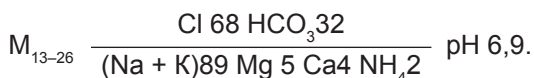
Появление в воде углекислоты и мышьяка связано с интрузивным телом ограниченных в плане размеров, наличие которого установлено геофизическими исследованиями с глубины около 750 м [19].

Основным подводящим каналом минеральных вод с глубины на дневную поверхность является субширотная тектоническая зона, имеющая наибольшую проницаемость при пересечении с субмеридиональной тектонической зоной в южной части месторождения. По-видимому, по этому каналу происходит основное поступление мышьяка и углекислого газа, так как именно в этой зоне зафиксированы их максимальные концентрации в подземных водах. Остальная площадь месторождения может быть охарактеризована как «купол растекания», поскольку отмечаются некоторые закономерности уменьшения содержания основных компонентов химического состава при удалении от предполагаемого канала разгрузки глубинных вод.

Вследствие очень сложных гидрогеологических условий месторождения в его пределах развиты подземные воды различного химического и газового состава. Рассмотрим только минеральные воды.

Минеральные воды Синегорского типа имеют следующее наименование: гидрокарбонатно-хлоридные натриевые, высокой минерализации, нейтральные, от холодных до теплых, слабоуглекислые и углекислые, мышьяковистые до очень крепких мышьяковистых, кремнистые, йодные, борные.

Характерная формула химического состава:



Суммарная минерализация изменяется от 13 до 26 г/дм³; концентрация бора – 300–500 мг/дм³; концентрация мышьяка – 10–36 мг/дм³; концентрация углекислоты – 1000–2800 мг/дм.

На базе месторождения Синегорских минеральных вод действует одноименный санаторий, который пользуется большой популярностью у населения. Медицинский профиль санатория – заболевания системы кровообращения, органов пищеварения. Лечение всех сопутствующих заболеваний: нервной системы, обмена веществ, костно-мышечной системы, органов дыхания и опорно-двигательного аппарата. В санатории функционирует отделение по долечиванию больных после операций на органы брюшной полости, ЖКБ, сердечно-сосудистых заболеваний.

СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

ВНИГРИ	Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт (г. Санкт-Петербург)
ВЦСПС	Всесоюзный центральный совет профессиональных союзов
ГКЗ СССР	Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР
г (мг)/дм ³	Единица измерения солёности воды, граммы (миллиграммы) в дециметре кубическом (литре) воды
л/с	Единица измерения дебита, литры в секунду
пгт	Поселок городского типа
СССР	Союз Советских Социалистических Республик
ТФГИ	Территориальный фонд геологической информации по Дальневосточному федеральному округу (г. Южно-Сахалинск)
ТКЗ	Территориальная комиссия по запасам полезных ископаемых при Сахалинском геологическом комитете
ЦНИИКиФ	Центральный научно-исследовательский институт курортологии и физиотерапии
М	Суммарная минерализация воды (количество растворённых солей в одном литре воды)
Т, °С	Температура в градусах Цельсия
Eh	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ
pH	Водородный показатель
NH ₄ ⁺	Ион аммония
Na ⁺ + K ⁺	Сумма ионов натрия и калия
Na ⁺	Ион натрия
K ⁺	Ион калия
Ca ²⁺	Ион кальция
Mg ²⁺	Ион магния
Mn	Марганец
Mo	Молибден
Fe ²⁺	Ион железа (закисная форма)

Fe^{3+}	Ион железа (окисная форма)
Cl^-	Хлорид-ион
SO_4^{2-}	Сульфат-ион
NO_2^-	Нитрит-ион
NO_3^-	Нитрат-ион
HCO_3^-	Гидрокарбонат-ион
CO_3^{2-}	Карбонат-ион
B	Бор
Br^-	Ион брома
I^-	Ион йода
F^-	Ион фтора
Li^+	Ион лития
Sr^{2+}	Ион стронция
Ba^{2+}	Ион бария
Al^{3+}	Ион алюминия
Ti^{4+}	Ион титана
SiO_2	Диоксид кремния
H_2S	Сероводород
HBO_2	Метаборная кислота
H_2SiO_3	Метакремниевая кислота
H_3AsO_4	Мышьяковая кислота
As	Мышьяк

ЛИТЕРАТУРА

Опубликованная

1. Гидрогеология СССР. – Т. XXIV: Остров Сахалин. – М. : Недра, 1972.
2. ГОСТ Р 54316-2011 «Национальный стандарт Российской Федерации. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 22.04.2011 г. № 55-ст) (ред. от 04.04.2017 г.).
3. Жарков, Р. В. Современные сведения о состоянии Агневских термальных источников (остров Сахалин) / Р. В. Жарков, Д. Н. Козлов // Вестник ДВО РАН. – 2017. – № 1. – С. 5–11.
4. Жарков, Р. В. Амурские термальные источники (остров Сахалин // Успехи современного естествознания / Р. В. Жарков, Д. Н. Козлов, О. В. Веселов [и т. д.]. – 2018. – № 11–2. – С. 317–322. – URL : <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36946>
5. Интернет-ресурс: <http://svyato.info/12250-lunskie-termalnye-istochniki-gorodskoy-okrug-noglikskiy.html>.
6. Интернет-ресурс: <http://ocean25.ru/about/advert/947/>
7. Интернет-ресурс: <https://idilesom.com/>
8. Методические указания № 2000/34: Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации / А. Н. Разумов, В. Б. Адилов, О. Б. Давыдова [и др.] – М. : РНЦ ВМиК, 2000. – 150 с.
9. Цитенко, Н. Д. Воды Дагинских горячих ключей на о. Сахалине / Н. Д. Цитенко // Труды ВНИГРИ. – 1961. – Вып. 181. – С. 203–213.

Фондовая

10. Авдеева, А. Б. Отчет о комплексном обследовании природных лечебных факторов (минеральных вод и грязей) о. Сахалина с оценкой перспектив их использования. ЦНИИКиФ, контора «Геоминвод», специализированная комплексная гидрогеологическая партия / А. Б. Авдеева, М. Н. Гончаров, В. В. Нефедов, Ю. М. Фомичев. – Инв. № 4213. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1973.
11. Арутюнянц, В. Г. Отчет о результатах разведочных буровых и гидрогеологических работ, проведенных в 1964–1966 гг. на Синегорском месторождении углекислых мышьяковистых вод на о. Сахалине / В. Г. Арутюнянц. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1967.
12. Бондарев, А. И. Отчет по результатам поисков минеральных вод типа «Боржоми» в 1968 г. Южно-Сахалинская геолого-разведочная экспедиция / А. И. Бондарев, И. И. Ризнич, В. М. Чернышова. –

Инв. № 03362. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1969.

13. Гончаров, М. Н. Лечебные грязи залива Изменчивого (отчет о разведке грязевых ресурсов озера Изменчивого для организации грязелечения в санаториях юга Сахалина Сахалинской области). Министерство здравоохранения СССР / М. Н. Гончаров. – Центральный научно-исследовательский институт курортологии и физиотерапии. Контора «Геоминвод». – Инв. № 4532. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1975.

14. Завадский, И. Г. Разведочные работы на Дагинском месторождении термальных вод в Ногликском районе. Отчет Охинской гидрогеологической партии за 1990–1991 гг. / И. Г. Завадский, А. И. Бондарев, А. Ф. Прядко [и др.]. – Инв. № 07078. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1993.

15. Завадский, И. Г. Отчет по детальной разведке эксплуатируемого месторождения минеральных вод «Топольное» с целью переоценки запасов (отчет о работах Поронайской ГПП за 1980–1985 гг.) / И. Г. Завадский, Н. Э. Точилин. – Инв. № 06152. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1985.

16. Иванов, В. В. Курортные ресурсы Сахалина и перспективы их лечебного использования. Отчет комплексного отряда Сахалинской экспедиции 1953 г. / В. В. Иванов, С. К. Копелиович, Л. А. Рутенберг [и др.]. – Инв. № 757. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1954.

17. Прядко, В. Е. Отчет о поисках и разведке йодных хлоридных натриевых минеральных вод в Анивском районе о. Сахалина. Отчет Сахалинской гидрогеологической партии по работам 1974–1977 гг. / В. Е. Прядко. – Инв. № 5064. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1977.

18. Розорителева, Т. С. Современная изученность гидроминеральных ресурсов Сахалина и Курильских островов и перспективы их использования в народном хозяйстве. Отчет тематической группы о работах за 1990–1991 гг. / Т. С. Розорителева, В. Е. Прядко, Е. Л. Спалило. – Инв. № 2006. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1991.

19. Фурман, В. А. Предварительная разведка Синегорского месторождения с целью наращивания запасов углекислых мышьяковистых вод. Отчет Южной гидрогеологической партии Сахалинской гидрогеологической экспедиции по работам за 1983–1987 гг. / В. А. Фурман, И. Г. Завадский, Т. С. Розорителева. – Инв. № 06488. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1987.

20. Фурман, В. А. (ответственный исполнитель). Поисково-разведочные работы на минеральные воды в пос. Чапаево (отчет

Южной гидрогеологической партии за 1993–1997 гг.). ОАО Сахалинская гидрогеологическая экспедиция / В. А. Фурман. – Инв. № 7477. – Южно-Сахалинск : ТФГИ, 1997.

Научное издание

ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ОСТРОВА САХАЛИН

Коллективная монография

Составители:

*Сахаров Валерий Александрович,
Морозова Ольга Анатольевна,
И Кен Хи,
Выпряхкин Евгений Николаевич*

Под общей редакцией

Сахарова Валерия Александровича

Корректор В. А. Яковлева.

Верстка: Г. С. Артюхова, О. А. Надточий.

Подписано в печать 25.12.2020.

Бумага «IQ Econotmu». Гарнитура «Arial».

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Объем 9,3 усл. п. л.

Тираж 500 экз. (1-й завод 1–100 экз.). Заказ № 844-19.

Сахалинский государственный университет.
693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290, каб. 32.

Тел./факс (4242) 45-23-16.

E-mail: izdatelstvo@sakhgu.ru,

polygraph@sakhgu.ru