



144  
ТІ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ, COMITÉ GÉOLOGIQUE.

МАТЕРИАЛЫ

MATÉRIAUX

ПО ОБЩИ И ПРИМЛADНОЙ ГЕОЛОГИИ,

POUR LA GÉOLOGIE GÉNÉRALE ET APPLIQUÉE.

Выпуск 46.

Livraison 46.

М. М. Васильевский, Л. Н.-Богоявленский и А. С. Нобзева.

# Велокурихинские горячие источники на Алтае.

M. Vasilievskij, L. Bogovavlensky, et A. Kobzeva.

Les sources thermales de Bielokoupiha dans ГАІШ.

ИЗДАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОМИТЕТА.  
ЛЕНИНГРАД.

1926.

Пр. 1203  
в 46

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ.

COMITÉ GÉOLOGIQUE U.R.S.S.

МАТЕРИАЛЫ

MATERIAUX

ПО ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЛОГИИ.

POUR LA GÉOLOGIE GÉNÉRALE ET APPLIQUÉE

Выпуск 46

Livraison 46.

М. М. Васильевский, Л. Н. Боголюбенский и А. С. Кобзева.

# Белокурихинские горячие источники на Алтае.

M. Vasilievskij, L. Bogolubensky et A. Kobzeva.

Les sources thermales de BiGlokoupiklia dans FAItai.

ИЗДАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОМИТЕТА.  
ЛЕНИНГРАД.  
1926.

(Si  
no  
M  
3

## Белокурихинские горячие источники на Алтае.

М. М. Васильевский.

(Les sources thermales de Bielokourikha dans l'Altai.

Par M. Vasilieuskij.)

В начале мая 1920 года, по распоряжению Сибирского Отдела Здравоохранения, была учреждена в Томске Бальнеологическая Комиссия, которая в одном из первых своих заседаний постановила обследовать в первую очередь горячие источники у села Новая Белокуриха Вийского уезда Алтайской губ. Организовать эту исследования было решено просить Временное Урало-Сибирское Отделение Геологического Комитета, а этим последним было поручено мне срочно составить смету, программу исследований, снарядить экспедицию и руководить всеми работами. От составленной первоначально программы пришлось, однако, отказаться, так как в это время уже не удалось достать на инструментов, ни приборов, ни найти нужный для производства специальных работ технический персонал. Поэтому задачи экспедиции были сужены до следующих пунктов: 1) выяснить, возможно ли рассчитывать получить воду более высокой температуры, чем теперь, 2) можно ли получить большее количество воды, чем теперь, и 3) в случае благоприятного решения первых двух вопросов составить программу более детальных исследований источников.

Снаряжение экспедиции и устройство всех дел было настолько затруднено, что экспедиция, несмотря на все старания, не могла выехать из Томска раньше 4-го июля и прибыла на место работ только 21-го июля, так что на все работы на месте осталось только около  $\frac{1}{2}$  месяцев, каковой срок для обследования источников, конечно, является недостаточным.

В работах экспедиции, после разных изменений и не зависящих, от экспедиции перемен, приняли участие, кроме автора, следующие лица: преподаватель химии в Томском университете—ХИУИК В. В. Богоявленский, которого, за неимением топографа, пришлось просить заняться топографической съемкой и ввешивкой, тем более, что скудное оборудование походной лаборатории не позволило производить на месте анализы, как это предполагалось раньше. Было сделано два плана: один полуинструментальный, дополненный глазомерной съемкой, масштаба 1:1680 (20 саж. в 1 дм.) — часть села, курорт, и окрестности; второй — план площади, на которой находятся источники, более крупного масштаба 1:336 (4 саж. в 1 дм.) (рис. 1). В связи с этим

планом была сделана няве;гировка маленьким карманным нивеллиром. Чтобы показать хотя бы приблизительно рельеф местности, мною-позднее дома были проведены горизонталы на обоих планах, при чем уровень реки Вол- Белокурохи около моста у села был условно принят = 10,0 метрам. Вследствие неточности инструментов, неопытности лица, делавшего съемку впервые в жизни по указаниям моим, т.-е. также не специалиста в этой работе, а также спешности, оба прилагаемые плана не обладают надлежащей точностью. Наблюдение за буровыми работами и шурфовкой любезно согласился взять на себя маститый горный инженер В. В. Маюров, но и эта работы не могли <шт> выполнены до конца, так как: 1) мы не могли достать никакого насоса ни в Томске, ни в Барнауле, ни в Бийске, а самодельные насосы из обсадных труб или из деревянных досок (железных листов не нашлось) отличались столь невысокой производительностью и быстрым изнашиванием кожаных клапанов, что от употребления их пришлось отказаться; 2) буровой инструмент, полученный нами заглазно в селе Спирино от Томского Совнархоза, оказался старым, изработавшимся и настолько неполным, что нельзя было собрать даже одного полного комплекта вместо нужных двух. Постоянная починка этого инструмента, пригодного только для бурения в мягких породах, и отсутствие некоторых частей сильно тормозили работу и не позволили довести до конца ни одной буровой скважины.

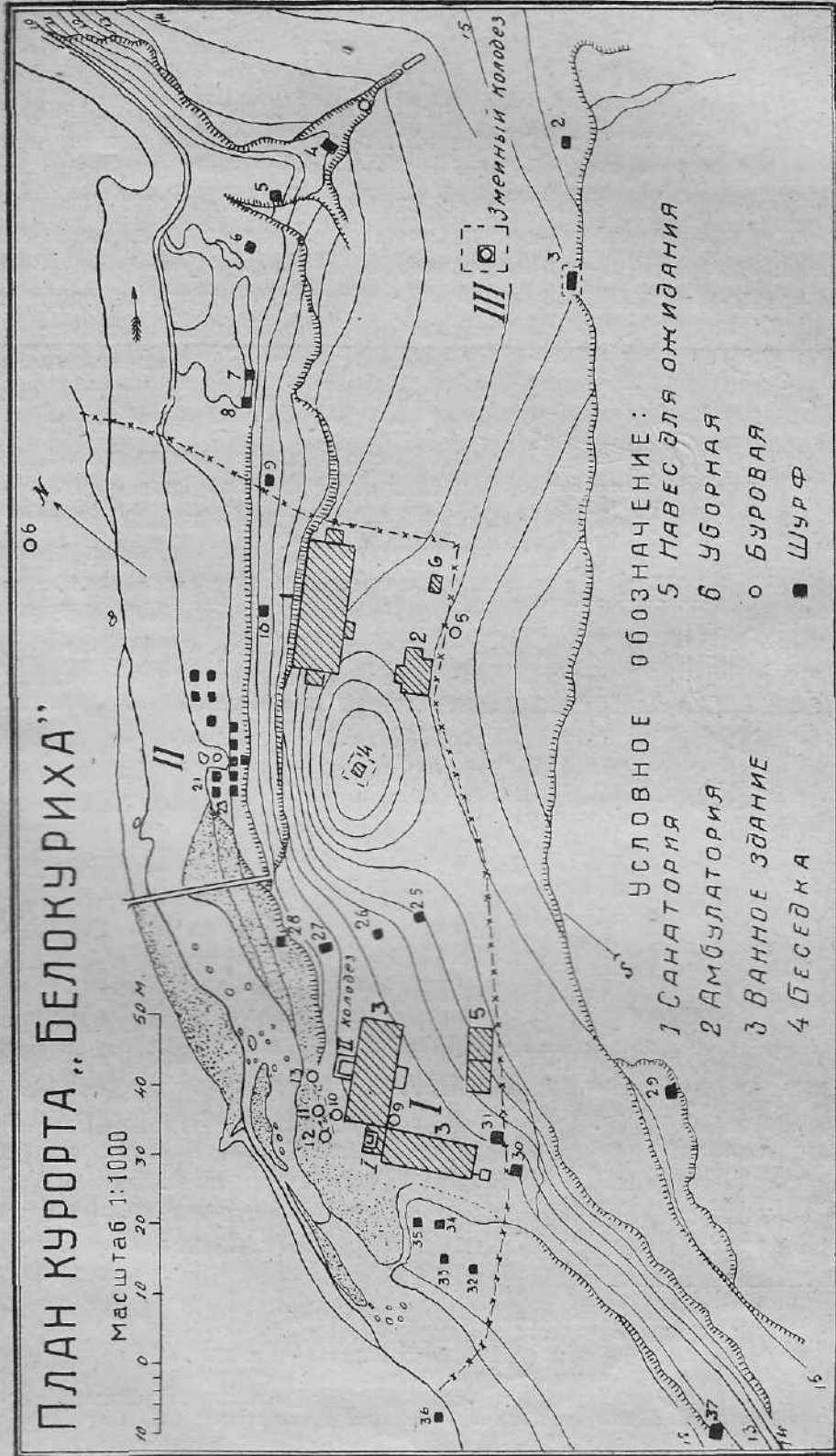
В качестве рабочих, производивших чередуясь бурение, шурфовку, съемку и вивеллировку, работали студенты Томского Технологического Института: Валединский, Гусельников, Иванов, Основан, Резанов и Шумский, студент Дейнека был вычислителем и помощником химика В. В. Богоявленского. Метеорологические наблюдения и предварительный геологический осмотр окрестностей курорта производились 31. Т. Васильевской, выполнявшей бесплатно эти работы.

Приехавший в Белокуруху в конце работ химик Л. Н. Богоявленский произвел измерения радиоактивности воды и газов источников, буровых скважин и родников.

Определение  $t^{\circ}$  воды в источниках и буровых скважинах производилось мною точным термометром Цельсия, разделенным на  $0^{\circ},05$ , заделанным в толстую стеклянную трубку. Этот термометр имел деления от  $25^{\circ}$  до  $17^{\circ}$ , так что температуры более низкие определялись простым ванным термометром В, так как более точный термометр С с делениями  $0^{\circ}, 2$  был разбит при осмотре вещей на пароходе в Барнауле. Для метеорологических наблюдений имелись только небольшой анероид и простой ванный термометр Е.

В дальнейшем описании все температуры, измеряемые различными термометрами, перечислены на градусы Цельсия, и в этом случае приводимые в статье градусы ограничиваются одним знаком после запятой; отсчеты же, полученные по точному термометру, всегда имеют два знака после запятой. Все измерения, производившиеся летом в сажнях, аршинах и ироч., перечислены в метры.

Не имея возможности, в виду срочности настоящего отчета, дать полный обзор литературы о Белокупинских источниках, я ограничусь пока краткими историческими данными.



Первые сведения в печати о горячих источниках относятся, повидимому, к 1867-году \*), после чего как в повременной печати, так и на разных съездах неоднократно упоминается о них \*\*).

Первое примитивное оборудование источников для лечения больных было устроено в 1868 году, т.-е. более 52 лет тому назад, и с тех пор много раз изменялось, оставаясь примитивным до самого последнего времени, хотя источники эти и привлекали к себе ежегодно довольно значительное число больных (до 500 человек и иногда более). Летом 1920 г. на курорте перебивало около 800—1000 больных.



Рис. 2.

около 150 м., а около первых усадеб села ширина приблизительно 240 м. К югу от мельничной плотины долина р. Б. Белокурихи опять быстро расширяется, принимая справа приток «Татарский ключ» — небольшую речку, обладающую довольно узкой долиной и порядочным падением. По этому ручью на протяжении около 1,5 км. расположены выселки в с. Н. Белокурихи (9 жилых домов и 4 — в процессе постройки). В расширенной части долины Б. Белокурихи находится пруд, шириною до 190 м. и длиной до 500 м.;

Белокурихпнекие источники находятся км. в 70 к югу от гор. Вийгка (рис. 2) > близ самого села Новая Белокуриха, и выходят на поверхность на правом берегу узкой долины — речки Большой Белокурихи в том месте, где река эта выходит из предгорий Алтая на равнину. Вдоль левого берега реки около источников и далее на север тянется довольно высокая гряда, постепенно понижающаяся к северу и сливающаяся с равниной. Почти перпендикулярно к этой гряде по правую сторону реки идет другая гряда, постепенно повышаясь к востоку и понижаясь более круто к северу — к равнине. Обе эти гряды сложены из порфировидного гранита, покрытого сверху мощным слоем бурого суглинка, обусловившего довольно мягкий рельеф этой местности, нарушаемый местами оврагами и оползнями.

Наиболее узкое место долины р. Б. Белокурихи (около SO и.) находится в том пункте, где она запружена, а к северу отсюда долина расширяется, так что на месте первой группы источников ширина долины

\* Томск. Губернск. Ведом., 1867, Л. 23.

\*\*) Ойбирск. Газета. 1886, № 19.

1) Всерос. Съезд по бальнеол., климатол., гидротерап. 1899. Дневники XII Съезда Естеств. и Врачей. 1909.

Более подробное описание источников, история их и литература имеются в небольшой брошюре А. И. Шапошникова „Белокурихинские целебные источники“ (изд. газеты „Жизнь Алтая“. 1916.

пруд очень неглубокий, с островами и весьма слабым течением вдоль восточного берега. Высота уровня воды в пруде над уровнем реки ниже плотины — 3,7 м.

Немного выше пруда в р. Б. Велокуржху справа впадает небольшой ручей «Кудряж, кла:!» на котором теперь расположено 5 дворов, а по реке В. Белокупхе выше пруда — 17 дворов. Геологическое строение ближайших окрестностей курорта простое. Во многих местах — по левому берегу пруда, по правому берегу Татарского ключа и по обоим берегам р. Б. Велокурихи ниже пруда и выше его выступают порфиroidные граниты, чаще красного или розового цвета, крупнозернистые, реже серого цвета, то с большим, то с меньшим количеством кварца и цветных минералов и почти всюду с крупными выделениями плагиоклазов. Почти во всех выходах наблюдаются прожилки аплита чаще от 1 до 10 см. толщиной, реже больше. В выходе гранита у мельничной плотины на склоне левого берега пруда имеются шлировые темнозеленоватые полосы. В двух местах в толще гранита найдены кальцит и цеолит. В проомпне гранита на правом берегу реки, против беседки (4 на рис. 1), найден кальцит, выполняющий, невидимому, трещину разлома и заключающий в себе отдельные куски гранита. Кальцит здесь виден на очень небольшом пространстве, так что выяснить направление этой трещины не удалось. На левом склоне речной долины, против ближайших к курорту крестьянских дворов, был найден розовый цеолит, образующий только в одном месте прожилки в граните. Оба эти минерала были исследованы Б. В. Никитиным, который о кальците сообщает следующее: «Белый рыхлый пластинчатый агрегат при макроскопическом исследовании оказывается довольно однородным, одноосным, отрицательным с высокой величиной двудреломления.

В  $HCl$  вскипает и растворяется почти начисто с небольшим иловатым остатком  $SiO_2$ , частью удерживающимся в растворе и затрудняющим его кипячение. С  $NH_4$  выпадает остаток  $8iO_2$ .

Раствор обнаруживает только  $Ca$ .

Таким образом минерал можно отнести к кальциту; плоскость пластинчатости отвечает нинакоиду (0001").

Заметное содержание  $SiO_2$  позволяет предположить возможность псевдоморфозы по пластинчатому же агрегату какого-нибудь минерала, быть может апофиллита».

Переданный В. В. Никитину цеолит был исследован им, и о результатах исследования сообщено следующее:

«Переданный мне шлиф минерала, принятого мной при беглом осмотре за цеолит, дал при микроскопическом исследовании следующие результаты:

Величина двупреломления:  $N_g - i^{\wedge} = 0,008$ .

Угол оптических осей  $2V = -43^{\circ} / *^0$  (при  $N = 1,485$ ).

Коэффициент преломления меньше коэффициента преломления канадского бальзама. Из соотношения величины  $2V$ , измеренного от тупой и от острой биссектрисы

$TU = \text{около } 1,4-85$ .

Минерал обладает весьма совершенной спайностью по плоскости пластинчатости, совпадающей с плоскостью  $N_g N_p$  оптической индикатрисы. Отсюда можно заключать об его моноклинности:

Наблюдаются еще редкие штрихи грубой несовершенной спайности или, быть может, плоскостей двойниковых сдвигов, принадлежащих к поясу оси  $N_{mr}$ . Координаты этих плоскостей

$$\begin{array}{ccc} N & N & N \\ S9^1 h^\circ & 90^\circ & SO^1 / *^\circ. \end{array}$$

Координаты эти не могут считаться точными. Легко допустимы колебания в их величине в пределах  $5^\circ$ .

Я не могу указать на одного минерала, константы которого точно бы отвечали приведенным выше. Ближе других подходят данные для десмина (эпистильбита) и эпистильбита. Сопоставляю их с найденными мной цифрами:

Щ	$N_p$	Данн. набл.	Десмин.	Эпистильбит.
		0,008	0,008 — 0,0093	0,010
	$2V$	$- \cdot 43^1 / 2^\circ$	$- 33^\circ$	$- 47^\circ$
	$N$	1,485	$\cdot 1,497$	1,508
	(010)	$91^\circ, 0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ, 90^\circ$
	(001) ?	$39^1 / 9^\circ, 90^\circ, 5G^1 / \infty^\circ$	$90^\circ - 80^\circ, 90^\circ, 0 - 10^\circ$	$25^1 / 3^\circ, 90^\circ, 64^1 / 2^\circ$
	Хим. сост.	?	$8UO_2 AU (Ca, Na_2, K_2) 6 H_2O$	$1 O^* / - 1 L L Sm L_f \Pi X T A$

Наибольшим противоречием является отсутствие двойников, так типичных для десмина и эпистильбита.

Б воду неопределенности результата необходимо химическое исследование.

Химическое качественное исследование минерала дало следующие результаты:

П. п. тр. лишь плавится, вспучиваясь и всплываясь в пенное стекло.

В  $HCl$  растворяется с выделением обычного остатка порошкового Лад.

По выпаривании раствора, новом растворении сухого остатка, фильтрат<sup>1</sup> дает с  $JL_3$  обильный осадок  $Al(Off)_3$ .

Фильтрат дает с  $6_2 O_i (N_i)^{1/2}$  обильный осадок.

Окраска пламени подтверждает также содержание  $Cu$  и отсутствие заметных количеств  $Sr\%$ .

Эти реакции отвечают в точности предположениям о десмине (эпистильбите) и эпистильбите. К сожалению, необычный облик кристаллов все же оставляет некоторое сомнение, которое может быть разрешено только количественным анализом. До его исполнения минерал можно считать эпистильбитом или же новым близким к нему минеральным видом.

Порфировидные граниты тянутся км. на 10—12 вверх по реке, к югу от курорта, а выше, на склонах к реке Б. Белокурихе, в ямах, из которых добывали кварц, видны уже слюдяные сланцы, в которых кварцевые жилы с турмалином, который местные крестьяне называли каменным углем. Отсюда и пошла легенда о каменном угле около с. Нов. -Белокурихи.

В 3 приблизительно километрах к югу от курорта на правом склоне Астафеева лога находятся полусасыпанные ямы, из которых добывали кварц,-



Этими ямами вскрыта пегматитовая жила с громадными неделимыми розового ортоклаза, кварца серого и местами розового. Местами наблюдается отчетливо выраженная пегматитовая структура. При небольшой расчистке этой ямы химику Л. Н. Богоявленскому удалось обнаружить в одном месте несколько тонких прожилок темных минералов, обладающих радиоактивностью. Подобная же пегматитовая жила вскрыта в другой яме по левую сторону реки на правом склоне Сухого лета, км. в 2,5 от курорта. Здесь в довольно большом количестве встречается слюда. Третий выход пегматита был обнаружен около самой тропинки, идущей по водоразделу между Татарским ключом и Кудрявским логом, км. в 2 от курорта. Должен заметить, что под микроскопом породы исследованы не были, и все определения сделаны на глаз.

Строение речной долины р. Б. Белокурихз, поскольку это удалось выяснить нашими неглубокими разведками, довольно сложно. Одна из буровых скважин, опущенная на глубину 6,5 метров ниже уровня воды в р. В. Белокурвхе, до коренных пород не дошла, так что толщу речников, выполнивших старую долину реки, надо оценивать более 6 метров. Речники, состоящие из галечника, гравия, песка, содержат валуны и местами прикрыты небольшой толщей водонепроницаемой глины зеленоватого цвета с песком, слюдой и валунами. Местами речники покрываются прямо бурым делювиальным суглинком. В речниках этих циркулируют воды горячие, может быть, ювенильные, и воды холодные, речные и, может быть, грунтовые.

Все выходы горячей воды на поверхность расположены в 3 местах по правому берегу р. Б. Белокурихн на протяжении около 150 м.

Первая, самая верхняя группа источников (рис. 1) находится метрах в 200 ниже мельничной плотины и метрах в 2 от реки. Вторая группа источников — метрах в 50 ниже первой, у самой реки и отчасти в реке. Третья группа метрах в 80 от второй и в 20 метр, приблизительно от реки, на терраске. Для лечения больных употребляется теперь только вода I группы источников, воды II группы используются для стирки белья, а III группа остается неиспользованной. I группа источников — это два колодца, расположенные на невысокой искусственной терраске, укрепленной с одной стороны — с северо-запада, бревнами, связанными венцовой крепью, а с другой стороны — с юго-запада, крупными валунами. В некоторых местах из-под набережной выбегают ручейки горячен воды, смешивающиеся сейчас же с речной водой. Оба колодца обделаны довольно плотной венцовой крепью и покрыты толстыми досками, по которым ходят, и на которых всегда много грязи и мусора. Колодец более близкий к мельнице — более южный и правый, если смотреть от реки, я буду называть I колодцем, а другой II (рис. 1 и рис. 3).

Размеры I колодца внутри сруба наверху 2,15 м. X 1,65 м. (3,55 кв. м.). Вместимость колодца при наиболее высоком стоянии воды в нем около 6 куб. м. (около 500 ведер). Глубина (считая от верхнего края сруба до дна) в западном углу около 2 м., а посередине немного глубже. В расстоянии 0,42 м. от верха сруба в северо-западной стенке колодца сделано круглое отверстие около 0,08 м. в диаметре для стока воды, которая по

желобу стекает в реку. От колодца до набережной из бревен, желоб покрыт сверху доской и засыпан землей, конец же его открытый.

Размеры II колодца; длина 2,49 м. и противоположной стенки 2,56 м., ширина — 2,13 м. и 2,15 м. (около 5,4 кв.м.). Глубина в северном углу около 2,3 м. (от верхнего края сруба до дна), а посредине немного глубже. Вместимость при наиболее высоком уровне воды около 11,5 куб. м. (около 900 ведер). В этом колодце, в стенке, обращенной к реке, также имеется отверстие (диам. = 0,08 м.) для стока воды, на глубине 0,56 м. от верха сруба. Желоб, по которому стекает вода в реку, также сначала закрытый, на конце открытый.

Так как на поверхности воды в колодцах всегда плавают щепки и другой мусор, который увлекается течением воды, то желоба для стока воды всегда засорены в большей или меньшей степени и пропускают не всю воду, которая притекает в колодцы. Поэтому вода при полных колодцах часто стоит выше отверстия, и дебит воды, измеренный по количеству, стекающему по желобам, представляется в меньшем размере, чем действительный, так как вода уходит по щелям сруба. Уровень воды в колодцах, наблюдавшийся утром после ночи спокойного стояния воды, не всегда одинаков, меняясь в пределах нескольких сантиметров в зависимости отчасти от степени засоренности сточных желобов и отчасти, может быть, от количества осадков и поднятия уровня грунтовых вод. Вода в обоих колодцах прозрачная, мягкая, довольно приятная на \* вкус и всегда почти одной температуры (31°—82°), Запах сероводорода в помещениях колодцев иногда ощущается обонянием, иногда нет. Газ, выделяющийся все время крупными и мелкими пузырями со многих точек дна колодца, никаким запахом не обладает. Иногда слышен слабый запах сероводорода от воды, собранной в сосуд и постоявшей некоторое время. Отработанная вода из ванн **собирается** в желоба, идущие по пом. каждого здания, и спускается прямо в реку: из ванн I колодца повыше по реке, а из ванн II колодца пониже ваннных зданий.

Оба колодца устроены, невидимому, на том приблизительно месте, где находились естественные выходы, горячей воды, а терраска, на которой они теперь находятся, насыпана и укреплена, чтобы поднять уровень воды в колодцах и предохранить их от размыва весенними водами реки. Высота этой терраски около колодцев приблизительно 1,5 м, над рекой в этом месте.

Оба колодца находятся в небольших постройках, примыкающих к двум старым ваннным зданиям, срубленным из бревен (см. рис. 3). В здании у I колодца 8 ванн (4 мужских и 4 женских), у II колодца — 16 ванн (8 мужск. и 8 женск.), всего 24 ванны. Вода из колодца откачивается помощью деревянных самодельных насосов и течет от колодца по всем каморкам, загрязняясь по пути. Для подогрева воды из колодца II, около него находится большой открытый котел, из которого горячая вода вычерпывается ведрами и разносится по ваннам. В конце описываемого лета такой же котел поставлен и в помещении I колодца. Из I колодца откачивать воду можно одному человеку, из II — двум. Вода из I колодца принимается внутрь и, как говорят, хорошо помогает при желудочных катаррах.

Как я уже говорил выше, из-под бревен набережной в нескольких жестах выбегают ручейки тепло! воды, идущие, повидимому, мимо колодцев, так как откачка воды *т* колодцев и значительное понижение уровня воды в них не оказывают заметного влияния на их дебит. В некоторых местах здесь со дна реки выделяется газ пузырьками..

По рассказам крестьян, этот выход горячей воды в виде одного колодца был на левом берегу реки, которая своими весенними водами размывала и заносила колодец, и только после устройства террасы и укрепления ее река пошла по своему теперешнему руслу, уклонявшись влево от колодца.

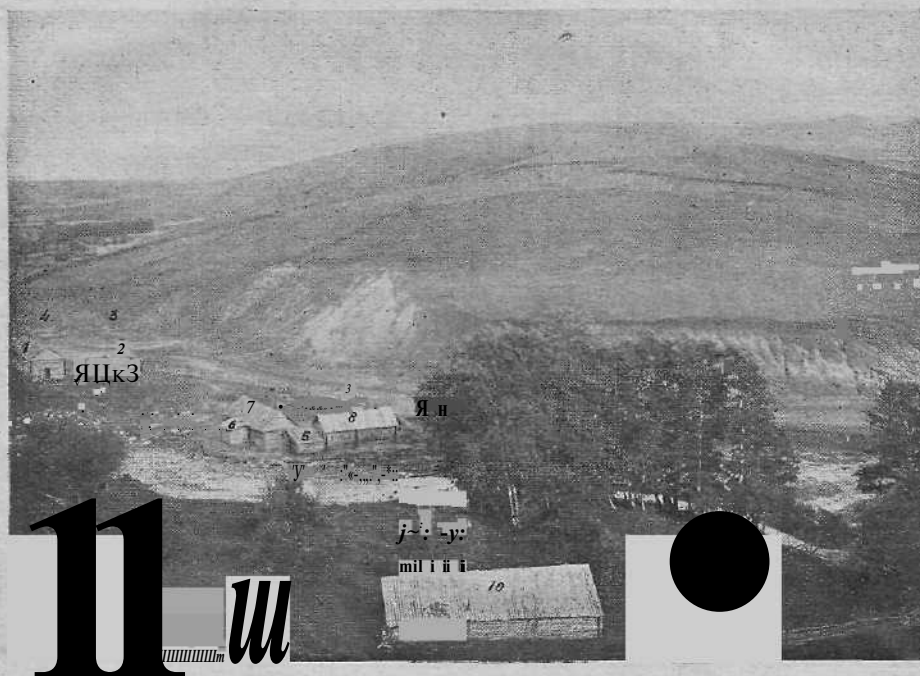


Рис. 3. 1 — Санатория. 2 — Амбулатория. 3 — Шурф. 4 — Змеинный колодезь. 5 — I колодезь. 6 — II колодезь. 7 — Ванное здание при II колодце. 8 — Ванное здание при I колодце. 9 — Навес для ожидающих. 10 — Столовая.

II группа выходов горячей воды (рис. 1) находится в 50 приблизительно метрах от I группы, немного ниже пешеходного мостика. В этом месте, ниже группы крупных валунов, берег реки совершенно плоский, пологий, шириною около 5 м., сложен из галечника. Если в этом галечнике вырыть здесь неглубокую ямку (20—30 см.), появляется горячая вода, наполняет ямку и стекает в реку. Этим с давних пор пользуются обитательницы села Н. Белокурихи, которые выкапывают руками или обломками досок на этом низком берегу ямы и прямо в них в горячей воде моют грязное белье и полощат его в реке здесь же. Поэтому очертания ям, их число и размеры постоянно меняются, так как в одних местах ямы затаптываются, в других местах углубляются многочисленными посетительницами этой своеобразной прачешной, постоянно переполненной с раннего утра до поздней ночи во все дни, кроме воскресений и больших праздников. Со дна этих

ям., полных всякого мусора, непрерывно из разных точек выделяются пузырьки газа, так же, как и со дна реки в этом месте. При ударе о почву чем-нибудь тяжелым выделение газов увеличивается на несколько мгновений с такой силой, что вода в реке кажется кипящей. Размер площади, на которой выходит горячая вода и газ, около 3.0—4.0 кв. и., из которых около половины приходится на дно реки. По словам А. И. Шапошникова \*), выделение пузырьков газа наблюдалось и на другом берегу реки, — против ям, метрах в 10 от них, но в настоящее время этих явлений здесь незаметно.

В 20—25 метрах ниже по течению реки, по рассказам местных крестьян, когда-то по самой середине реки была довольно глубокая яма (по грудь), в которой ниже слоя холодной речной воды была вода теплая, поднимающаяся со дна ямы вместе с пузырьками газа. Потом эту яму занесло во время половодий речными наносами, замыло, и теперь здесь ничего не видно.

К III группе источников я отношу так назыв. «Змеиный колодезь» (табл. I) и несколько выходов на берегу речки против него. Змеиный колодезь находится на терраске, на высоте около 4 м. над уровнем реки. Раньше на этом месте было «Змеиное озерко, обусловленное, по-видимому, выходом здесь на поверхность теплой воды. Потом озерко было расчищено, углублено, был опущен сруб — общий водоем для купанья больных. Это сооружение просуществовало, по-видимому, недолго и было разрушено, а «Змеиное озерко» засыпано и огорожено, чтобы в него не провалился скот. Года 3 тому назад в Н. Белокуриху приезжал из Петрограда, доктор Прибытков, который расчистил вновь это место, опустил небольшой сруб и взял отсюда образцы воды, которые отправил в Петроград.

Мы нынешним летом нашли здесь внутри загородки только грязное, заросшее травой болотце, из которого торчали концы сгнивших бревен, и при ошупывании дна палкой выделялись пузырьки газа. В сторону реки от Змеино-го колодца пологий склон, который заканчивается крутым, но невысоким обрывом, за которым идет опять склон, внизу которого в 3 м. от реки небольшой уступ, сложенный в самом низу из гравия, прикрытого сверху грязно-бурым суглинком. Из толщи этого гравия во многих местах при небольшой расчистке начинает, подобно II группе, сочиться теплая вода, но без пузырьков газа. Между этим уступом и самой рекой на пространстве около 13 м. в ширину и около 25—30 м. в длину топкое зловонное болото, так как в этом месте весь день топчется крестьянский скот и в особенности коровы, почему то с такой жадностью пьющие эту теплую воду что их трудно отогнать от этих источников.

Без площади курорта находится в пределах казенной земельной дачи, площадью около 25 гектаров (22<sup>1</sup>/<sub>2</sub> десятины), выделенной под названием «Минеральный ключ» из крестьянских наделов села Н. Белоктрихи, по-видимому, в 1903 году.

Переходя теперь к описанию разведочных работ, произведенных экспедицией, я должен сказать, что в виду ограниченности времени, недостатка.

\*) Loc. cit., стр. 4.

рабочих рук (всего 6 студентов для съемки, шурфовки и бурения), пришлось вести работы не - по плану, а сообразуясь с трудностью работы и главным образом наличием для данного скучая свободных рабочих, так как в первую очередь было решено закончить планы, как основу для различных, соображений и для суждения о будущем плане работ.

Описания разведок приводятся не в порядке постепенности, а по расположению их на местности, начиная с III группы источников (рис. 1).

На месте «Змеиногo озера» на высоте ок. 14,2 м. (над условным нулем) нами был заложен *шурф М 1,в* котором на глубине 1,0 м. от поверхности показалась вода, из которой все время происходит выделение газа крупными пузырьками без всякого запаха. Надо сказать, что у Змеиногo колодца, запаха сероводорода никогда не было слышно. Под водой в этом шурфе был нащупан небольшой сруб (ок. 1,0 кв. м.), покрытый толстыми досками, и дно в этом срубе на 4,0 м. ниже поверхности земли, В стенках шурфа 1-го бурые суглинки, дно шурфа вокруг сруба — глинистое. Уровень воды в шурфе, а также  $t^{\circ}$  воды в нем непостоянны, как это видно из табл. 1-й.

ТАБЛИЦА I.

М Е С Я Ц .	Число.	$t^{\circ}$ воды в колодце на глубине 4 м. от земли.	$t^{\circ}$ воды в шурфе.	$t^{\circ}$ воды в скв. от поверхности земли.	Глубина бур. скв. от поверхн. земли.	Уровень воды в (Над условн. нулем.)	
						шурфе.	бур. скв.
Август	7.	—	—	—	—	13,15 и.	—
„	24	26°,40	—	—	—	13,00 „	—
„	28	25°,70	—	—	—	—	—
„	30	24°,95	25°Д	—	—	<b>13,10</b> „	—
„	31	—	24°,1	задана	бур. скв.	13,00 „	—
Сентябрь	1	—	—	30°,05	5,0 м.	13,00 „	13,55 м-
„	2	—	23°,2	29°,43	5,65 „	13,23 „	13,7 „
„	3	—	20°,6	29°,60	5,8 „	13,50 „	13,95 ...
„	5	—	—	29°,70	—	—	—

8 1-го августа с помоста над шурфом была задана бур. скв. № 1<sub>T</sub> опущенная со дна колодца, т.-е. с глубины 4,0 м. от поверхности земли. Эту буровую в течение 4 дней смогли углубить только на 1,8 м., т.-е. до глубины 5,8 м. от поверхности земли (1,3—1,5 м. ниже поверхности воды в реке в этом месте). Бур. скв. Лг 1 все время шла в толще гравия: и галечника с песчаными прослойками и была остановлена вследствие окончания работ экспедиции.

При начале бурения, когда обсадные трубы были опущены приблизительно на 0,5 м; ниже дна колодца, вода в обсадных трубах поднялась выше

уровня воды в шурфе, и  $t^\circ$  ее повысилась; в то же время вода в шурфе стада убывать, и за 2—3 часа уровень ее понизился приблизительно на 0,2 м., а за ночь уровень Зоды в шурфе опять повысился вследствие того, что из буровой вода все время выливалась, хотя и в слабой степени. Эти изменения уровня и  $t^\circ$  воды сведены в табл. 1-й.  $T^\circ$  воды, изливающейся из буровой, всегда была выше, чем  $t^\circ$  воды в шурфе, и охлаждающее влияние этой последней ясно сказалось в разнице температур на дне буровой ( $*29^\circ,60$ ) и недалеко от устья ( $24^\circ,2$ ). Уровень воды в буровой скважине стоял все время выше воды в колодце и повышался с углублением скважины, так что, напр., 3 сентября был только на 25 см. ниже земной поверхности в этом месте. Можно думать поэтому, что при дальнейшем углублении буровой скважины, уровень воды в ней повысился бы еще более и стал бы выше поверхности земли здесь.

*Шурф М 2* был задан в 20 м. к востоку от шурфа 1-го на том месте, где, по словам одного крестьянина, когда то был вырыт шурф, и в нем оказалась горячая вода. Это показание оказалось ошибочным, так как шурф 2-й, глубиной 2,4 ж., оказался сухим, хотя и дошел до гранита (или коренной выход, или очень большая глыба). Высота местности, на которой расположен шурф 2-й, — 15,7 м.; породы, вскрытые им, след. сверху вниз:

1) желтовато-серые глины с редкими гальками — 1,8 м.

2) в одной половине шурфа порфиновый гранит, а в другой половине такой же гранит, но в виде отдельных кусков, так что здесь можно было углубиться еще на 0,6 м.

Вследствие трудности дальнейшего углубления и отсутствия всяких следов воды, шурф засыпан.

*Шурф М 3* — к ЮВ от 1-го в 13 м. от него, на высоте 15,0 м. Глубина шурфа 2,9 м.; разрез сверху:

- |   |              |
|---|--------------|
| 1) Бурый делювиальный суглинок с редкими гальками и небольшими валунами | около 1,0 м. |
| 2) Темнокоричневая глина со слюдой и очень редкими гальками             | > 0,6 >      |
| 3) Диагонально-слоистый гравий (без воды)                               | > 0,5 >      |
| 4) Темносерая глина до воды   | > 0,5 >      |

На дне шурфа небольшая, яма — 0,3 м. глубиной, полная водой;  $t$   $15^\circ,2$  —  $15^\circ,7$ .

*Бур. скв. М 2*, опущенная со дна предыдущего шурфа на глубину ок. 1,7 м., горячей воды не встретила.

*Шурф М 4* — заложен в овражке, в 25 м. к северу от 1-го, на высоте приблизительно 11,7 м., т.-е. на 2,5 м. ниже шурфа 1-го и по крайней мере на 1,3 м. ниже поверхности воды в нем. Глубина шурфа 4-го — 1,5 м. Сверху в нем бурый суглинок, сырой, а ниже илистый, почти черный песок и гравий, из толщи которых на глубине ок. 0,7 м. от поверхности появилась вода с  $t$   $19^\circ$ , которая часа через 3 повысилась до  $21^\circ$ .

*Шурф М 5* — в том же овражке, пониже предыдущего, в расстоянии ок. 10 м. к западу от него, на высоте 11,3 м. Глубина его 1,2 м.,

породы те же, что и в 4-м. На глубине ок. 0,7 м. от поверхности вода,  $t = 17^{\circ},6$ , а часа через 3 поднялась до  $19^{\circ},5$ .

Из-за притока воды и оползания стенок, шурфы 4 и 5 не углублялись.

Бур. скв. № 3 и М 4, заложенные в том же овражке, могли быть углублены только немного (1,5 — 2 и.) и ничего нового по сравнению с предыдущими шурфами не дали.

Шурф М в метрах в 8 к западу от 5-го, на высоте приблизительно 11 м., глубиной ок. 0,7 м., заложен в галечнике, из которого показалась вода,  $t = 26^{\circ}$ .

Начиная от этого 6-го шурфа, вверх по реке, по краю небольшого обрыва, на протяжении ок. 47 м. почти всюду можно выто теплую воду неглубоко под почвой.

Шурфы <№> 7, М 8 и М 9 были вырыты в расстояниях приблизительно 20 м., 24 м. и 34 м. от 6-го шурфа, — все с теплой водой, как показывает табл. 2-я. Выделения газа в этих шурфах не заметно.

ТАБЛИЦА 2.

МЕСЯЦ.	Число.	время.	Температура воды в шурфах №№:					
			4	5	6	7	8	9
Август	30	днем	21,0	19,5	26,0	27,1	—	27,1
„	31	утром	14,5	15,2	22,0	26,9	24,5	25,9
Сентябрь	3	„	11,9	13,1	14,5	26,5	—	22,0

Между 6 и 7 шурфами в ямке под почвой оказалась зеленоватая слюды сто-песчаная глина, толщиной около 1,0 м., под которой галечник, с водой более холодное, чем в шурфах 7, 8 и 9-ом, именно  $20^{\circ},5$ . Описанными выше неглубокими шурфами и скважинами ограничилась разведка III группы источников.

Между III и II группой разведочные работы велись в 3 местах.

Бур. скв. JV» 5 заложена на дне ямы около забора, недалеко от амбулатории, метрах в 50 от шурфа 1-го прил. к ЮЗ от него. В яме обнажены бурые суглинки на глубину ок. 2 м., и на дне ее в небольшой ямке просачивается вода. Вуровая скважина сначала шла в толще бурых глинистых песков, затем зеленовато-серых песков, которые к низу стали постепенно переходить в гравий с гальками. О глубины 5,7 м. от поверхности земли показалась вода, поднимавшаяся в обсадной трубе до высоты ок. 11,7 м., т.-е. около 3 м. ниже поверхности. Углубить буровую скважину в толщу водоносного горизонта удалось только на 0,3 м., так как скважина постоянно заносилась песком с галькой.  $T^{\circ}$  воды измерена здесь не была, а судя по воде, отчерпываемой желонкой,  $t^{\circ}$  не была высокой — вода обыкновенная, прохладная, хотя дно этой буровой скважины только на 0,4 м. выше дна скв. № 1 (в Змеином колодце).

*Шурф № 10*—т невысоком берегу под санаторией, метрах в 30 к 03 от предыдущей скважины и почти к западу от Змеиногo колодца, метр, в 5—7 от него, 1а высоте ок. 11,5 м. Размеры шурфа 1,5 X 2 м., глубина 1,8 м., так что дно его ниже уровня реки в этом месте. На глубине около 0,5 м. ниже поверхности земли появилась холодная (см. табл. 3) вода с довольно сильным притоком. Породы, вскрытые шурфом,—галечники с валунами и с прослойками песка зеленовато-серого, местами глинистого. Дальнейшее углубление прекращено вследствие сильного притока воды и оплывания стенок.

*Бур. см. <№ 6* на левом берегу реки, в 9 м. от нее, невысоко над водой. В буровой скважине сверху до глубины 1,6 м. шел бурый суглинок сухой же ниже зеленовато-серая глина, а под ними гравий и глинистый песок с водой, уровень которой ниже поверхности земли на 1,8 м. Глубина этой буровой скважины—2,8 м., т.-е. дно ее выше условного нуля метров на 8.

На основании этих двух скважин и шурфа между ними надо думать, что между II и III группами источников широкого обильного потока горячей воды не существует, но крайней мере на глубине немногим ниже 10 метров, а если он и есть ниже, то отделен от поверхности водонепроницаемой породой. Разведочные работы II выхода горячей воды на поверхность ограничили неглубокими ямами вокруг той ямы, в которой моют белье, и одной буровой скважиной № 7.

*Бур. скв. А§ 7* заложена в яме с горячей водой, в которой моют белье. Глубина ее 1,6 м. ниже поверхности воды в яме. Теплая вода переливалась через края обсадной трубы, поднятой на 7—8 см. над уровнем воды в яме. Углубить скважину ниже не удалось, так как все время она забивалась крупнозернистым зеленоватым песком, а обсадные трубы при заколачивании ниже не пошли, а начали искривляться.

*Шурфы ММ 11—24*—небольшие (ок. 1—1,5 м.) ямы, заложённые все, кроме № 18, на пологом плоском берегу вокруг ямы с горячей водой (см. рас. 4), и все неглубоко от поверхности, содержат воду различной температуры, как показывает табл. 3-я.

*Шурф М 18*, расположенный дальше других от реки, на высоте около 11,5 м., глубиной ок. 1,5 м., т.-е. дно его немного ниже дна реки в этом месте. В стенках гаурфа—зеленовато-серая, слюдисто-песчанистая глина «галками и валунами. Из небольших прослоек гравия в глине считается вода,  $t^{\circ}$  в среднем =  $17^{\circ},5$ . С углублением до 1,5 м. приток воды сильнее. Выделения газа не видно. На дне шурфа довольно крупные валуны, мешавшие дальнейшему углублению.

*Шурф Л§ 20* сначала вскрыл галечник, из которого со стороны реки стала просачиваться холодная вода, затем, когда углубились в плотную зеленоватую, сильно песчанистую глину с галькой, снизу пошла теплая вода. Дно шурфа быстро засорилось, и он оставался наполненным холодной водой.

*Шурфы ММ > 15, 17, 19, 22 и 24*, так же, как и 18 и 20, прошли в глинистом зеленовато-сером песке, а остальные (11, 12, 13, 14, 16, 21 и 23) в галечваке.



Т А Б Л И Ц А 3.

Температуры в яме, где моют белье, в окружающих шурфах и в реке около пешеходного мостика.

Месяц.	Число.	Время.	П вы- ход (яма).	Ш у р Ф ы																Река
				10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Авг.	1	—	30,7	—	—	—	—	—	—	—	—	19,0	—	—	—	—	—	—	18,2	
„	—	—	31,5	—	—	—	—	—	—	—	—	20,7	—	—	—	—	—	—	—	
„	—	—	32,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„	3	—	31,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,7	
„	4	—	31,65	—	—	—	23,2	—	24,5	28,2	22,6	18,2	22,0	27,0	—	20,7	—	—	22,0	
„	5	—	30,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„	7	5 ч. у.	29,7	—	14,9	15,7	16,0	23,6	16,5	19,2	18,0	17,0	16,6	17,7	29,97	17,0	22,0	15,7	15,9	
„	8	6 „ „	27,0	—	13,0	13,5	14,5	16,7	15,5	17,2	—	16,5	—	16,7	24,2	15,7	15,7	14,9	14,7	
„	9	2 „ д.	30,10	—	24,7	—	—	—	—	28,78	—	17,1	—	23,5	30,80	—	—	—	19,6	
„	11	5 „ у.	—	—	13,5	—	15,7	—	15,7	19,5	16,4	—	—	16,1	27,0	15,7	—	14,5	15,7	
„	12	6 „ „	28,2	—	15,2	—	17,4	—	17,4	20,7	17,5	16,5	—	17,0	28,2	3 7,0	18,4	15,7	18,2	
„	13	5 „ „	—	—	17,0	—	—	—	—	—	—	17,9	—	21,1	—	—	—	—	19,5	
„	28	8 „ „	29,9	—	14,0	16,4	—	26,0	13,2	—	—	19,2	—	—	—	13,6	—	13,2	17,0	
Сент.	3	—	29,1	—	—	—	—	—	—	—	—	17,7	—	—	—	12,0	—	11,7	12,2	
Максимум . . . . .			32,0	—	24,7	16,4	23,2	26,0	24,5	28,2	22,6	20,7	22,0	27,0	30,80	20,7	22,0	15,7	22,2	
Минимум . . . . .			27,0	—	13,0	13,5	14,5	16,7	13,2	17,2	16,4	16,5	16,6	16,1	21,1	12,0	15,7	11,7	12,2	
Средняя t° 1). . . . .			28,8	—	14,6	15,2	15,9	—	15,7	19,2	17,3	17,5	—	16,9	26,1	15,1	18,8	14,3	16,1	

!) Для получения средней температуры взяты только утренние наблюдения, так как днем нагревание воды солнцем в различных шурфах неодинаково.

И Д — П Р И Х О Д И Т С Я К Р И В О Е П О Д П О Д М О С Т И К О М

Шурф М 21 на очень небольшой глубине (несколько см.) обнаружил горячую воду и был моментально использован для стирки белья. Со дна его выделяются пузырьки газа.

Из рассмотрения табл. 3-й и плана шурфов (рне. 4<sup>а</sup> видно, что наиболее высокая средняя  $t^{\circ}$  наблюдается в шурфах, ближайших к яме, а чем шурф дальше от ямы, тем вода в нем холоднее.

Несколько шурфов на другой стороне реки против II выхода обнаружили только холодную воду.

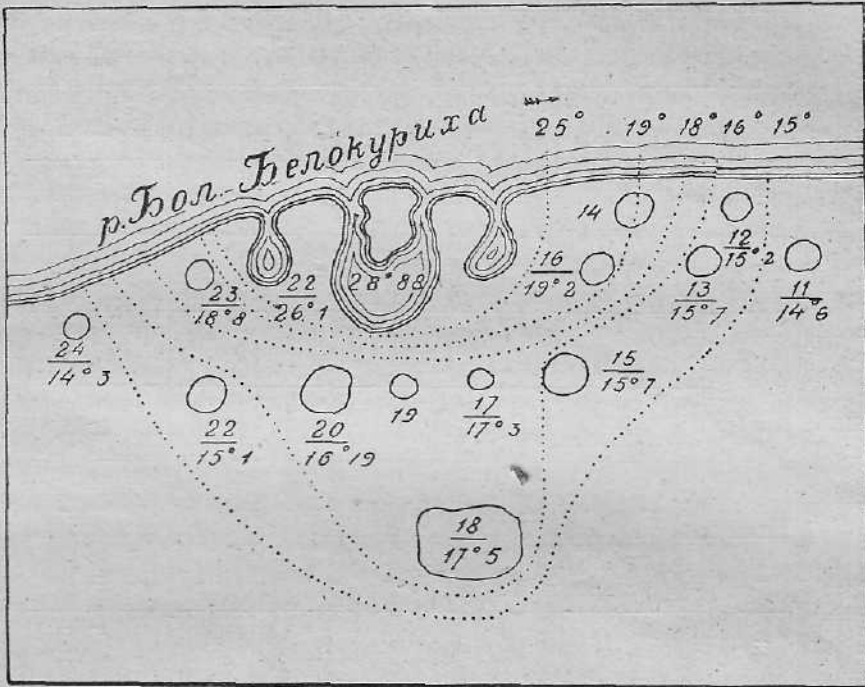


Рис. 4. Схематический план расположения шурфов №№ 11 — 24 на месте II группы  
Цифра над чертой—Ж№ шурфов, цифра под чертой— $t^{\circ}$  воды.

Между II и I группами источников по склону заложено 4 шурфа.

Шурф М 25 на высоте около 13,7 м., сухой, глубиной 1,7 м., обнажает:

- 1) Бурый суглинок с галькой, ок. 0,55 м.
- 2) Неправильный прослойк гравия, ок. 0,27 м.
- 3) Крупные валуны (диам. до 1 м.), залегающие в зеленовато-серой глине с песком и галькой, ок. 0,85 м.

Работа остановлена в виду трудности вынимать из шурфа крупные валуны.

Шурф № 26 метрах в 6 от предыдущего, на высоте ок. 13,1 м., глубиной 2,0 м. Породы следующие:

- 1) Мелкозернистый песок, ок. 0,5 м.
- 2) Диагонально-слоистый крупнозернистый песок.
- 3) Крупные валуны в глинистом песке с галькой.

На глубине ок. 2 м. ниже поверхности в этом шурфе показалась холодная вода, уровень которой и  $t^{\circ}$  (в среднем  $16^{\circ},4$ ) не постоянны (см. табл. 4).

*Шурф № 27* около большого - валуна, на высоте 12,1 м., глубиною 1,3 м. Б нем валуны крупные и мелкие, залегающие в зеленовато-серой песчанистой глине с галькой. На глубине ок. 0,9 м. от поверхности появилась холодная вода, около  $18^{\circ}$  (см. табл. 4).

Т А Б Л И Ц А 4 .

Месяц.	Число.	Время.	Ш у р ф ы ШШ\		
			26	27	28
Август	7	утром	18,0-	—	—
"	8	"	15,6°	17,7°	17,2°
"	9	дном	14,9°	17,1°	—
"	10	"	18,7°	18,5°	22,2°
"	11	утром	15,0°	—	—
"	12	"	15,7°	17,4°	16,0°
"	13	"	17,0°	18,4°	17,5"
—	—	—	—	—	19,2°
Максимум . . . . .			18,7°	18,5°	22,2°
Минимум . . . . .			1* 9°	17,1°	16,0°
Средняя . . . . .			16,4°	17,8°	- 18,4°

32322

*Шурф М 28* в речной долине, в галечнике, на высоте ок. 11,0 м., глубиною ок. 1,0 м.; все время притекала холодная речная вода (см. табл. 4).

*Шурф М 29* — около коренного выхода, гранита, метрах в 43 от 1-го колодца, на высоте 15,3 м., глубиною 1,8 м., сухой.

- 1) Почва с галькой, ок. 0,24—0,57 м.
- 2) Диагонально-слоистый, гравий, сначала желтый, потом светлосерый, ок. 0,57 -и:
- 3) Желтовато-зеленая глинистая порода с галькой п крупными валунами, ок. 0,82 м.

4) Порфпровидный гранит серый и розовый сильно выветрелый, скорлуповатый, повидимому, коренной — сухой.

*Шурф М 30* в 21 м. припл. от 1-го колодца, на высоте 12,4 и., глубиною ок. 1,3 м. Породы следующие:

- 1) Песок с прослойками глины, ок. 0,64 и.
- 2) Прослой галечника и валунов, ок. 0,2 м.
- 3) Зеленовато-серая глина с валунами и гальками, ок. 0,46 м. Вода в шурфе на глубине 0,72 м. от поверхности земли,  $t^{\circ}$  в среднем около  $20^{\circ}$ . Со дна шурфа была опущена буровая скважина, которую удалось углубить только на 0,5 м. — ниже не пошла, попав, повидимому, на валун.

*Шурф М 31* в 4,5 м. от предыдущего, на высоте 13,1 м., глубиной 2,0 м.

- 1) Гравий, ок. 0,3—0,4 и,
- 2) Грязно-желтый темный песок, глинистый, ок. 1,2 м.
- 3) Песчанистая глина с валунами п гальками и с прослоями песка.

Из прослоев песка в глине просачивается вода,  $t^{\circ}$  около  $20^{\circ}$ . На дне шурфа среди валунов было вырыто углубление около 0,5 м., и тут попытались заложить буровую скважину, но неудачно, так как и нпсе были валуны. Вода в шурфе на 1,8 ы. ниже поверхности земли.

*Шурфы МЛ?' 32—35* в речной долине, в галечнике, не могла быть углублены, и попытки заложить на дне их буровую скважину остались безуспешнымп. • Вода во всех них холодная речная.

*Шурф Л§ 36* на левом берегу реки под рошей обнажил зеленовато-серую глину, из песчаных прослоек которой, со стороны берега шла холодная вода, стекающая в реку небольшим ручейком. Со дна шурфа опустили на 1,0 ы. буровую скважину, которая дала также, холодную воду.

*Шурф М 37* в речной долине в галечнике, на высоте 12,3 м., в расстоянии ок. 64 м. от I колодца; шурф глубиной ок. 1,5 м. с холодной, повидиному, речной водой.

Первая группа источников, представленная двумя колодцами, была описана выше, в дополнение же нужно сказать, что многократные измерения  $t^{\circ}$  воды в колодцах указывают, что колебания  $t^{\circ}$  незначительны и для I колодца не превышают  $0^{\circ},3\text{ф.}$  а для "П колодца  $0^{\circ},71$  (см. табл. 5), и это при разных уровнях воды в них и при различных температурах воздуха. В среднем  $t^{\circ}$  воды I колодца около  $1^{\circ},8$ , а  $t^{\circ}$  II колодца  $1^{\circ},4$ , и такая приблизительно температура наблюдается в этой группе источников в течение почти 30 лет \*.).

Количество воды, стекающей по желобам из колодцев при наполнении их, очень непостоянно, как видно из табл. 5, и не зависит от высоты уровня воды в колодцах. Это непостоянство обусловлено отчасти засоренностью желобов.

Чтобы измерить количество воды, притекающей в колодцы, была проделана пробная откачка из того и другого колодца, но это исследование не могло быть произведено как следует, так как хорошего насоса не было, а самодельные насосы давали неодинаковое количество воды и часто портились.

Чтобы не мешать лечению больных, откачку можно было произвести только по одному разу из каждого колодца, и потому результаты могут считаться только приближенными, Откачка воды из I колодца была начата при высоте уровня воды над дном колодца—1,5,9 м. Через 1 ч. 2 мин. воду откачали до уровня 0,55 м. (см. рис. 5), но здесь оборвался кожаный

• !) 1892 г.  $T^{\circ} 26^{\circ} R.$  ( $32^{\circ},5 C.$ ) Макушин. Минер, воды Томск, губ. Изв. Томск. Унив.

1912 г.  $T^{\circ} 32^{\circ} C.$  Сапожников. Пути по Русскому Алтаю.

1913 г.  $T^{\circ}$ —I кол.  $31^{\circ},6$ ; II кол.  $31^{\circ},5$ .- Титов. Радиоактивн. эманация в водах и газах терм дер. Н. Белокуриха. Изв. Томск. Техн. Инст.

1916.  $T^{\circ} 26^{\circ} E.$  ( $32^{\circ},5 C.$ ) Шапошников. Белокурихинск. целебн. источи.

ялапан, и пока его меняли, в течение 42 минут, вода наполнила колодезь до уровня 1,07 м. Начав после починки насоса вновь откачку в колодце I, понизили поверхность воды через 1 ч. 18 мин. до уровня 0,555 м, и такой приблизительно уровень поддерживался в течение 22 мин. Количество воды,

ТАБЛИЦА 5.

Месяц.	Число.	Время.	I колодезь.			II колодезь.		
			t° воды.	Уровень над дном колодца.	Количество воды, стекающей по жёлу в литр, в 1'.	t° воды.	Уровень над дном колодца.	Количество воды, стекающей по желобу в 1'.
Июль.	22	1 ч. в.	31,83	1,6 м.	—	31,60	1,79 м.	—
		7½ " *	31,85	1,36 "	—	31,66	0,91 "	—
Август.	3	1 ч. д.	31,77	—	—	31,45	—	—
	—	—	31,80	1,69 "	—	31,50	1,85 м.	—
	5	7 ч. у.	31,84	1,57 "	—	31,60	1,70 "	30
	—	8 " в.	31,80	—	—	31,60	—	—
	6	6 " у.	31,80	1,55 "	18	31,50	1,63 "	29
	7	5 " »	31,60	1,56 "	21	31,20	1,78 "	32
	8	6 " "	31,80	1,58 "	19	31,43	1,70 "	31
	9	2 " д.	31,83	—	—	31,36	—	—
	11	5½ п у.	31,83	1,59 "	19	31,45	1=74 "	30
	12	6 я »	31,87	1,58 "	17	31,50	1,73 "	29
	13	6 " "	31,90	1,55 "	—	31,57	1,72 "	23
	14	4 " в.	31,85	1,57 "	13	31,53	1,69 "	21
	22	—	31,95	1,38 "	—	—	—	—
	23	6 " у.	—	—	17	31,45	1,79 "	20
26	7 " п	31,80	1,58 "	11	—	—	—	
30	—	31,73	—	—	31,33	—	—	
Октябрь.	2	6 ч. у.	31,70	—	—	31,13	—	—
	3	7 " "	—	—	—	30,95	—	—
	6	8 " "	31,60	1,56 м.	—	31,03	1,82 м.	—
Maximum	—	—	31,95	—	—	31,66	—	—
Minimum	—	—	31,60	—	—	30,95	—	—
Среднее	—	—	31,80	—	—	31,41	—	—

вычерпываемой в этот период, из колодца, измеренное наполнением ведра, было 80 литров в 1 минуту, а на самом деле больше, так как значительное количество воды не попадало в мерный сосуд, уходя в трещины и через край желобов. По измерении откачка была прекращена, и колодезь стал напол-

няться водой вначале быстро, а потом медленней, как показывает кривая наполнения на рис. 5. Зная квадратное сечение колодца и следя по секундомеру за повышением уровня, можно было высчитать, что, начиная от уровня 0,55 м. и до уровня 0,76 м., в колодезь I прибывала воды в каждую минуту не менее 75 литр., затем с высоты 0,76 м. до высоты 0,98 м. приток воды в среднем был только 47,5 литр, в 1 мин., с высоты 1,32 м. до высоты 1,45 м. приток воды = 19 литров в 1 мин.; с высоты 1,45 м. до высоты 1,53 м. (нижний край отверстия, выводящего воду из колодца) — ок. 14 литров в 1 минуту. Эти вычисленные количества воды, притекающей в колодцы, являются уменьшенными, так как даже при более высоком стоянии воды приток, несомненно, больше, потому что по желобу вытекает из колодца, воды обычно больше, чем 14 литр., как видно из табл. 5. Во время производства этой пробной откачки из I колодца, колодезь II находился в действии и оказывал некоторое, хотя, повидимому, и незначительное, влияние на дебит I колодца. Принимая цифру 14 литр, в 1 мин. как минимум, мы можем рассчитывать получить самотеком воды из I колодца при его современном устройстве около 20.000 литров в сутки (около 1.700 ведер), а откачивая воду на уровне 0,55 м. от дна колодца можно получить из колодца I около 115.000 литр, в сутки (ок. 9.400 ведер).

Откачка из II колодца была начата при высоте уровня воды над дном колодца — 1,75 м. Через 3 часа 33 мин. непрерывной откачки уровень воды удалось понизить до уровня 0,62 м., и в течение 2 часов откачка велась непрерывно, хотя вследствие примитивности насоса уровень в колодце колебался. Количество воды, поднимаемой в этот период насосом, не могло быть, измерено сколько-нибудь точно, так как вода переливалась через край желобов, а то количество воды, которое проходило по желобам, было около 90 литров в 1 минуту. Через 2 часа откачка была прекращена, и колодезь стал наполняться водой с постепенно убывающей скоростью, как показывает кривая наполнений на рис. 5. Количества воды, поступающие в 1 минуту в колодезь, вычисленные по объему, были таковы: с высоты от дна 0,75 м. до высоты 1,0 м. количество воды, поступающей в колодезь, в среднем 60 литров в 1 минуту; до высоты 1,28 м. около 50 литров в 1 мин.; до высоты 1,45 м. около 30 литров в 1 мин.; до высоты 1,64 м. (донного края выводного отверстия) в среднем около 27 литров в 1 минуту.

Из табл. 5-й видно, что по желобу II колодца стекает воды часто больше вычисленного — 27 литр.; принимая эту последнюю цифру как минимальную, получим, что в сутки из II колодца по желобу должно стекать, около 40.000 литр. (ок. 3.250 ведер), а при откачке с уровня 0,75 м. можно получить воды около 86.000 литр, в сутки (ок. 7.000 ведер). При производстве откачки из II колодца, I колодезь оставался наполненным, и по желобу из него сначала стекала вода, и только через 5<sup>1</sup>/<sub>\*</sub> часов откачки

!) На рис. 5 изображены кривые понижения уровня воды при откачке и кривые повышения при наполнении колодцев, при чем цифры по оси ординат — высоты в метрах над дном колодца, а по оси абсцисс — время, при чем верхний ряд цифр для кривых понижения при откачке и наполнении, а нижний ряд для кривых наполнения, показанных более толстой линией.

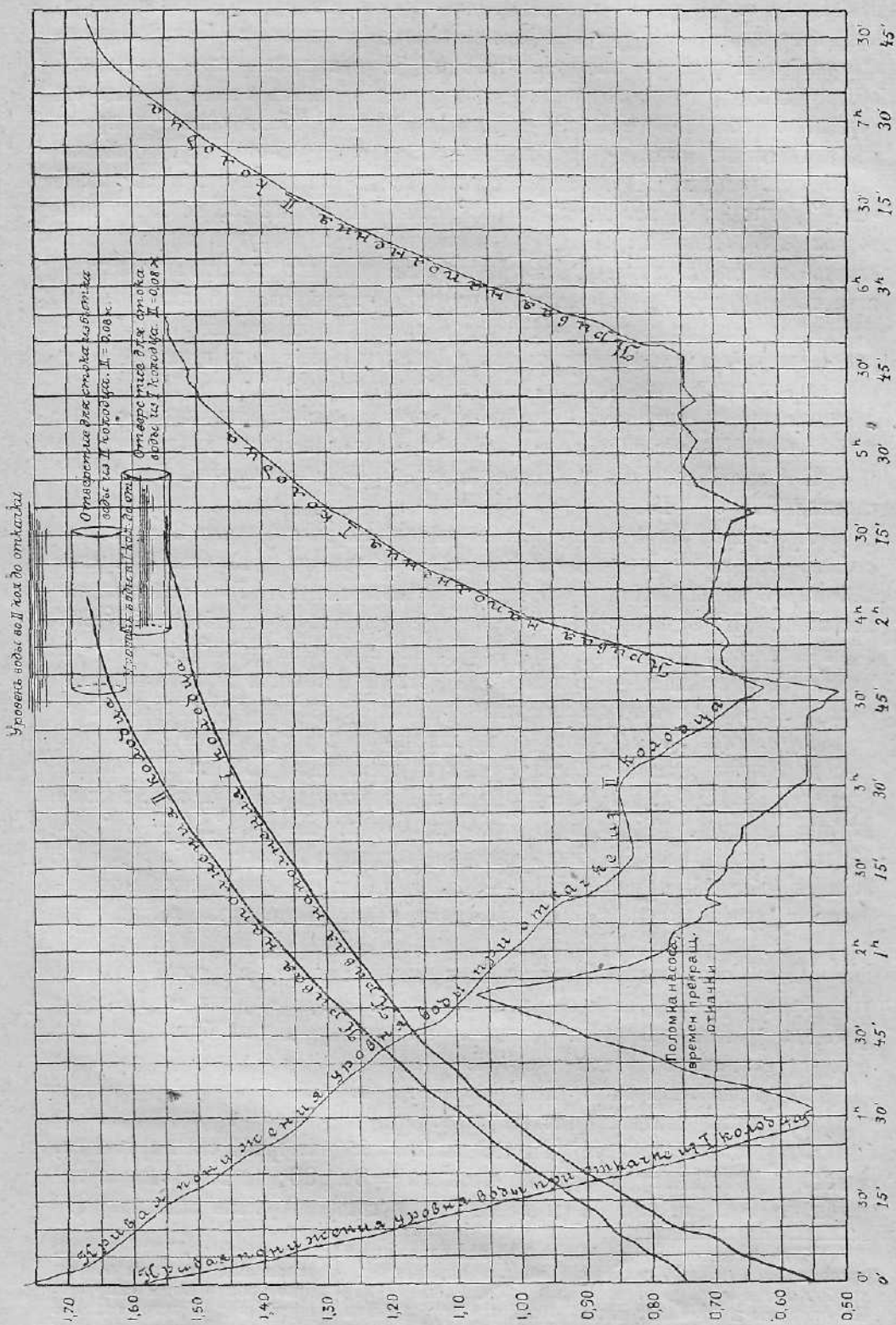


Рис. 5.

из II колодца уровень воды в I колодце понизился до нижнего края выводного отверстия. Уровень воды в I колодце понизился за 5 ч. 40 мин. откачки из II колодца всего на 0,06 м. Отсюда видно, что связь между обоими колодцами несомненно существует, но зависимость одного колодца от другого не особенно велика. Дно обоих колодцев, обследованное во время пробной откачки, оказалось сложным гравием с валунами, которых особенно много в I колодце. Температура гравия на дне колодцев оказалась выше, чем  $t^\circ$  воды: в I колодце  $t^\circ$  до  $32^\circ,0$ , во II до  $32^\circ,2$ , но не во всех точках дна одинакова. Температура воды в том и другом колодцах при откачке немного понижалась, невидимому, благодаря поверхностному охлаждению, так как доски, покрывающие колодцы, были сняты. Откачка воды из колодцев не оказывала заметного влияния на те ручейки горячей воды, которые бегут из-под бревенчатой набережной между обоими колодцами.

*Бур. скв. М 8* была задана приблизительно в центре II колодца и не могла быть углублена ниже 0,4 м. от дна колодца, так как обсадные трубы засорились песком и галькой, а вниз не шли, несмотря на все усилия.

В ближайшем соседстве с колодцами I и II было заложено 5 буровых скважин № 9 — 13.

*Бур. скв. № 9* около ванного здания, на высоте около 3 м., в расстоянии 2,5 м. от I колодца и 8,5 м. от II колодца. Глубина бур. скв. 2,5 м. Вода на 0,5 м. — 0,7 м. ниже поверхности. Уровень воды непостоянен.  $T^\circ$  воды при начале бурения на глубине около 1,5 м. =  $27^\circ,95$ , а начиная с 1,63 м.  $t^\circ$  внутри буровой в среднем =  $31^\circ,5$ . Породы, пройденные скважиной, — сначала бурый суглинок, а потом песок и галечник с валунами. Буровая скважина оставлена вследствие прекращения работ экспедиции.

*Бур. скв. М 10* около стены ванного здания в промоине, по которой из-под ванного здания выбегал ручеек горячей воды. Высота поверхности около устья 12,6 м. Глубина скважины от поверхности 2,67 м., т.-е. немного глубже колодцев.  $T^\circ$  воды в бур. скв. около дна =  $31^\circ,90 - 31^\circ,84$ ,  $t^\circ$  воды ручейка, вытекающего снаружи обсадной трубы, =  $31^\circ,5$ , высота воды в обсадной трубе — 11,99 — 12,22 м., т.-е. всегда ниже поверхности и уровня воды в обоих колодцах и на 0,4 м. выше уровня воды в ручейке.

*Бур. скв. М II* между I и II колодцами в речной долине, у сруба набережной, на абсолютной высоте 11,2 м. Глубина ее 1,48 м., т.-е. ЮО ее ниже дна обоих колодцев. Породы, пройденные буровой, такие:

- 1) галечник и валуны — 0,3 м.
- 2) вязкая зеленоватая глина, около 0,6 м.
- 3) гравий, невидимому, с валунами.

Углубить скважину не удалось, так как обсадные трубы стали кривиться, а вниз не шли.  $T^\circ$  внутри буровой скважины =  $31^\circ,80$ ; уровень воды внутри трубы на 0,32 м. выше воды в той яме, в которой буровая заложена<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Надо заметить, что как только эта скважина, а также и след. № 12 и № 13, прошла слой глины, сейчас-же начала подниматься горячая вода и газы вокруг трубы, при чем уровень воды внутри ее был всегда выше уровня воды снаружи. По окончании бурения, когда обсадные трубы были вынуты, вода быстро замыла образовавшиеся углубления, и истечение теплой воды и газов прекратилось.



. Бур. скв. Ж<sup>></sup> 12 расположена также в речной долине в 4,2 м. от предыдущей, против I колодца, на высоте около 11,2 м. Породы те же, что и в предыдущей; глубина 1,47 м. от поверхности воды в ямке, в которой заложена скважина. Уровень воды внутри трубы на 0,27 м. выше уровня воды в ямке. Т° внутри обсадной трубы, измерявшаяся в течение 7 дней, в среднем 30°,5, а t° воды, вытекающей снаружи, в среднем из 5 наблюдений, = 28°,7. Как и предыдущая, эта буровая не могла быть углублена.

Бур. скв. № 13 в речной долине, около сруба набережной, против II колодца, на высоте около 1,0 м. Заложена 13 августа и продолжалась до 3 сентября. Глубина ее 6,55 м. Приостановлена вследствие прекращения работ экспедиции. Под слоем валунов и гальки, эта буровая скв. обнаружила также слой вязкой зеленовато-серой глины, толщиной около 1,2 м., а ниже все время шли песок, гравий и гальки — речной аллювий, и до коренной породы скважина не дошла, несмотря на то, что углубилась на 6,5 м. ниже уровня реки в этом месте. Все наблюдения над этой скважиной сведены в табл. 6.

Бурение было начато сразу с обсадными трубами, и несмотря на то, что трубы с каждым днем и часом погружались глубже и глубже, дно бур. скв. было то ниже, то выше, как видно из табл. 6-й, где указана глубина скважины от поверхности воды в ямке, в которой эта скважина была заложена. Высота воды внутри трубы, приведенная в табл. 6, также менялась. Оба эти факта зависят, очевидно, от заполнения обсадной трубы снизу песком и галькой, что очень затрудняло и замедляло работу. Т° воды в буровой скважине около дна ее понижалась постепенно с углублением и 31-го августа достигла минимума = 27°,85, и в это же время вода, изливающаяся из буровой скважины, ясно и резко изменилась по вкусу. До этого времени вода в скважине была безвкусная, похожая на воду в колодцах, а 31-го стала сладковатой с вязущим вкусом и одно время ясно пахла сероводородом. По вкусу вода эта напоминала воду из бур. скв. № 1 (в Змеином колодце); анализа ее, как и других вод из Белокурихи, пока нет. Из этой буровой, как и из других, все время выделялся газ", по видимому, тот же, что и в колодцах, без всякого запаха.

Приведенные в табл. 6 температуры воды в обсадной буровой скважины около ее устья и в яме вокруг обсадной не отличаются большой точностью, так как измерялись простым ванным термометром. Надо отметить еще одно обстоятельство: 18 августа была измерена t° воды на дне бур. скв. = 29°,20; затем термометр был поднят на 1 метр, и t° воды оказалась выше 31°,15; к сожалению, это явление не могло быть проверено. Вынутые желонкой с наибольшей глубины бур. скв. Ж<sup>></sup> 18 пески и галечники были промыты, и полученные черные тяжелые шлихи были исследованы под микроскопом проф. В. В. Никитиным. Оказалось, что черный шлик состоит на 0,9 из магнетита, в слабо магнитном остатке можно установить присутствие кварца, титанита, ортоклаза, резе альмандина, эпидота и тесной смеси актинолита, цоизита и кварца.

Относительно химического состава воды и газов все прежние исследователи согласно называют воду слабо щелочной и, вследствие малого количества растворенных солей, индифферентной.

Анализ газов никогда не производился. Собранные нами пробы воды из I и II колодцев, из буровых скважин Jft'1,7 и 13, а также изреки, некоторых шурфов и родников, к сожалению, не могли быть анализированы и остались в лаборатории Томского Технологического Института. На месте

Т А В Л И Ц А 6.

Месяц.	Число.	Время.	Глуб. п. в. м.	Высота воды в бур-скв.	Т° на дне бур-скв.	Т° в бур-скв. в. о. с. п. о. у. о. я.	Т° в н. м. е.	ПРИМЕЧАНИЯ.
Авг.	13	утр.	1,15	0,27	—	—	29,5	
»	14	»	1,73	0,27	30,50	—	31,1	
»	»	веч.	2,42	пер. 1)	30,50	29,2	31,5	*) Вода переливается через края обсадной трубы.
»	15	утр.	2,42	пер. 1)	29,78	30,7	31,4	
»	»	дн.	2,62	0,42	30,70	—	—	
»	16	веч.	3,08	—	30,00	—	—	
»	18	дн.	3,49	0,13	29,20	—	31,4	
»	»	»	2,49	—	31,15 <sup>2)</sup>	—	—	<sup>2)</sup> t° на высоте 1 м. от дна.
»	»	»	1,49	—	31,113;	—	—	<sup>3)</sup> t° на высоте 2 м. от дна
»	19	утр.	2,54	0,15	29,40	—	—	
»	20	»	2,34	0,08 <sup>1)</sup>	28,75	—	29,45	<sup>1)</sup> Вода переливается.
»	21	»	2,95	0,50	28,80	—	30,9	
»	22	»	3,88	0,28	28,55	30,7	31,0	
»	23	дн.	4,61	0,111)	28,00	—	—	<sup>1)</sup> Вода переливается.
»	24	веч.	—	—	28,00	—	—	
»	25	утр.	4,15	0,81	28,20	—	—	
»	26	дн.	1,90	—	27,95	—	30,50	
»	28	»	5,38	—	27,96	—	—	
»	30	»	5,35	0,49'	27,92	—	30,2	
»	»	веч.	5,77	0,38 <sup>1)</sup>	27,98	27,0	29,9	<sup>*</sup> ) Вода переливается.
»	31	утр.	5,62	—	27,85-1)	—	—	<sup>4)</sup> Минимум!°. Изменение воды.
Сент.	2	»	6,55,	0,05 <sup>1)</sup>	27,96	—	—	<sup>*</sup> ) Вода переливается.
»	3	дн.	6,30	0,051)	27,95	—	—	
»	5	утр.	6,20	0,050	28,05	—	—	

полевые исследования газов из обоих колодцев показали, что газ не горит, горения не поддерживает и едкими щелочами не поглощается^ являясь индифферентным газом — может быть, азотом.

Подробности о химическом составе воды и газов имеются в статье А. С. Кобзевой; «Химическое исследование Белокурихинских термальных источников^ (см.^стр. 45 настоящего выпуска).

Радиоактивность воды и газов Белокурихинских источников была установлена В. С. Титовым <sup>1)</sup> в 1907 и 1908 гг.; об этом автор пишет в заключении: «1) Как в водах, так и в газах терм дер. Н. Белокурихи вполне установлена эманация радая. 2) Никаких других эманаций, напр, эманаций тория, в этих термах не найдено». Химик Л\*. Н. Богоявленский в 1921 году определил радиоактивность воды в колодце I в 14,1 единиц Mache, в колодце II—18,0 единиц Mache; вода из бур/ скв. 13-й — 1,92, из бур. скв. 1-й (в Змеином колодце) — 1\*7,4; в шурфе 4-м — 1,08 ед. Mache. Радиоактивность газов из колодцев значительно больше — до 80,0 ед. Mache, а из буров, скв. № 10 — 48,3 ед. Mache.

На основании геологического обследования и небольших разведочных работ надо думать, что коренной породой, из толщи которой выходит горячая вода, являются порфириновые граниты. Выходы горячей воды в данном месте обусловлены, может быть, той большой сбросовой трещиной, которая, по мнению В. А. Обручева <sup>2)</sup>, проходит по северной границе Алтайских гор. Толща аллювиальных отложений — песков, галечников, прикрытых местами газо- и водонепроницаемыми аллювиальными же глинами, достигает более 6,5 м. ниже уровня реки Б. Белокурихи, как показывает буровая скважина № 13, и потому горячая вода, прежде чем достигнуть дна колодцев I и II ИЛИ поверхности земли, должна пройти очень мощный слой легко проницаемых, но местами Ярвольно мелкозернистых пород, которые в ближайшем соседстве с выходами горячей воды насыщены холодной грунтовой и речной водой. Несомненно, что в эксплуатируемые ныне колодцы горячая вода поступает смешанной с вадозными водами и охлажденная ими, а потому имеются все основания получить горячую воду более высокой температуры, чем теперь. Можно ли рассчитывать на большую минерализацию воды с углублением, — вопрос пока открытый. Что же касается воды из буровых скважин 1-й и 13-й, как бы сильнее минерализованных, то это (можно, что это вызвано примесью грунтовых вод, которые, судя по существующим родникам, как будто сильнее минерализованы, чем вода в колодцах. К сожалению, анализа этих вод не имеется. Что касается возможного дебита воды, то он пока без детальных разведок не может быть определен даже приблизительно. Можно только быть уверенным, что путем рационального устройства каптажа дебит горячей воды может быть увеличен значительно, — так как сейчас горячая вода, выходя из трещин коренной породы, насыщает значительную толщу аллювиальных отложений, по пути движения этой воды среди галечников и песков в современной долине реки Б. Белокурихи, ниже ее уровня, нам совершенно неизвестны. Значительная давность описываемых ИСТОЧНИКОВ, ПОСТОЯНСТВО температуры воды их, постоянное и обильное выделение газа (повидимому, азота), отсутствие всяких указаний на какие-либо подземные пожары угля или другие переходящие явления, объясняющие высокую температуру воды, — все это указывает на глубинное происхождение источников и может быть, ювенильную природу их. Задачей будущих исследований, весьма затруднительных в условиях геоло-

<sup>1)</sup> Титов, В. С. Радиоакт. эманация в водах и газах терм дер. Н. Белокурихи на Алтае. Изв. Томск. Техн. Ияст, т. 13. 1913.

<sup>2)</sup> В. А. Обручев. Алтайские этюды. Землеведение, 1915, кн. III.

гпчского строения данной местности, будет найти под толщей аллювия коренные выходы горячей воды, определить ее химический состав, температуру и дебит и выработать затем план каптажа.

Для выяснения «опроса о водоснабжении будущего курорта нами были осмотрены родники по северному склону гряды, которая отходит от долины р. В. Белокурихи у источников к востоку. Приблизительно в 1 км. от источников северный склон описываемой гряды против дерквы прорезан глубоким оврагом, в низовьях которого обнажается только толща до 10 м. бурого делювиального суглинка. По дну оврага - небольшой ручеек, не пересыхающий и в самые засушливые годы. Приблизительно на полусклоне гряды, на левом берегу оврага, на высоте, значительно превышающей площадь курорта, имеется невысокая вертикальная расчищенная стенка, в которой видны обычные порфиридные граниты, выветрелые, в особенности в верхней части, и непосредственно покрытые бурым суглинком. Из самых верхних слоев гранита во многих местах сочится чистая прозрачная вода приятного вкуса, температуры  $9^{\circ},7$  после жаркого дня и нагревания описываемого обнажения солнцем. Вода отсюда течет по небольшому желобу и дает около 7 литров в минуту, т.-е. в сутки около 10,000 литров (ок. 800 ведер). По определению Л. Н. Богоявленского, вода в этом роднике («Церковном») слабо радиоактивна, 1,65 единиц Mache.

Воду из этого родника берут для питья крестьяне ближайших домов\* По дну описываемого оврага в средней его части выступает в небольших промоинах порфиридный гранит, и во многих местах сочится вода, которой, было бы видно больше) если бы не обвалы и оползни бурого суглинка.

Далее к востоку от описанного оврага склон гряды прорезан другим, оврагом, в котором также видны бурые суглинки и течет небольшой ручеек. Оба эти оврага в пределах огороженной площади для выгона скота (поскотины).

Километрах в 2 от курорта, на склоне той-же гряды, среди полей, метрах в 100—150 к югу от пасеки Гер. Тырышкина в небольшой, мало заметной впадине имеется родник, так называемый «Глазной ключ», заросший осокой. Вода чистая, прозрачная, очень приятная на вкус, температуры  $7^{\circ}$  после жарких дней. Небольшой ручеек, вытекающий из этого ключа, дает около 26 литров в 1 минуту т.-е. в сутки около 3.000 литров (около 3.000 ведер).

На основании этих родников, а также наличия следов старых оползней, по северному склону гряды, идущей от курорта к востоку, можно рассчитывать встретить грунтовые воды на значительной высоте над площадью курорта и на небольшой глубине, под толщей бурого суглинка, в самых верхних, наиболее разрушенных горизонтах норфиридного гранита. В таких же геологических условиях имеются, по всей вероятности, грунтовые воды и по левому склону долины Б. Белокурихи против курорта. Все эти воды должны быть детально обследованы и, вероятно, могут быть использованы для снабжения будущего курорта хорошей питьевой водой.

Что касается возможности использования воды реки Б. Белокурихи для силовых установок, то нами были сделаны некоторые предварительные гидро-

метрические наблюдений? Высота падения воды из пруда в реку у мельничной плотины, полученная прямым измерением, равна 3,7 м. и легко может быть увеличена подъемом воды в пруде, если устроить хорошую плотину, и углублением русла реки ниже плотины. Для суждения, хотя бы приблизительного, о количестве воды в реке Б. Белокурихе были в трех местах измерены площади живого сечения реки и скорость течения помощью поплавков — больших бутылочных пробок. В первом месте, чуть повыше ямы с горячей водой, где моют белье, ширина реки оказалась около 8,2 м. и площадь живого сечения около 1,8 кв. м.; в 21,3 м. ниже первого места ширина реки около 6 м. и площадь живого сечения около 0,9 кв. м.; наконец, в третьем месте в 21,8 м. ниже второго ширина реки около 7,9 м. и площадь живого сечения около 0,9 кв. м. Скорость течения воды на поверхности в 1 секунду, средняя из 14 наблюдений между 1-м и 2-м сечением и из 14 наблюдений между 2-м и 3-м сечением, равна 0,4 м. в 1 секунду. Принимая площадь живого сечения реки в среднем — 1 кв. м. и среднюю скорость течения = 0,3 м. в 1 секунду, мы получим расход воды реки Б. Белокурихи около 0,8 куб. м. (или 300 литров) в 1 секунду. Принимая высоту падения воды, измеренную непосредственно в 7,7 м., мы получили, что абсолютная сила падения реки Б. Белокурихи будет около 15 пар лошадиных сил. Надо при этом заметить, что описываемое лето было засушливое, и река Б. Белокуриха обмелела по сравнению с другими годами.

О климате курорта говорить пока невозможно, так как ближайшая метеорологическая станция в г. Барнауле находится слишком далеко отсюда, а наши примитивные наблюдения в течение 53 дней (с 21 июля по 11 сентября) позволяют сделать только частичные выводы. Среднее давление за 53 дня по anerоиду около 732 мм.

С 21 июля по конец этого месяца средняя суточная облачность 4,6, при чем наибольшая облачность в утренние часы, а наименьшая вечером. Из 11 июльских дней было только два дня, когда был более или менее сильный ветер, и 9 дней почти безветренных. Дожди были два раза днем и один раз ночью.

В августе средняя суточная облачность 4,5, при чем наименьшая в полдень, наибольшая вечером. За этот месяц было 4 дня, когда облачность = 1,3, в 5 дней совершенно безоблачных, 26 дней в августе почти безветренных и 11 дней, когда ветер был более или менее сильный; 7 дней с осадками; гроза наблюдалась 3 раза.

Средняя суточная  $t^{\circ}$  за 21 день (с 10-го по 31-е авг.)  $20^{\circ},8$  С., при чем средняя утренняя =  $17^{\circ},3$ , в полдень =  $24^{\circ},7$  и средняя вечером  $20^{\circ},8$ . Наибольшая температура в августе:  $30^{\circ},6$  — 20 авг. в 1 ч. д., а наименьшая  $12^{\circ},5$  — 28 авг. в 7 ч. у.; в этот день была и наибольшая амплитуда колебания  $t = 13^{\circ},7$ ; в среднем же амплитуда температуры за сутки около  $7^{\circ},5$ .

В сентябре за 11 дней средняя суточная облачность — 2,3, при чем наибольшая облачность в полдень и наименьшая вечером. Из этих 11 дней 5 дней совершенно безоблачных, 8 дней почти безветренных и 3 дня, когда был более или менее сильный ветер; 2 дня дождливых.

Средняя суточная  $t^\circ$  за 11 дней =  $10^\circ,5$ , при чем средн. утром  $10^\circ,2$ , в полдень  $20^\circ,5$  и вечером  $13^\circ,3$ . Максимальная температура 2 я 3 сент. в полдень  $22^\circ,5$  и наименьшая 11 сент. утром  $5^\circ$ . Наибольшая суточная амплитуда колебания  $t^\circ = 16^\circ,2$  (11 сент.), а в среднем  $9^\circ,8$ .

Вообще, если судить по лету 1920 г., то киякат курорта представляется умеренно-жарким, дождя редки, ветер небольшой и почти всегда с юга — со стороны гор; облачность небольшая, и резких перемен в температуре нет, сырых туманов не наблюдалось.

Петроград. Геологический Комитет.

Февраль 1921 г.

## Les sources thermales de Bielokourikha dans l'Altai:

Par M. Vasilievskij.

EÉSFME.

Les sources de Bielokourikha sont situées à 70 klm au midi de la ville de BiTsk, à la base N de l'Altai et émergent à la surface dans la vallée de la rivière Bielokourikha après avoir percé une assise de sables fluviaux et de galets dont la puissance dépasse 6,5 ra. Les affleurements d'eaux thermales se trouvent en trois endroits dont au sud, le X? I est exploitée pour bains au moyen de deux puits à soutènement de cadres de bois et forés jusqu'à une profondeur d'environ deux mètres. Les eaux thermales qui passent une température de  $32^\circ$  C. se dégagent de ces puits et des autres affleurements après avoir quitté une assise d'alluvions. Par leur composition chimique ces eaux se rapportent aux eaux aérothermales (voir les tableaux III et IV de Tarlicke de A. Kobzeva); elles sont radioactives (14—18 unités Mache). Presque toutes les sources de cette région dégagent des gaz composés de nitrogène, d'hélium et d'argone: leur radioactivité atteint jusqu'à 80 unités Mache. Les recherches préliminaires entreprises en 1920 n'ont atteint, en aucun point, les roches primitives.

Des granits porphyriques sont exclusivement développés dans les environs immédiats des sources; en quelques endroits cependant on y rencontre des filons de pegmatites à tourmaline et à orthites. Aux sources mêmes sur la rive gauche de la r. Bielokourikha il existe une fracture remplie de calcédoine blanche feuilletée détachée par les eaux thermales; sur la rive gauche on aperçoit, aussi dans les granits, une série de minces filons de ceolite. Les eaux thermales, de provenance juvéniles probablement, suintent par les fissures de granit, puis, après avoir traversé une assise de galets viennent se mêler aux eaux froides du sol et, enfin, aux eaux de la rivière.

## О причинах радиоактивности Белокурихин- СЕИХ термальных источников.

Л. Н. Богоявленский.

(Sur les causes de la radioactivity des sources thermales de Biclokourikha.  
Par L. Bogoiavlensky.)

Работы по обследованию радиоактивности на Белокурихинских минеральных источниках начались летом 1920 г., но, главным образом, они производились осенью 1921 г. Тогда же эти работы были дополнены составлением плана курорта и его ближайших окрестностей в 10-саж. масштабе и радиометрической съемкой площади курорта, осветившей расположение сбросовых трещин под почвенными наносами на площадях курорта, вблизи выходов теплых источников. Обследование радиоактивности имело целью, главным образом, выяснение причин радиоактивности воды минеральных источников, эксплуатируемых курортом. Так как эти причины могли заключаться в близости к курорту многочисленных пегматитовых жил с радиоактивными минералами, которыми изобилуют в окрестностях граниты, то большое внимание было обращено на изучение минералогического материала этих жил с радиологической точки зрения.

Белокурихинские минеральные источники находятся на северных склонах Алтая, на ЮЗ окраине села Н. Белокуриха и расположены на правой стороне речки Большой Белокурихи. Последняя берет начало в горной части Алтая в 16 км. на Ю от деревни Белокурихи на С склонах горы Синюхи. На этом протяжении В. Белокуриха представляет из себя типичную горную алтайскую речку с многочисленными притоками — ключами или логами, протекающими с Ю на С или с С на Ю. Перед курортом, после впадения в нее Татарского ключа, р. Б. Белокуриха резко меняет свой характер и переходит после мельницы в спокойную равнинную реку до самого впадения ее в р. Песчаную.

Доминирующая порода в ближайших окрестностях минеральных источников — красный иорфировидный гранит, местами сильно разрушившийся. Можно отметить, что наибольшему разрушению подвергались: район, прилегающий к выходам термальных источников правого и левого берега реки близ курорта, и район нижнего течения Татарского и Еудряевского ключей. Ближайшая к курорту часть массива гранита прорезана многочисленными кварцевыми жилами с углом падения около  $30^\circ$ . Следуя вниз по течению в том же массиве, жила кальцита термального происхождения, выполняющая, по видимому,

трещину. Еще далее — против Змеиного колодца — промоина значительной величины с очень крутым падением. Вблизи этой промоины были найдены обломки гранита, показавшие значительную и постоянную активность и, при более внимательней исследовании, содержащие ортит и небольшие количества пирита. В нижних горизонтах промоины был найден цеолит в виде мягких чешуек розового цвета. Там же желтые охристые кусочки, во влажном состоянии показавшие сильную активность, совершенно исчезающую при высыхании. На более высоких горизонтах, в рыхлом граните — прожилки глинистого вещества, смоченного почвенной водой, также показавшего сильную активность только во влажном состоянии. Многочисленны еще измерения образцов, взятых из промоины на различных горизонтах, показали, что активностью обладают все **куски**, смоченные грунтовой и дождевой водой, независимо от их минералогического характера, при чем активность исчезала по высыхании. Характер активности показал, что радиоактивный газ, содержащийся в почвенной воде и сообщающий радиоактивные свойства образцам, — есть эманация радия.

Измерения активности образцов, взятых из обнажений левого берега реки в том же районе курорта, дали отрицательные результаты. Там же, в одной из промоин, в той части, где начинается деревня, были найдены куски плотного цеолита в граните.

Следуя вверх по течению Татарского ключа, на правом его берегу с крутым склоном в сильно разрушенном граните встречаются многочисленные пегматитовые жилы, из которых одна на вершине в виде небольшого гребня с простираем с ЮЗ на СВ. Жила со слабо дифференцированными компонентами, содержащая, между прочим, ортит в кристаллах, достигающих 2 миллиметров диаметра, и в очень незначительном количестве флюорит. Пегматитовые жилы, как было уже упомянуто выше, являются крайне распространенными в районе Белокупхи. Местами они достигают крупных размеров и некогда служили для выработки кварца, который свозился местными крестьянами на стекольный завод. По своей величине и значительности заслуживают внимания три жилы, из которых две носят следы разработки и имеют отвалы.

*Пегматитовая жила Астафеева лога.* В 3 км. от деревни к восточной стороне впадения в Татарский ключ Астафеева ключа, на правой его стороне, на СВ склоне небольшой сопки. Жила подвергалась местными крестьянами разработке на кварц. Разносов два — верхний и нижний. В отвалах многочисленные обломки розового кварца. Центральное положение в жиле занимает кварц — белый, серый, местами розовый и черный. В отвалах были найдены в виде включения в кварце магнетит и турмалин. Полевой шпат — ортоклаз, часто в кристаллах огромного размера. Слюда (мусковит) в незначительных количествах. В северной части верхнего разноса жилы полевого шпата, граничащий с крупнозернистым письменным гранитом, содержит прослойки черного минерала с металлическим блеском со включениями октаэдров магнетита. Порода отделена от дневной поверхности почвенным слоем в 1/2 м глубиной и сильно разрушена. Первоначальные испытания показали ясно выраженную радиоактивность этих кусков полевого шпата с прослойками минерала черного цвета, при чем радиоактивное вещество располагалось по по-



верхности в виде тонкой пленки иногда зеленоватого цвета. При более внимательней рассмотрении были обнаружены куски полевого шпата с черными прослойками, содержащие апатит и монацит в очень мелких кристаллах.

Определить причину радиоактивности кусков полевого шпата с черными прослойками оказалось затруднительным, так как радиоактивный минерал располагался по ним в виде очень тонкой пленки. Радиоактивность этих кусков варьировала в довольно значительной степени в зависимости от положения куска в ионизационной камере. Радиоактивность повышалась в зависимости от величины открытой площади поверхности черного минерала, действию излучения которой подвергалась ионизационная камера электроскопа. Было замечено, что по отношению к магниту различные части породы относятся различно, на основании чего были сделаны попытки выделить радиоактивный минерал из породы. Компоненты черного цвета были отделены от породы и размельчены. Притягиваются магнитом куски серо-стального цвета, иногда кристаллической октаэдрической формы. Не притягиваются двух родов: пластинки стали бледно-серого цвета, иногда с зеленым налетом, по большей части тонкие, и куски бурого цвета, похожие на бурый железняк. При измерениях наибольшей активностью обладали пластинки стально-серого цвета с зеленым налетом, затем слабою активностью куски бурого цвета и, наконец, оказались вовсе неактивными куски, притягивающиеся магнитом.

*Пегматитовая жила Сухого лога.* В истоках Сухого лога, левого притока Белокурихи, на правом его берегу, на вершине невысокой сопки, в 3 км. на СЗ от деревни. Также подвергалась разработке на кварц, Разнос один. Кварц почти исключительно белого цвета, редко серого. Розовый отсутствует. Турмалина в кварце нет, повидимому, нет также и магнетита. Слюда в довольно крупных пластинках и в большом количестве. В северо-восточной части жилы крупнозернистый письменный гранит, сильно разрушившийся от действия вод, содержит включения минерала правильной системы в виде октаэдров, достигающих 1,5 см. диаметром. Куски письменного гранита, заключающие минерал, были исследованы на радиоактивность и показали значительную активность. Черный же минерал, тщательно отобранный от породы, показал активность значительно меньшую. Химический его анализ дал содержание 99,8%  $Fe_2O_3$ . Минерал иногда обладает слабо магнитными свойствами и слабо выраженной спайностью. Повидимому, это мартит, образовавшийся за счет магнетита. Радиоактивными же своими свойствами он обязан, повидимому, присутствию незначительных количеств другого активного минерала, которым он был импрегнирован. При более детальной обработке активных кусков породы было установлено, что наибольшей активностью обладали компоненты в виде пленок бурого цвета, неравномерно распределенные на полевоом шпате и окрашивающие его в буро-красный цвет, характерный для продуктов выветривания редкоземельных минералов, содержащих церовую группу. Выделение пленок в чистом виде оказалось невозможным, почему химического анализа их произвести было нельзя. Из большого количества взятого материала (до 53 гр. весом) удалось выделить небольшой кристалл этого радиоактивного минерала, достаточный лишь для изготовления шлифа и определений оптических его свойств, которые были

сделаны О. С. Смирновым. Можно резюмировать наблюдения С. С. Смирнова таким образом.

Минерал моноклинической шпательности, бурого цвета. Под микроскопом отдельный столбчатый кристалл состоит из первичного и вторичного шпательности, при чем первичный двойниковый и вторичный светложелтого цвета, в противоположность первичному —, более темному. В первичном наблюдалась спайность параллельно шву, но вторичном спайности не наблюдалось вовсе. В первичном минерале ориентировка эллипсоида обычная для минералов эпидотовой группы. По мнению С. С. Смирнова, первичный минерал можно определить как ортит, хотя, в виду крайне малой изученности ортитов в оптическом отношении и крайней изменчивости их химического состава, нельзя сравнить его с каким-нибудь изученным химически и оптически ортитом. Несколько необычным является положительный угол оптических осей<sup>1)</sup>. Что касается светложелтого вторичного минерала, который является продуктом изменения первичного ортита, то, к сожалению, определить его нельзя. Из его констант<sup>2,4)</sup> видно, что близких к нему среди изученных оптически минералов нет.

К сожалению, в виду недостаточного количества материала, химического анализа этого сильно активного минерала произвести было невозможно.

*Пекчатитовая жила водораздела Татарского и Кудрицкой ключей.* В 640 метрах на юг от курорта, на 3 склоне сопки. Разработке не подвергалась. Многочисленные выходы письменного гранита и кварца. Из составляющих минералов, кроме обычных кварца, ортоклаза и мусковита, значительные количества черного турмалина и магнетита, перешедшего в мартит. Радиоактивных минералов в штуфах, взятых из этой жилы, найдена не было.

*Радиоактивность воды и газов.* Измерения радиоактивности воды и газов делались с помощью аинарата Шмидта, но в общей схеме его установки и пользования, сравнительно с общепринятыми, были сделаны некоторые изменения. Бутыль - приемник, вмещающая определенный объем исследуемых воды или газов, представляет из себя обыкновенную стеклянную бутылку емкостью около 3 литров. Бутыль закрывается каучуковой пробкой с двумя отверстиями, через которые вставляются две стеклянные трубки — одна короткая и другая длинная, доходящая до дна бутылки. На наружные концы трубок надеты каучуковые трубки с зажимами Моора, при помощи которых бутыль может быть герметически закрыта. Объем воды, который брался для исследования, равнялся 1 литру. Газы наполняли всю бутылку, во радиоактивность перечислялась на литр. Бутыль соединяется с аппаратом Шмидта при помощи надежных толстостенных каучуковых трубок. Посредством резиновой груши можно получить ток воздуха, который проходит сначала через длинную трубку, через слой воды, осушающую колонку с хлористым кальцием и поступает, наконец, в конденсатор, откуда попадает снова в бутыль и т. д. После многократных перекачиваний достигается, таким об-

<sup>1)</sup> Константы:  $2F = -1-80^\circ$ ,  $N_g - N_p = 0,0197$ , коэфф. преломл. 1,75.  
<sup>2)</sup>  $2V = -61^\circ$ ,  $N_g - N_p = 0,0106$ ,  $N =$  около и.е.

разом, вполне однородная смесь воздуха с эманацией, заключающейся в измеряемой воде.

*Эталонирование аппарата* делалось с эталонным раствором радия, проверенным в Главной Палате Мер и Весов Л. С. Коловрат-Червинским при помощи электрометра с пироэлектрическим кварцем. В бутылки-приемнике воздух предварительно разрежался водяным насосом, затем вводилась эманация эталонного раствора, накопившаяся в течение определенного промежутка времени. Через 3 часа, когда наступало равновесие эманации с продуктами ее распада, делалось измерение скорости спадания листка в определенном участке шкалы.

Этот метод эталонирования аппарата Шмидта при помощи титрованного раствора радия и пропускания струи воздуха *через воду* представляет много преимуществ перед обычно принятым. Вводя определенное количество эманации радия в конденсатор, можно получить определенную скорость спадания листка электроскопа в одном и том же участке шкалы. Измерение содержания эманации радия в исследуемой воде сводится к сравнению скоростей спадания листка электроскопа. Этот способ измерений, несомненно, удобнее в точности обычного, когда приходится доверяться цифрам, найденным в табличках, прилагаемых к каждому аппарату, и вычислять ионизационный ток, исходя из емкости системы и падения потенциала, принимая во внимание, кроме того, поправку Дуана, зависящую от величины и формы конденсатора.

Имея эталонный раствор радия, можно, по истечении определенного промежутка времени, взять из него количество эманации, накопившееся за это время. Это количество есть показательная функция времени и получает максимальное значение через 30 дней, после чего остается постоянным; Существуют вычисленные Коловрат-Червинским таблицы функции  $ЦХ$  (I—III), по которым можно вычислить количество эманации, накопившееся в течение времени  $t$ .

Измерения делались в одном и том же участке шкалы от 80-го до 30-го деления. В этом участке количество эманации, соответствующее  $3,41 \times 10^{-8}$  гр. радия, производило спадание листка в 55,0 сек., откуда интенсивность  $1 = \frac{100}{55} = 1,82$ . В единицах Махе этой интенсивности соответствует:

$$3,41 \times 10^{-8} \times 2,89 \times 10^9 = 97 \text{ М. Е.}$$

Этим эталоном пользовались при измерениях воды и газов летом 1920 г. Осенью 1920 г. аппарат был снова эталонирован количеством эманации, соответствующим  $4,55 \times 10^{-5}$  гр. радия. Измерения делались в участке от 80-го до 50-го деления шкалы, и в этом случае интенсивность  $1 = 5,01$ . В единицах Махе этой интенсивности соответствует;

$$4,55 \times 10^{-5} \times 2,89 \times 10^9 = 1-315 \text{ М. Е.}$$

Во всех нижеследующих вычислениях в таблицах результаты измерений радиоактивности, относящиеся к воде и газам, будут выражаться в окончательном виде в единицах Махе, как наиболее понятных для широкого круга

читателей. Так как множитель для перевода единиц Кюрп на единицы Махе отнюдь не является одним и тем же у всех авторов, то считаем полезным оговориться заранее, что единицы Махе вычислили, помножая единицы Кюри на  $2,89 \times 10^9$  — число, которое дает Коло врат-Черви не кий.

Белокурпхинские минеральные источники расположены на ЮЗ окраине **оела**, на правом берегу реки, и занимают площадь около 3 гектаров. Выходы источников расположены вблизи реки на наиболее низких местах, и многие из НИХ наблюдаются в самой реке. Дебит этих источников самый разнообразный, начиная с очень слабого у еле просачивающихся ключиков и кончая довольно значительным (около 1У00 литров в час) у каждого из двух экпдоатируемых курортом, каптированных срубам. Необходимо отметить непостоянство выходов со слабым дебитом, которые иногда исчезают и появляются в новых местах.

Принято условно разбивать источники на три группы, из которых первая включает в себе два эксплуатируемые колодца и все второстепенные выходи, находящиеся вблизи них, из которых обратим внимание на небольшой ключик на ЮЗ окраине курорта, не существовавший в 1920 г. Несколько ниже по течению находится вторая группа, состоящая из многочисленных выходов со слабым дебитом, частью на берегу и частью в реке. Летом 1921 г. профессор Томского Техн. Института Б. П. Вейнберг делал попытку каптировать выходы, находящиеся в реке, для чего устроил небольшую отводную дамбу из валунов и сруб. Над одним из выходов в срубке была поставлена бочка с вынутым дном, благодаря чему имелась возможность исследовать воду и газы этого выхода. Третья группа источников находится еще ниже по реке и еостопт из теплых ключей со слабым дебитом на берегу реки. К УОН группе можно отнести и находящийся в стороне от реки Змеиный колодезь. Последний представляет из себя огороженную забором неглубокую яму, заросшую травой. Температура воды колодца в обычное время гораздо ниже температуры остальных ключей. Вода бурого цвета, повидимому, болотного происхождения. В 1920 г. во время работ М. М. Васильевского на дне Змеиноного колодца была заложена буровая скважина, через обсадную трубу которой подавалась чистая теплая вода. Дебит этой скважины невелик, я температура немного наже температуры главных колодцев.

Во всех без исключения выходах термальных источников вместе с водой наблюдается значительное выделение шов. Газы поднимаются весьма неравномерно струями со дна колодцев. Такое же выделение их наблюдалось в срубке (вторая группа), в Змеином колодце, небольшом выходе на ЮЗ окраине курорта, за ванными помещениями и во всех остальных выходах. В самой реке в некоторых местах наблюдается также выделение пузырьков газа. Обсадные трубы буровых скважин быстро покрывались мелкими пузырями. Термальная вода является, таким образом, насыщенной газами или газированной, в чем легко убедиться, принимая ванну: тело немедленно же покрывается мелкими пузырьками газа, выделяющегося из раствора его в воде. Выделение газов отнюдь не является равномерным — бывают дни, когда выделение их повышается в значительной мере и наоборот. К сожалению, не представлялось возможным определить дебит газов для сопоставления его значения с другим» факторами.

При измерениях радиоактивности воды и газов источников имелось в виду не только определение количества эманации, растворенной в воде или смешанной с газами, выделяющимися из земли, но, главным образом, выяснение общих причин радиоактивности воды и газов. Так как непосредственной причиной радиоактивности воды может быть минерал, имеющий в своем составе элементы уран или торий, которые, переходя последовательно через ряд продуктов радиоактивного распада, могут при известных условиях отдать почвенной воде некоторую часть газообразных продуктов распада, какими являются эманации радия или тория, и сообщить ей радиоактивность, то при изучении вопроса о причинах радиоактивности воды Белоурихинских минеральных источников представлялось вполне возможным предположение, что белоурихинские граниты, несомненно заключающие радиоактивные минералы, как было указано выше, могут сообщать свою радиоактивность подземным водам. Поэтому представлялось необходимым знание количества растворенных эманации в воде источников с холодной водой, вытекающих из гранитов.

Результаты этих измерений можно видеть в нижеследующей таблице:

Дата измерения.	Наименование.	Темп. п.	М. Е.
2 сент. 1920 г.	Буровая скважина в Змеином колодце . . .	27°	17,4
4 сент. 1920 „	Буровая скважина близ колодца № 2 . . .	27°	1,92
6 сент. 1920 „	Ключ в овраге против церкви . . . . .	10°,5	0,90
7 сент. 1920 „	Шурф № 4 . . . . .	15°	1,08
14 окт. 1921 „	Змеиный колодезь . . . . .	9°	1,00

Как видно из таблицы, вода ключа в овраге против церкви с темп. 10°,5, находившегося далеко от выхода термальных ключей, дала весьма слабую радиоактивность, которую можно считать нормальной вообще для источников, вытекающих из гранитов. Такого же порядка радиоактивность воды шурфа № 4, находившегося, примерно, на половине расстояния от реки до Змеиного колодца, и радиоактивность термальной воды буровой скважины около колодца Ж 2, несмотря на близость этой скважины к одному из главных выходов.

Наибольшего интереса, несомненно, заслуживает вода из буровой скважины в Змеином колодце. Она дала 17,4 единиц Махе, и, как увидим ниже, эта цифра является одной из самых высоких для всех вод, исследованных в Белоурихе. Дебит воды, вытекающей через обсадную трубу, невелик, температура ее, как увидим ниже, на несколько градусов ниже температуры главных выходов. Выделение газов наблюдается довольно значительное как через обсадную трубу, так и помимо ее. Осенью 1921 г., когда обсадная труба уже не существовала, и Змеиный колодезь представлял из себя неглубокую яму, наполненную болотной водой грязно-бурого цвета, радиоактивность этой воды дала ничтожную цифру. Выделение газов наблюдалось очень слабое.

Более детально была обследована вода главных выходов, эксплуатируемых курортом, т.-е. каптированных срубам. В момент взятия проб точно отмечалось атмосферное давление и температура воды. К сожалению, все попытки

определения в то же время и деонита не дали удовлетворительных результатов, так как единственный точный способ определения дебита посредством откачки колодца и наблюдения скорости наполнения его требовал рабочих рук и приостановки действия ванн. Правда, в моменты перерыва в действии ванн вода из колодцев стекала по желобам, играющим роль тропленов, и можно бы было судить о дебите по скорости ее истечения. Попытки определения дебита таким способом делались, но затем оказалось, что желоба засаривались, и излишек воды стекал не по ним, а через другие отверстия в срубах, которые находятся в довольно ветхом состоянии. Колодцы № 1 и № 2 находятся друг от друга на расстоянии нескольких метров. Из них Ж 1-м обозначается находящийся выше по течению реки и Л; 2-м — ниже.

Результаты измерений воды колодца Ж 1, расположенные в порядке повышения радиоактивности, могут быть выражены следующей таблицей:

Дата измерения.	Атмосф. давление мм.	Темпер. С.	М. Е.
4 октября 1921 г. . . . .	750,3	30°,3	10,9
31 октября 1921 „ . . . . .	750,1	30°,8	11,8
3 ноября 1921 „ . . . . .	749,2	30°,8	11,9
2 ноября 1921 „ . . . . .	741,7	30°,8	12,0
11 октября 1921 „ . . . . .	743,6	31°,1	13,5
7 сентября 1920 „ . . . . .	742,1	3°,8	14,1
5 ноября 1921 „ . . . . .	746,3	30°,4	15,4

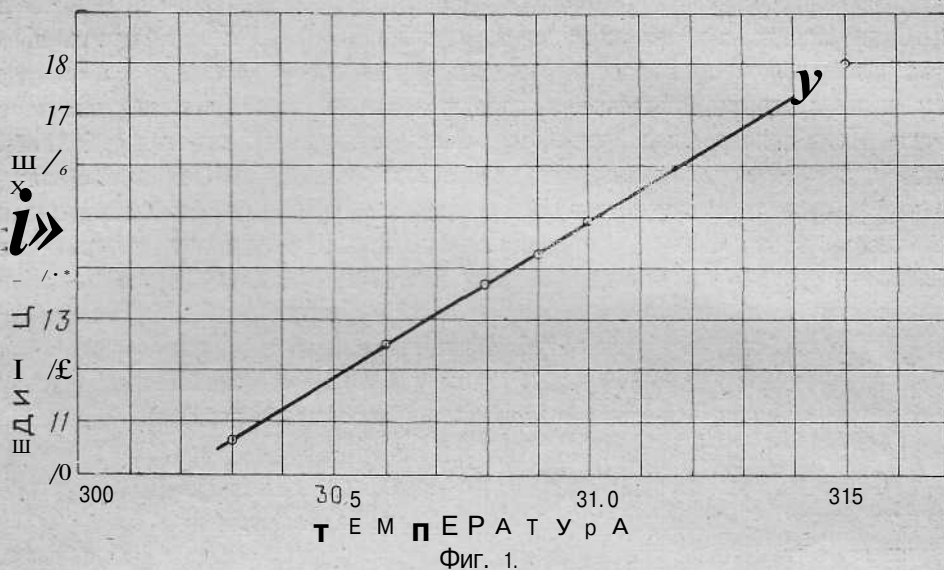
Из этих цифровых данных видно, что атмосферное давление, повидимому, не оказывает никакого влияния на радиоактивность воды. Не замечается также никакой связи радиоактивности и с температурой, которая колебалась во время измерений в пределах 1°,5.

Г Несколько иную картину дает таблица измерений для колодца Л 2. Результаты расположены также в порядке повышения радиоактивности.

Дата измерения.	Атмосф. давление мм.	Темпер. С.	М. Е.
16 октября 1921 г. . . . .	741,0	30°,3	10,6
• 7 октября 1921 „ . . . . .	750,0	30°,6	12,5
17 октября 1921 „ . . . . .	743,3	30°,8	13,6
• 6 ноября 1921 „ . . . . .	743,0	30°,9	14,2
13 октября 1921 „ . . . . .	726,4	30°,9	14,2
12 октября 1921 „ . . . . .	732,8	31°,0	14,9
4 сентября 1920 „ . . . . .	743,3	31°,5	18,0

Здесь величина атмосферного давления также, повидимому, не оказывает влияния на радиоактивность, но строгую закономерность находим между радиоактивностью и температурой. Каждому повышению температуры воды на 0°,1

• соответствует повышение радиоактивности почти точно на 0,6 М. Е., т.-е.,  
 • если откладывать по оси ординат температуру и по оси абсцисс радиоактив-  
 ность,, то линия, проходящая через точки, соответствующие каждому измерению,  
 представит прямую (фиг. 1).



Радиоактивность воды 2-й группы источников, взятой из бады в срубе Бейнберга при темп. 30°,0, выражалась 14,75 М. Е.

Радиоактивность газов, как видно из следующей таблицы, превышает радиоактивность воды в несколько раз. Образцы газов для измерений брались при помощи наполненной водой бутылки известного объема и воронки. Полученные результаты перечислялись на 1 литр.

Дата измерения.	Наименование.	Атмосф. давл. мм.	Темпер. воды С.	М. Е.
12 сент. 1920 г.	Колодезь Лк 2 . . . . .	746X)	3-1°,5	81,1
13 сент. 1920 „	Шурф на месте буровой скважины около Болодца № 2 . .	747,0	30°, 5	48,3
18 окт. 1921 „	Колодезь Лк 2 . . . . .	744,8	30°,2	74,6
15 окт. 1921 „	2-я группа . . . . .	740,7	29°,8	93,8

К сожалению, недостаток времени не позволил сделать больше наблюдений над радиоактивностью газов. Взятие пробы газов из колодца Лк 2 сопровождалось каждый раз разборкой досок, которыми был забит сверху сруб, и приходилось прерывать функционирование ванн. Несомненно, что для этого колодца было бы интересно проследить также зависимость между температурой воды и радиоактивностью газов, для чего необходимо сделать больше наблюдений.

Остается сказать несколько слов о характере радиоактивности воды и газов Белокупхияских источников. Эта радиоактивность может зависеть от присутствия в них эманаций радия и тория — элементов, свойства которых в значительной степени различны. Период полураспада, или время, в которое активность радиоэлемента уменьшается наполовину, для эманации радия равен 3.86 дня, тогда как для эманации тория только 53 сек. Но активность продуктов их скоротечного распада или активного налета, осевшего на стенках конденсатора, гораздо медленнее исчезает у эманации тория, нежели у эманации радия. Период полураспада активного налета эманации тория около 11 часов,, тогда как у эманации радия всего 29 минут. Этим различием в продолжительности существования активного налета можно пользоваться для определения характера эманации. После определения радиоактивности методом, который был описан выше, удаляют эманацию из конденсатора продуванием и через известные промежутки времени определяют интенсивность активностей/ по значениям которых можно построить кривую, характерную для того или другого рода, эманации. Эти определения были сделаны для воды и газов всех источников и буровых скважин, имеющих отношение к термам, и показали содержание только одной эманации радия.

Образцы воды главных источников взяты были в Петроград и, несколько месяцев спустя, были исследованы на содержание радия, который мог находиться? в них в растворенном состоянии. Вода оказалась лишенной всякой активности,, почему можно утверждать, что растворенных солей радия в ней не существует, и что активность ее зависит единственно от растворенной эманации радия.

Радиометрическая съемка. На площади Белокупхинского курорта впервые были сделаны опыты применения метода, названного нами радиометрической съемкой.

Проникающая радиация -земли в значительной степени обязана своим происхождением скоплениям в земной коре радиоэлементов, которые могут заключаться в ней или в виде радиоактивных минералов в различной степени концентрации, или в виде радиоактивных газов — эманаций радия, тория и актиния. Земная кора и ее поверхность крайне неоднородны по содержанию в ней радиоэлементов, и эту неоднородность возможно выразить на плане местности, пользуясь крайне простым переносным электрометром, при помощи которого можно установить степень интенсивности радиаций в различных точках земной поверхности. Если обыкновенный чувствительный электроскоп \*) с малой электростатической емкостью закрыть частично толстою свинцовой оболочкой, поглощающей совершенно  $\alpha$ -излучения и в значительной степени проникающие излучения радиоэлементов, оставив не защищенными на дне круглое окно и сбоку окно квадратной формы, и установить его на лимбе, по которому можно отсчитывать углы поворота, ориентируя по компасу, то он сделается пригодным для измерений интенсивности радиации, направленных и горизонтально и вер-

!) По независимым от нас обстоятельствам статья „Теория радиометра и радиометрической съемки“, написанная гораздо позднее настоящей и развивающая математическую теорию прибора, уже напечатана во „Временнике Главной Палаты Мер и Весов“. Декабрь 1925 г.



тикально. В первом случае пучек излучений попадает в боковое окно, и по интенсивности его можно судить о направлении, по которому надо следовать, чтобы найти активное излучающее тело. Во втором случае, перенося аппарат с места на место, можно измерить интенсивность радиации любой точки земной поверхности.

По найденным данным интенсивности точек земной поверхности, которые наносятся на план, можно провести кривые с одинаковой интенсивностью ра-



Фиг. 2.

диаций, которые назовем нзорадами. Таким образом, нанесение на план нзорад в связи с измерениями на некоторых пунктах горизонтальных излучений дает полную картину распределения радиоактивности в данной местности. Результаты измерений выражаются в скоростях спадания листка электрокопа, в одном и том же участке шкалы, почему, не претендуя на абсолютность,, могут считаться вполне сравнимыми между собой.

Измерения скорости спадания (i) при одном и том же положении аппарата производились несколько раз, и бралось среднее из наблюдений. Во время наблюдений отмечались температура (Т) и атмосферное давление (Р). Так как эти два фактора оказывают влияние на величину рассеяния, то найденные скорости спадания приводились к 760 мм. давления и 15°C. по формуле:

$$i \text{ пр.} = i \cdot [1 - 0,002 (f - 15) - 0,0007 (P - 760)].$$

Результаты радиометрической съемки можно видеть на прилагаемом плане (фиг. 2), на котором изображены интенсивности вертикальных радиации.

Радиометрические пункты устанавливались параллельными рядами в меридиональном направлении. Расстояние между пунктами в рядах было, в большинстве случаев, 8 метров. Оно изменялось, если встречалось какое-либо препятствие для установки аппарата (напр., постройки, сложенные бревна и т. д.). Расстояние между рядами также колебалось от 6 до 26 метров, при чем приходилось, конечно, руководствоваться получаемыми результатами измерений и располагать пункты гуще в тех местах, где наблюдалось значительное повышение рассеяния. Как видно на плане, гуще всего расположены пункты в ЮЗ окраине курорта за ванными помещениями, где наблюдалось сильное повышение интенсивности радиации. Всех пунктов было сделано 47, при чем атмосферное давление варьировало от 740,4 до 751,0 мм., и температура спускалась до 1° ниже нуля. В виду громоздкости всего полученного экспериментального материала ограничимся приведением лишь цифр средних из наблюдений.

Эти цифры в том виде, в каком они приведены, не дают никакого представления о распределении радиоактивности на площади курорта. Из них наиболее высоким рассеянием обладают пункт № 1 (около Змеиного колодца) и пункт № 34 (на ЮЗ окраине курорта, за ванными помещениями). Скорость спадания варьирует от 0,081 до 0,399 делений в минуту. Но по этим пунктам можно нанести на план изорады, т.-е. линии с одинаковым рассеянием. Если взять в круглых цифрах рассеяния, выражающиеся цифрами 0,150, 0,200, 0,250, 0,300 и 0,350, то, интерполируя, можно провести 5 изорад, выражающих эти рассеяния и рисующих картину распределения радиоактивности на площади курорта. На плане можно заметить, что некоторые фигуры изорад вытянуты в почти шпротных направлениях, при чем многие из них замыкаются; не замыкаются лишь в тех местах, где недостает наблюдения. Можно отметить три главные группы изорад, вытянутых в определенных направлениях: 1-я на ЮЗ окраине площади курорта за ванными помещениями, имеющая центром небольшой выход теплой воды, 2-я — вокруг колодца № 2 и третья вокруг Змеиного колодца. Несомненно, что центры этих изорад представляют из себя некоторые фокусы выделения радиоактивных газов из почвы. Вытянутый же характер изорад в определенном направлении заставляет предполагать, что выделение радиоактивных газов из земли происходит не в отдельных точках, а по трещинам, простирающие которых фигуры изорад наглядно выражают.

Сопоставляя результаты вышеприведенных наблюдений, возможно сделать кое-какие выводы и заключения относительно общих причин радиоактивное га Велокурихинских минеральных источников.

Насколько возможно было изучить минералогический состав белокурихинских гранитов и пегматитовых жил, можно придти к тому заключению, что из радиоактивных минералов наиболее распространенным в них является ортит. Образцы несомненного ортита были найдены около промоины в граните близ Змеиного колодца, в небольшой пегматитовой жиле на правом берегу Татарского ключа и в пегматитовой жиле Сухого лога. Ортит представляет из себя минерал крайне бедный торвем (1,7%  $\text{ThG}_2$ ), почему активность его слабая.

ДАТА.	Р	Т	Ш пункта.	i	i Пр.
29 сентября 1921 г.	742,8	+ 8° j	1	0,333	0,332
29 " 1921 "	742,8	8° j	2	0,32	0,251
29 " 1921 "	742,8	8° I	3	0,296	0,295
29 " 1921 "	742,8	8°	4	0,205	0,204
29 " 1921 "	742,8	8°	5	0,187	0,186
29 " 1921 "	742,8	8°	6	0,296	0,295
29 " 1921 "	742,8	8°	7	0,171	0,170
29 " 1921 "	742,8	8°	8	0,167	0,166
30 сентября 1921 г.	742,8	+ 8°	9	0,106	0,105
30 " 1921 "	742,0	8°	10	0,160	0,159
30 " 1921 "	742,0	8°	11	0,125	0,124
30 " 1921 "	742,0	8°	12	0,190	0,189
30 " 19-Л "	742,0	8°	13	0,167	0,166
30 " 1921 "	742,0	8°	14	0,235	0,234
30 " 1921 "	742,0	8°	15	0,267	0,266
30 " 1921 "	742,0	8°	16	0,297	0,296
30 " 1921 "	742,0	8°	17	0,267	0,266
30 " 1921 "	742,0	8°	18	0,267	0,266
30 " 1921 "	742,0	8°	19	0,219	0,218
30 " 1921 "	742,0	8°	20	0,236	0,235
30 " 1921 "	742,0	8°	21	0,143	0,142
30 " 1921 "	742,0	8°	24	0,221	0,221
1 октября 1921 г.	740,4	+ 7°	22	0,105	0,104
1 " 1921 "	740,4	7°	23	0,108	0,107
1 " 1921 "	740,4	7°	25	0,138	0,137
1 " 1921 "	740,4	7°	26	0,154	0,153
1 " 1921 "	740,4	7°	27	0,095	0,094
1 " 1921 "	740,4	7°	29	0,174	0,173
2 октября 1921 г.	744,8	+ 7°	30	0,250	0,248
2 " 1921 "	744,8	7°	31	0,163	0,162
2 " 1921 "	744,8	7°	32	0,182	0,181
2 " 1921 "	744,8	7°	28	0,125	0,124
2 " 1921 "	744,8	7°	33	0,111	0,110
2 " 1921 "	744,8	7°	34	0,400	0,399
2 " 1921 "	744,8	7°	35	0,166	0,165
8 октября 1921 г.	750,0	+ 6°	36	0,210	0,208
8 " 1921 "	750,0	6°	37	0,332	0,328
8 " 1921 "	750,0	6°	38	0,225	0,223
8 " 1921 "	750,0	8°	39	0,211	0,208
8 " 1921 "	750,0	6°	40	0,186	0,184
7 оября 1921 г.	751,0	- 1°	41	0,222	0,216
7 " 1921 "	751,0	1°	42	0,133	0,129
7 " 1921 "	751,0	1°	43	0Д29	0,125
7 " 1921 "	751,0	1°	44	0Д2С	0,117
7 " 1921 "	751,0	1°	45	0,120	0,117
7 " 1921 "	751,0	1°	46	0,083	0,081
7 " 1921 "	751,0	1°	47	0,134	0,130

Так как вода термальных источников содержит исключительно эманацию радия, то радиоактивность этой воды нельзя ставить в связь с радиоактивными минералами, найденными в районе курорта, и первое предположение, сложившееся при начале работ, о возможности активации термальных ювенильных вод почвенными водами, протекающими через граниты, пришлось оставить по мере накопления данных других наблюдений. Несостоятельность этой гипотезы подтверждает также\* и крайне слабая радиоактивность почвенных вод в окрестностях выходов термальных источников.

Так как термальные воды не содержат растворенных солей радия, то ясно, что радиоактивность их обязана своим происхождением лишь эманациям, которые их насыщают. Эти эманации, состоящие только из одной эманации радия, несомненно заключаются в ювенильных газах, выделение которых замечается: во всех выходах источников, обладающих повышенной радиоактивностью. Радиоактивность газов в несколько раз превышает радиоактивность воды, и последняя является пересыщенной газами, как это было указано выше. Это пересыщение газами воды можно объяснить существованием подземного давления газа, вследствие чего количество растворенного газа увеличивается по мере увеличения этого давления. Факт, подтверждающая существование этого давления, наблюдается в колодце Л<sup>о</sup> 2. Как уже говорилось выше, в этом выходе наблюдается зависимость между температурой и радиоактивностью, при чем повышению первой на 0°,1 С. соответствует повышение второй на 0,6 М. Е. Так как температура термальной воды зависит также и от скорости ее истечения, — чем скорее она течет, тем меньше успевает охладиться, — можно предположить, что давление газов повышается в моменты увеличения скорости истечения, т.-е. повышения температуры, или происходит истечение воды толчками или пульсациями.

В настоящее время уже можно считать вполне установленным фактом, что Велокурихинские термы находятся в районе местных сбросов, служивших отражением сброса огромного протяжения с простираем с В на З, результатом которого появилась холмистая равнина на С от предгорий Алтая. Процессы такого рода сопровождаются образованием глубоких трещин, часто служащих выходами термальных источников. В виду наличности в Велокурихе значительного слоя почвенных наносов, место трещин в районе выходов терм представляется невозможным определить непосредственным наблюдением. Но так как радиоактивные газы, выделяющиеся вместе с термальной водой по трещинам, находятся в соприкосновении с почвой, они оставляют в ней активный налет и сообщают ей таким образом активность. Эти изменения активности почвы в различных точках удалось проследить при радиометрической съемке курорта. Как было указано выше, изоряды образуют иногда определенные фигуры, вытянутые приблизительно в одном направлении. Вторая группа этих изоряд имеет своим центром колодезь К<sub>2</sub> 2, тогда как колодезь № 1, обладающий одинаковой приблизительно радиоактивностью воды, находится вне ее. Если сопоставить этот отмеченный для колодца Х 2 факт с теми особенностями в изменении радиоактивности воды в зависимости от температуры, то можно придти к заключению, что колодезь § 2 есть главный выход, находящийся непосредственно над трещиной, а колодезь Ш 1 расположен над второстепенным

выходом термальной воды, проциркулировавшей некоторое время по боковым каналам, вследствие чего закономерность пульсаций исчезла.

Как было указано выше, первая группа изорад, имеющая в своем фокусе небольшой выход теплой воды на ЮЗ окраине курорта, является наиболее характерной из всех. Весьма интересным является отметить тот факт, что на ее простирации в гранитном массиве правого берега р. Велокурихи находится жила кальцита термального происхождения, указывающая на существование там когда-то выходов теплой воды.

Змеинный колодезь, находящийся в фокусе 3-й группы изорад, на СВ окраине курорта, несомненно находится также над одной из трещин. Как было указано выше, в да его, смешанного происхождения, дала весьма слабую радиоактивность, которую, вероятно, получила от слабо выделяющихся газов. Но необычайно сильная активность термальной воды, вытекающей из буровой скважины, заложенной в самом колодце, заставляет предполагать существование в этом месте сбросовой трещины..

Итак, по данным радиометрической съемки возможно предполагать существование трех главных трещин на площади курорта, соответствующих трем группам изорад. Вследствие недостатка времени и главным образом в виду того обстоятельства, что метод в тот момент только вырабатывался, и сама идея графического изображения на плане линий с одинаковой радиоактивностью пришла, уже при отъезде, приходится признаться, что наблюдений было сделано далеко недостаточно. Пришлось ограничиться съемкой только площади курорта (около 3 гектаров), и остался совершенно неисследованным в этом отношении гранитный массив правого берега, в котором, несомненно, должны быть выходы газов. На это имеется даже указание в виде присутствия эманации радия в сырых образцах промоины  $\alpha$  граните против Змеиною колодца.

Петроград. Аи рель, 1922 г.

## Sur les causes de la radioactivité des sources thermales de Bielokourikha.

Par L. Bogoi'avlensky.

### RÉSUMÉ.

Les eaux des sources thermales de Bielokourikha (Altai septentrional) dont la température est de 31° C. découlent de fissures de failles et sont fortement saturées de gaz dont le nitrogène est la partie constituante prédominante. L'étude de la radioactivité des eaux et des gaz a prouvé que ces derniers sont plusieurs fois plus actifs que les eaux. Il a été établi, d'une autre part, que la température et la radioactivité de Гагаи du puits Л» 2 ne sont pas constantes et se trouvent en dépendance directe l'une de l'autre. L'étude du genre de radioactivité des eaux et des gaz a démontré la présence seule d'émanation de radium.

Out été soumis à l'examen sous le rapport de leur radioactivité les roches et les composants des nombreux filons de pegmatites répandus dans les environs du vil. de Bielokourikha. Ces derniers contiennent de vagues indices de minéraux radioactifs exprimés, pour la plupart, par de minces lits ou pelures. Ça n'est que dans un nombre de cas très restreint qu'on a réussi à constater dans un filon de la monazite et une autre fois une variété d'orthite,—deux minéraux contenant du thorium. Aux abords des sources ont été trouvés dans le granit des échantillons d'argile qui, à l'état humide, manifestèrent des émanations de radium. Ces mêmes argiles, une fois séchées, perdaient toute trace de radioactivité.

Les travaux cités ont été complétés par la cartographie radiométrique de toute Гагаи de la station balnéologique qui consista à mesurer la pénétration des émanations provenant du sol à différents points de la surface avec annotation sur un plan des données obtenues en même temps que les résultats des mesurages radiométriques. On a pu par interpolation tracer ensuite des courbes exprimant la même intensité d'émanations. D'après les résultats obtenus en 47 points différents on a découvert des groupes de courbes possédant des foyers et allongées presque en direction latitudinale.

On a été conduit par les résultats obtenus à conclure d'une façon plus ou moins probable, que la radioactivité des minéraux radioactifs contenus dans les filons de pegmatites ne joue aucun rôle dans le processus d'enrichissement des eaux thermales en émanations radioactives. Étant donnée la radioactivité fortement dominante\* des gaz et la saturation des eaux par ces derniers ainsi que l'aspect des courbes sur les plans radiométriques on est engagé à supposer que les eaux thermales perçoivent leur radioactivité de gaz juvéniles provenant de grandes profondeurs et se dégageant par les fissures de failles dont la disposition peut être suivie sur le plan radiométrique.

## Химическое исследование Белокурихинских термальных источников.

А. С. Кобзева.

(Etude chimique des sources thermales de Bielokonrikha. Par A. Kobzeva.)

Осенью 1921 года я, по просьбе Сибирского Отдела Здравоохранения, была командирована Геологическим Комитетом для химического исследования вод и газов теплых минеральных источников при д. Новая Белокуриха Алтайской губ. Бийского уезда. В виду позднего отъезда и продолжительности дороги предполагалось, что на месте мною будет сделан анализ лишь тех составных частей, которые, вследствие своей изменчивости, не допускают их определения через некоторый промежуток времени ( $\text{Уг}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), а для анализа остальных будут взяты пробы для производства самого анализа, в Петрограде. Но удалось провести на месте 1/3 месяца. Благодаря этому, а также благоприятным условиям работы (предоставление местной аптекой дистиллированной воды, достаточное количество бензина и керосина, предупредительное отношение администрации курорта), план моих работ расширился. Были произведены определения  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ; окисляемости,  $\text{CO}_2$  свободн. и связаны, щелочности, жесткости. Для остальных определений взятые пробы были для удобства перевозки сконцентрированы на небольшом объеме. Так, для определения  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{SO}_4$  было выпарено по 5 литров, для определения сухого остатка и щелочей по 3 литра каждой пробы.

Геологическое строение местности, в которой расположены источники, описано в работе М. М. Васильевского о Белокурихинских источниках. Выходы источников разделяются на три группы. 1-я, ныне эксплуатируемая, группа источников заключена в колодцы III 1 и № 2. Внешний вид этих колодцев по сравнению с тем, описанным М. М. Васильевским, какой они имели летом 1920 года, остался без изменения. Что касается источников II группы, которые выходят прямо в реку, то здесь профессором Томск. Технологич. Института Б. П. Вейнбергом, бывшим в Белокурихе незадолго до нашего приезда, была сделана попытка оградить выходы теплой воды от реки. Им был поставлен деревянный сруб, имеющий форму трапеции. В этом срубе на том месте, где, по мнению проф. Вейнберга, находится наибольшее количество выходов теплой воды, и где, действительно, выделяется больше всего газов, поставлена деревянная без дна бадья. Пробы воды брались из

ТАБЛИЦА J.

Температура воды источников и реки.

Число.	Время.	Кол. №1.	Кол. №2.	II группа.	Река.	t° воздуха.
28 сент.	2 ч. дня	31,1	30,6	28,8	11,5	17
29 „	3 „	31,1	31	29,1	10	18,8
30 „	3 „	31,1	31 -	29,5	9,9	23
1 окт.	1 „	31,2	31 .	27,4	9,9	24,5
2 „	1 „	30,9	31,1	28	11,4	19,5
3 „	1 „	31	31	30	11,4	—
4 „	1 „	31	30,6	29,1	Ю.2	11,5
5 „	1 „	30,8	30,7	27,8	8,6	9,2
6 „	1 „	30,0	30,5	26,6	6,2	11,2
7 „	1 „	30,42	30,7	27,2	8	10
8 „	1 ч. 20 м. дня	30,9	30,6	26,6	6,3	8
9 „	12 1/3 ч. дня	30,8	30,5	29,7	6	11
10 „	1 „	31	30,9	30	6,1	11
11 „	1 „	31,1	30,9	30,7	8	13,6
12 „	1 „	31,1	31	30,5	S,5	19,9
13 „	12 „	31,1	31	29,5	S,6	11,6
14 „	11 ч. утра	30,8	30,7	29,6	9,1	7,9
15 „	1 ч. дня	—	—	—	—	13,5
16 „	12 „	—	—	—	—	7,6
17 „	1 „	31	30,8	—	4,5	13,6
18 „	1 „	30,6	30,2	—	4,8	4
19 „	12 „	30,9	30,5	—	—	6,7
20 „	1 „	31,1	30,25	25,8	5,8	12,2
21 „	12 „	30,9	30,6	26,6	4,2	6
22 „	12 „	30,85	30,8	—	3,6	2
23 „	12 „	30,83	30,7	27	3,2	8
24 „	12 „	30,9	30,9	25,2	4,5	15
25 „	3 „	30,7	30,85	26,2	3,8	—
26 „	2 „	30,83	30,65	26,5	2,3	3,7
27 „	Ш/г ч. утра	30,68	30,58	—	2,0	—
28 „	12 ч. дня	30,9	30,72	28,3	2,5	10,6
29 „	Шл ч. утра	30,95	30,62	30	1,8	—
30 „	12 ч. дня	30,9	—	29,8	2,0	—
31 „	IV-I <sub>2</sub> ч. утра	30,9	30,8	26,2	2,3	—
1 ноября	11 ч. утра	30,9	30,75	26,0	1,0	—
2 „	12 ч. дня	30,8	30,75	27,5	2,7	4
3 „	11 ч. утра	30,8	30,8	27,8	3,3	1,5
4 „	11 „	30,3	30,4	27,4	1,5	6
5 „	И „	30,4	30,9	28,4	1,8	7,6
6 „	И „	30,5	30,9	25,4	2,0	13
7 „	11 „	30,4	30,7	28,5	1,0	0
8 „	11 „	30,2	30,0	26,7	—	-2



бадьи. И сруб и бадя довольно хорошо предохраняют воды источников II группы от поверхностного смешения с водами реки, что можно заключить на основании как температурных измерений, так и данных химического анализа. За время наблюдений с 28 сентября по 8 ноября температура реки колебалась в пределах от  $11,5^{\circ}$  до  $1,8^{\circ}$ , температура в баде от  $> 80,7^{\circ}$  до  $25,2^{\circ}$  (см. табл. I), при чем можно подметить лишь слабую зависимость понижения температуры теплых вод от понижения ее в реке. Сравнение же, с одной стороны, химического состава вод I и II групп, а с другой, воды II группы и речной показывает, что воды I и II групп почти идентичны, и поверхностные воды реки не влияют на состав вод II группы.

«Змеиный колодезь», относящийся к III группе источников, почти совершенно зарос травой. Вода в нем холодная, температура ее за тот асе период наблюдений колебалась от  $12,1^{\circ}$  до  $4,2^{\circ}$ . Очевидно, за время с 1920 года выходы теплой воды засорились. В виду такого состояния этой группы источников, воды их мною не анализировались.

Отбирание проб воды производилось с глубины 70 см. в колодцах Ж 1 и X 2, глубина которых = 1 м. 60 см. и с глубины 35 см. в баде, глубина которой равна 70 см. Для отбора проб служила склянка, сверху закрывающаяся каучуковой пробкой с привязанной к ней нитью. Ко дну склянки был прикреплен груз. Склянка была укреплена на шесте и закрытая погружалась на нужную глубину, где пробка выдергивалась. Таким способом отбирания проб достигалась, с одной стороны, проба с определенной глубины, а с другой, было избегнуто загрязнение водной поверхности.

Физические свойства вод I и II групп одинаковы. Вода совершенно прозрачна. Когда для сбора газов был снят настил над колодцем Ж 2, то, при глубине колодца свыше 1,5 м., на дне его можно было различить каждый камешек. В срубе Вейнберга с утра до вечера крестьянки моют белье, вода в нем до крайности загрязнена, в баде же вода остается прозрачной. Во взятых пробах вода прозрачна, в толстых слоях она голубовато-зеленоватая. Вода обладает сероводородным запахом, но запах этот непостоянен: иногда он слабее, иногда сильнее, а иногда его нет совсем. Это обстоятельство обратило мое внимание, и, как показал химический анализ, количество свободною  $H_2S$  величина переменная. Вкус воды не особенно приятен. Вода очень мягкая. При выражении жесткости в немецких градусах, т.-е. «если считать один градус равным 0,01 гр.  $CaO$  в литре, общая жесткость колодца М 1 =  $0,73^{\circ}$ , колодца Л 2 —  $0,51^{\circ}$  и воды II группы =  $0,54^{\circ}$ . Реакция вод щелочная.

Измерения температуры воды в источниках производились не одним лицом, а разными членами экспедиции, с 28 сент. по 8 ноября. Они приведены в таблице I. Там же приведена и  $t^{\circ}$  воздуха, измерявшаяся одновременно с температурой воды. Максимальная  $t^{\circ}$  воды колодца Ж 1 =  $31,2^{\circ}$ ; минимальная  $30,3^{\circ}$ ; средняя  $30,7^{\circ}$ . Для колодца X 2, — максимальная  $31,0^{\circ}$ ; минимальная  $30,2^{\circ}$ ; средняя  $30,65^{\circ}$ . Для II группы — максимальная  $30,7^{\circ}$ ; минимальная  $25,2^{\circ}$ ; средняя  $27,95^{\circ}$ . В температурных колебаниях заметна некоторая зависимость между температурой вод источников и температурой воздуха, особенно для II группы источников,

которые, не будучи заключены в колодцы, представляют собой открытую поверхность. По наблюдениям М. М. Васильевского, максимальная температура воды колодца *Й* 1 была 31,95°; минимальная 31,60°; средняя 31,80°. В колодце *Ш* 2 максимальная  $t^{\circ}$  31,66°; минимальная 30,95°; средняя 31,41°, т.-е. она несколько выше, чем наблюденная в 1921 году. Разницу можно объяснить тем, что наблюдения М. М. Васильевского, производились в августе и в начале сентября, когда температура воздуха была выше. Со дна колодцев, внутри сруба, а также в реке возле колодцев и сруба, выделяются газы. О них будет сказано дальше.

В вышеупомянутой работе М. М. Васильевского имеются сведения о ранее производившихся химических анализах вод источников. В 1869 году в Томской вольной аптеке при содействии провизора Мальгудовича был произведен анализ воды колодца „№ 2. Материалом для анализа служила <выпаренная на месте соль вместе с водой>. Доводимому, вода того же колодца анализировалась в 1903 году горн, инженером Бабитянским.

Результаты этих анализов сведены в таблице П.

ТАБЛИЦА П.

В гр. на литр.	А н а л и з ы .	
	1869 г. Томск, аптеки.	1903 г. Вабитянского.
Сухой остаток . . . . .	0,33	0,2733
NaCl . . . . .	0,126	0,0262
Na <sub>2</sub> S0 <sub>4</sub> . . . . .	0,0518	0,1159
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	0,0117	—
CaSO* . . . . .	—	0,0107
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,0046	—
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,0333	0,0322
Реакция . . . . .	ел. щелочная	ел. щелочная
Удельн. вес . . . . .	1,0012	—

Более поздние и более полные анализы были произведены в 1915 году в Барнаульской испытательной лаборатории Департамента Земледелия заведующим этой лабораторией А. С. Крыловым. Вода была собрана и доставлена А. И. Шапошниковым. По словам Шапошникова, пробы воды брались им далеко не совершенным способом. Из главного источника он брал воду ведром, которым постоянно черпают ее оттуда, и переливал в четверть посредством воронки. Вследствие мелководное™ ключей II и III групп не удалось наполнить бутылки путем опускания их в воду, и потому пришлось • доливать их посредством воронки и промытой кружки. О результатах этих анализов см. таблицу III.

ТАБЛИЦА III.

Анализы вод Белокурихинских источников, произв. А. С. Крыловым.

В гр. на литр.	Колодезь № 2.	II группа источн.	III группа источн.
N H <sub>3</sub> . . . . .	нет	нет	нет
HNO <sub>5</sub> . . . . .	нет	нет	нет
HNO <sub>3</sub> . . . . .	нет	нет	нет
Окисляемость (в гр. кисло- рода на литр) . . . . .	не опред.	не опред.	не опред.
Реакция . . . . .	щелочная	щелочная	щелочная
Сухой остаток . . . . .	0,294	0,342	0,2908
CO <sub>2</sub> (свободн., полусв. и связанн.) . . . . .	0,0544	0,0424	0,0504
Cl . . . . .	0,01631	0,01666	0,01772
I и Br . . . . .	нет	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,04351	0,0538	0,05106
H <sub>2</sub> S . . . . .	0,00136	0,00221	0,00227
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,0122		не опред.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,00297	0,04757	не опред.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,00022		0,00126
CaO . . . . .	0,0249	0,0249	0,0369
MgO . . . . .	0,00212	0,00202	0,00078
NaCl + KCl . . . . .	0,13644	не опред.	не опред.
Щелочность (NaHCO <sub>3</sub> по табл. Грюнхута) . . . . .	0,00067	0,00051	0,00051

Излагая мои анализы, укажу, что применявшиеся мною методы были **обычны** для количественного анализа. Сухой остаток определялся при 110°, жесткость алкалометрическим способом. Результаты моих анализов приведены в таблице IV.

Как видно из анализов, воды I и II групп источников близки по своему составу, слабо минерализованы. Характерно отсутствие в них свободной CO<sub>2</sub>, надо отметить также преобладание Na<sub>2</sub>O над K<sub>2</sub>O.

Сопоставляя мои анализы с анализами А. С. Крылова, можно сделать следующие заключения. В количестве сухого остатка хотя и есть различие, но, при условности этого определения (неизвестно, ври какой Г производил его Крылов), различие это невелико. II можно сказать, что степень минерализации источников осталась того же порядка, какой была не только в 1915 г., но и в саях старых анализах 1869 года. Что касается **кругах** компонентов, то близкие сходение даш *01*, *SO<sub>3</sub>* и сумма хлористых щелочей. По моим анализам для колодца Ж 2 сумма хлористых щелочей = 0,1278 гр. на литр, у Крылова же она = 0.1364. Значительно расходятся

ТАБЛИЦА IV.

Анализы образцов воды Белокурихинских минеральных источников.

В гр. на литр.	Колодезь № 1.	Колодезь № 2.	II группа источн.
$\text{NH}_3$ . . . . .	нет	нет	нет
$\text{HNO}_3$ . . . . .	нет	следы	нет
$\text{HNO}_2$ . . . . .	нет	нет	нет
Окисляемость (в гр. кисло- рода на литр) . . . . .	0,00046	0,00031	0,00131
Реакция . . . . .	щелочная	щелочная	щелочная
Сухой остаток . . . . .	0,2512	0,2475	0,2096
$\text{CO}_2$ свободн. . . . .	нет	нет	нет
$\text{CO}_2$ связаны. . . . .	0,0275	0,0280	0,0275
$\text{Cl}$ . . . . .	0,01329	0,01368	0,01387
$\text{SO}_3$ . . . . .	0,0555	0,0516	0,0519
$\text{H}_2\text{S}$ . . . . .	0,00021	0,00028	0,00014
$\text{SiO}_2$ . . . . .	0,0376	0,0429	0,0456
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	0,0015	0,0008	0,0068
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	0,0005	0,0004	0,0004
$\text{CaO}$ . . . . .	0,0068	0,0046	0,0049
$\text{MgO}$ . . . . .	0,0004	0,0004	0,0004
$\text{K}_2\text{O}$ . . . . .	0,0037	0,0243	0,0019
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	0,1028	0,0419	0,0248
Щелочность (число куб. см. норм. $\text{HCl}$ на литр) . . .	1,25	1,27	1,25
Жесткость (общая) . . . .	0,73°	0,51°	0,54°

данные для  $\text{CO}_2$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$ , особенно для последних. В моих анализах  $\text{MgO}$  получилось в 5 раз, а  $\text{CaO}$  в 4 раза меньше, чем у Крылова. Чем может быть объяснена разница в данных химических анализов? Является ли она результатом разницы в способах взятия проб воды, или разницы в методах анализа, или она свидетельствует об изменении состава вод? Нет сомнения, что к теплым ювенильным водам источников примешиваются воды грунтовые. Как показывают наблюдения М. М. Васильевского, коренной породой, из которой выходит горячая вода, являются порфировидные граниты. Аллювиальные отложения, прикрытые местами водонепроницаемыми аллювиальными же глинами, достигают глубины более 6,5 метров ниже уровня реки Б. Белокурихи. Горячие воды источников, прежде чем достигнуть земной поверхности, должны пройти мощный слой легко проницаемых пород, которые насыщены грунтовой или речной водой. Смешение горячих вод источников с обыкновенной вадозной водой неизбежно. Для решения вопроса о харак-

тере влияния грунтовых и речной воды на воды источников, мною были проанализированы воды двух ключе! — Церковного и Глазного — и вода пруда.

Расположение этих ключей и геология окружающей их местности описаны в работе М. М. Васильевского. Вода Церковного ключа прозрачная, бесцветная, без запаха, приятная на вкус. Вода мягкая, жесткость ее равняется 5,74 немецк. градуса, и местные крестьянки предпочитают ее воде своих колодцев. Температура ее 2-го октября в 5<sup>1/2</sup> ч. дня была 9,8° при температуре воздуха 17,5°.

Глазной ключ (называется он Глазным, так как пользуется славой целебного против глазных болезней) имеет воду прозрачную, приятную на вкус, без запаха, щелочной реакции, жесткость ее выражается в 5,93°. Температура ее, измеренная 2-го октября в 6<sup>1/2</sup> ч. вечера после жаркого дня, равнялась 7,6°.

Проба речной воды бралась из пруда, который сообщается с рекой. Вода мутная, зеленоватого цвета, слабощелочной реакции, мягкая: жесткость ее = 1,84°.

Проба воды из пруда бралась около водоспуска погружением елянки до половины его глубины, а из ключей вода натекала в склянку непосредственно. В анализах этих вод на месте были сделаны те же определения, как и в водах источников, а именно:  $NH_3$ ,  $HNO_2$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2S$ , окисляемость,  $Cl$ , свободная и связанная  $CO_2$ , щелочность и жесткость. Остальные определения сделаны в Петрограде. Результаты анализов см. в таблице Y.

Сопоставляя эти анализы с анализами вод источников, видим, что грунтовые воды так же слабо минерализованы, как и воды источников, хотя картина их минерализации иная. Воды ключей обладают большей щелочностью, содержат свободную  $CO_2$  и разнятся как большим содержанием  $CO_2$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ , так и меньшим содержанием щелочей. По данным моих анализов, воды источников, по сравнению с данными анализов Крылова, содержат меньше  $CaO$ ,  $MgO$  и  $CO_2$ . Грунтовые воды, содержа значительное количество этих компонентов и примешиваясь к водам источников, могут обогащать ими эти воды. Той или иной степенью примеси грунтовых вод к ювенильным водам источников и можно объяснить колебания в химическом составе вод источников, которые выражаются именно в колебаниях количества  $CO_2$ ,  $CaO$  и  $MgO$ .

В виду того, что воды источников считались сернистыми, на определение сероводорода было мною обращено особое внимание. Как было сказано выше, запах  $H_2S$  в воде был непостоянен. Определений  $H_2S$  было сделано несколько. В первый раз 29 сентября, в начале работ, когда запах  $H_2S$  ощущался, количество его в гр. на литр для колодца Ж 1 равнялось 0,00021, для колодца № 2 — 0,00028-и для II группы — 0,00014. При чем титрованием определенного объема воды с подкислением ее уксусной кислотой п/100 раствором I было определено общее содержание  $H_2S$ , как свободного, так и связанного.

Определения  $H_2S$  были повторены 8-го и 21-го октября, когда запах его отсутствовал. Количество  $H_2S$  в обоих определениях в колодце № I получилось равным 0,00014, в колодце «№ 2 и во II группе — 0,00010 гр. на литр. При этих определениях для отделения свободного  $H_2S$  от связанного был поставлен такой опыт: в пробу воды для удаления свободного  $H_2S$

ТАБЛИЦА V.

Анализы грунтовых вод района Белокурихинских минеральных источников.

В гр. на литр.	Ключ над церковью.	Глазной ключ.	Пруд.
NH <sub>3</sub> . . . . .	нет	нет	нет
HNO <sub>3</sub> . . . . .	нет	следы -	Следы
Щ . . . . .	нет	нет	нет
Окисляемость (в гр. кислорода на литр) . . . . .	0	0,00592	0,00192
Реакция . . . . .	щелочная	щелочная	ел. щелочная
Сухой остаток . . . . .	0,2312	0,2104	0,1104
CO <sub>2</sub> свободн. . . . .	0,0440	0,0022	0,0099
CO <sub>2</sub> связанн. . . . .	0,1056	0,0781	0,0330
Cl . . . . .	0,01106	0,00388	0,00388
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,0062	0,0044	0,0046
H <sub>2</sub> S . . . . .	нет	0,00014	следы
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,0084	0,0110	0,0055
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,0006	0,0002	0,0013
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,0013	0,0010	0,0013
CaO . . . . .	0,0412	0,0511	0,0155
MgO . . . . .	0,0082	0,0061	0,0021
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,0021	0,0044	0,0031
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,0077	0,0008	0,0004
Щелочность (число куб. см. норм. HCl на литр) . . . . .	4,8	3,55	1,5
Жесткость (общая) . . . . .	5,74°	5,93°	1,84°

пропускался водород, очищенный от примесей прохождением через промывные склянки с марганцовокислым и едким кали. Затем количество  $H_2S$  определялось титрованием п/100 раствором I. Одновременно в таком же объеме воды  $H_2S$  определялся непосредственно. Результаты в обоих случаях были одинаковы. Следовательно, свободного  $H_2S$  в воде нет, весь он связан со щелочами, главным образом с Na.

Растворенные в воде сернистые щелочи легко разлагаются, выделяя  $E_2S$ . Невидимому, для этого достаточно, и простого повышения температуры (В. И. Вернадский. Опыт описательной минералогии, т. II, в. I, стр. 78).

Прилагая объяснение В. И. Вернадского к данному случаю, можно думать, что более высокой температурой как вод, так и воздуха (см. табличкуУ) объясняется большее содержание ЩЗ. при первом определении. Очевидно, сернистые щелочи, разлагаясь, выделяли  $H_2S$ , который заменялся новым количеством его, происшедшим от нового разложения сернистых щелочей.

" ТА Б Л И Ц А VI.

Число.	t воздуха.	t воды кол. № 1.	t воды кол. № 2.	t воды II гр.	Запах.	Количество свободн. H <sub>2</sub> S.
29/ix: .	18,8	31,1	31	29,1	есть .	не опред.
8/X . .	8	30,9	30,6	26,8	нет	нет
21/X . .	6	30,9	30,6	26,6	нет	нет

На основании классификации В. И. Вернадского (loc. ей., *Щ.* 70 и сл.), Белокурихинские минеральные источники, как по химическому составу, так и по их геологической картине, надо отнести к пиренейскому типу источников с первичным, связанным со щелочами H<sub>2</sub>S. Они лежат в области дислокаций, и выходы горячей воды обусловлены, по всей вероятности, той большой сбросовой трещиной, которая, по мнению В. А. Обручева, проходит по северной границе Алтайских гор (М. М. Васильевский). Коренной породой, из толши которой выходит горячая вода, по М. М. Васильевскому, являются порфиридные граниты, а для источников пиренейского типа характерна их связь с массивными гранитными породами (В. И. Вернадский, loc. cit., стр. 76).

Как было упомянуто, из источников выделяются газы. Для сбора их служила воронка из оцинкованного железа, имеющая в окружности метр. Воронка погружалась в воду и помощью каучуковой трубки соединялась с газометром, который таким образом наполнялся газом. Из газометра газ переводился в баллоны, из которых воздух был предварительно выкачан. По наполнении баллоны запаивались. Так собранные газы были привезены в Петроград. При сборе газов из источников II группы воронка погружалась на дно стоящей в срубе бадьи, и с поверхности, равной окружности воронки, литр газа набирался в 20 минут. В колодце Ж 2 газы выделяются значительно интенсивнее, так что временами поверхность воды производит впечатление бурно кипящей. Выделение газов происходит толчками. Опытами на месте было установлено, что газы не обладают запахом, не горят и горения не поддерживают. Отсутствие запаха у газов показывало на отсутствие H<sub>2</sub>S. Это было подтверждено пропусканием газа через калиаппараты с п/100 растворами иода и Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Последующие титрования показали, что раствор иода остался не измененным. CO<sub>2</sub> определялся поглощением концентрированным раствором КОН в бюретке Bunte. Опыты дали отрицательные результаты. При работах с газами в Петрограде было подтверждено отсутствие CO<sub>2</sub> методом НешреГя. Тем же методом было установлено присутствие O. Количество его по объему = 1,10%. Спектральный анализ не обнаружил характерных линий благородных газов. Он показал большое количество азота. После поглощения азота можно будет решить спектральным анализом присутствие благородных газов и сделать анализ их.

Автор настоящей работы — Александра Сергеевна Кобзева — до своей безвременной смерти осенью 1925 г. успела сделать, впервые в СССР, в лаборатории Геологического Комитета полный количественный анализ белокурпхинских газов, при чем, кроме азота, обнаружены были сравнительно значительные количества гелия и аргона.

1926 год."

## Etude chimique des sources thermales de Bielokourikha.

Par A. Kobzeva.

### RÉSUMÉ.

Des observations quotidiennes sur la  $t^{\circ}$  de Fair, celle des eaux de la rivière et des eaux thermales ont démontré (tableau N° I) que l'eau des puits N° 1 et 2 possède une  $t^{\circ}$  à-peu près constants. L'auteur explique une certaine baisse de la température par rapport à celle observée en 1920 par le fait de la période plus fraîche consacrée aux observations de 1921 (octobre et commencement de novembre).

L'auteur entreprend l'analyse des eaux thermales des puits N° 1 et 2, celle des eaux du II groupe (tableau IV), ainsi que celle des eaux souterraines et des eaux de la rivière (tableau V). Si nous comparons les anciennes analyses des eaux du puits N° 2 et autres (tableaux II et III), nous remarquerons aussitôt une divergence considérable entre les anciennes analyses et les nouvelles pour ce qui concerne la teneur en  $CO_2$ ,  $CaO$  et  $MgO$ , que l'auteur explique par une addition plus ou moins prononcée des eaux souterraines aux eaux thermales, les premières étant plus riches en  $CaO$  et  $MgO$ .

Puisque les eaux de Bielokourikha étaient réputées sulfureuses il prêta une attention toute spéciale à la détermination de  $\Gamma - H^{\wedge}$ ; or, il constata l'absence dans les eaux thermales d'hydrogène sulfure à l'état libre; lequel est, au contraire, lié aux alcalis, plus particulièrement au sodium et la présence de l'odeur de l'hydrogène sulfure s'explique facilement par la facile dissolvabilité des alcalis sulfureux. Il a été établi par des analyses entreprises sur place en 1921 que les gaz qui s'échappent des sources sont sans odeur, qu'ils ne brûlent pas et ne favorisent pas la combustion et qu'ils ne contiennent ni  $H_2S$  ni  $CO_2$ . L'analyse quantitative complète exécutée par l'auteur à Leningrad, au laboratoire du Comité Géologique, prouva que les gaz en question consistent, en majeure partie, en nitrogène avec teneur relativement considérable, en hélium et en argon. C'est pourquoi l'auteur, se basant sur les analyses des gaz et des eaux, ainsi que sur les conditions géologiques des affleurements rapportés, d'après la classification de Vernadski (Essai d'une minéralogie descriptive, tome II, fasc. 1, page 70 et les suivantes), les sources de Bielokourikha au type des sources pyrénéennes.