

УДК 553.742

**ЗНАЧЕНИЕ ВЫХОДОВ СЕРОВОДОРОДНОЙ ВОДЫ В ПОЙМЕ
Р. ПОДКУМОК ДЛЯ КУРОРТА ЕССЕНТУКИ**

КАТЕНЕВ ИВАН СЕРГЕЕВИЧ

МБУ ДО «Центр детского творчества» Предгорный муниципальный округ
Ставропольский край, katenevivan2008@gmail.com

Аннотация

Выходы сероводородной воды в пойме р. Подкумок для курорта Эссентуки

Катенёв Иван, учащийся МБУ ДО «Центр детского творчества»

В период открытия минеральных вод в Эссентуках их источники выглядели сочившимися водой тонкими трещинами с потёками отлагающихся солей. Они были опробованы и пронумерованы Нелюбиным. Когда же стали известны целебные свойства, минеральные воды были выведены на поверхность буровыми скважинами. Однако замечено, что и в настоящее время в пойме реки Подкумок среди галечных отложений возникают периодические недолговечные проявления минеральных вод.

На фоне

загрязнённых вод Подкумка, наличия зоны тектонической трещиноватости Синий Яр, пересекающей русло Подкумка, а также связи, хотя и затруднённой, верхних горизонтов Эссентукского месторождения с грунтовыми водами, наблюдаются эпизодические 3-6-дневные выходы источников сероводородной воды среди галечных отложений в пойме р. Подкумок . Они приковывают к себе внимание и гидрогеологов, и отдыхающих.

Автор проекта выдвигает гипотезу, что наблюдающиеся эпизодические 3-6 дневные выходы источников сероводородной воды среди галечных отложений в пойме р. Подкумок являются проявлениями нового источника и ставит перед собой цель определить значимость факта проявления источников сероводородной воды в пойме р. Подкумок для экологии минеральных вод Эссентукского месторождения. В течение всего проекта автор выявил сероводородной воды, отобрал гидрохимическую пробу, сделал химический анализ в лаборатории «Кавминкурортресурсы», сравнил результаты анализа пробы с анализами известных источников и проанализировал гидрохимические условия и особенности, влияющие на химический состав минеральной воды. Автор ведёт речь о появлении выходов сероводородной воды в пойме реки Подкумок на Эссентукском месторождении, которое

№№	Содержание	Стр.
I.	Введение	3
1.1.	Минеральные воды курорта Ессентуки	3
1.2.	Происхождение минеральных вод	3
1.3.	Проявление региональной структуры	4
1.4.	Загрязнение минеральных вод	4
1.5.	Актуальность	5
1.6.	Цель проекта	
1.7.	Задачи проекта	5
1.8.	Методика исследований	5
1.9.	Применяемое оборудование	6
2.	Геологическая характеристика	6
2.1.	Водоносные комплексы	6
3.	Результаты работ	7
3.1.	Выявление источника, его особенности	7
4.	Выводы	10
5.	Используемая литература	10
6.	Приложение	12

1. Введение

Район всемирно известных курортов – регион Кавказские Минеральные Воды признан особо охраняемым эколого-курортным. Причина этого – в наличии уникальных курортных и лечебных факторов, в первую очередь, минеральных вод. В числе других курортов в регионе КМВ большое значение имеет курорт Ессентуки.

Основные целебные источники курорта – «соляно-щелочные» воды типа Ессентуки № 4 и № 17 (название «соляно-щелочные» принято первооткрывателями). Соляно-щелочные воды циркулируют лишь в мергелях ессентукской (эльбурганской) свиты. На разработку этих источников до приемлемого дебита, поначалу очень мизерного (10 вёдер в сутки), было затрачено 150 лет и пробурено около тысячи буровых скважин – больше, чем на каком-либо другом курорте [4, с.97, 99].

Академик Абих подразделял Ессентукские источники на три типа: 1) щелочные № 4 и 17; 2) слабосерноокислые и 3) серно-щелочные [1, 1873 г.].
Направление лечения на курорте Ессентуки: заболевания желудка и кишечника, печени и желчных путей, поджелудочной железы, нарушения обмена веществ.
Интригующая геологов особенность этих минеральных вод – их химический состав, который у основных источников, в отличие от других источников Кавминвод, не содержит сульфатов (рис.14).

1.1. Минеральные воды курорта Ессентуки

На Ессентукском курорте буровыми скважинами выведены типы источников [5]:

*Ессентуки №17 и Ессентуки № 4 - холодные углекислые «соляно-щелочные» воды,

*слаботермальные углекисло-сероводородные воды,

*термальные углекислые воды,

*термальные азотные воды.

Углекислые воды Ессентуки № 20, Гаазо-Пономаревский, скважины 505 не используются из-за бактериального загрязнения.

Углекисло-сероводородные воды содержат 16-20 мг/л сероводорода. По химическому составу, если не учитывать газ сероводород – это типичные «соляно-щелочные» эссентукские воды, только с более низкой минерализацией.

1.2. Происхождение минеральных вод. Практически все исследователи довоенного периода 1941-1945гг придерживались ювенильной теории формирования минеральных вод. С этих же позиций они рассматривали и генезис Эссентукского месторождения, хотя получаемые ими данные не согласовывались с ювенильной теорией и заставляли искать другие объяснения фиксируемых фактов.

В настоящее время на происхождение вод возобладала комплексная теория. Для образования минеральных вод важное значение имел в прошлом крупный раскол в направлении Эльбрус – Ставрополь с внедрением в этом направлении магматического батолита на глубине и образованием региональной структуры трещиноватости с меридиональными и северо-восточного простирания тектоническими зонами в осадочном чехле. Отщепления батолита в регионе Кавминвод в виде гор-диапиров создали в осадочных породах кольцевые разломы, с которыми связаны насыщенные углекислым газом термометаморфического происхождения выходы вод. В линейных зонах трещиноватости выходы вод стеснены, не так обильны.

В образовании углекислых минеральных вод принимают участие две главных составляющих: атмосферные воды (инфильтрационные - дождевые и талые) и магматическая углекислота. Опытные работы показали, что горизонты осадочных горных пород запитываются пресными водами в горном районе, насыщаясь солями и углекислотой при продвижении в пластах под их уклон на северо-восток.

В период открытия минеральных вод в Эссентуках их источники выглядели сочившимися водой тонкими трещинами с потёками отлагающихся солей. Они были опробованы и пронумерованы Нелюбиным. Когда же стали известны целебные свойства, минеральные воды были выведены на поверхность буровыми скважинами. Однако замечено, что и в настоящее время в пойме реки

Подкумок среди галечных отложений возникают периодические недолговечные проявления минеральных вод.

1.3. Проявление региональной структуры. Характерным примером проявления региональной структуры в станице Эссентукской является зона тектонической трещиноватости[3], пересекающая обрыв и русло Подкумка за школой № 1 в районе устья реки Яблонька (рис. № 1, 11,12). Возможно, она протягивается на юг в район пос. Горный, где на левом борту р. Юца обнажается участок 20x20 м трещиноватой зоны такой же ориентировки в мергелях.

1.4. Загрязнение минеральных вод. Трудно решаемый вопрос о возможности загрязнения подземных вод поверхностными загрязнёнными водами частично проясняется по содержанию трития H_3 . Содержания трития, радиоактивного изотопа водорода, образующегося в верхних слоях атмосферы под воздействием космического излучения и ядерных испытаний, является надёжным критерием участия современных атмогенных вод в составе подземных.

Верхние горизонты Эссентукского месторождения, судя по малому содержанию трития, имеют, хотя и затруднённую, связь с грунтовыми водами. Верхние горизонты всех месторождений минеральных вод региона Кавминвод имеют связь с приповерхностными водами, круглогодичное загрязнение которых является угрозой для существования месторождений.

Особенность вод реки Подкумок от пос. Терезе до г. Лысая - большая бактериальная загрязнённость кишечной палочкой *Enterobacteriaceae*, органикой, а также химическими веществами - сульфатами до 2,4 ПДК, нитритами до 2 ПДК, нитратами до 1,5 ПДК, фосфатами до 1,2 ПДК, нефтью 1,6 ПДК, железом до 32 ПДК [2, 2007]. Таким образом, наблюдается загрязнение поверхностных вод выше предельно допустимых норм.

Причины загрязнения реки Подкумок - неполнота развития канализационных сетей (75 %) и ветхость имеющихся, отсутствие ливневой канализации, утрата условий для самоочистки вод из-за массового несанкционированного вывоза пойменного гравия - субстрата произрастания растительности, ограждение

берегов бетоном (60 % от протяжённости реки), застройка поймы, интенсивное применение удобрений на сельскохозяйственных полях.

1.5. Актуальность: На фоне загрязнённых вод Подкумка, наличия зоны тектонической трещиноватости Синий Яр, пересекающей русло Подкумка, а также связи, хотя и затруднённой, верхних горизонтов Эссентукского месторождения с грунтовыми водами, наблюдаются эпизодические 3-6-дневные выходы источников сероводородной воды среди галечных отложений в пойме р. Подкумок (рис. № 5-9). Они привлекают к себе внимание и гидрогеологов, и отдыхающих.

Появление кратковременных сероводородных источников озадачивает туристов, случайных наблюдателей и вызывает ряд вопросов – в чём значение источников – это проявление ранее незамеченных, пропущенных типов вод, увеличивающихся запасов вод, показатель глубинного или близповерхностного происхождения, здоровья минеральных вод или, наоборот, их нездоровья?

Гипотеза: наблюдающиеся эпизодические 3-6 дневные выходы источников сероводородной воды среди галечных отложений в пойме р. Подкумок являются проявлениями нового источника.

1.6. Цель проекта: определение значимости факта проявления источников сероводородной воды в пойме р. Подкумок для экологии минеральных вод Эссентукского месторождения.

1.7. Задачи проекта:

- 1) выявить источник сероводородной воды, отобрать гидрохимическую пробу, сделать химический анализ в лаборатории «Кавминкурортресурсы»;
- 2) сравнить результаты анализа пробы с анализами известных источников;
- 3) проанализировать гидрохимические условия и особенности, влияющие на химический состав минеральной воды.

1.8. Методика исследований

Применялись методы исследований:

- 1). обследование родников, рельефа, геологических и ландшафтных особенностей поймы и берегов Подкумка;

2). отбор пробы воды;

3). сравнение гидрохимических особенностей состава воды выявленного источника с известными источниками;

4). анализ геохимических особенностей воды.

Исследование поймы р. Подкумок проводилось в пределах ст. Эссентукской, обращая внимание на участки коренных пород и трещиноватость. Объём отобранной пробы составил 1 литр. Перед использованием пластиковая бутылка предварительно промывалась дистиллированной водой. Химический анализ воды проведён в лаборатории геологической экспедиции «Кавминкурортресурсы» с определением катионов $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} и анионов CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , а также pH воды, жесткости воды, сухого остатка.

1.9. Применяемое оборудование

Использовано оборудование: - цифровой фотоаппарат, лабораторное оборудование (пробирки, колбы конические, капельницы, мерные цилиндры, мерные стаканы, пипетка, воронки, штативы для пробирок, штативы лабораторные, спиртовка), компьютер, сканер, принтер, пластиковые бутылки ёмкостью 1 литр (3 шт.).

2. Геологическая характеристика

В геологическом отношении район Предгорья входит в центральную часть поперечного Минераловодского антиклинального поднятия на фоне Северо-Кавказской моноклинали. Это поднятие хорошо выражено в современном рельефе (через него проходит водораздел Азовского и Каспийского морей).

Минераловодское поднятие имеет двухъярусное строение. На древнем фундаменте резко несогласно залегает верхний этаж – чехол осадочных отложений. Он представлен снизу вверх по разрезу породами мелового, палеогенового и неогенового возраста (рис. 13).

Породы чехла на Кисловодск-Пятигорском участке представляют собой моноклинали верхнемеловых и палеоценовых (палеоцен-нижний отдел

палеогена) пород, имеющих субширотное простирание с падением пород к северо-востоку под углами 4- 6°.

В ст. Эссентукская через район устья р. Яблонька в голубовато-серых мергелях {палеоцен монтского яруса Pg_1^1 – эссентукская свита (эльбурганская)) протягивается меридиональная тектоническая трещиноватая зона Синий Яр шириной 1,1 км с элементами залегания аз.пад. 90 °, угол падения 82° к востоку.

Зона протягивается через устье р. Яблонька к галерее источника № 4 в Лечебном парке. Тектоническая зона пересекает мергели серией параллельных субвертикальных меридиональных сколовых трещин с травертином (рис. № 1, 2). Наличие травертина в трещинах свидетельствует о древнем минеральном источнике, истекавшем из этих трещин (рис. 2).

2.1. Водоносные комплексы

Эссентукское месторождение минеральных вод включает три участка: Центральный, Средне-Эссентукский и Новоблагодарненский.

Эпизодические сероводородные источники наблюдаются в пределах Центрального участка, в его южной части, поэтому наши исследования относятся к нему.

Академик Г.В.Абих в 1873 г. писал, что Эссентукские источники по химическому составу воды должны быть разделены на три типа: 1)щелочные – сильно минерализованные, 2) слабые сернокислые и 3)серно-щелочные [1].

<i>Тип химического состава мин. воды</i>	<i>Номер источника по Нелюбину</i>
1.Щелочной (соляно-щелочной) Гидрокарбонатно-хлоридно-натриевая, до 11 г/л Соли двууглекислого натрия (сода)	17; 4
2.Слабый сернокислый Соли сернокислого натрия и углекислой извести	20; 21; 22; 28
3.Серно-щелочной	23; 24-26 В долине Кислуши выше источника 23 шурф Гаазо-Пономаревского источника

Он полагал, что источники 2-го типа, в отличие от глубинных щелочных вод, “обязаны своим существованием лишь притоку дождевых вод, следовательно, суть происхождения поверхностного и что содержащиеся в них соли должны быть рассматриваемы как продукты выщелачивания верхнего этажа аллювиальной почвы”.

Для решения задачи увеличения количества соляно-щелочных вод Абих рекомендовал начать разведку буровыми скважинами на широкой площади.

Расположен Центральный участок Эссентукского месторождения непосредственно на территории г. Эссентуки. Здесь эксплуатируется два водоносных комплекса - палеоценовый и верхнемеловой (рис. 13):

I. Верхний водоносный комплекс – палеоценовый - представлен отложениями мергелей эльбурганской свиты и песчаниками маастрихта. К нему приурочены холодные углекислые «соляно-щелочные» хлоридно-гидрокарбонатные натриевые среднеминерализованные лечебно-столовые воды (Эссентуки-4) и высокоминерализованные лечебные воды (Эссентуки-17) питьевого назначения.

Глубина залегания кровли водоносного комплекса от 37 до 120 м (погружение на север - северо-восток). Водоносный комплекс - напорный.

II. Нижний водоносный комплекс - верхнемеловой - сложен известняками с прослоями мергелей. Минеральная вода (скв. 1-Э, 2-Э) – напорная самоизливающаяся тёплая углекисло-сероводородная, мало- и среднеминерализованная вода хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава, используется для бальнеолечения. Эксплуатируется скважинами глубиной до 460 м. Скважины работают на самоизливе.

Титонско-валанжинский водоносный комплекс на территории Кавминвод замыкает гидрогеологический разрез осадочного чехла. Залегая непосредственно на породах фундамента, он получает максимальное количество углекислого газа, которым насыщает подземные воды вышележащих горизонтов. Газонасыщенность подземных вод комплекса достигает $20 \text{ дм}^3/\text{дм}^3$.

3. Результаты работ

3.1. Выявление источника, его особенности

При детальном наблюдении галечных отложений поймы напротив дома ул. Станиславского № 116а (проба С116а) нам удалось выявить струйку прозрачной на вид воды, которая прокладывала свой путь среди спокойной речной воды, оставляя чёрный след на гальке (рис. № 5-9). Длина следа составила 1,8 м, ширина от 3 до 10 см. Мы не смогли отобрать для изучения чёрный тончайший налёт. По визуальным признакам мы считаем, что след образован черным осадком сернистого железа в виде аморфного минерала «гидротроиллита». На отдельных участках в воде на нём образовались корочки белого цвета.

Интересные наблюдения образования гидротроиллита [6] сделаны при осмотре автоцистерн, перевозящих минеральную воду с Ново-Благодарненского участка (Ессентуки № 4, скважина № 49-Э) и Центрального участка (углекисло-сероводородные воды, скважина № 2-Э). В них при взаимодействии вод появляется чёрный осадок сернистого железа в виде аморфного минерала «гидротроиллита» – моносульфида железа $Fe(HS)(OH) \cdot nH_2O$. Считается [5,7], что он образуется в результате жизнедеятельности сульфатредуцирующих микроорганизмов в минеральных водах основных водоносных горизонтов района Кавминвод. Эти бактерии установлены в минеральных водах титон-валанжинского горизонта Кисловодского и южной части Ессентукского (скв. 1-НВ) месторождений в количестве 1 - >2500 бактерий в 1 мл воды. В углекислых (скв. 46) и углекисло-сероводородных (скв. 1 и 2) минеральных водах верхнемелового водоносного горизонта Ессентукского месторождения содержатся сульфатредуцирующие бактерии в количестве 0-95 в 1 мл воды [5].

Процесс связан с деятельностью сульфатредуцирующих (сероводородных) бактерий, относящихся к «анаэробным» - то есть таким, которые могут существовать и развиваться в бескислородных условиях, «отнимая» кислород у сульфатов ($-SO_4^{2-}$) и с его помощью окислять вещество, получая необходимую для жизни энергию.

3.2. Сравнение результата анализа с известными источниками

Мы сообщили о находке руководству Эссентукского режимно-эксплуатационного участка. Находкой заинтересовались и попросили взять пробу воды. Результат анализа (рис. 15) показал наличие в воде сероводорода 16 мг/л и углекислого газа, то есть вода является минеральной углекисло-сероводородной хлоридно-гидрокарбонатной кальций-магниевой натриевой, пригодной для бальнеолечения. По своему местоположению вода числится в запасах. Воды такого типа циркулируют в известняках верхнего мела, ниже по разрезу от «соляно-щелочных» вод.

Приводим формулы химического состава по Курлову:

HCO₃ 88 Cl 12)

1.С116а : CO₂ 0,4H₂S 0,0162 М 1,5 ----- PH 6,91

Ca 52 Mg 36 ((Na+K)12)

HCO₃ 64 Cl 36

2.Скв. 1-Э: CO₂ 0,8H₂S0,015 М 2,5 ----- PH 6,753 Т 24,0

(Na+K)75 (Ca 14 Mg 11)

3. HCO₃ 70 Cl 30

Скв. 2-Э: CO₂ 0,6H₂S0,018 М 3,1 ----- PH 6,86 Т 21,0

(Na+K)84 (Ca 10 Mg 6)

Сопоставляя относительные количества компонентов в водах двух скважинах обнаруженным источником, выявленный источник является обычной минеральной углекисло-сероводородной хлоридно-гидрокарбонатной кальциево-магниевой натриевой водой, пригодной для бальнеолечения. Её происхождение обязано сульфатредуцирующим (сероводородным) бактериям, относящихся к «анаэробным», которые могут существовать и развиваться в бескислородных условиях, «отнимая» кислород у минеральной воды, содержащей сульфаты (-SO₄²⁻). С его помощью они окисляют вещество, получая необходимую для жизни энергию.

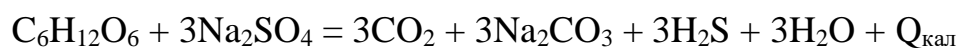
Визуальные наблюдения за качественным составом минеральных вод, перевозимых в автоцистернах с Ново-Благодарненского участка (Ессентуки4, скважина № 49-Э) и Центрального участка (углекисло-сероводородные воды, скважина № 2-Э), показывают на появление в этих водах черного осадка сернистого железа в виде аморфного минерала «гидротроиллита».

Наблюдение свидетельствует в пользу того, что в условиях отсутствия гипсоносных отложений на площади Ессентукского месторождения одним из основных процессов выведения невысоких концентраций сульфатов (100-200 мг/дм³) из углекислых минеральных вод содового типа, вероятно, является анаэробная биогенная сульфатредукция.

Исследования минеральных вод Ессентукского и Нагутского месторождений, выполненные в микробиологической лаборатории ПНИИКиФ (1973-1976 гг.), показали на значительное развитие сульфатредуцирующих бактерий в углекислых минеральных водах верхнемелового водоносного комплекса Ессентукского месторождения.

Наиболее вероятным процессом, приводящим к появлению в минеральных водах сероводорода, является биогенное окисление (бактериями) органики посредством сульфатредукции с соответствующим снижением концентрации сульфатов.

Процесс связан с деятельностью сульфатредуцирующих (сероводородных) бактерий, относящихся к «анаэробным» - то есть таким, которые могут существовать и развиваться в бескислородных условиях, «отнимая» кислород у сульфатов ($-SO_4^{2-}$) и с его помощью окислять органическое вещество, получая необходимую для жизни энергию. Этот процесс может, как видно из наблюдений, проходить с образованием гидротроиллита, но, видимо, и с окислением органики, которая может попасть по трещинам. При этом в окружающую среду выделяется сероводород по так называемой реакции сульфатредукции:



4. Выводы

Появление выходов сероводородной воды в пойме реки Подкумок на Эссентукском месторождении может быть связано с процессом сульфатредукции, но процесс перед этим может проходить с водой в разных комплексах. Это может быть нижний водоносный комплекс верхнего мела K_2 на глубине около 400 м, с углекисло-сероводородной водой, но может быть и верхний водоносный комплекс - палеоценовый - с «бриллиантом» эссентукского курорта, углекислыми хлоридно-гидрокарбонатными натриевыми водами питьевого назначения (Эссентуки-4 и Эссентуки-17). Это может происходить в случае проникновения органики (загрязнённых вод р. Подкумок) по трещинам, которых мы видим великое множество (тектоническая зона «Синий Яр» в мергелях палеоценов с трещинами через 10-15 см) в русле реки (рис. № 10-12). Наименьшая глубина залегания горизонта здесь 37 метров.

Учитывая относительно небольшую глубину палеоценового горизонта под руслом р. Подкумок мы предполагаем, что эпизодические проявления сероводородной воды в галечниках поймы Подкумка связаны с образованием сероводорода в верхней части палеоценового горизонта в результате проникновения загрязнённой подкумской воды по трещинам.

По нашим детальным наблюдениям протяжённые трещины меридиональной тектонической зоны Синий Яр [3] находятся в сжатом состоянии, и не должны пропускать воду Подкумка. Однако встречаются редкие короткие широтные зоны (трещины отрыва) длиной 5-15 м с рваными краями, с кальцитом, которые, вероятно, пропускают загрязнения в небольшом количестве.

Сделан вывод, что эпизодические редкие выходы источников сероводородной воды среди галечных отложений в пойме р. Подкумок являются признаками процесса микробного окисления проникающей органики посредством кислорода, «отнимаемого» у мини-примеси сульфатов в минеральных водах. В связи с незначительным проникновением воды реки также малы и краткосрочны выходы источников сероводородной воды.

5. Литература

1. Абих Г. К геологии Ессентуков. Сб. Кавказского Медицинского общества, № 19. Тифлис, 1874.

2. Коновалов Б.Т., Вавилина Т. А., Калашникова Е.П. Процессы загрязнения и очистки вод реки Подкумок/Инновационные технологии для устойчивого развития горных территорий: Материалы/Международная конференция VI. 28-30 мая 2007 г. –Владикавказ: Изд-во “Терек”, 2007. - с. 768.

3. Коновалов Б.Т., Кулешова Л.П., Потапов Е.Г. Синий Яр – незамеченный в прошлом древний источник минеральных вод Ессентуков. Труды 2-й международной научной краеведческой конференции “Краеведение в Курском крае: прошлое и современность. Межрегиональные связи”. Часть 2, -Курск, 2007, -148 с.

4. Пантелеев И.Я. Очерк истории изучения и развития Кавказских минеральных вод. //Москва, Госгеолтехиздат, 1955. –с.203.

5. Потапов Е.Г. Геолого-гидрогеологические и гидрохимические особенности формирования углекислых минеральных вод содового типа района КМВ (на примере Ессентукского и Нагутского месторождений): Автореферат канд. дис. –Л., 1986. -16 с.

6. Потапов Е.Г. Геохимия бессульфатных углекислых минеральных вод района Кавказских Минеральных вод. Курортная медицина № 2, 2013 с. 6-10.

7. Потапов Е.Г. Гидроминеральные ресурсы курортов Кавказских минеральных вод. //В кн.: Актуальные направления сбалансированного развития горных территорий в контексте междисциплинарного подхода. Материалы 1 Международной научной конференции 27-29 сентября 2019 г.-Карачаевск, 2019. с.14-21.

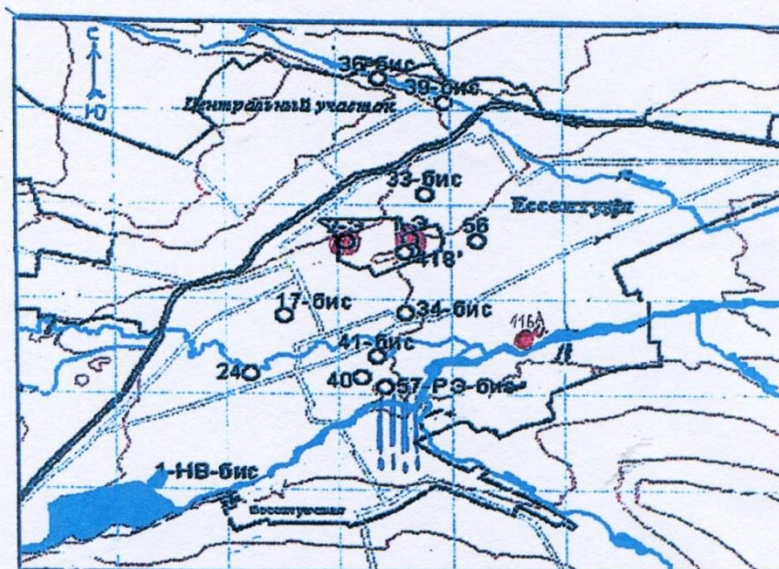


Рис № 1. Карта-схема вывода источников минеральной воды (буровые скважины) на поверхность и источник в пойме р.Подкумок:

- ● - выводы сероводородной воды (буровые скважины 1-Э, 2-Э)
- - источник сероводородной воды 116А в пойме р. Подкумок
- ||| - трещины тектонической зоны «Синий Яр»



Рис. № 2. Протяжённые 3-20 м субвертикальные сколовые трещины в тектонической зоне «Синий Яр», иногда с тонким слоем травертина (1мм). Правый берег р. Подкумок, 150м выше по течению от устья р. Яблонька.



Рис. 3.

То же – протяжённые 3-20 м субвертикальные сколовые трещины в тектонической зоне «Синий Яр», иногда с тонким слоем травертина (1мм). Правый берег р. Подкумок, 150м выше по течению от устья р. Яблонька. Ноябрь 2019.



Рис. 4.

Выход источника минеральной воды в пойме р. Подкумок среди галечных отложений. Лето 2019. У железного моста через Подкумок, за зданием администрации Предгорного района



Рис. 5. Выход источника минеральной воды среди галечных отложений левого борта р. Подкумок, напротив дома ул. Станиславского 106 А ст. Эссентукская (тёмный треугольник вблизи плит). Ноябрь 2019.



Рис. 6. Русло ручейка минеральной воды «Синий». Вода по результатам анализа углекисло-сероводородная хлоридно-гидрокарбонатная кальций-магний натриевая, с содержанием сероводорода и углекислого газа (проба С-106 А).



Рис. 7. Начало ручейка минеральной воды «Синий» находится под сеткой, укрепляющей основание береговых плит. Ноябрь 2019.



Рис. 8-а и 8-б. Вода минерального источника застоялась, и на её поверхности, наподобие снежной пороши, выделились многочисленные белые крупинки (возможно, серы).



Рис. 9. Ложе русла ручейка «Синий» тёмно-синее, хотя сама минеральная вода прозрачна. Вода источника застоялась слева и справа от стержневого потока, и на поверхности выделились белёсые поля из многочисленных белых крупинок (возможно, серы). Ноябрь 2019.



Рис. 10. Фрагмент ложа русла ручейка «Синий». Сама минеральная вода прозрачна. Справа в микрозаводи вода источника застаивается, и её поверхность покрылась белёсой пеленой многочисленных микрокрупинок, выделившихся из воды источника. Левее заводи по «стержню» ручейка по поверхности плывут белые крупинки серы покрупнее, оторванные в верхней части ручейка от плотной пены. Ноябрь 2019.



Рис. 11. Последние три метра перед впадением в р. Подкумок загрязнённые нитратами воды реки Яблонька прыгают по уступам из боков протяжённых прямолинейных сколовых трещин тектонической зоны «Синий Яр» в мергелях палеоцена.



Рис. 12. Многочисленные протяжённые сколовые трещины тектонической зоны «Синий Яр» в мергелях палеоцена на дне временно отступившей воды Подкумка.

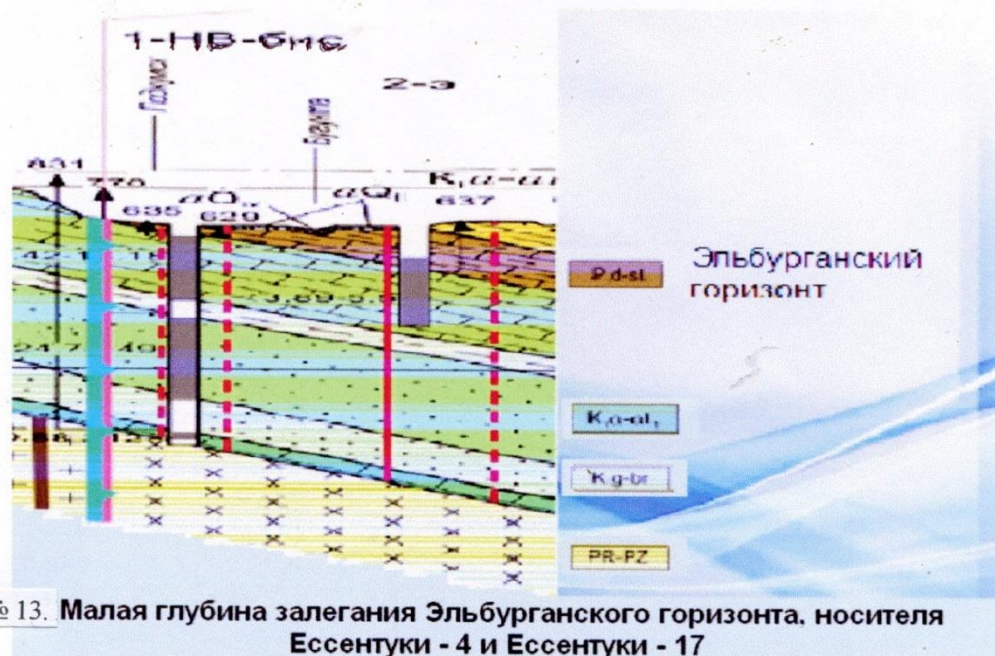


Рис. № 14. Содержание сульфатов в воде месторождений минеральных вод региона Кавказских Минеральных Вод, мг/дм³ (Е.Г.Потапов)

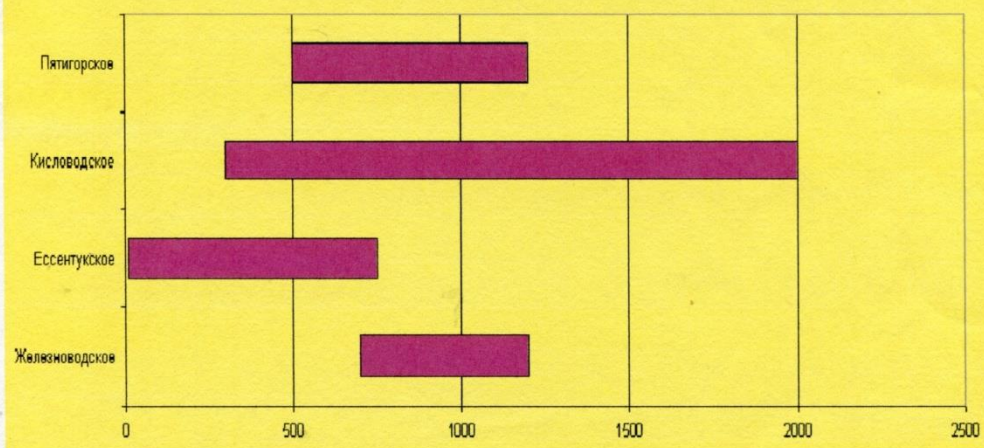


Рис. 15

Рис. № 15. Состав сероводородной воды источника 106А в пойме реки Подкумок и скважин 1-э и 2-э. К формуле Курлова

