

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ТЕРМАЛЬНОЙ ВОДЫ ДЛЯ КОСМЕЦЕВТИЧЕСКОГО СПРЕЯ

А. В. Локарев¹, М. А. Огай², Ю. А. Морозов³, М. С. Макиева³, А. И. Сливкин⁴,
А. С. Беленова⁴, В. В. Гаврась⁵

¹Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности

²Пятигорский медико-фармацевтический институт - филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России

³«Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова»

⁴Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет»

⁵Представительство АО «Санофи-Авентис груп»

Поступила в редакцию: 17.05.2019 г.

Аннотация. Термальные воды Камчатки издавна известны своей высокой минерализацией и высокой температурой, благодаря чему приобретают бактериологическую кристалльную чистоту и предельно обогащаются минеральными веществами.

Жизнь в мегаполисе с его нездоровой экологией и стрессами обезвоживает и преждевременно старит кожу. Вредные излучения от электроприборов, воздействие ультрафиолета приводят к тому, что кожа теряет влагу и тонус, шелушится и воспаляется - становится чувствительной. По мнению косметологов с такими симптомами сталкиваются 60% людей. В этом ключе - использование термальной воды может стать очень перспективным для кожи.

Термальная вода «Паратунка» – природная, абсолютно натуральная вода, добытая из горячих подземных источников в одном из самых живописных уголков Камчатки в долине реки Паратунка.

Нижне-Паратунские термальные источники, ввиду значительного содержания в воде кремниевой кислоты и большого количества растворенного молекулярного азота относят к высокотемпературным (до 92 градусов) азотно-кремниевым термам, благодаря чему вода приобретает бактериологическую кристалльную чистоту и предельно обогащается минеральными веществами. Наряду с кремниевой кислотой, в воде содержатся минеральные соли (сульфаты, хлориды, йодиды, бромиды, фториды), микроэлементы (магний, литий, железо, марганец, алюминий, кадмий, медь), которые оптимально соответствуют составу микроэлементов и минералов в организме человека. Так же в источниках произрастают редчайшие в мире термофильные водоросли, которые являются мощным источником растворенных в воде биологически активных веществ, способных глубоко проникать через кожный барьер человека.

В настоящее время известны кремы, бальзамы, шампуни, маски-пилинги на основе термальной воды. Но безусловное лидерство, в плане формы, содержащей термальную воду, принадлежит спреям.

Спрей, обладая преимуществами аэрозольной упаковки, лишен недостатков, связанных с применением флаконов под повышенным давлением и использованием пропеллентов в качестве газа носителя, который определяет сравнительно высокую стоимость, сложность, опасность, возможность взрыва баллона при ударе или хранении в неправильном температурном режиме, высокую воспламеняемость, пожаро- и взрывоопасность, неудобство при транспортировке, отрицательное влияние хладонов на озоновый слой земли.

Ключевые слова: Нижняя Паратунка, гидротермальная вода, кремний, спрей, кремы, бальзамы, шампуни, маски-пилинги.

Гидротермальные источники являются потоками воды, которые быстро смешиваются с минералами, такими как марганец, медь, цинк, желе-

зо, минеральные ангидриты и сульфиды. Вода из гейзера выходит при температуре, которая может достигать до 400 °С. Гидротермальные жидкости выбрасываются из жерла, содержащей сероводород, хемосинтетические бактерии, кислород и углекислый газ из воды [1].

В долине Паратунки выделяют три группы горячих источников. Они выходят на поверхность в 70 км от Петропавловска-Камчатского и составляют ядро Паратунской рекреационной зоны [1, 2].

Целебные свойства термальных источников хорошо известны еще с давних времен — древние римляне строили возле них термы. Принимая ванны в термах, воины залечивали раны, полученные в походах. Так были основаны популярные сегодня термальные курорты Италии, Германии и Австрии [1, 2, 3].

Купание и принятие ванн в горячих источниках уже с середины XIX века было поставлено на научную основу. В те времена появились новые методы: контрастные ванны, души, купели и др. В конце XX века бальнеология стала очень популярной наукой и заняла свое место в естественном лечении многих заболеваний без применения химических препаратов [4, 5].

Существует довольно широкий спектр заболеваний, при которых рекомендуется лечение термальными ваннами. Издавна купание в термальных источниках прописывалось людям с поражениями опорно-двигательного аппарата, кожи, а также для восстановления после ранений или травм [6, 7].

Сегодня этот список дополнили хронические воспаления в половой сфере, ревматические болезни и восстановительный период после хирургических операций [8, 9, 10].

Термальные воды производят на кожу комплексное воздействие, увлажняя и очищая, успокаивая и освежая ее. Такой эффект обеспечивается за счет уникального состава термальных вод: они богаты не только всевозможными минеральными солями, но и другими биологически активными элементами. Действующие вещества такой воды — это, прежде всего, йод, бром, кремний, магний и фтор, а также другие, не менее ценные элементы. Без них организм человека не сможет нормально функционировать, а кожа — находиться в тонусе [11, 12].

Еще одно несомненное достоинство термальных вод — это их абсолютная чистота. Скапливаясь глубоко под землей, они избегают вредных примесей в виде химических веществ — неизбежных продуктов развития человеческого общества. А воздействие высокого давления и не менее высокой температуры только способствует раскрытию замечательных свойств воды [1, 2, 3, 4, 5].

Термальные воды нашли широкое применение в качестве ценного и актуального ингредиента многих косметических продуктов, таких, как

средства для борьбы с целлюлитом, подтягивающие и расслабляющие средства [11].

Термальная вода в составе косметики действует, как увлажняющий или успокаивающий компонент, для защиты от вредных воздействий окружающей среды или ускорения обмена веществ, в зависимости от действия средства [1, 2, 3, 11].

В настоящее время известны кремы, бальзамы, шампуни, маски-пилинги на основе термальной воды. Но безусловное лидерство, в плане формы, содержащей термальную воду, принадлежит спреям [11].

Спрей, обладая преимуществами аэрозольной упаковки, лишен недостатков, связанных с применением флаконов под повышенным давлением и использованием пропеллентов в качестве газа носителя, который определяет сравнительно высокую стоимость, сложность, опасность, возможность взрыва баллона при ударе или хранении в неправильном температурном режиме, высокую воспламеняемость, пожаро- и взрывоопасность, неудобство при транспортировке, отрицательное влияние хладагентов на озоновый слой земли.

Нами была исследована гидротермальная вода скважины Паратунского военного санатория. Паратунская вода даже в зимние морозы держит температуру +38 °С. Это слабоминерализованные термы, содержащие высокую концентрацию кремния [1].

По своему составу вода из Паратунских горячих источников относится к кремниевым термальным водам.

Кремний называют "элементом жизни", это второй по важности химический элемент после кислорода. Он улучшает состояние кожи, укрепляет сосуды и соединительные ткани, участвует в усвоении организмом минеральных солей и витаминов. Кремний структурирует молекулы воды, которые в результате приобретают свойство вытеснять из образованных кристаллических решеток патогенные микроорганизмы, токсины и чужеродные химические элементы. Вода, обогащенная кремнием, отличается особенной чистотой и ярко выраженными лечебными свойствами [12].

Кремнистые термальные воды оказывают благотворное воздействие на нервные окончания и сосуды кожи, обладают успокаивающим, обезболивающим и противовоспалительным действием, улучшают обменные процессы, ускоряют заживление ран, нормализуют функции кожи и придают ей эластичность [13-19].

Для разработки спрея на основе термальной воды Паратунки, нам необходимо было определить качественный и количественный состав последней.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

При определении ионов кремния использовали методику [20], адаптированную для анализа воды термальной.

В сухую коническую колбу вместимостью 50 мл помещали 25 мл тщательно перемешанной пробы термальной воды, добавляли 1 мл 5 н раствора соляной кислоты, 2.5 мл раствора молибдата аммония (не допуская перерыва), перемешивали и оставляли на 10 мин. Затем добавляли 2.5 мл раствора винной кислоты, снова перемешивали и через 10-15 мин измеряли оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длине волны 410 нм в кюветах с толщиной слоя 1 см относительно воды очищенной. Одновременно выполняли измерение оптической плотности «холостой» пробы, в качестве которой использовали 25 мл воды очищенной.

Для построения градуировочной кривой готовили раствор рабочего стандартного образца. Для этого на аналитических весах в платиновом тигле взвешивали 0.107 г кремния диоксида (точная навеска), предварительно высушенного в течение 2 ч при 120°C. Добавляли в тигель смесь из 2 г безводного натрия карбоната и 1 г натрия тетрабората безводного так, чтобы навеска кремния диоксида была полностью покрыта этой смесью. Тигель помещали в муфельную печь и сплавляли смесь, постепенно повышая температуру до 900 °С и выдерживая при этой температуре в течение 15-30 мин до получения прозрачного сплава. При сплавлении следили за тем, чтобы при разложении карбоната не образовывались большие пузыри, в случае появления которых тигель слегка охлаждали и потом снова медленно нагревали. По окончании сплавления тигель охлаждали, тщательно обмывали снаружи очищенной водой, помещали в полипропиленовый стакан, заливали 100-150 мл горячей воды очищенной и оставляют на 12 часов (Раствор А). Полученный раствор количественно переносили в мерную колбу вместимостью 250 мл и доводили до метки на колбе водой очищенной (Раствор Б).

25 мл этого раствора помещали в мерную колбу вместимостью 100 мл и перемешивали. Для приготовления образцов для градуировки в мерные колбы вместимостью 25 мл вносили 0.25;

0.50; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0 и 7.5 мл раствора Б, доводили объем растворов до меток водой очищенной и тщательно перемешивали. Массовые концентрации кремния в полученных образцах равны соответственно 50; 100; 200; 400; 600; 800; 1000; 1200; 1500 мг/л. Содержимое каждой колбы переносили в конические колбы вместимостью 50 мл и далее выполняли определение в соответствии с методикой, описанной выше. Значение оптической плотности холостого опыта (воды очищенной) вычитали из оптической плотности растворов, содержащих кремний.

Градуировочную зависимость оптической плотности от массовой концентрации кремния рассчитывают методом наименьших квадратов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Градуировочная кривая для рабочего стандартного образца кремния диоксида приведена на рисунке 1.

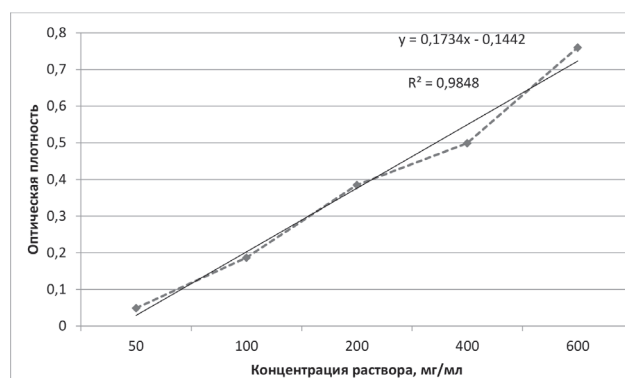


Рис. 1. Градуировочная зависимость для определения концентрации иона кремния в рабочем стандартном образце

Для определения содержания оксида кремния в исследуемом образце термальной воды пользовались калибровочным графиком. Для этого из оптической плотности испытуемой пробы вычитали оптическую плотность «холостой» пробы и находили полученную на оси ординат значение, соответствующее этой разности. На оси абсцисс находили соответствующее значение концентрации иона кремния в растворе. Измерение произведено в 6 повторениях, результаты обработаны статистически. Метрологические характеристики разработанной методики отражены в таблице 1.

Валидация методики количественного определения проводилась в соответствии с требованиями нормативной документации. Для подтверждения специфичности методики снимали спектры поглощения испытуемого раствора и раствора стандартного образца кремния диоксида, парал-

Таблица 1

Метрологические характеристики методики определения кремния в термальной воде Паратунки

n	X _{ср} мг/л	ΔX мг/л	S	S ²	S _x	t (p, f)	P, %	ε, %
6	480	17	24.34954	592.9	7.7	2.26	95	11.4

лельно со спектром раствора – плацебо. Спектры поглощения испытуемого и стандартного образца имеют совпадающие максимумы светопоглощения при длине волны 410 ± 2 нм, спектр раствора – плацебо такого максимума не имеет.

Для определения прецизионности методики оценивали ее повторяемость (анализ проводился одним исполнителем, на одном и том же оборудовании, с одним и тем же набором реактивов) в пределах одного дня. Результаты сопоставимы.

Также оценивали внутрилабораторную (промежуточную) прецизионность валидируемой методики (анализ проводился одним исполнителем, но на разном оборудовании и в разные дни). Получены сопоставимые результаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований доказывают высокое содержание кремния в гидротермальной воде Паратунки. Этот показатель равен 480 мг/л. Такое содержание кремния позволит ввести гидротерму в состав спрея и использовать в современной косметике. В летний период косметологи рекомендуют регулярно орошать лицо термальной водой. Содержащиеся в такой воде микроэлементы и минералы помогают поддерживать оптимальный уровень влаги в клетках кожи.

Термальные источники Паратунки незаменимы в этом плане. Они содержат сбалансированный состав кремния, азота, магния, кальция, что делает их оптимальными для орошения лица.

Основным удобством термальной воды в виде спрея, является то, что пользоваться ею можно регулярно, не нанося вреда водно-солевому балансу кожи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потурай В.А. // «Органические соединения в поверхностных водах районов азотных термальных вод Дальнего востока», 2016 г., сборник трудов VI Международной научной конференции, 4-6 октября 2016, г. Биробиджан, с. 156-159.
2. Павлов С.Х. // Известия Сибирского отделения РАН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2013. С. 82-95.
3. Потурай, В.А. // Известия Томского политехнического университета. 2014. С. 44-52.
4. Новиков Д.А. // «Роль системы "вода - по-

рода" в процессах формирования состава термальных вод месторождения Банг (Центральный Вьетнам)», сборник трудов Всерос. совещания по подземным водам Востока России (XXII Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием), 23-27 апреля 2018 г., Новосибирск, 2018. с. 333-338.

5. Замана Л.В. // Вестник Бурятского государственного университета. 2012. № 3. С. 60-63.

6. Зиппа Е.В. // «Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами», сборник материалов третьей Всероссийской научной конференции с международным участием, 20-25 августа 2018 г., г. Улан-Удэ, 2018. с. 105-109.

7. Ермакова В.П. // Практический маркетинг. 2010. № 1 (155). С. 25-28.

8. Пучкова Т. Косметика: современная косметика интенсивного действия. Москва, Школа косметических химиков, 2010, 192 с.

9. Михнёва Е.Н. // Дерматология и венерология. 2012. № 4 (58). С. 90-95.

10. Официальный сайт «Algologie» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://algologie.ru/>.

11. Маньшина Р.В., Севрюкова В.С., Соловьев А.М., Кулешова Л.М. // Медицинский совет. 2008. № 1-2. С. 67-75.

12. Рыбникова В.И. // «Проблемы геологии и освоения недр», сборник трудов XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири. 2-7 апреля 2012 г., Томск. 2012. с. 598-600.

13. Even-Paz Z. // Z. Even-Paz. 1996. Vol. 32. № 1. P. 11-15.

14. Halevy S, Sukenik S. // Archives of Dermatology. 1998. Vol. 134. № 11. P. 1416-1420.

15. M. Portugal-Cohen // J. of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications. 2014. Vol. 4. № 1. P. 7-15.

16. Seite Sophie // Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology. 2013. Vol. 6. P. 23-28.

17. Ахава. Сайт компании Ahava [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ahava.ru>.

18. Токмакова С.И, Бондаренко О.В., Сысоева О.В., Спаскова Е.В.. «Бальнеотерапия термальными слаборадоновыми азотно-кремниевыми водами курорта Белокуриха при лечении заболе-

ваний пародонта», сборник материалов Межрегион. науч.-практ. конф., посвященная 145-летию юбилею курорта Белокуриха, 75-летию Алтайского края «Перспективы развития санаторно-курортной помощи и реабилитации в Сибирском регионе», 25-26 октября 2012 г., г. Белокуриха, 2012, с. 229-231.

19. Фейзуллаев А.А., Алиев Ч.С., Бонини М., Вассели О., Багирли Р.Д., Махмудова Ф.Ф // Вода и экология: проблемы решения. 2015. С. 69-80.

Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности

*Локарев А. В., ведущий научный сотрудник,
E-mail: eko-plus@mail.ru*

ПМФИ – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России

Огай М. А., профессор кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии

E-mail: marinfarm@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова»

*Морозов Ю. А., доцент кафедры фармации
E-mail: moroz52@yandex.ru*

*Макиева М. С., доцент кафедры фармации
E-mail: makieva-marina@yandex.ru*

ФГБОУ ВО "ВГУ"

Сливкин А. И., заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии

E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

Беленова А. С., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии

E-mail: alenca198322@mail.ru

АО «Санофи-авентис груп»

Гаврась В. В., специалист по работе с ключевыми клиентами

E-mail: vasiliigavras@yandex.ru

20. ПНД Ф 14.1:2:4.215-06. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации кремнекислоты (в пересчете на кремний) в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом в виде желтой кремнемолибденовой гетерополиоксидной кислоты.

all-Russian research and technological Institute of biological industry

*Lokarev A. V., leading researcher
E-mail: eko-plus@mail.ru*

PMFI-branch of fgbou in the Volga State Ministry of health of Russia

Ogay M. A., professor of the Department of pharmaceutical technology with a course of medical biotechnology

E-mail: marinfarm@yandex.ru

NORTH Ossetian state University of. K. L. Khetagurova

Morozov Y. A., associate Professor., dept. of pharmacy

E-mail: moroz52@yandex.ru

Makieva M. S., associate Professor dept. of pharmacy

E-mail: makieva-marina@yandex.ru

Voronezh State University

Slivkin A. I., head of Department of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology

E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

Belenova A. S., Assistant Professor, Dept. of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology

E-mail: alenca198322@mail.ru

Sanofi-Aventis group JSC

*Gavras V. V., key account specialist
E-mail: vasiliigavras@yandex.ru*

THE STUDY OF THE COMPOSITION OF THERMAL WATER FOR COSMECEUTICAL SPRAY

A. V. Lokarev¹, M. A. Ogay², Yu. A. Morozov³, M. S. Makieva³, A. I. Slivkin⁴,
A. S. Belenova⁴, V. V. Gavras⁵

¹All-Russian research and technological Institute of biological industry

²Pyatigorsk medical-pharmaceutical Institute -
branch of FSBEI Wagga Ministry of health of Russia

³North Ossetian state University. K. L. Khetagurova"

⁴Federal state budgetary educational institution of
higher education "Voronezh state University"

⁵Sanofi-Aventis group JSC

Abstract. The thermal waters of Kamchatka have long been known for their high mineralization and high temperature, thanks to which they acquire bacteriological crystal purity and are extremely enriched with mineral substances.

Life in the metropolis with its unhealthy environment and stresses dehydrates and prematurely ages the skin. Harmful radiation from electrical appliances, UV exposure leads to the fact that the skin loses moisture and tone, flakes and becomes inflamed - becomes sensitive. According to cosmetologists, 60% of people face such symptoms. In this way - the use of thermal water can be very promising for the skin.

Paratunka thermal water is a natural, absolutely natural water extracted from hot underground springs in one of the most picturesque corners of Kamchatka in the Paratunka river valley.

Lower paratun thermal springs, due to the significant content of silicic acid and a large amount of dissolved molecular nitrogen in the water, are referred to high-temperature (up to 92 degrees) nitrogen-silicon terms, so that the water acquires bacteriological crystal purity and is extremely enriched with mineral substances. Along with silicic acid, the water contains mineral salts (sulfates, chlorides, iodides, bromides, fluorides), trace elements (magnesium, lithium, iron, manganese, aluminum, cadmium, copper), which optimally correspond to the composition of trace elements and minerals in the human body. Also in the sources grow the world's rarest thermophilic algae, which are a powerful source of dissolved in water biologically active substances that can deeply penetrate the human skin barrier.

Currently known creams, balms, shampoos, peeling masks based on thermal water. But the absolute leadership in terms of the form containing thermal water belongs to sprays.

Spray, having the advantages of aerosol packaging, has no disadvantages associated with the use of bottles under high pressure and the use of propellants as a carrier gas, which determines the relatively high cost, complexity, danger, the possibility of explosion of the cylinder upon impact or storage in the wrong temperature, high Flammability, fire and explosion hazard, inconvenience during transportation, the negative impact of refrigerants on the ozone layer of the earth.

Keywords: lower Paratunka, hydrothermal water, silicon, spray, creams, balms, shampoos, peeling masks.

REFERENCES

1. Paturai V. A. "Organic compounds in the surface waters of areas of nitric thermal waters of the Far East", 2016, proceedings of the VI International scientific conference, October 4-6, 2016, Birobidzhan, pp. 156-159.
2. Pavlov S. H. Proceedings of the Siberian branch of the Russian Academy of natural Sciences. Geology, prospecting and exploration of ore deposits, 2013, P. 82-95.
3. Poturai V. A. News of Tomsk Polytechnic University, 2014, P. 44-52.
4. Novikov D. A. "the Role of the system "water - rock" in the formation of the thermal waters of the Bang Deposit (Central Vietnam)", the collection of works has grown. meetings on groundwater in the East of Russia (XXII Meeting on groundwater in Siberia and the Far East with international participation), 23-27 April 2018, Novosibirsk, 2018. p. 333-338.
5. Zamana L. V. Bulletin of Buryat state University, 2012, No. 3, P. 60-63.
6. Zippa E. V. "Geological evolution of interaction of water with rocks", proceedings of the third all-Russian scientific conference with

international participation, 20-25 august 2018, Ulan-Ude, 2018. p. 105-109.

7. Erdakova V. P. Practical marketing, 2010, № 1 (155), P. 25-28.

8. Puchkova T. Cosmeceutics: modern cosmetics of intensive action. Moscow, School of cosmetic chemists, 2010, 192 p.

9. Mikhnevo E. N. Dermatology, 2012, № 4 (58), P. 90-95.

10. The official website of "programs" [Electronic resource]. - Access mode: <http://algologie.ru/>.

11. Manshina R. V., Sevryukova V. S., Soloviev A. M., Kuleshova, L. M. Medical advice, 2008, № 1-2, P. 67-75.

12. Rybnikova V. I. "Problems of Geology and subsoil development", proceedings of the XVI International Symposium named after academician M. A. Usov of students and young scientists dedicated to the 110th anniversary of the Foundation of mining and geological education in Siberia, 2-7 April 2012, Tomsk. 2012. p. 598-600.

13. Even-Paz Z. // Z. Even-Paz, 1996, Vol. 32, No. 1, P. 11-15.

14. Halevy S, Sukenik S. Archives of Dermatology, 1998, Vol. 134, No. 11, P. 1416-1420.

15. Portugal-Cohen M. J. of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications, 2014, Vol. 4, No. 1, P. 7-15.

16. Seite Sophie. Clinical, Cosmetic and investigational Dermatology, 2013, Vol. 6, P. 23-28.

17. Ahab. The website of the company Ahava [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.ahhh.ahava.ru>.

18. Tokmakova S. And Bondarenko, O. V., Sysoeva O. V., E. V. Spaskov. "Balneotherapy with thermal low-radon nitrogen-silicon waters of Belokurikha resort in the treatment of periodontal diseases", collection of materials Mezhhregion. science.-prakt. Conf. dedicated to the 145th anniversary of Belokurikha resort, the 75th anniversary of the Altai territory "Prospects for the development of health resort care and rehabilitation in the Siberian region", 25-26 october, 2012, Belokurikha, 2012, p. 229-231.

19. Feyzullayev A. A., Aliyev, C. S., Bonini M., Wessely O., Bagirli R. D., Makhmudov F. F. Water and ecology: problems and solutions, 2015, P. 69-80.

20. MON F 14.1:2:4.215-06. Quantitative chemical analysis of water. Method of measurement of mass concentration of silicic acid (in terms of silicon) in drinking water, surface water and wastewater by photometric method in the form of yellow silica-molybdenum heteropoly acid.