

54

МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КИРГИЗСКОЙ ССР

A 88

КИРГИЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи.

Р. Э. АПАЖЕВА

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
БРОМ-ИОДНЫХ ВОД ДОЛИНЫ Р. НАЛЬЧИК  
И ПОЛУЧЕНИЕ ЛЕЧЕБНОЙ СОЛИ «НАРТШУГ».**

Автореферат  
диссертации, представленной на соискание ученой степени  
кандидата химических наук.

(070 неорганическая химия)

НАЛЬЧИК—1969

СК

54  
А 88

Работа выполнена на кафедре неорганической и аналитической химии КБГУ, в лабораториях курорта Нальчик и Института неорганической и физической химии Академии наук Киргизской ССР.

Научный руководитель — академик АН Киргизской ССР, доктор химических наук, профессор **И. Г. Дружинин**.

Официальные оппоненты:

1. Заслуженный деятель науки и техники Казахской ССР, доктор химических наук, профессор **Б. А. Беремжанов**.

2. Кандидат химических наук, доцент **А. Б. Бугубаев**.

Ведущее предприятие — Институт химических наук АН Казахской ССР.

Защита диссертации состоится *в III декаде сентября* 1969 г. на заседании Ученого совета Киргосуниверситета в г. Фрунзе, ул. Фрунзе, 547.

Дата отправки автореферата *«22» августа* 1969 г. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киргосуниверситета.

Ученый секретарь совета доцент **К. И. Каныгина**.

Центральная научная  
БИБЛИОТЕКА  
Академии наук Киргизской ССР

## ВВЕДЕНИЕ

Среди минеральных ресурсов Советского Союза важное место занимают природные рассолы, минеральные, шахтные и буровые воды. Из них значительную роль в народном хозяйстве играют минеральные воды.

По химическому составу минеральные воды являются весьма разнообразными и в связи с этим находят различное применение.

Одни из них могут служить поисковыми признаками при разведке полезных ископаемых (нефти, газа, рудных залежей), другие — являются сырьем для химической и химико-фармацевтической промышленности, из которых получают такие важные вещества, как бром, иод, лечебные соли и др. Так, например, из минеральной воды в Карловых Варах (Чехословакия) получают знаменитую Карлсбадскую соль, на курорте Крыница (Польша) — соль «Зубер». В Советском Союзе, в г. Трускавце (Закарпатье), вырабатывается соль «Барбара», широко применяющаяся в медицинской практике.

Большое значение имеют горячие термальные минеральные воды для получения тепловой энергии. Они могут использоваться для сплошной теплофикации промышленных предприятий городов, а также в сельскохозяйственном производстве (Камчатка, Западная Сибирь и др.).

Широкое использование таких минеральных вод, как «Нарзан», «Боржом», «Нальчик» в качестве столовых питьевых вод общеизвестно.

Но особенно широкое применение в народном хозяйстве минеральные воды находят как бальнеологические ресурсы, на базе которых организуются и функционируют курорты, санатории, пансионаты.

По распространению и запасам минеральных вод Советский Союз является наиболее богатой страной в мире. В настоящее время разведано и описано более 4000 разнообразных источников минеральных вод. Минеральные воды встречаются на Дальнем Востоке, на территории Западной и Восточной Сибири, в центральных областях РСФСР. Особенно богаты минеральными

источниками Северный Кавказ, Закавказье, Украина. Северный Кавказ по запасам минеральных вод является одним из ведущих районов Советского Союза.

Богатейшими природными ресурсами обладает и территория Кабардино-Балкарской республики, где известно свыше 150 источников минеральных вод, из которых наибольшее признание получили воды долины реки Нальчик.

В долине реки Нальчик много естественных источников и пробуренных скважин, изливающих минеральную воду. Из них особого внимания заслуживают воды 16 источников и скважин, общий дебит которых составляет больше 10 млн. литров в сутки.

Подземные минеральные воды Кабардино-Балкарии и, в частности, долины реки Нальчик, были объектом исследования геологов, гидрогеологов и врачей-бальнеологов. В момент проведения буровых работ по закладке отдельных скважин гидрогеологами изучались как коренные породы отложений, так и минеральные воды. Для минеральных вод проводились химические анализы с установлением в них основных ингредиентов. Проводились наблюдения за дебитом и физическими свойствами вод.

По определению эффективности лечебных вод курорта Нальчик работает клиничко-экспериментальная лаборатория.

Однако надо заметить, что минеральные воды долины реки Нальчик до настоящего времени оставались не исследованными в физико-химическом отношении. Физико-химическое изучение этих минеральных вод представляет собой одну из важных задач, стоящих перед химиками Кабардино-Балкарии.

Лечебные минеральные воды с каждым годом получают все более широкое распространение во внекурортной обстановке. Для этих целей применяются бутылочные воды и соли, получаемые из минеральных вод. Применение лечебных солей имеет большое значение для больных, которым курортное лечение необходимо дополнять бальнеотерапией на дому. Кроме того, транспортировка соли намного экономичнее, чем перевозка бутылочной минеральной воды.

Однако до настоящего времени по существу не было рациональной схемы получения лечебной соли из минеральных вод Нальчика.

Целью данной работы было: изучение химического состава минеральных вод долины реки Нальчик, наблюдение за физико-химическим режимом источников и скважин, выяснение влияния отдельных факторов (времени года, температуры, общей минерализации) на химический состав вод и на этой основе высказать предположение о генезисе этих вод. Классификация минеральных вод долины реки Нальчик, разработка принципиальной технологической схемы получения лечебной соли и ис-

следование физико-химических свойств полученной соли также являлось предметом настоящего исследования.

Для выполнения поставленных задач нами проводилось изучение минеральных вод долины реки Нальчик с 1966 г. по 1969 г., а также использовался некоторый архивный аналитический материал, имеющийся в распоряжении Кабардино-Балкарского Совета по управлению курортами профсоюзам.

Диссертация изложена на 270 страницах машинописного текста, включает 54 таблицы, 45 рисунков и состоит из введения и семи глав. В библиографии имеется 185 ссылок на литературу.

Работа содержит две части. В первой, общей, части обобщены сведения о географическом положении, геологическом строении, гидрогеологических и климатических условиях долины реки Нальчик. Изложен материал по выявлению и изучению минеральных вод на территории Кабардино-Балкарии. Приведены сведения о практическом использовании бром-иодных вод Нальчика для бальнеологических целей.

Экспериментальная часть состоит из пяти глав (III—VII). В третьей и четвертой главах на основании полученных экспериментальных данных и привлеченных архивных материалов дана физико-химическая характеристика минеральных вод долины реки Нальчик.

В пятой главе рассматриваются рациональные классификации природных вод. Некоторые из них применены к минеральным водам долины реки Нальчик.

В шестой главе приводятся данные по испарению бром-иодных вод долины реки Нальчик и получению лечебной соли.

Последняя глава диссертационной работы посвящена специальному исследованию полученной соли «Нартшуг» («богатырская соль»).

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

В геологическом и гидрогеологическом отношении район долины реки Нальчик изучен довольно подробно. Территория Нальчика расположена в области северной моноклинали Кавказского хребта, сложенного верхнеюрскими, меловыми, палеогеновыми и неогеновыми породами, полого падающими на северо-восток и погружающимися под мощные четвертичные отложения.

В пределах Кабардино-Балкарской АССР развиты отложения всех геологических систем: от докембрийских до четвертичных. В геологическом строении принимают участие известняки волжского яруса верхней юры и валанжинского яруса нижнего мела, песчано-глинистые отложения готерив-альбских ярусов нижнего мела, известково-мергельные отложения верхнего мела, мергели палеогена и неогена и валунно-галечниковые образования четвертичного возраста.

Наибольшее участие в геологическом строении района Нальчика принимают мезозойские отложения, залегающие на палеозойских и частично докембрийских породах. Мезозойские отложения представлены юрскими и меловыми породами.

В гидрогеологическом отношении Нальчикское месторождение минеральных вод приурочено к юго-западной краевой части Восточно-Предкавказского артезианского бассейна, располагается на склоне многоэтажного ассиметричного бассейна, занимающего площадь около 10 тыс. км<sup>2</sup>. Бассейн имеет моноклинальное строение и сложен чередующимися водоносными и относительно водоупорными комплексами пород.

В пределах месторождения имеют распространение 12 водоносных горизонтов, из которых детально изучены верхнемеловой водоносный комплекс, апт-альбский, баррем-готеривский и валанжинский водоносные горизонты.

Территория Кабардино-Балкарской АССР богата источниками, несущими минеральные воды различного состава. По данным профессора М. И. Балкарова, их насчитывается более 150. Первые химические анализы вод источников были проведены Ф. Ф. Шмидтом, Э. Э. Карстенсом и др. В 1928 г. комиссия из специалистов различного профиля, в том числе и химиков, провела большую работу по исследованию минеральных вод Кабардино-Балкарии и г. Нальчик, результаты которой легли в основу сборника «Курорт Нальчик и лечебные местности Кабардино-Балкарской автономной области». В результате развернувшихся гидрогеологических исследований по изучению минеральных вод на территории Кабардино-Балкарии сейчас выявлено множество разнообразных источников и скважин.

Благодаря удачному сочетанию бальнеологических и климатических факторов Нальчик является курортом, где эффективно лечатся больные с самыми различными заболеваниями.

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Глава третья реферируемой работы охватывает сведения о физико-химической характеристике бром-иодных вод хлоридно-натриевого типа долины реки Нальчик и о методах исследования и анализов минеральных вод.

Исследованию были подвергнуты минеральные воды 16 источников и буровых скважин. Пробы вод отбирались в течение 1966—1968 гг. с интервалом в 1—3 месяца. При отборе проб на анализ и при самом анализе мы пользовались методами, принятыми в специальной литературе. В диссертации излагаются краткие прописи определения основных ингредиентов.

При описании химического состава минеральные воды долины реки Нальчик в зависимости от соотношения главнейших ионов разделялись нами на следующие четыре группы:

1. Хлоридные натриевые воды скважин 1-Р (основная), 3-Р, 62-Г, 63 и 64.

2. Гидрокарбонатно-хлоридные натриевые воды скважин 1-Р (затрубная), 2-Р (затрубная), 47-бис и источника 2.

3. Гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые и кальциевые воды скважин 6-Р, 7-Р, 29, источников 3 и 3а.

4. Сульфатные воды скважин 2-Р и 4-Р.

Из минеральных вод долины реки Нальчик наиболее ценными в практическом отношении являются воды скважин 1-Р (основная), 1-Р (затрубная), 47-бис, 62-Г, 6-Р, 7-Р и 2-Р. В настоящее время на курорте используются воды скважин 1-Р (основная), 1-Р (затрубная), 47-бис и 62-Г, для которых в работе дана более подробная характеристика. Обозначения 1-Р (основная), 47-бис и т. д. относятся к порядковому номеру бурения при разведке на минеральную воду.

Одной из лучших на курорте Нальчик является вода скважины 1-Р (основная). Вода выведена из апт-альбских отложений по основному стволу скважины 1-Р и называется поэтому 1-Р (основная). Той же скважиной 1-Р из майкопского водоносного горизонта по затрубному пространству получена гидрокарбонатно-хлоридная вода, которая названа 1-Р (затрубная).

Глубина скважины 1-Р (основная) 2400 м. Дебит скважины около 550 м<sup>3</sup>/сутки. Температура воды колеблется от 71° до 76° С. В эксплуатацию скважина сдана в 1956 г. На базе воды этой скважины в 1962 г. построена Центральная Водогрязелечебница с пропускной способностью 5 тыс. человек в день.

Средние данные по химическому составу минеральной воды скважины 1-Р (основная), полученные нами из 17 анализов за 1966—1968 гг., приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что минеральная вода скважины 1-Р (основная) относится к бром-иодным водам хлоридно-натриевого типа. Главным компонентом в воде является хлорид натрия, содержание которого в среднем составляет 16,9474 г/л при общей минерализации 18,3787 г/л. В воде относительно высокое содержание бромидов и иодидов натрия, чем и объясняется большая ценность этой воды в лечебном отношении.

На основании полученных экспериментальных данных по химическому анализу минеральной воды скважины 1-Р (основная) построены физико-химические диаграммы (рис. 1 и 2), позволяющие проследить за изменением состава воды в зависимости от времени года и общей минерализации. Основные компоненты выражены в виде ионного и солевого состава. Из диаграммы (рис. 1) видно, что общая минерализация и содержание ионов хлора, суммы натрия и калия, магния, сульфата и иода (линии I, II, III, VII, VIII, IX) почти не изменяются в зависимости от времени года. Количество брома в воде (линия VI) повышается в летние месяцы. Линии IV и V для ионов гидрокарбоната и кальция, начиная с августа месяца, отклоняются

Средний солевой состав минеральных

Скважины и источники	Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCl <sub>2</sub>	Mg (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>
1 Скважина 1-Р (основная)	0,5540	0,0240	0,6561	—	—	0,1273
2 Скважина 3-Р	0,3587	0,4420	6,2806	—	—	1,4276
3 Скважина 62-Г	0,3423	0,0543	—	—	0,0554	0,0854
4 Скважина 63	0,3122	—	—	0,0247	0,0631	0,0172
5 Скважина 64	0,3367	0,1603	0,0249	—	—	0,1633
6 Скважина 1-Р (затрубная)	0,1221	—	—	0,0891	—	—
7 Скважина 2-Р (затрубная)	0,1395	—	—	0,0506	—	—
8 Скважина 47-бис	0,0150	—	—	0,0036	—	—
9 Источник 2	0,0178	—	—	0,0054	—	—
10 Скважина 6-Р	0,0065	—	—	0,0036	—	—
11 Скважина 7-Р	0,0053	—	—	0,0030	—	—
12 Скважина 29	0,2192	—	—	0,0716	—	—
13 Источник 3	0,0194	—	—	0,0072	—	—
14 Источник 3-а	0,2099	—	—	0,0692	—	—
15 Скважина 2-Р	0,6352	0,1433	—	—	0,5129	—
16 Скважина 4-Р	0,6346	—	—	0,3976	0,4723	—

от прямой. Этот факт позволяет высказать предположение, что к концу лета минеральная вода достигает предельного насыщения ионами гидрокарбоната, что замедляет их прирост в воде. При наличии ионов кальция в воде гидрокарбонат образует с ним малорастворимый кислый углекислый кальций, который, видимо, может уходить в осадок, тем самым ограничивая увеличение гидрокарбонат-иона в растворе.

На диаграмме (рис. 2) приведены данные, показывающие изменение в солевом составе воды в зависимости от суммы растворенных веществ. На диаграмме семь линий, которые отвечают постепенному нарастанию количества хлоридов натрия, кальция, магния, гидрокарбоната и сульфата кальция, бромида и иодида натрия в зависимости от увеличения общей концентрации веществ в воде и носят прямолинейный характер. Общая минерализация колеблется в пределах от 18,18 до 18,90 г/л.

Собранные экспериментальные данные по минеральной воде скважины 1-Р (основная) изображены на многомерной диаграмме типа гексады (рис. 3), построенной по методу Скоуга. Принцип построения таких диаграмм изложен Н. С. Курнаковым и его учениками. Каждая фигуративная точка в такой диаграмме связывается шестью положениями и характеризует содержа-

Таблица 1

вод долины реки Нальчик в г/л

NaHCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	FeCl <sub>3</sub>	NaCl	NaBr	NaI	Сумма солей
—	—	—	0,0099	16,9474	0,0533	0,0067	18,3787
—	—	—	0,0639	66,4889	0,1763	0,0130	75,2510
—	—	—	0,0093	3,3794	0,0121	0,0027	3,9409
—	—	—	0,0055	1,1296	0,0042	0,0014	1,5579
—	—	—	0,0148	5,6247	0,0196	0,0050	6,3493
0,3180	—	0,0664	0,0049	0,4181	0,0019	0,0007	1,0232
0,2748	—	0,0915	—	0,2095	—	—	0,7659
0,1736	0,0332	0,0543	—	0,0588	0,0008	0,0004	0,3397
0,1878	0,0284	0,0531	—	0,0625	—	—	0,3550
0,3369	0,0544	0,1088	—	0,0508	0,0021	0,0006	0,5637
0,3747	0,0558	0,1086	—	0,0628	0,0009	0,0006	0,6117
0,1353	—	0,0857	—	0,0206	—	—	0,5324
0,3489	0,0636	0,1771	—	0,1518	—	—	0,7680
0,0558	—	0,0847	—	0,0199	—	—	0,4395
—	—	3,7051	—	1,4405	0,0045	0,0021	6,4436
—	—	4,1219	0,0104	1,2239	0,0032	0,0014	6,8653

ние отдельного иона в зависимости от общей минерализации веществ, времени года и температуры воды.

Построенные циклы для ионов хлора, гидрокарбоната, брома и иода не исчерпывают всей характеристики минеральной воды. На циклических диаграммах могут быть представлены и остальные составные части воды. Но учитывая, что указанные ионы являются главными и отражают специфичность воды, циклограммы построены лишь для этих ионов.

Из диаграммы (рис. 3) видно, что с увеличением общей минерализации содержание ионов хлора и гидрокарбоната повышается, а количество брома и иода остается почти постоянным (квадранты I и II).

III и IV квадранты характеризуют циклические изменения содержания ионов хлора и гидрокарбоната в зависимости от времени года. Кривые представлены в виде замкнутых петлеобразных фигур.

Для брома зависимость между его содержанием и временем года выражена в виде кривой, обращенной выпуклостью в сторону от оси ординат и показывающей, что наибольшая концентрация брома в воде приходится на летнее время (квадрант III). Изменение содержания иода показано по прямой, идущей параллельно оси ординат (квадрант IV).

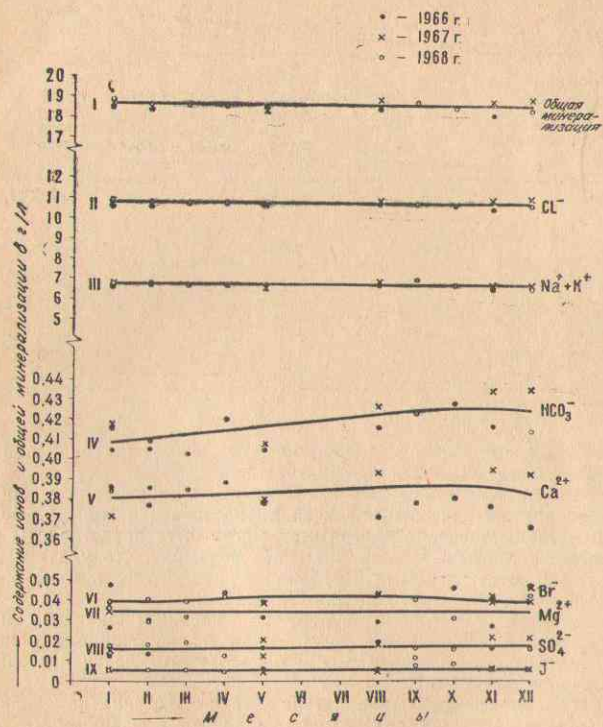


Рис. 1. Хронограмма минеральной воды скважины 1-Р (основная)

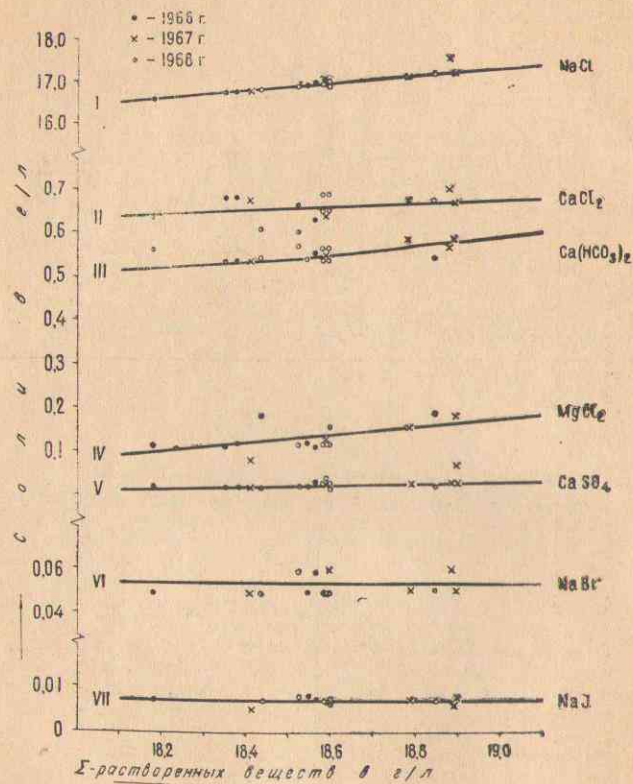


Рис. 2. Зависимость содержания солей от суммы растворенных веществ в воде скважины 1-Р (основная)

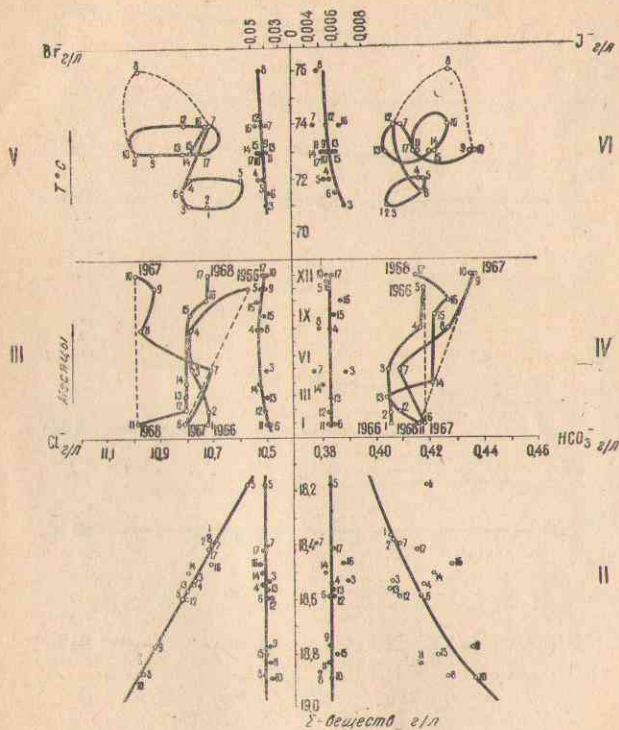


Рис. 3. Циклическая диаграмма для минеральной воды скважины 1-Р (основная).

Изменение содержания ионов хлора, гидрокарбоната, брома и иода от температуры представлено в квадрантах V и VI. Фигуративные точки для ионов хлора и гидрокарбоната расположены в виде замкнутых фигур. Температура воды колебалась от 71° до 74°С. Отклонение наблюдалось лишь в пробе, взятой в августе 1968 г. (76°С). В зависимости от температуры изменение содержания ионов хлора и гидрокарбоната незначительно.

Небольшое изменение наблюдалось также в содержании ионов брома и иода. С увеличением температуры количество брома незначительно повышается, а иода — уменьшается.

Пользуясь физико-химическими диаграммами, не трудно проследить за непрерывным изменением количества главных ингредиентов и химического состава воды в целом за период 1966—1968 гг.

Сопоставляя результаты физико-химических диаграмм с архивным аналитическим материалом с 1956 г. (с момента пуска скважины в эксплуатацию), можно заметить, что общая минерализация и содержание главных ионов в воде почти не меняется.

Учитывая это, можно сделать прогноз на будущее о том, что вода скважины 1-Р (основная) может служить главным лечебным источником на курорте Нальчик длительное время.

Кроме указанных теоретических заключений о химическом составе минеральной воды скважины 1-Р (основная) и составлении прогноза по ее дальнейшему практическому использованию, данные по физико-химической характеристике этой воды позволяют решить некоторые чисто практические вопросы, такие, как технические расчеты правильного использования воды при бальнеологическом лечении (составление смесей воды с заданными температурами); разработка и обоснование метода получения из минеральной воды лечебной соли путем испарения и т. д.

В диссертации дана характеристика и остальные вод хлоридно-натриевого типа (скважины 3-Р, 62-Г, 63 и 64), из которых наиболее подробно описана вода скважины 62-Г, широко используемая под названием «Ак-Су» для лечения ряда заболеваний.

При рассмотрении бром-иодных вод хлоридно-натриевого типа скважин 1-Р (основная), 3-Р, 62-Г, 63 и 64 показана их генетическая связь, источники формирования и последовательность накопления солей в минеральных водах.

Одним из главных компонентов вод этого типа является хлорид натрия (таблица 1), который первым в повышенном количестве накапливается в воде за счет выщелачивания солей, содержащихся в песчаниках, илстых отложениях морского происхождения.

При контакте с континентальными осадками, содержащими

включения солей морского происхождения, пресные воды вначале обогащаются хлоридами, бромидами и иодидами натрия. Воды, обогащенные галогенидами, омывая континентальные осадки, содержащие карбонаты, насыщаются дополнительно гидрокарбонатами кальция и магния, а также сульфатами, борной и кремниевой кислотами и органическими соединениями. В результате метаморфизации вод в них при континентальных условиях по обменным реакциям образуются хлориды кальция, магния и гидрокарбонат натрия.

В четвертой главе на основании полученных экспериментальных данных и архивных материалов дается физико-химическая характеристика 11 минеральных вод гидрокарбонатно-хлоридного, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридного и сульфатного типов вод. Более подробно рассмотрены гидрокарбонатно-хлоридные воды скважин 1-Р (затрубная) и 47-бис, используемые в бальнеологических целях. Вода скважины 1-Р (затрубная) под названием «Нальчик» применяется как столовая и лечебная питьевая, а вода скважины 47-бис — для ваннных процедур как азотно-термальная.

Исключительно сложный и разнообразный химический состав минеральных вод как при научной характеристике, так и практическом использовании вызывает необходимость их систематизации.

Природные воды относятся к числу сложных многокомпонентных систем. Этим и объясняется трудность создания универсальной классификации их и существование множества схем, которые с тем или иным успехом используются применительно к отдельным группам вод.

В диссертации рассматриваются рациональные классификации природных вод и рассолов. В исторической последовательности излагаются наиболее признанные в научном и практическом отношении классификации природных вод.

Поскольку универсальная классификация природных вод отсутствует, то минеральные воды долины реки Нальчик рассмотрены по некоторым классификационным схемам, получившим широкое признание. Кроме того, нами высказано соображение о возможности систематизации вод долины реки Нальчик на основании абсолютного содержания основных ингредиентов в воде в граммах на литр.

Глава шестая посвящается вопросам, связанным с испарением бром-йодной воды скважины 1-Р (основная) долины реки Нальчик.

Было проведено 16 опытов по испарению, для которых брались по 1—10 литров воды. Испарение проводилось в открытых сосудах при температуре 100°—105° С. В целях сравнения проведены опыты с искусственно приготовленными растворами. При испарении велись анализы на все основные ионы.

Согласно полученным данным построены физико-химические диаграммы, позволившие пронаблюдать за процессом испарения как минеральной воды, так и искусственно приготовленного раствора, за кристаллизацией солей и непрерывным изменением состава концентрированного раствора. Было проверено отсутствие потери брома и иода при испарении минеральной воды.

Для характеристики процесса накопления и садки в растворе хлорида натрия с соосаждением бромида и иодида натрия была привлечена четвертая система  $\text{NaCl}-\text{NaBr}-\text{NaI}-\text{H}_2\text{O}$  и построена для нее изотермическая диаграмма при 100° С.

Опытные данные по испарению позволяют утверждать, что из бром-йодной воды скважины 1-Р (основная) можно получать лечебную соль «Нартшуг».

Способ извлечения этой соли из минеральной воды не сложен. На рис. 4 приведена схема получения лечебной соли, которая состоит из двух операций: предварительное удаление избыточного количества воды, т. е. упаривание, и выделение соли при испарении концентрированного раствора. В общий водоприемный бак накачивается минеральная вода. По мере надобности вода подвергается фильтрации и самотеком поступает в первый испаритель. Вода концентрируется до появления в осадке первых кристалликов хлорида натрия. Испарение на первой стадии может производиться в открытых сосудах с откачкой водяных паров через специальный зонтик, подвижно установленный над испарителем и свободно перемещающийся вдоль вертикальной оси.

Далее концентрированный раствор и осадок подаются во второй испаритель, закрытый герметически. Образующийся пар откачивается вакуум-насосом. После выпаривания сгущенного раствора полученная соль по конвейеру передается на сушку, а затем на склад готовой продукции и, наконец, пройдя технический контроль в соответствии с установленными кондициями, может рассылаться потребителям.

В седьмой главе приводятся данные детального исследования соли «Нартшуг», полученной из минеральной воды скважины 1-Р (основная). Для этой соли был установлен химический состав, определены молекулярная масса, плотность, вычислены удельный и молекулярный объемы, получены термограммы, сняты рентгенограммы и спектрограммы.

Для установления химического состава «Нартшуг» были проанализированы пробы, полученные из 8 опытов испарения. Соль содержит 93,72% хлорида натрия, 3,55% хлорида кальция, 1,05—2,00% карбоната кальция, 0,25% хлорида магния и 0,17% сульфата кальция. Основными ценными компонентами «Нартшуг» для лечебной практики являются бромид натрия (0,24%) и иодид натрия (0,02%) (таблица 2).



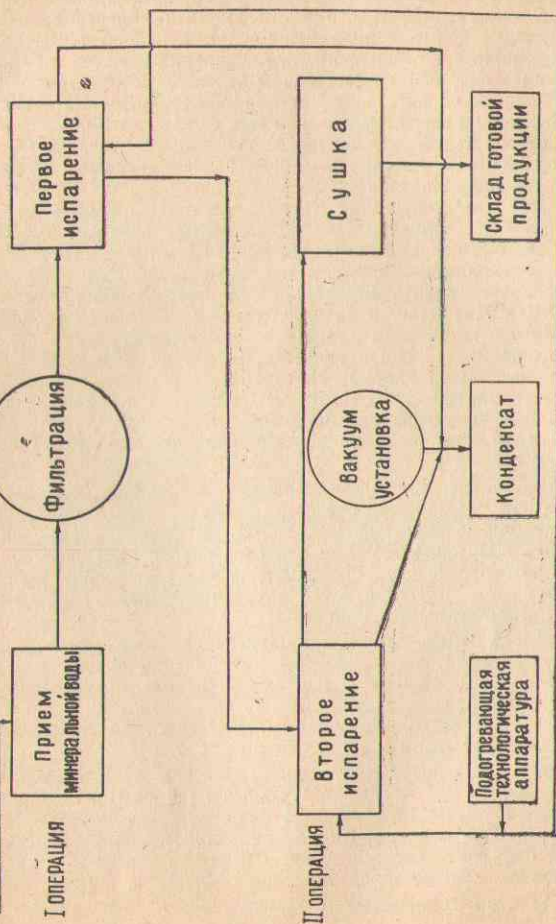


Рис. 4. Технологическая схема получения лечебной соли

Таблица 2

Химический состав соляного комплекса минеральной воды скважины 1-Р (основная) и соли «Нартшуг» в процентах к сумме солей.

Соли	Минеральная вода скважины 1-Р (основная)	Соль «Нартшуг»
Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,01	—
CaCO <sub>3</sub>	—	1,05—2,00
CaSO <sub>4</sub>	0,13	0,17
CaCl <sub>2</sub>	3,50	3,55
MgCl <sub>2</sub>	0,70	0,25
NaCl	92,34	93,72
NaBr	0,29	0,24
NaI	0,03	0,02

Сумма солей 100,00 100,00

Кроме основных компонентов, в соли «Нартшуг» содержатся небольшие количества солей борной и кремниевой кислот, основные соли железа и органические вещества. Поскольку содержание этих компонентов по отношению к общей сумме солей составляет относительно небольшую величину, они не включены в таблицу.

Сопоставляя данные химического анализа солевого комплекса минеральной воды скважины 1-Р (основная) и полученной соли «Нартшуг», видим, что при испарении в выделенной соли почти сохраняется отношение между основными компонентами соляного комплекса воды. Отсюда можно заключить, что производство соли из минеральной воды вполне целесообразно, и эта соль может использоваться в отдаленных от Нальчика районах для лечебных процедур.

Для соли «Нартшуг» была определена плотность широко известным пикнометрическим методом. Было проведено 6 опытов. Средняя плотность соли составляет 2,192 г/см<sup>3</sup>. Молекулярная масса соли «Нартшуг» равна 61,09 г/моль.

Располагая данными по молекулярной массе и плотности, мы вычислили молекулярный (27,87) и удельный (0,4562) объемы соли «Нартшуг».

Полученная соль «Нартшуг» была подвергнута термографическому исследованию на пирометре Н. С. Куриакова. Было получено шесть термограмм, весьма похожих друг на друга и подтверждающих наличие в солевом комплексе «Нартшуг» шестоемеченных компонентов.

Шесть образцов соли были подвергнуты рентгенофазовому анализу. Для трех образцов были сняты дебаграммы. Они снимались на аппарате УРС-55 на железном излучении с марганцовым фильтром. Для других трех образцов были сняты дифрактограммы на аппарате УРС-50-УМ на медном излучении с никелевым фильтром.

Большинство линий на рентгенограммах относится к хлориду натрия. Проявляются отдельные отклонения, связанные с наличием карбоната и сульфата кальция. По отдельным линиям хлорида натрия наблюдается усиление интенсивности, обусловленное наложением эффектов за счет присутствующих в соли бромида и иодида натрия.

Кроме термографического и рентгенофазового исследования, соль «Нартшуг» была подвергнута спектрометрическому изучению.

Эмиссионный спектральный анализ производился на кварцевом спектрографе ИСП-28. При расшифровке спектрограммы из 40 проверенных элементов обнаружено 11 (натрий, кальций, магний, марганец, кремний, железо, алюминий, медь, серебро, стронций, барий).

Были получены инфракрасные спектры поглощения. Исследование соли проводилось на спектрофотометре UR-20 в области частот от 400 до 3600 см<sup>-1</sup>. На кривых ИК-спектров по частотам колебаний отмечено наличие сложных групп — ионов сульфата, карбоната, связанных в виде солей кальция.

Таким образом, лечебная соль «Нартшуг» исследована рядом методов физико-химического анализа.

### Выводы

На основании экспериментальных данных по физико-химическому изучению минеральных вод долины реки Нальчик, испарению воды скважины 1-Р (основная) и получению лечебной соли «Нартшуг» можно сделать следующие выводы:

1. Обобщены сведения о географическом строении, гидрогеологических и климатических условиях долины реки Нальчик. Собран литературный материал по выявлению и изучению минеральных вод на территории Кабардино-Балкарии. Приведены сведения о применении бром-иодных вод и, в частности, вод долины реки Нальчик.

2. В течение 1966—1969 гг. проведено исследование минеральных вод 16 источников и буровых скважин долины реки Нальчик и впервые составлена их физико-химическая характеристика. Построены специальные диаграммы, давшие возможность проследить за закономерным изменением отдельных ингредиентов солевого комплекса вод в зависимости от времени года и от общей минерализации. Проведены наблюдения за гидрохимическим режимом источников и скважин. Для минеральных вод скважин 1-Р (основная), 1-Р (затрубная), 47-бис и 62-Г построены циклограммы, позволявшие проследить за изменением химического состава исследуемых вод в зависимости от температуры, времени года и общей минерализации.

3. На основании экспериментальных данных по изменению

химического состава минеральных вод в зависимости от температуры, времени года и общей минерализации, совмещенных на циклограммах, высказан прогноз о возможности дальнейшего практического использования этих вод в течение продолжительного времени. Этот прогноз подкреплен многолетними (13—14 лет) средними данными по отдельным ингредиентам, взятыми из архивных материалов Кабардино-Балкарского Совета по управлению курортами профсоюзов.

4. Показана генетическая связь, источники формирования и последовательность накопления солей в бром-иодных минеральных водах скважин 1-Р (основная), 3-Р, 62-Г, 63 и 64.

5. Рассмотрены наиболее типичные классификации минеральных вод и природных рассолов с применением некоторых из них для характеристики минеральных вод долины реки Нальчик. Недостаточно полным охватом всех особенностей минеральных вод Нальчика была обусловлена необходимость новой систематизации изучаемых минеральных вод. Предложена классификация вод долины реки Нальчик на основании абсолютного содержания основных ионов в граммах на литр воды с разделением их на четыре класса (группы).

6. Впервые были поставлены опыты по испарению минеральных вод долины реки Нальчик. Показано направление процесса изменения химического состава воды при испарении. Проведено сопоставление процессов испарения природных вод и искусственно приготовленных растворов. Для характеристики процесса накопления и садики в растворе хлорида натрия с содержанием бромида и иодида натрия использована четверная система NaCl—NaBr—NaI—H<sub>2</sub>O, для которой построена изотермическая диаграмма при 100°С.

7. Опытные данные по испарению позволяют утверждать, что из бром-иодной минеральной воды скважины 1-Р (основная) можно получать лечебную соль «Нартшуг» («богатырская соль»).

8. Впервые предложена принципиальная технологическая схема получения лечебной соли «Нартшуг».

9. Изучены физико-химические свойства лечебной соли «Нартшуг». Определены молекулярная масса (61,09 г/моль), плотность (2,192 г/см<sup>3</sup>), вычислены удельный (0,4562) и молекулярный (27,87) объемы.

10. Получены термограммы, подтверждающие химический состав соли «Нартшуг». Сняты дебаеграммы и дифрактограммы, показывающие, что «Нартшуг» представляет собой смесь ряда солей (хлорида, бромида и иодида натрия, хлоридов кальция и магния, карбоната и сульфата кальция).

11. Соль «Нартшуг» подвергнута спектрометрическому изучению. Обнаружено 11 элементов, среди которых — натрий,

кальций, магний, марганец, кремний, железо, серебро, медь, алюминий, стронций, барий. На кривых ИК-спектров по частотам колебаний отмечено наличие в соли сложных групп—ионов сульфата, карбоната, связанных с ионом кальция.

12. Показано, что состав полученной лечебной соли «Нартшуг» по существу не отличается от химического состава соляного комплекса минеральной воды скважины 1-Р (основная). Поэтому «Нартшуг» вполне может быть использована для различных бальнеологических процедур.

13. Получение и применение лечебной соли из минеральных вод Нальчика, безусловно, расширит использование курортных ресурсов Нальчика, значительно увеличит контингент обслуживания больных за счет лечения их вне курортных условий.

#### Основное содержание работы опубликовано в следующих статьях:

1. Р. Э. Апажева, И. Г. Дружинин, А. Ч. Казанчев. К вопросу классификации минеральных вод курорта Нальчик. Сборник научных работ аспирантов. Вып. 2, Нальчик, 1968.
2. А. Ч. Казанчев, Р. Э. Апажева, М. Шомахов, Г. Кумыков. Свинец в подземных водах КБАССР. Сборник научных работ аспирантов. Вып. 2, Нальчик, 1968.
3. А. Ч. Казанчев, Р. Э. Апажева, Г. Кумыков, М. Шомахов. Ионы двухвалентного и трехвалентного железа в подземных водах КБАССР. Сборник научных работ аспирантов. Вып. 2, Нальчик, 1968.
4. Р. Э. Апажева, Е. Х. Хакашева. Солевой состав минеральных вод курорта Нальчик. Ученые записки КБГУ. Серия химико-биологическая и сельскохозяйственная. Вып. 41, Нальчик, 1969.
5. Р. Э. Апажева, И. Г. Дружинин. К вопросу о получении лечебной соли из минеральной воды долины реки Нальчик. Ученые записки КБГУ. Серия химико-биологическая и сельскохозяйственная. Вып. 41, Нальчик, 1969.
6. А. Ч. Казанчев, Ф. Б. Мирзова, Р. Э. Апажева. Формирование ионно-солевого состава р. Баксан КБАССР. Ученые записки КБГУ. Серия химико-биологическая и сельскохозяйственная. Вып. 41, Нальчик, 1969.
7. И. Г. Дружинин, Р. Э. Апажева. Классификация минеральных вод Нальчика и получение лечебной соли «Нартшуг». Материалы, посвященные 100-летию периодического закона Д. И. Менделеева. Фрунзе, 1969 (в печати).

#### Материалы диссертации доложены:

1. На научном семинаре химико-биологического факультета КБГУ. Нальчик, ноябрь, 1967.
2. На научной конференции КБГУ, посвященной Дню химика. Нальчик, май, 1968.
3. На объединенном научном совещании лаборатории неорганического синтеза, лаборатории гетерогенных равновесий и лаборатории химии азотистых соединений института неорганической и физической химии АН Киргизской ССР. Фрунзе, март, 1969.
4. На расширенном заседании кафедры неорганической химии Киргизского госуниверситета. Фрунзе, апрель, 1969.
5. На расширенном заседании кафедры неорганической и аналитической химии КБГУ. Нальчик, август, 1969.