Записки Ленинградского Горного Института, том XII, вып. 2, 1939
Annales de l'Institut des Mines à Léningrad, vol. XII, liv. 2, 1939

К вопросу о провинциях минеральных вод СССР[1]

Доцент *Н. И. Толстихин*

A Contribution to the Problem of Provinces of Mineral Waters in the USSR

Docent *N. I. Tolstikhin*

Проблема изучения минеральных вод ставит перед гидрогеологом ряд интереснейших задач. Одною из них является задача районирования минеральных вод. Зная районы распространения тех или иных вод, в известных случаях можно наметить точки в наиболее подходящих местах, в которых и вывести минеральную воду на поверхность для целей промышленного или бальнеологического использования. При этом разведочные на минеральную воду выработки могут быть заданы на довольно большом расстоянии от источника, иногда измеряемом несколькими и даже многими километрами. Разумеется, выбор точки должен быть обоснован правильным пониманием гидрогеологических условий данного района, вытекающим из хорошо проведенных гидрогеологических работ.

Настоящую статью следует рассматривать, как первую попытку дать схему районирования подземных минеральных вод на обширной территории нашего Союза. В основу этого районирования положены два признака, характеризующие тот или иной район: 1) тип ассоциации минеральных вод, присущих данному району, т. е. особенности их газового и химического состава, температуры и т. п., 2) геологические условия района. Проработка обширных материалов по минеральным источникам СССР показала, что минеральные воды могут быть разделены на: 1) воды, имеющие почти повсеместное распространение, например, «железистые»; их можно было бы назвать водами «космополитичными», 2) воды, имеющие строго определенные районы своего распространения. Таковы, например, воды, газирующие углекислым газом, соленые воды и т. п. Такие воды удобно назвать водами, «региональными». Обычно тот или иной регион характеризуется водою не одного какого-либо типа, а группой вод различного состава. Для такой группы вод характерно преобладание вод одного какого-либо состава над остальными. Эти преобладающие воды задают как бы «основной тон», которому подчинены остальные воды данной группы. Остальные воды данной группы также не являются «случайными», а составляют ассоциацию вод с общими родственными чертами, позволяющую говорить как бы об их «парагенезисе». Таких групп вод, имеющих широкое региональное распространение на территории СССР, намечается несколько: 1) группа щелочноземельных гидро-

[1] Настоящая статья составлена на основании большого материала по минеральным источникам СССР, который сосредоточен в секции минеральных вод группы гидрогеологии ЦНИГРИ, и печатается с разрешения дирекции ЦНИГРИ.

карбонатных (реже натриевых гидрокарбонатных) холодных и теплых вод, газирующих углекислым газом, 2) группа натриевых сульфатных, хлоридных, реже бикарбонатных термальных вод слабо минерализованных, газирующих азотом, 3) группа соленых холодных вод, сильно минерализованных, практически безгазовых.

Районы распространения этих групп вод назовем «провинциями минеральных вод». Каждая провинция будет характеризоваться группой вод, связанных общностью некоторых признаков и в целом отличных от вод другой провинции. В пределах каждой провинции могут быть выделены «области» минеральных вод, различных по

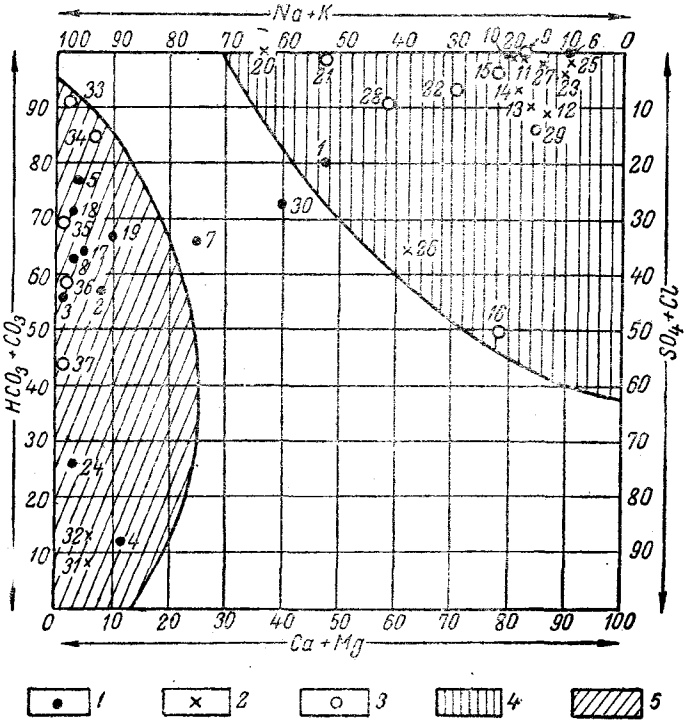


Рис. 1. Диаграмма минеральных источников южной части ДВК.

1—Амагу. 2—5—Анненский. 6—Ареаднинский. 7—Буя. 8—Бысинский 9—11—Гонжинский (Чит. обл.). 12—16—Игнашинский (Чит. обл.). 17—19—Кульдур. 20—22—Ласточка. 3—Сандогоу. 24—Тырминский. 25—26—Уссурийские. 27—28—Шмаковский. 9—Ист. на р. Сяо-Суцзухе.
Воды Сахалина. 30—Агниевские. 31—32—Томай-Дагские. 33—37—М-ние Оха, нефтяные воды.
I—Первая провинция. II—Вторая провинция.

своему составу, геологическим условиям и пр., а в пределах каждой области могут быть выделены «гидро-геохимические поля».

По состоянию наших знаний в настоящее время можно наметить схему провинций (12), выделить некоторые «области» минеральных вод. Гидро-геохимические поля для большей части территории СССР не изучены. Они намечаются некоторыми исследователями (В. В. Штильмарк, Н. С. Пчелин) для некоторых районов Европейской части СССР, но для всего СССР выделение гидро-геохимических полей вследствие слабой изученности его гидроминеральных ресурсов следует признать преждевременным.

Охарактеризуем вкратце провинции минеральных вод.[1]

Первая провинция — щелочноземельных (реже натриевых) гидрокарбонатных вод, газирующих углекислым газом, большей частью холодных или теплых.

Первая провинция распространена исключительно на южных окраинах СССР. На Дальнем Востоке она развита в пределах центральной, южной и западной частей хребта Сихотэ-Алинь — группа Уссурийских источников и других (рис. 1). Далее на

[1] См. карту в конце статьи (рис. 6).

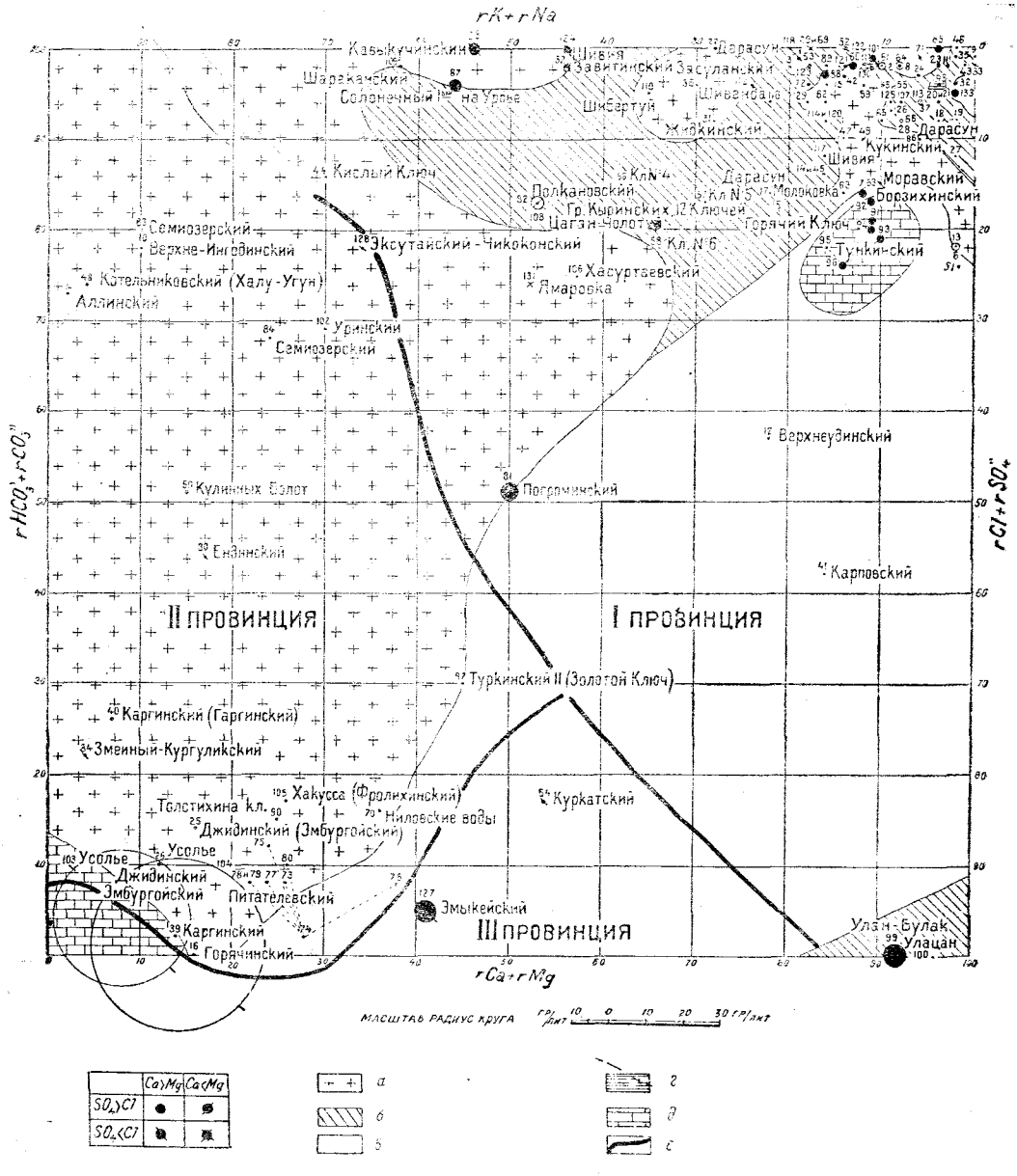


Рис. 2. Диаграмма минеральных источников Вост. Забайкалья и Бурят-Монгольской АССР.

а—Граниты и гнейсы. *б*—Сланцы метаморфические. *в*—Осадочный комплекс: пески, песчаники и конгломераты *г*—Сланцы глинистые. *д*—Известняки *е*—Граница между провинциями.

1, 2, 3—Аллегуйские. 4—Аллинский*. 5—Аркинский. 6—Апагатский. 7—Борзихинский. 8—Буньский. 9—Бутукский. 10—Верхне-Ингодинский*. 11—Верхне-Ононский. 12—Верхнеудинский*. 13—Верхне-Уровский. 14—Верхне-Чиронский. 15—Горячий Ключ*. 16—Горячинский*. 17*, 18*, 19*, 20, 21, 22*—Дарасун, 23, 24—Джидинский 25, 26—Джидинский (Эмбургойский)*. 27, 28—Джильберийский. 29—Джукдая-Куренгский. 30—Ендинский*. 31—Жидкинский. 32—Завитинский*. 33—Заиграевский. 34—Змеиный (Кургуликский)*. 35—Зугалый. 36—Зусуланский. 37—Зымка. 38—Кавыкучинский*. 39, 40—Каргинский*. 41—Карповский* 42, 43—Кильгендинский. 44—Кислый ключ*. 45—Колтомой-Кон. 46—Кончихирский. 47—Корабль-Золь. 48—Котельниковский. 49—Кукинский*. 50—Кулинных болот*. 51—Клинский. 52, 53—Куналейский. 54- Куркатский*. 55—Кутомарский. 56, 57, 58—Группа Кыринских „12" ключей*. 59—Ларгинский. 60—Ложниковский. 61, 62—Маккавеевский 63—Молоковка*. 64—Молоковка ближняя. 65, 66—Молоковка дальняя. 67—Молосонский. 68*, 69—Моравский. 70—Ниловские воды*. 71—Оборский. 72—Олентуй. 73—80—Питателевский*. 81—Погромнинский*. 82—Полкановский*. 83—84—Семиозерский*. 85—Сенкокучинский. 86—Сивачинский. 87—Солоначный на Урове*. 88—Солонцы на буне, 89—Сретенский. 90—Толстихина кл.* 91—96—Тункинский аршан* 97—Туркинский II*. 98—Туровский. 99—Улан-булак*. 100—Улацан*. 101—Ургучанский. 102—Уринский*. 103—104—Усолье*. 105—Хакусса*. 106*, 107—Хасуртаевский. 108—Цаган-Челотуй*. 109—Шараканский*. 110—Шибертуй.* 111—Шибуши. 113—115—Шиванда. 116—Шиванда*. 117—Шивия*. 117*, 118—123, 124—Шивия. 125—Шумакский. 127—Эмыкейский*. 128—Усутайский—Чикоконский*. 129, 130, 131*—Ямаровка. 132—133—Ямкун.

* Источники, название которых помещено на диаграмме.

запад — в пределах бассейна верхнего течения Амура в восточном и центральном Забайкалье находится наиболее обширное поле распространения этой провинции — источники Дарасун, Ямаровка и мн. др. (рис. 2). Отсюда на юг она прослеживается на территории Монгольской Народной Республики: источники Баин-Тологой, Дзун и Барун-Аршан, скважина Улан-Батора, источник на р. Сельбе и др. Затем мы встречаем представителей вод данной провинции на юге Киргизской ССР (Безбельчир-Арасан) и на юге Таджикской ССР (Кзыл-Рабат, Бахмыр, Лянгарские). Более широко она распространена за пределами СССР в Афганистане и Иран. Наконец, первая провинция охватывает значительную часть Закавказья и центральную часть главного Кавказского хребта, спускаясь к его северным предгорьям в районе Кавказских минеральных вод—Нарзан Кисловодский и другие многочисленные нарзаны Кавказа, источники Джилы-су, Боржом и т. п.

Минеральные источники первой провинции представляют выходы природных вод, минерализующихся, повидимому, в пределах не особенно больших глубин — до 1500 *м*. Это вытекает из того, что в огромном большинстве случаев температура источников редко превышает 20—40°. Для источников Сибири и ДВК характерны низкие температуры от—0,3° до +7°, изредка более высокие. Безбельчир-Арасан в Киргизской ССР имеет температуру в 16—17°. Кавказские источники—холодные и теплые. Так, для одиннадцати бикарбонатных источников Грузии средняя температура, по С. А. Щукареву, равна 33,8°, при колебании от 21 до 41°. Источники Памира с температурою в 38—51° являются, пожалуй, одними из наиболее горячих для данной провинции.

Источники первой провинции, как правило, газируют углекислым газом. Содержание углекислого газа в процентах к общему объему газа составляет от 60 до 98%. К углекислому газу присоединяется в качестве постоянной примеси азот. Впрочем, иногда содержание азота повышается до 68%. Метан, кислород и другие газы отсутствуют или встречаются в небольшом количестве. Также в небольшом количестве присутствуют легкие благородные газы. Резкое преобладание углекислоты в составе спонтанных газов является следствием высокого содержания ее в воде в растворенном состоянии. Действительно, содержание свободной углекислоты в воде некоторых минеральных источников поднимается до 3000 *мг/л*, как, например, в источнике Дарасун-Читинский. Это же самое обстоятельство объясняет стандартное преобладание соединений бикарбонатов в водах первой провинции.

Следует отметить повышенную радиоактивность многих источников первой провинции. Сюда относятся наиболее радиоактивные источники Забайкалья — Ямкун и Молоковка, а также Кавказа — пятигорские.

Как указывалось выше, первая провинция характеризуется преобладанием гидрокарбонатов щелочных земель над остальными ингредиентами. Среди довольно разнообразных по составу минеральных вод данной провинции могут быть выделены следующие группы источников: 1) бикарбонатно-кальциевые, например: ист. Верхне-Чиронский, Кизил-Рабат, Шамшови, Цагвери, Лахранские ист., 2) бикарбонатно-кальциево-магниевые с наибольшим числом представителей — Дарасун Читинский, Измаил-нарзан, 3) бикарбонатно-натриево-кальциевые — Поперечинский, Гарм-Чашма, Кобийский нарзан, Даутский нарзан, 4) бикарбонатно-натриево-кальциево-магниевые — Жидкинский, 5) бикарбонатно-сульфатно-кальциевые — Абано, Нарзан-Кисловодский, 6) бикарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые—Погроминский, Славяновский, Смирновский, 7) бикарбонатно-хлоридно-натриево-кальциевые — некоторые источники Пятигорска, 8) бикарбонатно-хлоридно-натриево-кальциево-магниевые — Безбельчир-Арасан, Джилы-су, 9) бикарбонатно-натриевые — Боржом.

Кроме типичных бикарбонатных щелочно-земельных вод наблюдаются, как видно из выше приводимого списка, переходы через бикарбонатно-натровые-щелочно-земельные к более редким бикарбонатно-натриевым, типичными представителями которых являются Боржом в Закавказье, Ямаровка [по данным работ Кобозева] в Забайкалье, Лянгарские на Памире.

Помимо выше указанных групп, характерных для первой провинции, здесь встречаются источники сульфатно-щелочноземельные и некоторые другие. Следует отметить присутствие пресных, холодных, безгазовых источников с повышенной и высокой радиоактивностью.

В пределах первой провинции можно выделить следующие области:

1) холодных щелочноземельных бикарбонатных вод, циркулирующих преимущественно в кристаллических и метаморфических породах, реже в нормальных осадочных образованиях. Таковыми являются Забайкалье, Уссурийский край;

2) холодных и термальных кальциевых или натриево-кальциевых бикарбонатных вод — южные окрайны Памира (рис. 3);

3) холодных и термальных бикарбонатных вод, среди которых наряду со щелочноземельными и натриево-кальциевыми существенное значение приобретают бикарбонатно-натриевые воды — Кавказ, Закавказье. В третьей области следует

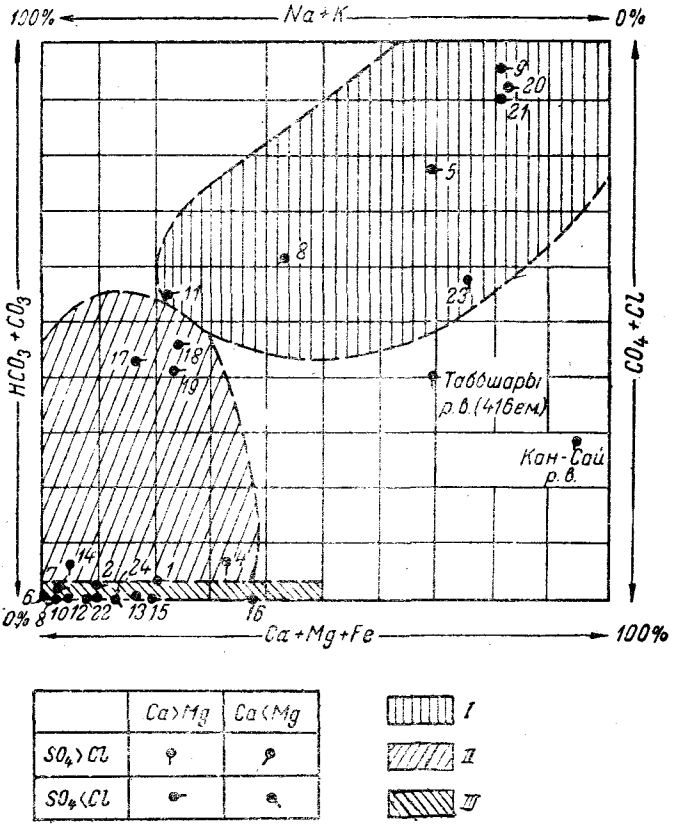


Рис. 3. Диаграмма минеральных источников Таджикской ССР.

1—Аб-Шифа. 2—Ак-Мечеть. 3—Бахмыр. 4—Вахш-Оби-Гарм. 5—Гарм-Чашма. 6—Казан-булак*. 7—Кангурт. 8—Карахан, Нурек, Тут-булак, Уштур-паст, Караварак*, Танапчи, Фолима, Ходжа-Сартис. 9—Кзыл-Рабат. 10—Кизыл-Тум-Тук*. 11—Лянгарский. 12—Мын-Батман, Шаршар, Шогон. 13—Пушион. 14—Токуз-булак, 15—16—Ходжа-Икан-булак. 17—19—Ходжа-Оби-Гарм. 20—21—Ходжа-Санг-Хок. 22—Хунук. 23—Шах-Дарьинский. 24—Шор-булак*.

* Группа Камыш-Курганских источников.

отметить появление в заметных количествах иода, брома, а также значительную роль хлор-иона — солено-щелочные воды.

Общую характеристику первой провинции дополним указанием на то, что отдельные представители бикарбонатных щелочноземельных вод, газирующих углекислым газом, встречены за пределами выше указанных территорий, таковы: источники Аршан Тункинский, Аршан Шумакский и некоторые другие.

Наконец, территорию распространения первой провинции, повидимому, нельзя рассматривать, как один сплошной непрерывный пояс, охватывающий с юга следующую, вторую провинцию.

Вторая провинция — натриевых термальных вод, газирующих азотом, имеет более широкое распространение по сравнению с первой, примыкая к ней непосредственно с севера. Она охватывает бо́льшую часть ДВК, восточную часть Якутской АССР, западное Забайкалье и Прибайкалье, часть Монгольской Народной Республики, находящуюся на запад от меридиана г. Улан-Батор, Танну-Тувинскую Республику, Саян-Алтай, Тянь-Шань, бо́льшую часть Памира, южную часть Туркмении, окраины Кавказского хребта и часть Закавказья. К этой же провинции, повидимому, следует отнести область Большеземельской тундры с горячим источником Пым-Ва-Шор.

Воды этой провинции минерализуются на значительных глубинах. Последнее подтверждается высокой температурой многих источников. Так, температура воды некоторых из них достигает 70° — Кульдур и Ходжа-оби-Грам, 75° — Каргинский, 85° — Юш-Бельдыр (Танну-Тувинская Народная Республика), 90° и выше — некоторые источники Камчатки и Чукотского полуострова. К этой провинции относятся термы передовых хребтов Кавказа — Брагуны, Исти-су, Горячеводск, нефтяные воды, источники Ленкорана и т. д. Таким образом, ориентировочные глубины, с которых поднимаются воды этих источников, выражаются, грубо говоря, в 2—3 тысячи *м*.

Среди газов преобладает азот, который совместно с благородными газами нередко составляет все сто процентов газового состава. В заметных количествах в газах некоторых источников появляется метан, который для нефтеносных районов замещает азот. Таковы некоторые источники Сахалина, Кавказа и др. Повышенное содержание гелия, обилие сероводорода — таковы основные особенности газового состава некоторых терм второй провинции. Выделение газов в отличие от первой провинции не обильное.

Радиоактивность вод этой провинции также весьма разнообразна. Обычно она повышена. Здесь встречаются воды, представляющие большой интерес в отношении радиоактивности, как, например, Ухтинские, Майли-су, Джеты-Огуз, Тюя-Муюнские, Табошарские и др.

По химическому составу среди разнообразных вод натриевой провинции могут быть выделены: 1) сульфатно-натриевые — Питателевский источник, Ниловские воды, Ахальцих, 2) сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые — источники Кулинных озер, Джумалинский, Исти-су, Горячеводск, 3) сульфатно-натриево-кальциевые — Золотой ключ в Забайкалье, Кедский, 4) сульфатно-хлоридно-натриевые — Иссыг-ата, Ак-су, Абас-Туман, Сытыган-Сылба (Якутской АССР), Начинские источники на Камчатке, 5) сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевые — Джелял-Абад, 6) хлоридно-натриевые — Налачевские на Камчатке, некоторые источники Чукотского полуострова, Пым-Ва-Шор, Шоро-булакские, с большим содержанием сероводорода — Талги, Мацеста и др., 7) гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые — Кульдур, Псекупские, Алтын-арасан, 8) сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциево-магниевые — Токус-булак, 9) гидрокарбонатно-натриевые с довольно значительным содержанием сульфатного иона — Котельниковский, Белокуриха, 10) хлоридно-кальциево-натриевые — некоторые из источников Чукотского полуострова.

Кроме выше перечисленных групп к этой же провинции относятся некоторые источники, близкие по составу к водам первой провинции, с одной стороны, и к третьей, с другой.

Минерализация терм в большинстве случаев невелика. Она менее 2 *г* на 1 *л* для вод, связанных с изверженными и метаморфическими породами. Для вод, связанных с осадочными и некоторыми метаморфическими толщами, минерализация повышается до нескольких граммов на литр, иногда переходя за первый и еще реже за второй десяток *г/л*, таковы некоторые источники Чукотского п/о, Сахалина, Кавказа.

В пределах второй провинции могут быть выделены некоторые области, настолько отличные одна от другой, что возможно даже отнесение их в отдельные провинции или «подпровинции». Не детализируя пока вопроса, отметим следующие области:

1) Область современного вулканизма с проявлением вулканических и прочих вод — это Камчатский полуостров (рис. 4). Немногочисленные анализы камчатских терм показывают преимущественно натриевый тип их вод с пре-

обладанием сильных кислот над бикарбонатом, с присущими в этих водах: мышьяком, цинком, аммиаком и некоторыми другими. Источники газируют азотоми менее часто углекислотой. Они обладают высокой температурой воды.

2) Область преимущественно кристаллических и метаморфических пород, — высокотемпературных индиферентных терм, газирующихся в основном азотом, с преобладанием натрия над щелочными землями и переменным анионным составом. К этой области, вытягивающейся в виде длинного пояса, то сильно суживающегося (у Байкала), то значительно распространяющегося (Алтай — Монголия) с общим про-

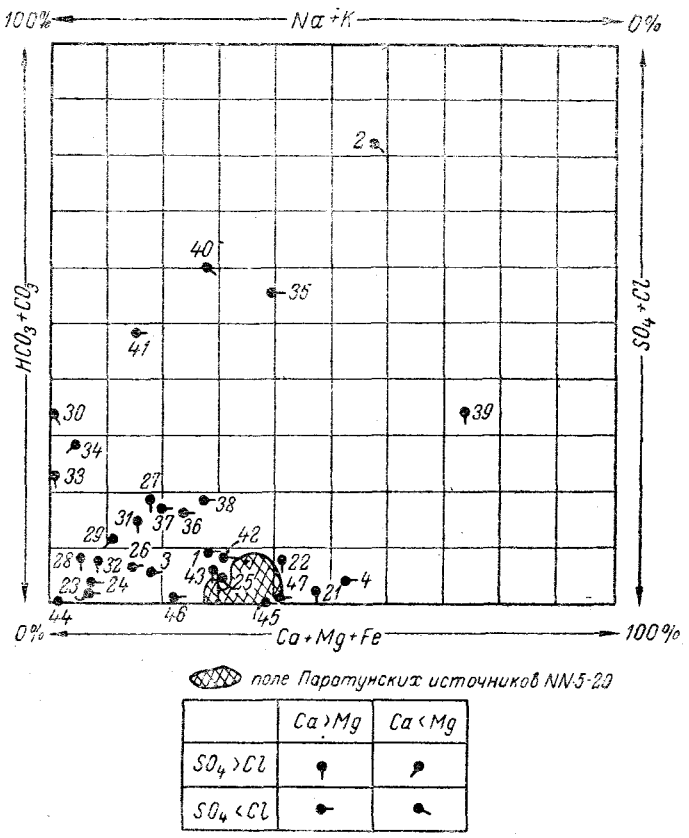


Рис. 4. Диаграмма минеральных источников Камчатки (1—43) и Чукотского п/о (44—47).

1.—Голыгинские. 2—Щапинские. 3—Крерукланские. 4—Укинские. 5—20—Паратунские. 21—22—Верхне-Явинские. 23—26—Паужетские, Киреунские. 27—29—Банные. 30—Апачинские. 31—32—Начикинские. 33—35—Малкинские. 36—37—Налачевские 38—Краеведческие. 39—Семячинские. 40—Узонские (углекислый). 41—Пущинские. 42—Кирганские. 43—Паланские. 44—Мечигменский. 45—Нешкенский. 46—Пенкигнейский, Кукунский. 47—Чаплинские.

стиранием с СВ на ЮЗ, следует отнести термы Якутии, Малого Хингана, Байкальской и Баргузинской впадин, Саян, Алтая, Танну-Тувинской и Монгольской Народных Республик, Тянь-Шаня и значительной части Памира. Более детальное изучение термальных источников этого обширного, крайне интересного пояса позволит расчленить его на некоторые характерные части, чего мы не имеем возможности сделать в данном кратком обзоре. На востоке этот пояс разделяется на две ветви. Одна из них направляется к югу и через Малый Хинган уходит в пределы Манчжурии, где она, повидимому, и заканчивается. Вторая отклоняется на север, где она расширяется в виде гигантского веера и, вероятно, охватывает все обширное пространство на восток от р. Алдан и нижнего течения Лены до берегов Тихого океана и Ледовитого моря.

3) Области с мощным накоплением осадочных толщ, с преобладанием хлор-натриевых и хлоридно-сульфатно-натриевых терм над другими. Здесь широко распространены нефтяные воды. Наряду с азотом существенное значение приобретают метан, сероводород. Сюда следует отнести: а) Кавказо-Туркменскую область, б) Сахалинскую, где значительно развиты бикарбонатно-хлоридно-натриевые воды, в) Чукотского п/острова, где имеются хлорнатриевые и хлор-натриево-кальциевые термальные воды с температурой до 91°, газирующие азотом, с повышенным содержанием гелия (по данным геологов Головачева и Никольского).

4) Обособленно выделяется область бассейна Печоры. Ее геологическое строение характеризуется сложным складчатым комплексом палеозойских пород. На них в основном спокойно залегают мезозойские отложения. Они нарушены глубокими разломами, сопровождавшимися излиянием базальтов, возраст которых относится проф. А. А. Черновым (15) к верхнему мезозою, а по последним данным к третично-четвертичному времени. Для области Печоры известны два пункта с термальными водами: источник Пым-ва-Шор (14) с температурою в 29° и Ухтинские радиоактивные воды с температурой до 25° (буровая скважина). Среди последних есть и холодные. Остальные известные здесь источники относятся к холодным, причем данных о температуре их нет. Возможно, что число термальных источников в результате дальнейших работ увеличится. Температура холодных источников должна быть изучена и рассмотрена с точки зрения переохлаждения данной области в недавнем прошлом, ибо для нее доказано наличие деградирующей «вечной мерзлоты». В составе вод этой области преобладает хлористый натрий. Все это делает положение области Печоры двойственным. С одной стороны, она входит в состав провинции натриевых термальных вод, с другой — весьма приближается к провинции вод соленых.

Вторая провинция изучена значительно слабее первой. Так, почти совершенно не исследованы в гидрогеологическом отношении термы Якутии, ДВК, Таджикистана. Мало данных имеется по Алтайским и Тянь-Шаньским источникам. В виду этого приводимое выше подразделение второй провинции по областям и характеристику последних следует рассматривать, как сугубо схематические.

Третья провинция — соленых вод — имеет наиболее широкое распространение на территории СССР. Она резко отличается от двух предыдущих тем, что здесь существенно развиты мощные толщи осадочных пород, соленосных и гипсоносных, в которых сравнительно на небольшой глубине происходит минерализация вод. Состав вод отражает характер осадочного комплекса пород, по которым циркулируют воды, а низкие температуры источников — небольшую глубину, в пределах которой минерализуются и циркулируют эти воды. Третья провинция находится всецело в пределах платформы альпийской складчатой зоны и только южная область этой провинции охватывает периферическую часть альпийской складчатой зоны.

Для источников третьей провинции выделения газов не характерны. В тех случаях, когда газы источников были изучены, они принадлежали к азоту, метану, иногда с примесью сероводорода или кислорода, т. е. здесь встречаются газы, типичные для верхних частей земной оболочки.

Химический состав вод третьей провинции очень пестрый. Преобладают воды хлор-натриевые, сульфатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-натриево-кальциевые, сульфатно-хлоридно-кальциевые, сульфатно-кальциевые, сульфатно-натриевые, сульфатно-кальциево-магниевые, сульфатно-хлоридно-кальциевые. Изредка встречаются гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые и др.

Довольно обычны гидрокарбонатно-кальциевые, кальциево-магниевые — в результате растворения известняков и доломитов. Среди перечисленных выше встречаются: железистые, слабо радиоактивные, сероводородные и др.

В отличие от первой и второй провинций здесь преобладает пластовый или трещинно-пластовый характер залегания вод, нередко с широким горизонтальным распространением соленых вод, предопределяющий применение соответствующей методики поисков и разведки минеральных вод третьей провинции.

Провинция соленых вод может быть разделена на несколько областей соленых вод:

1) Ленско-Енисейская или Восточная область соленых вод занимает обширную территорию между Енисеем на западе (с охватом его левобережья на севере), Леной

и нижним течением ее правых притоков на востоке. Соленые воды этой области приурочены в основном к толще среднего кембрия: источники Усолья, Кемпендяйские и мн. др.

А. Г. Вологдиным на основании анализа геологического строения Сибирской платформы выдвинута идея о «нефтеносном кольце». Согласно этой идее максимальное развитие соленые воды имеют по периферии платформы, тогда как ее центральная часть представляет менее значительный интерес. В составе вод этой области преобладают хлористый натрий, хлористые натрий и кальций, т. е. мы встречаемся здесь с нефтяным типом вод. Интересно отметить большое содержание брома, обнаруженного в воде буровой скважины на ст. Половинка, а также в Усолье по данным И. Ф. Щепетунина. Следует обратить внимание на возможность нахождения здесь и радиоактивных вод.

Восточная область соленых вод вдается довольно «глубоким заливом» на восток, охватывая правые притоки Алдана. Здесь в Аллах-Юнском районе геологом Е. С. Бобиным обнаружены выходы соленых вод. Эти интересные факты выдвигают перед нами проблему неотложного изучения данного участка провинции с точки зрения возможности нахождения здесь промышленных месторождений соли. Особенно велико значение данного района для ДВК — этого крупного потребителя соли, не имеющего к тому же до сих пор собственных надежных источников подобного сырья. Общий химический тип вод и сопутствующие соленым источникам в ряде случаев выходы горючих газов указывают наряду с общими геологическими соображениями на широкое развитие возможной нефтеносности данной области, подтверждением чего является обнаруженная в последние годы в ряде точек нефть или ее спутники и другие проявления.

2) Волго-Двинская или Западная область соленых вод охватывает бассейн Северной и Западной Двины, верхнего и среднего течения Волги, Онеги и некоторых других. Соленые воды этой области в основном залегают в среднем и верхнем палеозое, а отчасти и в нижнем: источники и скважины Старой Руссы, Соликамска, Нижне-Сергиевские, Ненаксы, Москвы и мн. др. Типично довольно широкое распространение брома в водах этой области.

На севере ее может быть выделено интересное гидро-геохимическое поле иодоносных вод, генетически связанных, по данным А. А. Скробова, с бореальными отложениями (район Архангельск — Лапоминка).

3) Азово-Каспийско-Аральская или Южная область находится на юге Европейской части СССР и охватывает Урало-Эмбенский район, обширные степные и пустынные пространства Средней Азии западного и южного Казахстана. Соленые воды здесь связаны с верхним палеозоем и с мезозоем: источники и скважины Артемовска, Славянска, Урало-Эмбенского нефтеносного района, Таджикские и некоторые другие. Для данной области полезно отметить, что она в значительной части лежит в пределах альпийской складчатой зоны в широком смысле слова.

4) Обьская или центральная область охватывает бассейн Оби (Зап. Сибирь) в пределах равнинной ее части и значительную часть Сев. Казахстана, а также Минусинскую котловину. Соленые воды здесь залегают в четвертичных, третичных и более древних отложениях. Они мало изучены в промышленном и бальнеологическом отношениях. Значительный интерес представляет северная часть центральной области, в гидрогеологическом отношении совсем еще не изученная, где, повидимому, будут встречены соленые воды в палеозойских отложениях.

Граница между центральной и южной областями проведена нами на карте весьма условно. Выделение «центральной области» вероятно вызовет много споров и недоумений, а также потребует дальнейшего уточнения в отношении границ и содержания. Как вытекает из обзора третьей провинции, мы имеем здесь различные области как с точки зрения стратиграфического разреза толщ, содержащих соленые воды, так и в тектоническом отношении. Дальнейшее более детальное изучение залегающих в пределах этих областей соленых вод, быть может, позволит выделить некоторые характерные физические и химические особенности соленых вод, отличающие одну область от другой.

Кроме трех выше охарактеризованных провинций на карте выделены районы, где, по существу, нет минеральных вод. Отдельные редкие минеральные источники,

которые здесь встречены, не могут дать основание назвать эти районы той или иной провинцией минеральных вод. Таковы: а) Карельско-Мурманский край, для которого можно указать на железистые источники — «марциальные воды», б) южно-русская кристаллическая полоса, для которой известно несколько минеральных источников, в) кристаллическая «ось» Урала, где имеются сильно радиоактивные источники Ильменских гор, г) Енисейский и Анабарский кристаллические массивы, относительно подземных вод которых вообще почти ничего неизвестно, д) к западу от Енисейского кристаллического массива до меридиана восточного берега оз. Чаны выделен район, для которого известны лишь пресные воды, е) отмечена также полоса пресных вод по линии Саратов, Воронеж и Курск и далее на запад.

Не вполне ясно, куда отнести побережье и острова Арктики. Разведочные работы последних лет на Вайгаче, Амдерме, Шпицбергене и др. вскрыли соленые воды с высокой минерализацией и крайне низкими температурами, до отрицательных включительно. В виду большого специфического интереса, который представляют эти воды, будет целесообразно объединить обширную территорию распространения соленых вод Арктики с отрицательными или низкими положительными температурами и особую «бореальную» область минеральных вод. Соленая вода залегает здесь как в четвертичных, так и в более древних отложениях до палеозоя включительно.

Изложенное выше сжатое схематическое описание провинций минеральных вод позволяет сделать некоторые предварительные обобщения. Прежде всего следует отметить зональное распределение минеральных вод на территории СССР, до некоторой степени совпадающее и с распределением газов (1, 2, 6). Центральной, внутренней зоной является третья провинция минеральных вод — соленые воды. По периферии ее располагается зона терм или вторая провинция. Наконец, на южных окраинах Союза появляется зона гидрокарбонатных вод — первая провинция, которая наряду со второй получает не малое развитие уже заграницей — в Северном Иране, Афганистане, Монгольской Народной Республике и т. д. Первая провинция прослеживается не в виде сплошного пояса, а спорадическими полями того или иного размера, вкрапленными на территории второй провинции.

Какие же основные факторы управляют зональным распределением провинций минеральных вод на территории СССР? Этими главнейшими факторами являются: 1) состав земной коры в данном участке, 2) положение этого участка относительно альпийской складчатой зоны, 3) положение его относительно областей молодых поднятий и опусканий, 4) вулканизм.

Подтвердим это некоторыми примерами. Провинция соленых вод приурочена в основном к платформе альпийской складчатой зоны, к тем ее частям, которые сложены мощной толщей осадочных отложений, в той или иной из своих свит соленосной. В пределах альпийской складчатой зоны третья провинция встречается только там, где сохранились осадочные отложения, включающие соленосные породы. Такова, как раз, «южная область» данной провинции. На остальной территории альпийской складчатой зоны соленые воды встречаются скорее как исключение. Таковы некоторые термальные соленые источники горных частей Средней Азии.

Наоборот, провинции вторая и первая находятся в пределах складчатой зоны и в значительной мере приурочены к областям, сложенным кристаллическими, метаморфическими и т. п. породами.

Таким образом, противопоставляя складчатую зону платформе, мы должны отметить преобладание вод третьей провинции в пределах платформы, а первой и второй провинций в пределах складчатой зоны. Насколько велико значение положения тех или иных пород относительно складчатости с точки зрения распространения той или иной провинции минеральных вод, вытекает из следующего примера. Гранитные массивы Карелии, Урала, Южно-русской кристаллической полосы лишены минеральных вод регионального типа. Впрочем, в отдельных редких случаях в них встречаются минеральные воды типа третьей провинции. В гранитах, находящихся в пределах периферических частей складчатой зоны, а также на окраине платформы там, где она имеет молодые глубокие зияющие разломы, вытекают термальные воды с преобладанием натрия в их составе и азота в составе спонтанных газов — вторая провинция. В гранитах же внутренних частей складчатости мы встречаемся с источниками бикарбонатно-кальциевыми, газирующими углекислым газом — тип вод пер-

вой провинции. Таким путем, зная состав минеральной воды гранитного массива, можно определить довольно правильно положение гранита относительно складчатой зоны и обратно: зная положение гранитного массива в пределах той или иной тектонической области, можно нередко предугадать состав, физико-химические свойства термоминеральных источников, с ним связанных.

Сказанное иллюстрируется диаграммой (рис. 5), на которую нанесены анализы минеральных вод гранитных массивов СССР. Из этой диаграммы с очевидностью вытекает, что влияние гранита как горной породы обусловило общую всем водам гранитов мягкость, преобладание в основном натрия и калия над сильными кислотами, слабую минерализацию вод. С другой стороны, из той же диаграммы видно, что все минеральные воды гранитов можно разделить на две группы. Первая: бикарбонатно-кальциевые воды с углекислотою в составе спонтанных газов, с температурами, не превышающими 20° С. Для этой группы вод характерно «концентрированное» положение анализов на диаграмме (№ квадратов 1—3 и 11—13). Эти воды характерны для гранитов, находящихся на территории первой провинции. Вторая группа вод — это воды с преобладанием натрия, азотом в составе спонтанных газов, высокими температурами от 20 до 50° и свыше 50° С. Для них характерно «рассеянное» положение на диаграмме (точки влево от вертикали, характеризующей наличие Na + K в количестве свыше 70% милливалей).

Вторая группа термоминеральных вод встречается только в тех гранитах, которые находятся в пределах второй провинции, т. е. в основном на периферии платформы альпийской складчатости или в пределах складчатой зоны (13).

Последовавшие за складчатостью процессы молодых поднятий и опусканий также повлияли на распределение термоминеральных источников. Подавляющее большинство термальных источников приурочено к областям молодых четвертичных поднятий, к тем дислокационным трещинам, которыми эти поднятия сопровождаются. Наоборот, области молодых опусканий, будучи областями накопления осадков, обычно лишены термальных источников. Так как молодые четвертичные поднятия охватили не только складчатую область, но и распространились за ее пределы — по периферическим частям платформы и, наоборот, молодые опускания местами наблюдаются в пределах складчатой зоны, то вполне естественно, что граница распространения терм не совпадает точно с границей складчатости. С одной стороны — в областях молодых поднятий там, где последние захватили платформу, термальные источники встречаются на платформе, с другой стороны, в пределах складчатой зоны там, где имеют место области молодых погружений, мы не встречаем выходов терм на поверхности. Здесь следует пояснить, что только те молодые четвертичные поднятия сопровождаются глубокими расколами, способствующими выходу терм на поверхность, которые располагаются в пределах складчатой зоны по периферии платформы альпийской складчатости; поднятия в пределах внутренних частей этой платформы, например Урал, выходами терм не сопровождаются.

Наконец, последним крупным фактором в распределении минеральных источников является молодой вулканизм (4, 5). Следует различать области современной вулканической деятельности (Камчатка) и области недавней вулканической деятельности, в настоящее время погасшей — Кавказ, Забайкалье, Уссурийский край. Состав минеральных вод тех и других прямо противоположен, как это хорошо видно из сопоставления диаграммы Камчатских минеральных вод с Забайкальскими (см. рис. 2 и 4). Это сопоставление вместе с тем намечает те пути, по которым происходит изменение состава термоминеральных вод во времени. Именно, первоначально высокотемпературные, газирующие преимущественно азотом, с преобладанием сульфатного и хлоридного иона натрия над остальными ингредиентами термальные воды впоследствии, по прекращении вулканической деятельности, превращаются в менее горячие, газирующие преимущественно углекислым газом, с преобладанием бикарбонатов кальция, реже натрия, в составе, т. е. типичные для первой провинции. Так как вулканизм и складчатость неразрывно и теснейшим образом связаны друг с другом, то вполне естественно, что минеральные воды первой провинции в отличие от второй не выходят нигде за пределы складчатой зоны, мало того — они обычно приурочены к внутренним ее частям, реже проявляясь по периферии. Вполне очевидно поэтому, что первая провинция на территории Союза встречается спорадически, будучи при-

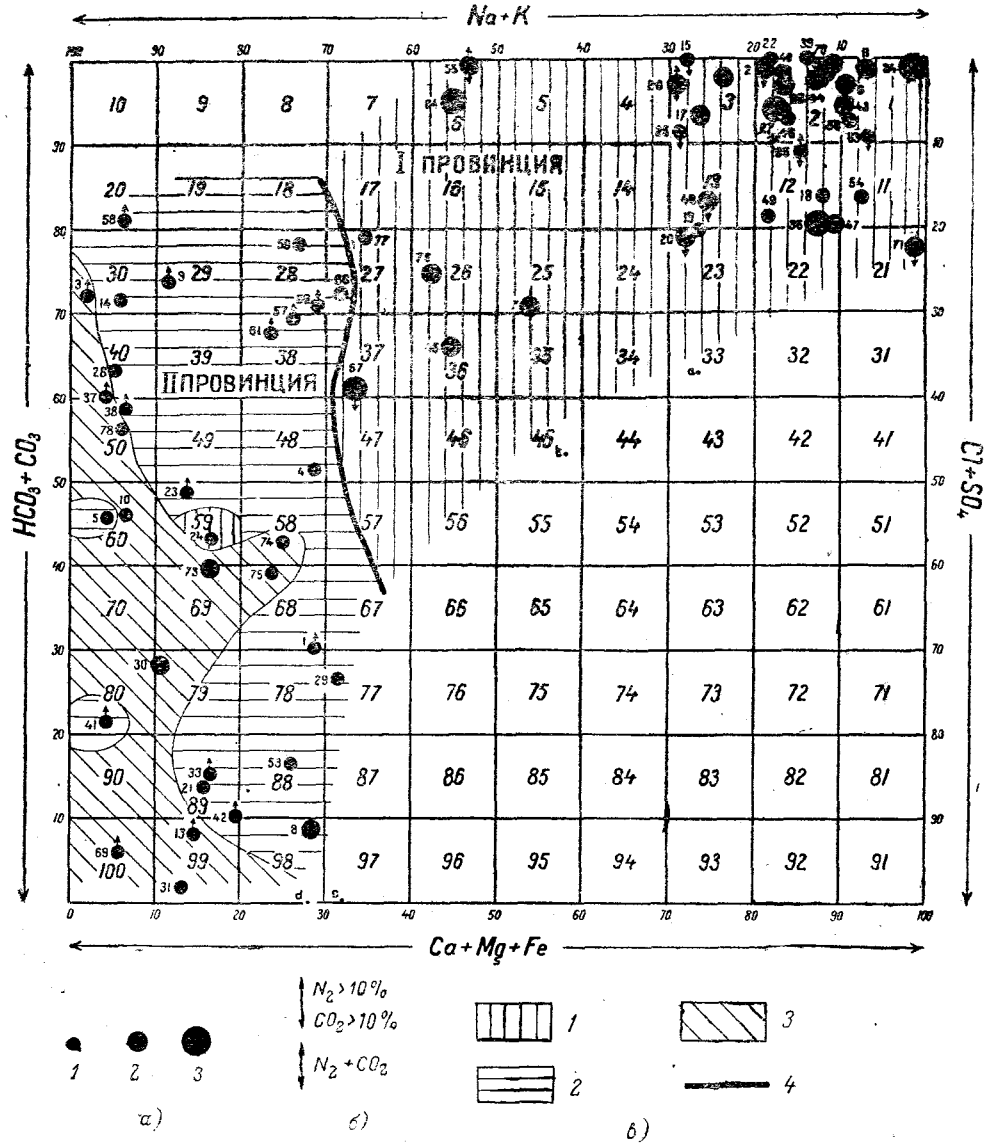


Рис. 5. Диаграмма минеральных источников гранитных массивов СССР и МНР.

1— Аксу, Киргизская ССР. 2—Аленгуйский, Бурят-Монгольская АССР. 3—Аллинский, там же. 4—Алтын-Арасан, Киргизская ССР. 5—Арасан-Булак, Узбекская ССР. 6—Аркиинский, Чит. обл. 7—Баксан-баши-уллу-гара, Сев. Кавк. край. 8—Барлыкский, Казахская ССР. 9—Белокурихинский, Зап. Сиб. край. 10—Богдо, Монгольская Нар. Респ. 11—Буньвский, Чит. обл. 12—Верхне-Ононский, Чит. обл. 13—Горячинский, Бурят-Монгольская АССР. 14—Гуджирте-Холун-Усу, Монгольская Нар. Респ. 15—Дарасун Куренгский, Чит. обл. 16—Дарасун Нерчинский, там же. 17—Даутский нарзан, Сев. Кавк. край. 18, 19, 20—Джемагатский, Сев. Кавк. край. 21—Джидинский, Бурят-Монг. АССР. 22—Джукдая Куренгская Чит. обл. 23—Джумалинский, Зап. Сиб. край. 24—Ендинский, Чит. обл. 25—Жидкинский, там же. 26—Зусуланский, там же. 27—Инкей, там же, 28—Иринский, Монг. Нар. Респ. 29—Иссыг-Ата, Кирг. ССР. 30, 31—Каргинский, Бурят-Монг. АССР. 32—Кингельдинский, там же. 33—Копало-Арасанский, Казахская ССР. 34—Копчихирский, Чит. обл. 35—Корабль-Золь, там же. 36—Кукинский, там же. 37, 38—Кульдур, ДВК. 39, 40—Куналейский, Чит. обл. 41—Кургуликский, Бурят-Монг. АССР. 42—Кизыл-су, Киргизская ССР. 43—Ларьгинский, Чит. обл. 44—Ложниковский, там же. 45—Магомет-Нарзан, Сев. Кавк. край. 46, 47—Маккавеевский, Чит. обл. 48, 49—Махарский нарзан, Сев. Кавк. край. 50, 51—Молоковка, Чит. обл. 52—Молосонский, Чит. обл. 53—Ниловские воды, Бурят-Монг. АССР. 54—Новоград-Волынская бур. скв. 55—Попереченский (Кавыкучинский), Чит. обл. 56, 57, 58, 59, 60—Рахмановские, Казахская ССР. 61—Семиозерский, Чит. обл. 62—Сергиевский, Чит- обл. 63—Сивачинский, там же. 64—Солонечный I на Урове, там же. 65—Солонечный II на Буне, там же. 66—Сретенский, там же. 67—Тахтар-Нарзан, Сев. Кавк. край. 68—Теригуин-аршан, Монг. Нар. Респ. 69—Токус-Булак, Таджикская ССР, 70—Ургучанский, Чит. обл. 71—Уровский, там же. 72—Уссурийский, ДВК. 73—Ходжа-Оби-Гарм, Таджикская ССР.

а) Минерализация: *1* — < 1, *2* — от 1 до 2, *3* — > 2 < 4.

б) Состав.

в) Температура источников: *1* — 0 — 20°; *2* — 20—50°; *3* — свыше 50°. *4* — граница между I и II провинциями.

урочена к областям погасшей четвертичной вулканической деятельности — центральный Кавказ, Закавказье, южная часть Памира (в пределах СССР), Центральное и Восточное Забайкалье и т. д.

В заключение следует подчеркнуть, что старое представление геологов о том, что химический состав природных вод отражает состав тех пород, по которым эти

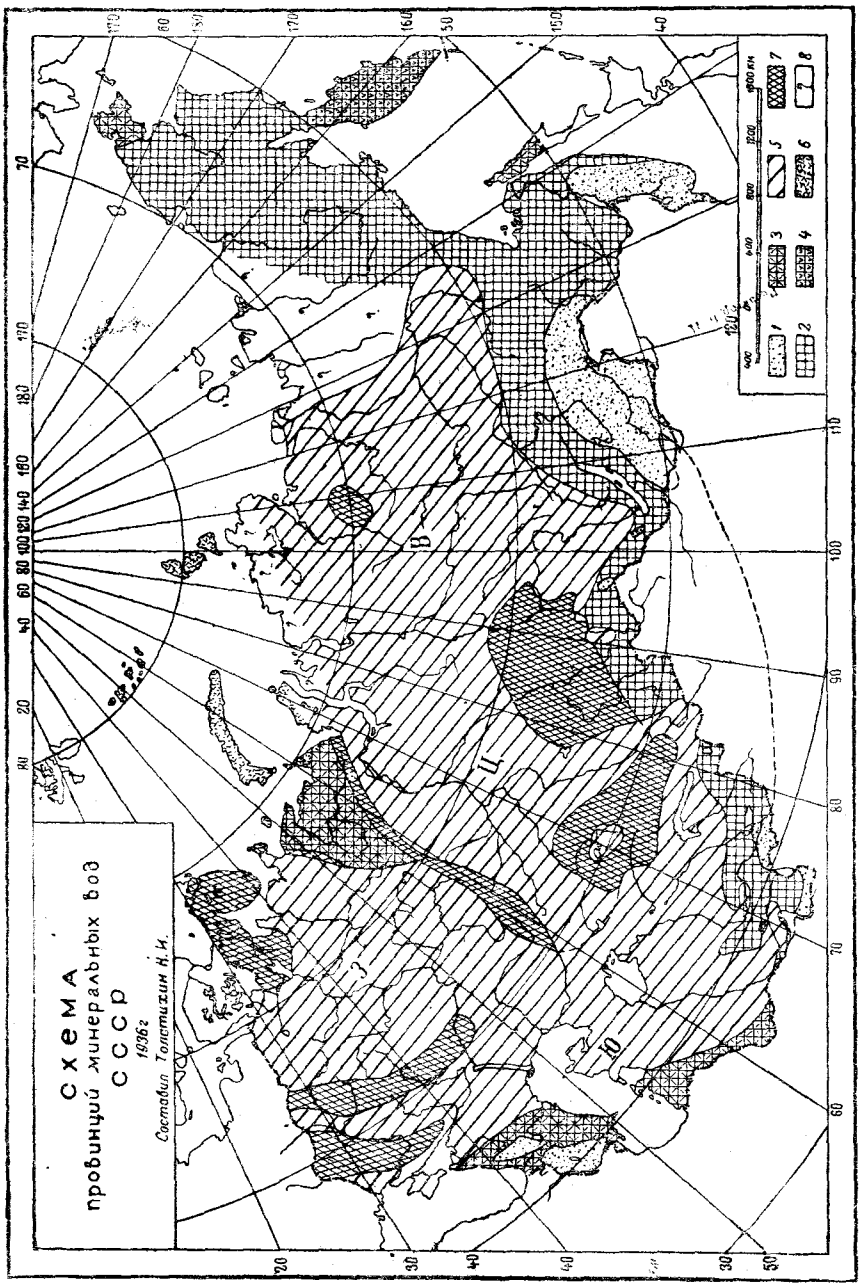


Рис. 6. Схема провинций минеральных вод СССР.

1—Первая провинция — гидрокарбонатных щелочно-земельных или (реже) натриевых и смешанных вод, холодных и термальных, газирующих углекислотой. Зона трещин средней глубины. *2*—Вторая провинция — натриевых вод—сульфатных, хлоридных, гидрокарбонатных и смешанных, термальных, газирующих азотом или метаном. Зона глубоких трещин. *3*—Воды второй провинции с преобладанием хлор-иона, нередко газирующие метаном. Осадочный комплекс пород. *4*—Современные вулканические воды зоны глубочайших трещин. *5*—Третья провинция — соленых, сильно минерализованных вод, холодных, слабо газирующих азотом или метаном, *B,3,4,10*—различные области данной провинции. Зона неглубоких трещин. *6*—Соленые воды с отрицательными или весьма низкими положительными температурами—Бореальная область. *7*—Районы с редкими железистыми, радиоактивными и др. источниками, а также лишенные минеральных вод. Зона мелких трещин. *8*—Районы с невыясненным положением.

воды циркулируют, должно быть пересмотрено и расширено. Из выше изложенного видно, что состав минеральных вод не только отражает состав горных пород, в которых они залегают, но также глубину минерализации, газовый состав и соответствующие геологические структуры. Сложность условий формирования химического состава вод в зависимости от выше указанных причин приводит к тому, что в одних

случаях вода одного и того же типа залегает в различных породах, в других — различные по составу воды залегают в одних и тех же породах. Состав природной минеральной воды можно рассматривать, как фотографическую пластинку, запечатлевшую сложные пути циркуляции воды в различных геологических образованиях, в разнообразных геодинамических условиях. Если мы, геологи, научимся проявлять эту пластинку и получать с нее позитив, то проблема геохимической взаимной связи «вода—газ—горная порода» продвинется далеко вперед по пути ее разрешения.

Исключительная сложность этой проблемы требует, чтобы для ее разрешения совместно работали геологи, гидрогеологи, физикохимики, биохимики и другие специалисты. Тогда вопросы генезиса, районирования и использования минеральных вод получат правильное разрешение, а проблема геологической интерпретации химического состава вод встанет на здоровую основу. Целесообразно и умело проведенное районирование и правильно поставленная интерпретация химического состава вод расширят наши познания в области гидроминеральных ресурсов Союза и неизбежно повлечет за собою наряду с выявлением высокоценных сероводородных, углекислых, радиоактивных и прочих вод открытие других полезных ископаемых — нефти, соли, благородных газов и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, В. В. — К вопросу о геологических условиях гелионосности. Пробл. Сов. Геол. т. III, № 8, 1933.
2. Белоусов, В. В. — Вопросы геологии гелия. Труды геол.-разв. бюро газов. месторождений. Вып. 6. ОНТИ, М. Н. — Сиб 1934.
3. Вернадский, В. И. — История минералов земной коры, т. II. История природных вод, 133, 1936.
4. Герасимов, А. П. — Геологическое строение минераловодского района (Сев. Кавказ). Труды ЦНИГРИ, вып 30, ОНТИ, 1935.
5. Герасимов. А. П. — Минеральные воды России. Ест. произв. силы России. ПГР. т. IV, 1917.
6. Козлов, А. Л. — Вопросы газового режима земной коры и их значение для различных отраслей геологических наук. Пробл. сов. геол., т. VI, № 3, 1936.
7. Овчинников, А. М. — Геологические структуры районов минеральных вод „Водные богатства недр земли на службу соц. строит." Сборн. V, ГГУ, ОНТИ, М.-Н.—Сиб. 1934.
8. Природные газы СССР. Сборник. Л 1935.
9. Пчелин, Н. С. — Минеральные воды Московской области. Труды Моск. геол.-гидрогеол. треста. Вып. II, ОНТИ, 1935.
10. Савченко, В. П. — К вопросу о геохимии гелия. Прир. газы СССР № 9, 1935.
11. Савченко, В. П. — Законы управляющие системой: жидкость + газы, и их приложение для выяснения генезиса природных газов. Природные газы. Сборник II, Л., 1936.
12. Толстихин, Н. И.—Провинции минеральных вод СССР. Проблемы Советской Геологии № 3, 1938.
13. Толстихин. Н. И., Ернштедт А. В. и Попова А. И. — Минеральные источники гранитных массивов СССР. Сборник к 45-летию научной деятельности доктора геологических наук Н. Ф. Погребова. ГГУ ЦНИГРИ, Л.-М., 1937.
14. Чернов, А. А. — Полезные ископаемые Печорского края с Пайхоем, Вайгачем и южным островом Новой Земли. Архангельск, 1935.
15. Чернов, А. А. — Сероводородные источники некоторых новых районов Печорского края, имеющих признаки нефтеносности и газоносности. Природные газы, сборник 3, Л., 1932.

Summary

The author establishes a zonal distribution for different groups of mineral waters on the territory of the USSR, based on numerous facts. The author proposes to name the regions of expansion of mineral waters of one or another of the typical groups mineral water provinces. On the territory of the USSR he distinguishes the following provinces (see map).

1. The first province. Waters of hydro-carbonate, alkaline-earths or (infrequently) sodium and admixed waters, cold and thermal, emanating carbonic acid. The zone of aquiferous fissures of medium depth.

2. The second province. Sodium waters — sulphate, chloride, hydro-carbonate and admixed, thermal, emanating nitrogen or methane. The zone of deep aquiferous fissures. In this province there may be distinguished regions of expansion of waters with a prevalence of chlorine-ion, emanating methane and characterized by a development of rocks of the sedimentary complex. Such are the Caucasus, the southern part of Turkmenia, Sakhalin and Kamchatka, the area of contemporary volcanic waters, zones of the deepest aquiferous fissures.

3. The third province — saline, strongly mineralized waters, cold, weakly emanating nitrogen or methane. The zone of shallow aquiferous fissures.

The Boreal area of saline waters, with negative or extremely low positive temperatures, may be especially distinguished.

Moreover the scheme shows regions with rare ferruginous, radioactive and other springs and also places quite barren of mineral waters. Finally — regions of indistinct conditions.

The main factors controling the zonal distribution of the provinces of mineral waters on the territory of the USSR are the following: 1) the composition of the earth crust in the given regions, 2) the position of this region towards the Alpidean folding zone, 3) its position with regard to areas of young uplifts and subsidences, 4) volcanism and several others.