

Об одной «детализации классификации Пальмера» и о нумерации вод

Доцент Н. И. Толстухин

About a „Detailed Classification“ of Palmer and on Numeration of Waters

Docent N. I. Tolstikhin

В работах А. С. Уклонского (1, 2) дана детализация классификации Пальмера и увязан химический состав различных типов вод с геологическим строением района и между собою. В работе В. А. Приклонского (3) она помещена в таблице № 11, где для наглядности приведены типовые графики химического состава для каждого вида воды (по Роджерсу). На основании этой таблицы различные характерные виды вод мною были нанесены на диаграмму квадрат (рис. 1). Как видно из этой диаграммы, распределение различных вод получилось далеко не равномерным. Перечислим их по порядку.

Класс I. «Воды, генетически связанные с щелочными изверженными породами (не ультраосновными). Частный случай — воды пустынь. Богаты SiO_2 ». «Сильно-щелочные».*

Тип А — ультращелочные. $A_1^{**} > 70$; S_1^{**} от 14 до 16; A_1 от 70 до 85; A_2 от 1 до 13⁷. «Главным образом минеральные источники. Роль небольшая». У нас в СССР — Боржом, за границей — Виши. См. на диаграмме — вытянутый прямоугольник А в левом верхнем ее углу.

Тип В — сильно щелочные. $A_1 \approx 50$. «Озера вулканических областей. Минеральные источники. Роль больше типа А».

Вид В₁. $A_2 > S_1$. S_1 от 9 до 26; A_1 от 41 до 53; A_2 от 21 до 38. *Примеры:* Лаахерское озеро. Щелочные эффузивы. См. квадрат В в верхнем левом квадранте вверху.

Вид В₂. $A_2 < S_1$. Si от 40 до 54; A_1 от 39 до 57; A_2 от 0 до 8 (? Н.Т.) Щелочно-соленые минеральные источники. *Пример:* Ессентуки № 18. См. многоугольник В₂ в верхнем левом квадранте внизу.

Тип С — собственно щелочные: $A_1 < 25$, наибольшее распространение из вод I класса.

Вид С₁. $A_2 > S_1$. S_1 от 9 до 30; A_1 от 4 до 25; A_2 от 49 до 87.

«Сравнительно распространенные воды рек, озер и минеральных источников, связанные с изверженными породами», например — оз. Байкал. См. многоугольник С₁ в первом верхнем квадранте, вверх от диагонали.

* Здесь и далее характеристика вод дана по таблице В. А. Приклонского.

** A_1, A_2, A_3 — первая, вторая, третья щелочность; S_1, S_2, S_3 — первая, вторая, третья соленость (по Пальмеру).

Вид C_2 . $S_2 \approx A_2$. S_1 от 48 до 52; A_1 от 7 до 19; A_2 от 32 до 40. «Смесь I класса типов А и В с III и IV классами». *Пример:* Железноводск, Смирновский источник. См. прямоугольник C_2 влево от центра диаграммы.

Вид C_3 . $A_2 < S_1$. S_1 от 75 до 83; A_1 от 10 до 14; A_2 от 6 до 11. «Главным образом минеральные источники (та же смесь, что и вид C_2)». *Пример:* Минеральный источник Эльстер. См. многоугольник C_3 в левом нижнем квадранте.

Класс II. «Слабо щелочные, нейтральные».

Тип А — известковые воды. $A_2 > S_1$. «Главным образом связаны с известняками, с примесью вод из изверженных пород. Слабо щелочные. Распространенные воды рек, бассейны которых

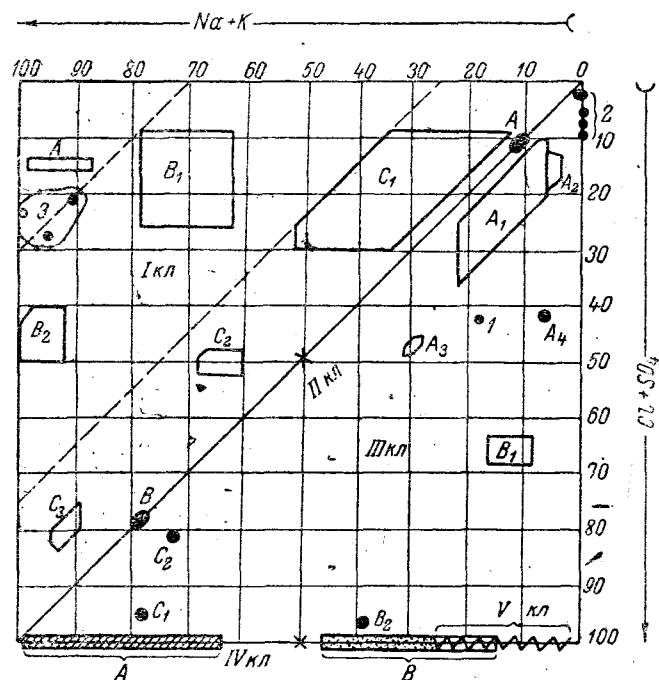


Рис. 1. Характерные виды вод.

Вид A_1 . $A_2 > 60$; $S_1 > S_2$. S_1 от 5 до 22; S_2 от 3 до 14; A_2 до 90. «Дренажное известняков с подчиненными изверженными породами». *Пример:* р. Миссисипи у Квинси, Иллинойс. См. многоугольник A_1 в правом верхнем квадранте под диагональю.

Вид A_2 . $A_2 > 60$; $S_1 < S_2$. S_1 от 4 до 6; S_2 от 7 до 13; A_2 от 80 до 87. «Большое участие гипсоносных пород». *Пример:* Дунай у Будапешта. См. многоугольник A_2 в верхнем правом квадранте.

Вид A_3 . $60 > A_2 > 50$; $S_1 > S_2$. S_1 от 28 до 31; S_2 от 17 до 19; A_2 от 51 до 54. «Смесь вод A_1 , вод щелочных и вод с большой S_2 из гипсоносных пород». *Пример:* Сев. Двина у Архангельска. См. многоугольник A_3 там же.

Вид A_4 . $60 > A_2 > 50$; $S_1 < S_2$. Та же смесь, что и для A_3 . *Пример:* р. Днестр в районе Одесской области. См. точку A_4 там же.

Тип В — слабо кислые. $S_2 \sim 50$. Воды связанные гипсоносными осадочными породами.

Вид B_1 . $A_2 > S_1$. S_1 от 8 до 16; S_2 от 46 до 60; A_2 от 32 до 37. «Дренажное известково-гипсовых районов». *Пример:* Аму-Дарья п. Керкинский. См. прямоугольник B_1 в правом нижнем квадранте.

Вид B_2 . $A_2 < S_1$. Преимущественно гипсоносные породы. *Пример:* горькая вода источника Франца-Иосифа. См. точку B_2 там же.

Тип С.

Вид C_1 . $S_2 > A_2$. Большое участие гипсоносных пород. См. точку C_1 в левом нижнем квадранте.

воды рек, бассейны которых сложен известняками с подчиненным развитием изверженных и метаморфических пород. Роль большая». S_1 от 10 до 12; A_2 от 87 до 90. *Пример:* р. Миссисипи у Миннеаполиса. См. пятно А вверху на диагонали.

Тип В. $A_2 < S_1$. «Роль небольшая (смесь вод I класса с III и IV классами)». S_1 от 78 до 79; A_1 от 21 до 22. *Пример:* Исыгатинский источник. См. пятно В внизу на диагонали.

Класс III. «Наиболее распространенные воды на поверхности земли и небольшой глубине. Связаны с осадочными породами. Слабо щелочные, нейтральные, слабо кислые».

Тип А — слабо щелочные. $A_2 > 50$. С одной стороны связан с известняками, с другой может быть смесью I класса с II классом типа А.

Вид C_2 . $S_2 < A_2$. *Пример:* минеральный источник в Ейске. См. точку C_2 там же.

Класс IV. «Моря и соленые озера. Сильно минерализованные воды засушливых областей и соленосных отложений. Слабо кислые, нейтральные».

Тип А — нейтральные. $S_1 > S_2$. S_1 от 64 до 99; S_2 от 1 до 35. Моря и некоторые соленые озера. *Пример:* океан. См. заштрихованную полосу А на нижней стороне левого нижнего квадранта.

Тип В — слабо-кислые. $S_1 < S_2$. S_1 от 15 до 46; S_2 от 85 до 54. «Собственно соленые озера». *Пример:* оз. Эльтон. См. заполненную точками полосу В на нижней стороне правого нижнего квадранта.

Класс V. «Кислые воды, связанные главным образом с окислением сернистых руд; ювенильные воды, связанные с сольфатарной деятельностью». S_1 от 2 до 27; S_2 от 58 до 69; S_3 от 15 до 17. *Пример:* рудник Танора в Неваде. См. волнистую черту V на нижней стороне правого квадранта.

При взгляде на диаграмму ясно видно положение отдельных характерных типов и видов вод пяти классов. Вместе с тем бросаются в глаза и большие «пустые пространства», особенно в правом нижнем квадрате. Возникает вопрос, к каким же видам или типам отнести такие воды, точки анализа которых не попадут в пределы, очерченные разными многоугольниками? Скрываются ли между ними новые типы и виды вод, или помимо очерченных полей ни одна точка попасть не может? Как показал опыт нанесения на диаграмму химических анализов разнообразных пресных и минеральных вод, весьма большое число их размещается как раз в этих «пустых пространствах».

Действительно, в другой своей работе (3) проф. А. С. Уклонский, характеризуя воды первого класса, пишет: «Эти три типа вод переходят один в другой, поэтому точно установить границы этих типов вод представляет затруднение». Речь идет о подклассах А, В и С.

Так, для примера, анализ Нарзана (точка 1 на диаграмме) поместился между A_1 , A_3 и A_4 в правом верхнем квадрате. Воды никелевых месторождений Урала, по данным А. А. Смурова, характерные для змеевиковых массивов, поместились на правой стороне квадрата вверху (группа точек 2). Анализы воды группы озер Доронинское-Чепчак в Забайкалье разместились вблизи левой стороны квадрата между типом воды А и видом B_2 (группа точек 3).

Отсюда вытекает следствие, что приводимая детализация классификации Пальмера, видимо, не охватывает всего разнообразия вод земного шара. Она должна рассматриваться, как попытка выделения лишь некоторых характерных групп вод или их представителей.

Между тем необходимость стандартизировать огромное количество разнообразных вод в целях более удобного их сравнения, сопоставления и систематизации заставляет исследователей искать удобные системы классификации (см. классификацию С. А. Шукарева, проф. В. А. Александрова и мн. др.). Автор настоящей статьи полагает, что для практических целей далеко не бесполезна предложенная им нумерация вод. Графически сущность нумерации представлена на рис. 2. Если разделить диаграмму — квадрат (5, 6) на десять вертикальных и десять горизонтальных рядов, то мы получим сто малых квадратов. Пронумеруем малые квадраты так, как это сделано на рис. 2.

Если нанести на такую диаграмму анализ воды после пересчета ее в милливаль-процентную форму (по М. Г. Курлову), то вода получит номер того малого квадрата, в который поместится точка ее анализа. Характеристика каждого малого квадрата в отношении суммы $Na + K$; $Ca + Mg$; $SO_4 + Cl$; HCO_3 , выраженных в милливаль-процентах, ясно видна из диаграммы. Здесь также показана связь малого квадрата с системой Пальмера. Например, вода № 2 источника Шивия Бусылейский (Вост. Забайкалье) (квадрат № 2) будет характеризоваться следующими данными:

$Na + K$	от 10 до 20%	милливаллей; в среднем 15	Класс воды I
$Ca + Mg$	„ 80 „ 90%	„ 85	S_1 . . . 5
HCO_3	„ 90 „ 100%	„ 95	A_1 . . . 10
$Cl + SO_4$	„ 0 „ 10%	„ 10	A_2 . . . 85

Как видим из этого примера, зная номер воды, можно вывести целый ряд характерных ее свойств.

К определению номера воды можно подойти и арифметическим путем. После пересчета анализа воды в милливаль-проценты (по М. Г. Курлову) суммируют числа,

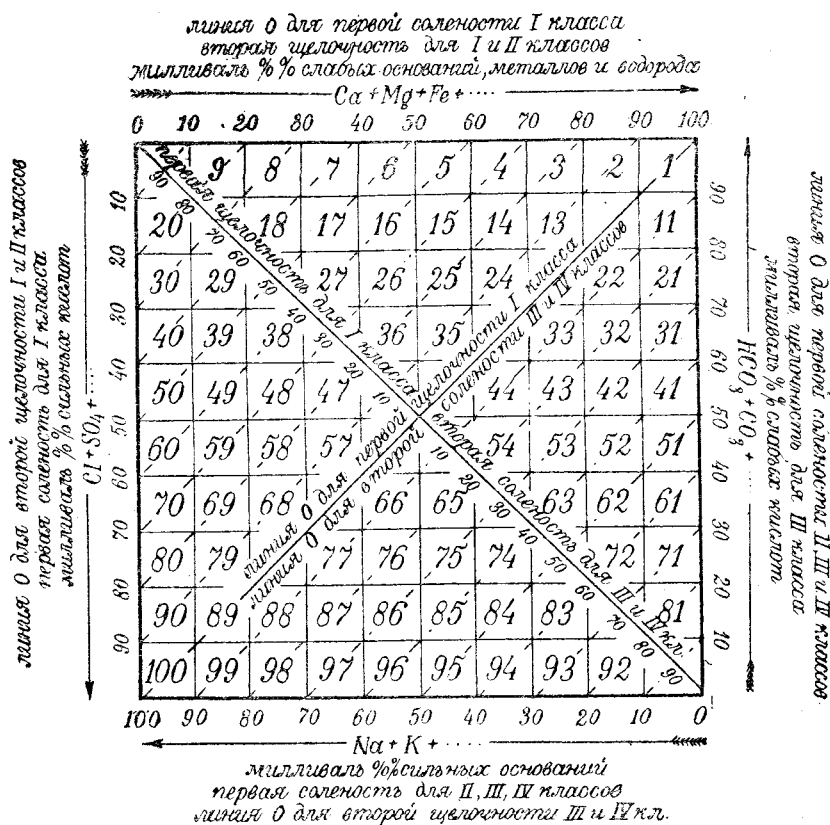


Рис. 2. Схема нумерации природных вод.

характеризующие милливаль-проценты сильных оснований ($Na + K + NH_4$ и т. п.). Тот десяток, к которому относится полученная сумма, назовем первым числом — n_1 . Так, например, если сумма процентов милливалей сильных оснований равна 54, то $n_1 = 6$.

Далее складываются проценты милливалей сильных кислот ($SO_4 + Cl + NO_3$ + и т. п.). Если сумма процентов милливалей сильных кислот будет двузначным числом, то единицы заменяются нулем. Полученное число назовем n_2 . Например, сумма процентов милливалей сильных кислот равна 49; число $n_2 = 40$.

Сложив n_1 и n_2 , получаем число, которое и есть искомый номер воды. В приводимом примере: $n_1 + n_2 = 6 + 40 = 46$, т. е. номер воды — 46.

Если сумма процентов милливалей сильных кислот окажется однозначным числом, то она для определения номера воды в расчет не принимается. В таком случае номер воды будет соответствовать числу n_1 , т. е. тому десятку, которой характеризует сумму процентов милливалей сильных оснований.

Получим номер воды для Славяновского минерального источника (Сев. Кавказ). Состав его воды в процентах милливалей таков:

K	2,2	Cl	17,0
Na	57,6	SO_4	38,0
Mg	8,6	HCO_3	45,0
Ca	31,6		
100%		100%	

1. Определим n_1 :
 $Na + K = 57,6 + 2,2 = 59,8$; отсюда $n_1 = 6$
2. Определим n_2 :
 $Cl + SO_4 = 17,0 + 38,0 = 55,0$; отсюда $n_2 = 50$
3. Сложим: $n_1 + n_2 = 6 + 50 = 56$.
 Число 56 и будет искомый номер воды источника Славяновского.

Посмотрим, в каком отношении будут находиться типичные представители различных вод (по А. С. Уклонскому) к нумерации.

Класс		I. Тип А		соответствует № 20	
	Тип В	Вид В ₁	"	№ 17, 18, 27, 28	
	"	Вид В ₂	"	№ 40	
	Тип С	Вид С ₁	"	№ 13, 14, 24, 25	
	"	Вид С ₂	"	№ 47/57	
	"	Вид С ₃	"	№ 80/90	
Класс II.	Тип А		"	№ 12	
	Тип В		"	№ 78	
Класс III.	Тип А	Вид А ₁	"	№ 11, 12, 22, 23 33	
		Вид А ₂	"	№ 11	
		Вид А ₃	"	№ 43/44	
		Вид А ₄	"	№ 41	
	Тип В	Вид В ₁	"	№ 61/62	
		Вид В ₂	"	№ 94	
Тип С	Вид С ₁		"	№ 98	
		Вид С ₂	"	№ 88	
	Вид С ₂		"	№ 97, 98, 99, 100	
Класс IV.	Тип А		"	№ 92, 93, 94	
	Тип В		"	№ 91, 92, 93.	
Класс V.			"		

Из приводимого списка видно, что в перечисленные группы вод вошло примерно номеров 40 вод, т. е. 40%. Остальные 60% требуют дополнительной характеристики. Вместе с тем мы убеждаемся в том, что знание номера воды в известных случаях позволят подойти к решению некоторых генетических вопросов, ибо все то, что было сказано выше относительно классов, типов и видов вод, их взаимной связи и т. п., вполне соответствует тому или иному номеру воды или группе.

На основании номера воды можно заключить с точностью не менее, чем в 4% милливалей: 1) о сумме милливаль-процентов сильных кислот, 2) о сумме милливаль-процентов слабых кислот, 3) о сумме милливаль-процентов сильных оснований; 4) о сумме милливаль-процентов слабых оснований и металлов.

Кроме того номер воды позволяет определить принадлежность ее к I, II и III или IV классам системы Пальмера, выяснить ее S₁, S₂, A₁ и т. д. со всеми вытекающими отсюда выводами.

Нумерация вод облегчает разделение их на группы в целях дальнейшего более детального сравнения. Она позволяет иногда следить за изменением состава вод в зависимости от времени, пространства (по течению реки, на разных глубинах минерального озера), температуры и т. д.

Наконец, номер воды является объективным числовым стандартом, определяющим положение данной воды в отношении ее химических свойств среди других природных вод земного шара.

Разумеется, что нумерация не заменяет анализа воды. Кроме того она имеет ряд недостатков, из которых крупными являются следующие.

1) Номер воды не характеризует степени ее минерализации. Правда, для каждого номера можно дать пределы возможной минерализации, но для одних номеров вод, например, для № 1, 2, 11, 12 минерализация не превышает 2—3 г/л, тогда как для № 98, 99, 10 и т. п. содержание растворенных в воде веществ может находиться в пределах от долей грамма до сотен граммов в литре.

2) Номер воды не характеризует количества SO₄ и Cl, а дает их сумму. Проще всего этот недостаток устранить, поставив после номера воды запятую, за которой следом написать проценты милливалей SO₄. Зная проценты милливалей SO₄, можно определить и содержание хлора в воде.

Кроме этих имеется и ряд других недостатков. Тем не менее эти недостатки не препятствуют использованию нумерации для отмеченных практических целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уклонский, А. С. — Материалы для геохимической характеристики вод Туркестана. Ташкент 1925.
2. Уклонский, А. С. — Принципы геохимической характеристики естественных вод. Вестник Иригации № 6, 1925.
3. Уклонский, А. С. — Графический способ изображения геохимической характеристики воды.

4. Приклонский, В. А. — Изучение физических свойств и химического состава подземных вод. Материалы по методике гидрогеологических и инженерно-геологических исследований. Вып. 3, НИТО, М.-Л., 1935.
5. Толстихин, Н. И. — К вопросу о графическом изображении анализов воды. Маг. исследования и опробования жидких полезных ископаемых. Геолразведиздат, М.-Л., 1933.
6. Толстихин, Н. И. — Нумерация природных вод. Проблемы Советской геологии, т. VII, № 8, М.-Л., 1937.

Summary

The author introduces a diagram of different water groups according to prof. A. A. Uklonsky.

The diagram shows that the detailed Palmer's classification has several omissions. The author suggests a more perfect numeration of waters, its substance clearly shown on fig. № 2.

The essence of this numeration consists of giving the character of the chemical composition of water, sufficient for preliminary general considerations, with the assistance of one number, the so called water number.

The water number is derived by means of simple reorganization, or diagrammatically from its chemical composition.

By the water number one may calculate, with precision to 4% of reacting values, the sum of r. v. percentages of strong acids, weak acids, strong bases and weak bases. The water number allows to determine its appliance to one or the other group of waters by Palmer's system. It will facilitate the solution of some genetic problems etc.

Finally, the water number is an objective numeral standard determining the position of water in relation to its chemical properties among other natural waters of the globe.

The simplicity in the numeration of waters, representing a system of ten vertical and ten horizontal rows permits prompt orientation in the position of every different water number with regard to the whole system in general.

There arises no difficulty in remembering that the change of numbers in horizontal direction, from the right row to the left, means the increase of r. v. percentages of Na and K and a corresponding decrease of the sum of r. v. percentages of Ca and Mg.

The change of numbers in vertical direction (in descending order) signifies an adequate increase of the sum of r. v. percentages of strong acids (Cl and SO₄).