

Владимир Вернадский

**История минералов земной
коры**

**Том 2. История природных вод.
Часть 1. Выпуск 3**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
В35

Вернадский В.И.
В35 История минералов земной коры: Том 2. История природных вод. Часть 1.
Выпуск 3 / Владимир Вернадский – М.: Книга по Требованию, 2019. – 167 с.

ISBN 978-5-458-45974-7

Вернадский Владимир Иванович - советский естествоиспытатель, выдающийся мыслитель, минералог и кристаллограф, основоположник геохимии, биогеохимии, радиогеологии и учения о биосфере, организатор многих научных учреждений. Академик АН СССР (1912), первый президент АН Украинской ССР (1919), член Чехословацкой (1926) и Парижской (1928) АН. Рассматривая воду как минерал, Вернадский в работе «История минералов земной коры» дал минералогию воды.

ISBN 978-5-458-45974-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2019

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2019

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ОГЛАВЛЕНИЕ

Выпуск I

	Стр.
От автора	3

Второй отдел минералов

Водородистые минералы (гидриды)	5
Общие замечания (§ 1)	5

БИНАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА

ПРИРОДНАЯ ВОДА

Значение воды в строении земли	9
1. Особое положение воды в истории земли (§ 7)	9
2. Природная вода в минералогии (§ 22)	16
3. Природная вода в ходе времени (§ 26)	17
4. Вода в космосе (§ 30)	19
5. Природная вода в земной коре (§ 38)	23
6. Диссимметрия в положении природных вод в земной коре (§ 74)	42
II. Природная вода и живое вещество	64
1. Вода и жизнь (§ 112)	64
2. Вода в организмах (§ 114)	65
3. Роль организмов гидросферы в истории воды (§ 119)	67
4. Влияние организмов суши на историю природных вод (§ 129)	72
III. Коллоиды и капиллярные воды в земной коре	82
1. Общие замечания (§ 150)	82
2. О коллоидных процессах в разных геосферах (§ 165)	91
3. Волосные природные воды и пленки поверхностного натяжения (§ 171)	93
IV. Природные водные растворы	99
1. Общие данные (§ 181)	99
2. Основные компоненты классификационного значения для природных вод (§ 207)	110
3. Несколько соображений об энергетике природных водных растворов в земной коре (§ 270)	140
4. Несколько замечаний о магмах (§ 297)	153
V. Изменение молекул воды в земной коре	161
1. Гидратация и дегидратация (§ 309)	161
2. Синтез и распадение молекулы воды в земной коре (§ 317)	165
VI. Минералы группы воды	172
1. Принципы классификации минералов группы воды (§ 333)	172
2. Химическая классификация водных природных растворов (§ 344)	178
3. Список минералов группы природной воды (§ 353)	182

Выпуск II

	Стр.
VII. Эволюция представлений о химии природных вод в связи с изучением их истории в земной коре	203
VIII. Химический состав минералов группы природной воды	265
1. Состав твердых фаз	265
2. Состав газовых фаз природной воды	270
3. Химический состав жидких фаз природных вод	279
I) Общие замечания	279
II) Класс пресных вод	292

Выпуск III

III) Класс соленых вод	403
IV) Класс рассольных вод	514

III. Класс соленых вод

Я знаю число песчинок в пустыне и границы Океана.
Дельфийский оракул, Геродот. 1. 47.

736. Как уже указано (§ 213), различие между классами вод в известных пределах условно. Есть переходы между пресными и солеными и между солеными и рассольными водами.

Эти переходные воды двоякого рода. С одной стороны, они образуются механическим смешением вод пресных с водами солеными. Это смешение происходит нередко и может быть научно изучаемо; очень часто уже сейчас возможно отличать такие вторичные смешанные воды и восстанавливать исходные члены смеси.

Но помимо такого, чисто механического создания промежуточных вод есть и явления в истории пресных вод более глубокого характера, которые ведут к тому же результату — к созданию промежуточных вод. С ходом времени „при геологическом старении“ пресная вода в некоторых семействах неизбежно переходит в соленую. Таково, напр., образование соленых озер из пресных озер, не имеющих стока или имеющих недостаточный сток, или образование соленых рек с ходом времени в бессточных областях (§ 771).

В общем, однако, оба эти явления захватывают небольшую массу воды и отнюдь не нарушают резкой границы между классами. Из многочисленных семейств пресных вод лишь немногие дают такие переходы, и среди видов, к ним относящихся, немногие играют большую роль в истории природных вод.

737. Переходы между этими классами наблюдаются для следующих вод:

1) В царстве поверхностных вод для родников и источников, для рек, для озер, для болот и их придонных вод.

2) В царстве подземных вод такие явления известны в царствах почвенных и иловых, пластовых вод, вод подземных водовместилищ.

Относительно немногочисленны они для восходящих вод, для минеральных источников в частности. Это известно для $O-Na-Cl$, $O-Na-C-Cl$, $O-Na-Cl-S$, $O-Fe-S$, $O-Ca-S$, $O-Na-S$, $O-Na-Ca-S-C$, $O-Ca-S-C$, $O-Na-C$, $O-C-Mg-Ca$, $O-C-Ca$, $O-C-Na-Ca$ и др. Из всего числа акротерм — это немного. Но среди них находятся наиболее распространенные.

Однако, невозможность — на современном научном материале — всегда с уверенностью отделить акротермы от пластовых вод позволяет только отметить эту проблему для дальнейшего изучения.

738. В доступных нашему непосредственному изучению формах природных вод — соленые воды являются господствующими по массе.

Это видно уже по тому, что к числу их принадлежит вода Всемирного Океана — гидросфера, — которая одна по весу захватывает более половины всей воды земной коры до глубины в 20—25 км (§ 40). Для правильного понимания необходимо уточнить это понятие. Оно будет обозначать, что более половины всего растворителя основного водного равновесия нашей планеты, водных природных растворов, сосредоточено в гидросфере.

Однако, если мы будем иметь в виду, что в более глубоких частях земной коры начинают все более и более господствовать рассольные растворы, насыщенные газами и растворенными компонентами — возможно и вероятно, что по весу рассолы подземных и глубинных вод дают массы, значительно превышающие массу Всемирного Океана, исчисляемого как раствор.

Как бы то ни было, соленые водные растворы господствуют в биосфере, в царстве поверхностных природных вод. Их значение увеличивается в водах подземных.

Несомненно, значительная часть пластовых вод, вод коррозионных, вод подземных водоемов, минеральных источников принадлежит к водам соленым.

Для нас ясно, что пластовые воды и коррозионные воды по мере углубления подземного водоема переходят в воды рассольные. Это менее ясно для минеральных источников; возможно, что глубокие минеральные источники не доходят до биосферы, благодаря уменьшению давления газов в связи с меньшим их растворением в богатых компонентами, более концентрированных растворах.

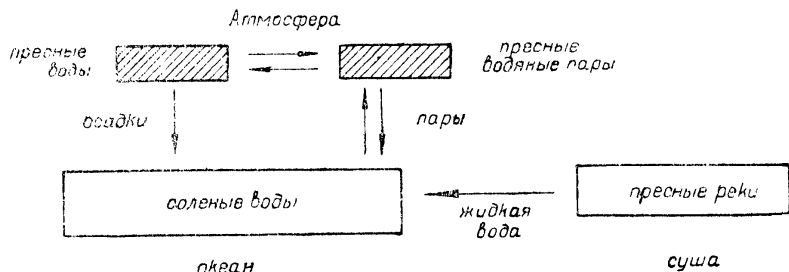
В волосных водах глубинных массивных пород и в микроскопических жидких их включениях (где существование рассольных растворов доказано Сорби — § 955) большая роль рассольных растворов является пока только гипотезой.

Но здесь мы входим в столь мало изученную область явлений, что в настоящее время правильно будет только отметить намечающееся явление и не вводить его в дальнейшее изложение — если считать нужным не выходить за границы точного эмпирического знания. Исследование этих явлений — дело будущего. Оно, мне кажется, несомненно внесет в нашу современную картину истории природных вод существенные изменения.

739. Основные черты истории соленых вод в пределах биосферы не могут при этом, однако, претерпеть сколько-нибудь существенного изменения.

Основной чертой является резкое преобладание одного раствора — $\text{Cl}—\text{Na}$, океанической (морской) воды. Как уже указывалось (§ 78 и сл.), в этом проявляется основная диссимметрия в строении поверхности нашей планеты.

Для Океана мы имеем сейчас следующее равновесие (ср. § 753).



Океан постоянно получает пресные воды — метеорные (§ 770) и речные (§ 770), он теряет воду в виде пресных паров, почти чистой H_2O .

Так как нет никакого истока воды из Океана, ибо переход его соленой воды в окружающие берега и в дно Океана не может иметь серьезного значения, — то Океан должен находиться в положении бессточного озера, и если нет какого-нибудь противоположного процесса, то с ходом геологического времени должен был бы становиться все солонее и солонее и в конце концов должен был бы превратиться в рассол. Мы этого однако не видим.

Равновесие, которым характеризуется солевой состав Океана, однако, гораздо более сложное, и повидимому химический состав Океана почти не меняется или даже не меняется с ходом геологического времени. Вернее, он колеблется (должно быть закономерно?) около некоторого среднего. Океан повидимому геологически является формой подвижного статического равновесия.

740. Это представление не является общепринятым, но мне кажется, оно наиболее отвечает эмпирическим фактам. Я вернусь к нему позже во

второй части, здесь же отмечу несколько эмпирических положений, которые его точнее определяют.

1. В течение недолгого, правда, но все же отвечающего четырем по крайней мере поколениям ученых, времени состав морской воды остается постоянным. Мы не видим ни одного указания на существование химического процесса, который бы вызывал какое-нибудь вероятное или возможное изменение этого постоянства, хотя бы для одного какого-нибудь химического элемента.

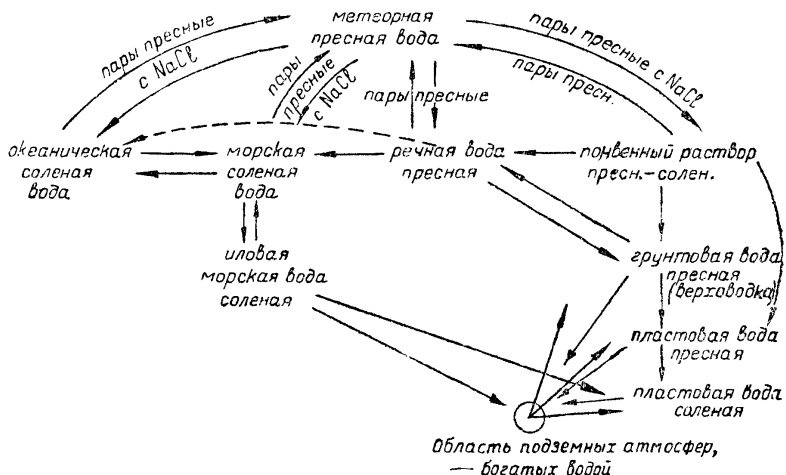
2. Изучая геохимическую историю растворенных в воде Океана химических элементов, мы всюду наблюдаем замкнутый круговой процесс: это ясно видно для Si, Ca, Fe, Mn, Cu, C, N и т. п. Циклический характер геохимической истории химических компонентов морской воды заставляет думать, что то же самое явление будет наблюдаться для всех элементов солевого состава.

3. Все попытки охватить историю химических элементов солевого остатка океанической воды в геологическом времени указывают на сохранение неизменными ее основных современных черт¹ даже, сколько можно судить, в ее количественном проявлении.

4. Загадка морского солевого состава может быть выяснена только при условии решения проблемы о создании диссимметрии строения верхних геосфер земной коры. До сих пор ни одна космогоническая теория не дает для этого никаких серьезных указаний. Повидимому, характер Океана — и его диссимметрия — оставались неизменными с археозоя.

5. Исходя из пополнения океанических участков гидросферы речной и метеорной водами почти исключительно, — а морских участков сверх того водами пластовыми и восходящими, — принимая во внимание химическое воздействие жизни, с одной стороны, и испарение и унос ветрами солевого состава океана и непрерывно идущее образование из морских илов осадочных пород, с другой — можно построить и сейчас морскую воду, как непрерывно действующее подвижное статическое равновесие, в котором принос вещества и его унос качественно и количественно уравниваются.

741. Основная схема морской воды, вод метеорных и вод суши может быть представлена в следующем виде:



¹ Я вернусь к этому вопросу ниже — в главе о геохимии воды — во второй части книги.

В виду всех этих соображений является наиболее правильным принять особый характер морской воды и ее особое положение на нашей планете, как эмпирический факт первостепенного значения.

Таким же эмпирическим обобщением является химический состав морской воды. Ясно, точно и правильно выразил его Биджелов: „И все же морская вода является несомненно наиболее однородным по составу из всех обычных для планеты веществ“ (H. Bigelow. 1929).

742. Обращаясь к обзору наших знаний о химии соленых вод, можно здесь различить все три царства вод, при чем некоторые черты химической структуры новы для соленых вод по сравнению с водами пресными.

В царстве соленых поверхностных вод можно выделить два подцарства: 1) небольшое — вод метеорных и 2) огромное — вод наземных. К первому относятся соленые туманы — в общем редкое явление. Подцарство атмосферных вод в классе соленых вод почти сходит на нет.

Вся гидросфера представляет одно семейство, но можно различить в ней несколько разных видов.

Для соленых наземных вод суши могут быть выделены семейства: 1) временные поверхностные воды, связанные с водами метеорными, 2) лужи на льду, 3) стоячие воды, 4) поверхностные коллоидальные воды, 5) соленые реки, 6) культурные ирригационные воды, 7) коллоидальные подвижные воды, 8) соленые озера, 9) подземные соленые озера, 10) азотнокислые воды, 11) соленые болота, 12) органогенные воды, 13) биохимические дренажные воды, 14) воды металлического выветривания, 15) культурные воды, 16) донные воды озер, 17) культурные бескислородные, бедные коллоидами воды, 18) культурные бескислородные воды, богатые коллоидами.

Среди всех этих вод главное значение и распространение имеют соленые озера.

В царстве соленых подземных вод можно различить подцарства: 1) почвенные и иловые растворы с подпочвенными растворами, 2) пластовые воды биосферы, 3) воды подземных водоемов, 4) пластовые воды стратисферы, 5) восходящие воды, 6) маточные подземные соляные растворы, 7) волосные воды горных пород.

В подцарстве почвенных, подпочвенных и иловых вод мы имеем семейства почвенных, подпочвенных и семейства иловых вод; последние распадаются по физикогеографическому характеру водоемов и дают два ряда семейств, кислородных и бескислородных. Сюда же относятся воды соленых топей.

В подцарстве пластовых вод биосферы различимы два семейства: кислородные верхние и бескислородные нижние пластовые воды.

В подцарстве пластовых вод стратисферы различимы сейчас три семейства — пластовые воды, пластовые воды нефтяных месторождений, метаморфизованные воды стратисферы.

В подцарстве подземных водоемов пока можно различить два семейства: 1) воды, заполняющие пустоты, и 2) воды, растворяющие соленые массы.

В подцарстве восходящих вод можно выделить семейства минеральных источников, вулканических вод, гейзерных вод и гейзерных озер, сопочных вод.

В подцарстве волосных вод горных пород и минералов удобно пока выделить три семейства: волосных вод, вод включений в минералах и горных породах и кремнеалюминиевых вод, выделяющих цеолиты.

Для глубинных вод можно сейчас делать только предположения. Однако эти воды должны возбуждать сейчас наше внимание, ибо весьма возможно, что в глубинных водах, в нижней части стратисферы и в метаморфической оболочке относительно увеличивается тяжелая вода.

Это заставляет нас обратить на них сейчас особое внимание. Метаморфические сланцы являются выделениями из своеобразных водных растворов при высоких температурах, доходящих до критической температуры воды, и при давлениях, превышающих сотни атмосфер. Можно выделить в царстве глубинных вод подцарство вод метаморфических, в которых можно отличать семейства хлоритовых, хлоритовидных и вод черных слюд. Так как мы имеем здесь дело с косвенными выводами — вод этих мы в руках не имеем, — то, очевидно, все эти заключения не сравнимы по их точности с нашими заключениями, касающимися вод биосферы или вод в нее входящих. Однако воды эти существуют, а продукты их существования можно точно научно изучать.

Наиболее глубокими являются воды, дающие черные слюды. Отличить рассолы от соляных вод мы здесь не можем. Возможно, что здесь есть только рассолы, а соленых (как и пресных вод) нет.

743. Усиление концентрации воды вносит существенные и важные изменения в режиме растворенных газов, т. е. в характере и в распространении подклассов.

Наряду с биохимическими явлениями — выступают чисто химические.

Их роль все увеличивается по мере концентрации раствора.

Как общее эмпирическое положение, можно повидимому выставить, что растворенность газов уменьшается по мере концентрации. Значение давления однако не может быть сейчас учтено с достаточной точностью. Эта область явлений требует сейчас экспериментального и теоретического исследования в пределах тех компонентов, которые господствуют в природных соляных растворах.

Из газов особенное значение имеет повидимому углекислота. Для нее во всяком случае мы имеем больше всего данных.

Для соленых вод сохраняются все те же явления, которые связаны с участием жизни в режиме углекислоты в пресных водах (§ 575), но здесь выступает на видное — иногда на первое — место влияние солевых компонентов воды в среде, постоянно приводящей углекислоту — из атмосферы, реже из подземных атмосфер более глубоких участков земной коры или создающей ее биохимическим путем.

Надо заметить, что вода, насыщенная или богатая углекислотой, сама по себе растворяет значительно сильнее окружающие ее породы, чем пресная вода, бедная углекислотой. Протекая в областях, богатых кальциевыми соединениями, в областях известняков и гипсов, пресные воды переходят в известковые соленые (т. е. содержащие больше $10^{-1}\%$ тв. остатка) воды, благодаря простому растворению ими окружающих пород. Богатая углекислотой вода сильнее действует не только на известковые, но и на алюмокремневые породы. Таким образом уже при воздействии углекислоты пресная вода может переходить в класс соленых вод. Вода становится активной и соленой не только потому, что быстро достигается насыщение для карбонатов щелочных земель, но и потому, что поглощенная углекислота дает ион CO_3^{2-} (и HCO_3^-) и с натрием легко получают содовые компоненты. Вода приобретает свойства кислоты, разлагающей силикаты и алюмосиликаты.

Выпадение карбоната кальция и образование соды должно вызывать непрерывно поглощение CO_2 , но количество ее в растворе как газа едва ли увеличивается.

744. Остается неясным и требует нового исследования вопрос о нахождении свободного кислорода в растворе в минеральных источниках.

Может быть для соленых термальных источников этот вопрос становится конкретнее, чем для пресных, ибо здесь мы имеем несколько указаний на нахождение вод кислородно-азотных. Я отмечу воды Рильхингена по анализу, правда старому, авторитетного химика

Ф. Зонненшейна. Этот анализ требует проверки и, если подтвердится, может поставить любопытные задачи. Кислород в глубинах может быть связан с распадением молекул воды, например, в связи с магматическими очагами аналогично обогащению кислородом газа подводных вулканических извержений, констатированному Ф. Фукэ во время одного из извержений Санторина.

Надо ждать, что должен проявляться другой гораздо больший по мощности процесс — радиохимический, например, для глубоких, содержащих радий и мезоторий, подземных вод (§§ 870, 935).

Но прежде всего надо убедиться, действительно ли есть свободный кислород, идущий снизу, или его нахождение является результатом ошибки опыта.

Исследования последних лет заставляют пересмотреть вопрос. С одной стороны границы биосферы выясняются точнее — в нее должны войти и стратисфера и нижняя стратосфера (Вернадский, 1934). Жизнь в ее анаэробных формах проникает неожиданно глубоко в нефть и в подземные воды. Открытие А. Малиянец и В. Малышек (1934) в глубоких нефтяных водах около Баку аэробных пурпурных бактерий должно учитываться.

745. Для соленых вод значение ионов все уменьшается, и яснее выступает гидратное представление об их химическом составе. Но выразить в этой форме их состав мы с бесспорностью не умеем, почему является наиболее удобным и здесь придерживаться выражения их состава в форме химических элементов. Однако в очень многих случаях можно идти дальше и выделять если не весь гидратный комплекс, то тот солевой комплекс, который является по нашим современным представлениям не разложенным в воде и входящим в состав сложного гидрата.

Я буду указывать те случаи, когда этот комплекс может быть выделен, но никакого изменения это представление не вносит в принятую здесь классификацию. Мы имеем здесь полный переход от вод, где эти комплексы мало заметны или даже незаметны (близкие к концентрации $1 \times 10^{-1} \%$), до тех, где они преобладают (близкие к 50%). В этих последних водах количество кислорода (и водорода), связанного с компонентами воды, сильно увеличивается, но та часть, которая связана с гидратом (молекулами H_2O), исчезает из нашего рассмотрения, согласно общим принципам классификации.

В связи с малой растворимостью кальциевых солей, по сравнению с солями магния и натрия — последние два элемента выступают по количеству на первое место. Производные кислот H_2CO_3 , H_2SO_4 и HCl являются резко преобладающими в солевом остатке.

Коллоидальные воды выступают здесь на видное место и особенно ярко они выражены в почвенных и в иловых водах. Они все богаты органическими веществами и создаются большей частью биохимическими процессами. Их образование в связи с процессами наземного выветривания вероятно играет большую роль в биосфере и требует настоящего изучения. Нельзя сейчас выявить, преобладают ли в этих всюду находящихся на земной поверхности, быстро преходящих водах — соленые или пресные воды.

746. Обращаясь к обзору поверхностных соленых вод, надо отметить, что метеорные соленые воды играют чрезвычайно малую роль и к тому же они не изучены химически.

Сюда относятся соленые туманы, которые повидимому довольно распространены в приморских областях. Они часто наблюдаются в пустынных областях Северной Африки. Это пары и капли воды, заключающие $NaCl$. Очевидно, они относятся к подклассу $N_2 - O_2 - CO_2$.

747. Главная масса соленых вод составляет гидросферу.

Это подцарство принадлежит к подклассу $\text{CO}_2\text{—N}_2\text{—O}_2$, в верхних частях, и к подклассу $\text{N}_2\text{—O}_2$ — в более глубоких (§ 758 и сл.).

Океаническая вода — самая важная и распространенная природная вода. Больше половины всей воды земной коры относится сюда.

С химической точки зрения надо различать как среднюю величину состава гидросферы, так — более реально — состав собственно океанов (более глубоких частей гидросферы — примерно областей глубиной больше 2—4 км) и морей, более мелких ее областей. Моря, прилегающие и внедряющиеся в сушу, в действительности по своему геологическому строению принадлежат к суше. Под ними надо ждать развития тех же геосфер — стратисферы и т. д.; — которые отсутствуют под океанами и которые характеризуют геологическое строение континентов (§ 86).

Конечно, огромная толща морской воды должна давать местные колебания состава, но эти колебания состава не выходят за пределы минерального вида, которому отвечает океаническая или морская вода.

Обычно в вертикальном разрезе наблюдается смена слоев разной солености и разной температуры. Яркий пример представляет море Антарктики: здесь с поверхности до глубины 200 м — (иногда 400 м) наблюдается менее соленая и холодная вода (ниже — 1°C); на глубине 200 м наблюдается резкое повышение температуры (до $+1,9^\circ$) и соленость 3,46—3,48‰. Около 1500 метров новый скачок и быстрое охлаждение, доходящее до $-0,6^\circ\text{C}$ — и наблюдаемое на протяжении 400 метров.

Различие между составом океанической и морской воды прежде всего выражается в резко иной концентрации: частью они разбавляются главным образом речной водой, частью, наоборот, перевешивает для них испарение. Амплитуда колебаний в морях очень велика для сухого остатка — от $7,2 \times 10^{-1}\%$, например, для Балтийского моря (иногда еще меньше — меньше $10^{-3}\%$ — пресная, например, около Кронштадта на поверхности¹), до рассолов — например, для некоторых участков Красного моря — 6,88%. В то время как для океанической воды колебания солености наблюдаются в пределах 3,4—3,7‰, т. е. отношение равно 1,08 — в морях, даже если мы возьмем приведенные примеры, равно 9,44 — в действительности оно меняется больше, чем в 10 раз.

В общем, однако, состав солевого остатка остается почти неизменным. Это видно, например, из следующего сопоставления состава солевых остатков, приводимого Ф. Кларком (1924) и отвечающего 23 солевым остаткам, взятым на протяжении всех морей. Это частью хорошие единичные анализы, частью средние из многих (так число экспедиции Чаленджера — анализ В. Диттмара — 77 ан., число Макина для Атлантического океана есть среднее из 22 образцов и т. д.).

Колебания солевого остатка (проценты по весу сухого) выражаются в таком случае для океанов и морей:

Cl^2	56,0 — 54,6
Na^3	31,2 — 30,2
O^4	8,0 — 7,5

¹ На глубинах — до $5,0 \times 10^{-1}\%$.

² Это анализ для Красного моря (мах. К. Наттерера. 1899) и Атлантики около Аргентины (min. Ан. Е. Дюклоу. 1902). Если взять следующие величины, получим 55,6 (Красное море. Ан. К. Шмидта. 1878) и 55,0 (Атлант. океан около Дьеппа по ан. Т. Шлезинга. 1903 и Балт. море по ан. К. Шмидта. 1878).

³ Мах. — Суэцкий канал (ан. К. Шмидта. 1878). Min. — Атлант. ок. у Аргентины (ан. Е. Дюклоу. 1902) и Малакский зал. (ан. К. Шмидта). Следующие числа 30,9 — Ледовитый ок. (Шмидт. 1878), Индийский ок. (его же), 30,3 — Атлант. ок. (ан. Макина, С. Макин. 1898), Красное море (ан. Наттерера. 1900).

⁴ Мах. Балтийское море (ан. К. Шмидта. 1878), Северное (Сибирское) Ледов. море (ан. Форсберга. 1883), Атлант. ок. (Бразилия. Ан. Е. Дюклоу. 1902). Min. Мексиканский зал. (ан. Г. Стейгера. 1910), Черное м. (ан. Колотова. 1893). Ближайшие цифры: 7,9 — Атлант. ок. (ан. Макина. 1898), Белое м. (ан. К. Шмидта. 1878), Средиземное море (ан.

Mg ²⁺	4,0 — 3,4
Ca ²⁺	1,7 — 9 × 10 ⁻¹
K ⁺	2,1 — 6,4 × 10 ⁻¹
CO ₃ ⁴⁻	2 × 10 ⁻¹ — 1,0 × 10 ⁻²
Br ⁻	1,9 × 10 ⁻¹ — 1,3 × 10 ⁻¹
Rb ⁺	3,0 × 10 ⁻² — 4,0 × 10 ⁻² .

Рассматривая эти числа, мы видим чрезвычайное однообразие состава; колебания не превышают одной декады (кроме К и CO₃). Учитывая огромность явления и различие местных условий, можно считать, что состав морской воды колеблется в узких пределах около определенного подвижного статического равновесия и что причина, вызывающая этот состав, так велика, что она едва изменяется местными — геологически очень мощными и различными — явлениями. Сравним, например, резкие химические различия Океана, Балтийского моря с концентрацией почти в пять раз меньшей, Черного, исключительного по своему газовому режиму, и Красного, концентрация которого почти в 1½ раза больше концентрации воды Океана. Мы увидим необычайную близость химического состава всех этих вод.

Это несмотря на то, что многие из морей геологически недавно были водами других классов, подгрупп, семейств. Так, Балтийское море было сплошь занято льдом во время последнего оледенения, было позже пресноводным озером, Черное раньше, но недавно было тоже озером (§ 765) и т. п.

Еще одну важную особенность океанической воды следует подчеркнуть: из изучения кипения и замерзания морской воды можно вычислить степень ее ионизации; из подсчета, сделанного Д. Мерреем и Д. Гиортом (1912), следует, что около 90% солевого остатка разбито на ионы и только 10% незатронуто диссоциацией.

748. Постоянство состава морской воды при теснейшей связи Океана с бесчисленным числом разнообразнейших явлений в биосфере, при пре-

Т. Шлезинга. 1906), Малакский прол. (ан. К. Шмидта. 1878). Ближ. шах.: 7,6 — Атлант. ок. (ан. А. Вилера. 1910), Сев. Атлант. ок. (ан. К. Шмидта. 1882), Mare Morte в Адриатике (ан. В. Лебиш и Л. Сипеч (Sipösz). 1876).

¹ Мах. Малакский пр. (ан. К. Шмидта. 1877). Мин. Атлант. океан ок. Аргентины (ан. Дюклу. 1902). Ближайшие шах.: 3,9: Атлант. ок. (ан. Л. Макина. 1898), Красное море (ан. К. Шмидта. 1878). Мин. 3,5: Балтийское море (ан. К. Шмидта. 1878).

² Мах.: Балт. море (ан. К. Шмидта. 1878). Мин.: Красное море (ан. К. Шмидта. 1878). Ближайшие: Мах. 1,4: Атлантический ок. (ан. Дюклу. 1902), Черное море (ан. С. Колотова. 1893). Мин. 1,0: Суэцкий канал (ан. К. Шмидта. 1878).

³ Мах.: Атлантический ок. у Аргентины (ан. Дюклу. 1902). Мин.: Суэцкий кан. (ан. К. Шмидта. 1878). Ближайшие: Мах. 1,2: Черное море (ан. С. Колотова. 1893), Севери. (Сибирск.) Ледов. ок. (ан. Ф. Орберга. 1883), Ирландское море (анал. Т. Торпа (T. Thorpe) и Э. Мартона. 1871). Мин. 8,5 × 10⁻¹⁰‰: Индийский океан (ан. К. Шмидта. 1877).

⁴ Мах.: Mare Morte в Адриатике (ан. В. Лебиш и И. Сипеч. 1876). Мин.: Суэцкий кан. (ан. К. Шмидта. 1878). Ближайшие: Мах. 4,6 × 10⁻¹⁰‰: Черное море (ан. С. Колотова. 1893). Мин.: 2,0 × 10⁻²: Красное море (ан. К. Шмидта. 1878).

⁵ Мах.: среднее эксп. Чалленджера (ан. В. Дитмара. 1884); Mare Morte в Адриатике дает 2,6 × 10⁻¹ (ан. В. Лебиш и И. Сипеч. 1876). Это явное изменение 19 × 10⁻¹⁰‰ дают еще — Атлантический океан (ан. Т. Шлезинга. 1906), Ирландское море (Т. Торп и Э. Мортон. 1871), Средиземное море (ан. Т. Шлезинга. 1906), Мин., Балтийское море (ан. К. Шмидта. 1878), Красное море (его же), Малакский пролив (его же), Китайское море (его же), Индийский ок. (его же). Ближайшие: Мах. 1,8 × 10⁻¹: Атлантический океан (ан. К. Макина. 1898), Средиземное море (ан. Т. Шлезинга. 1906), Черное море (ан. С. Колотова. 1893), Красное море (ан. К. Шмидта).

⁶ Мах.: Балтийское море, Белое море, Баренцово море, Красное море, Китайское море. Мин.: Суэцкий канал, Малакский прол., Индийский океан (анализы К. Шмидта. 1878). Вопрос о рублиди требует сейчас пересмотра. Я вернусь к нему во второй части книги, в главе о геохимии природных вод. Повидимому, порядок чисел значительно меньше, чем находил К. Шмидт, — но нет до сих пор ни одного анализа изученных Шмидтом вод, сделанного современными методами.