

Литература

1. Бойков А.М., Ахмедова Г.М. Методология картирования теплового поля у поверхности на территории Дагестана //Геотермальная теплоэнергетика: Сборник статей Отдела энергетики и геотермомеханики ИПГ ДНЦ РАН. – Махачкала, 2002. С. 46-64.
2. Атлас Республики Дагестан. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1999. С.33.

УРАВНЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Шахрай М.М., Мамаев М.А.,¹ Коркмасов Ф.М.²

¹Дагестанский государственный технический университет, Институт проблем геотермии ДНЦ РАН²

Традиционная каспиология не допускает возможности существования широкой проточности Каспийского моря. Если наличие субаквальных источников, поставляющих в море грунтовые и артезианские воды, еще допускается и им, как правило, отводится менее 5% общего прихода воды, то существование на дне неких стоков, по которым вода может свободно вытекать из моря, отвергается категорически. Считается, что сухих горизонтов под морем (с глубинами залегания от 1 км и больше, а на мелководьях – еще ближе к поверхности) быть не может, а потому и воде стекать некуда.

Единственным естественным поверхностным стоком у Каспия является залив Кара-Богаз-Гол, соединяющийся с морем узким проливом с односторонним движением воды в нем, поскольку уровень воды в заливе значительно ниже уровня моря. Сток воды в Кара-Богаз-Гол составлял в разные периоды от более, чем 20 км³/год до 0÷1,5 км³/год, что не превышает 1% годового поступления воды в море. Это означает, что море функционирует, в основном, в режиме эвапоратора, так как львиная доля водной массы убирается из моря путем испарения. Но эвапорационный режим водоема ведет неминуемо к его осолонению, так как соли, не испаряясь вместе с водой, накапливаются в водоеме.

Рассмотрим опресняющую роль залива Кара-Богаз-Гол. Его площадь в 1953 г. составляла 18 тыс. км² (еще раньше она превышала 20 тыс. км²), в 1989 г. – 10,5 тыс. км². Отметка залива на 1953 г. –31 м абс. при отметке Каспия –28 м.

Под заливом еще в 1897 г. экспедицией Н.И.Андрусова был открыт пласт чистой глауберовой соли мощностью 13÷14 м, причем «дно центральной части залива покрыто мирабилитом, ближе к берегу появляются отложения гипса, в прибрежной зоне – механические осадки ила и песка и, наконец, на берегу выброшенные волнами горы сульфата – глауберовой соли, т.е. сухого обезвоженного мирабилита» [1, с.228].

Карабогазгольскую воду, по определению А.А.Лебединцева [2], [1, с.230], можно рассматривать как сгущенную в 20 раз по объему каспийскую воду. Один кубометр этого рассола (рапы) содержит в себе около 250 кг различных солей, в том числе: хлористого натрия – 123 кг (49,2%), хлористого магния – 72 кг (28,2%), сульфата натрия (мирабилита) – до 55 кг (около 22%).

Кара-Богаз-Гол занимает впадину в верхнетретичной синклинали. Возможно, образование этой впадины началось совсем недавно. На это указывает тот факт, что, по мнению П.А.Православлева, изучавшего по данным бурения дно залива, осолонение, а следовательно, и обособление залива от Каспийского моря началось с момента появления в водах моллюска *Cardium edule*, т.е. в голоцене. В начале этого обособления Кара-Богаз-Гол представлял собой обширный залив, захватывавший значительную часть Красноводского полуострова, и простирался далеко на север, почти до Казахского залива.

В начале четвертичного периода Кара-Богаз-Гол был открытым заливом, широко и свободно сообщавшимся с морем, и лишь впоследствии образовались косы (пересыпи), отделившие залив от моря и оставившие лишь узкий пролив.

За время исследования Кара-Богаз-Гола установлено, что среднегодовой сток воды из

Каспия в залив составлял до перекрытия пролива $20,25 \text{ км}^3$. Соленость воды в море у входа в пролив достигает почти максимальной для Каспия величины 13,06 промилей (максимум 13,2 пром. имеет место в море несколько южнее – у туркменского побережья) [3, с.183, рис.39].

Если предположить, что за время функционирования залива эти значения дебита и солености в среднем не изменились (хотя очевидно, что на отдельных этапах картина могла радикально меняться: при трансгрессиях, превышающих высоту кос, образовывалась широкая связь с морем и залив переставал быть эвапоратором, а при регрессиях ниже уровня дна пролива залив изолировался и также прекращал свои функции опреснителя моря), то легко подсчитать время, за которое накопилась отложенная на дне залива солевая масса.

За год в залив стекает $13,05 \cdot 10^6 \text{ т/км}^3 \cdot 20,25 \text{ км}^3 = 2,643 \cdot 10^8 \text{ т}$ солей, что в пересчете на объем при плотности мирабилита 1,48, а гипса 2,3 плотности воды составит в среднем $1,4 \cdot 10^8 \text{ м}^3$ или $0,14 \text{ км}^3/\text{год}$.

Пласт солей под заливом примем равным 20 м (с очевидным избытком) и равномерно распределенным под всем заливом. В таком случае его объем составит $0,02 \text{ км} \cdot 18 \cdot 10^3 \text{ км}^2 = 360 \text{ км}^3$. Таким образом, этот пласт был накоплен в заливе за время, не превышающее $360 \text{ км}^3 : 0,14 \text{ км}^3/\text{год} = 2600 \text{ лет}$, – это время чистого накопления солей. Если учесть, что этапы накопления солей прерывались этапами прекращения опреснительного функционирования залива, то реальное время действия Кара-Богаз-Гола в эвапорационном режиме следует расширить до $5 \div 10$ тыс. лет, т.е. не более чем на голоцен. Разумеется, в истории Каспия, насчитывающей $7 \div 10$ млн. лет, этот эффект мизерный.

По данным С.В.Бруевича и Е.Г.Виноградова (1949 [4]; см. также [3], с.195) можно сделать вывод, что вынос солей в Кара-Богаз-Гол компенсируется речным стоком за 8,6 лет. Это значит, что за 8,6-миллионолетнюю историю Каспия Кара-Богаз-Гол в нынешнем его качестве и при тех же характеристиках должен был бы функционировать не менее 1 млн. лет, не говоря уже о том несоответствии реально обнаруженного количества эвапоритов (и не только в заливе, но и во всем Каспии, где их практически вообще не существует) и теоретически ожидаемого.

Следует кратко остановиться на других поверхностных факторах солеобмена Каспия с окружающей средой, которым может быть приписана опресняющая роль. Это – 1) солеобмен с атмосферой и 2) вынос (смыв) солей при нагонах (сгонах) в осушную зону вдоль побережья. Эти статьи солевого баланса моря изучены мало [4, с.94]. По ориентировочным данным Л.К.Блинова [5, 6] ветровой (аэрозольный) перенос солей, поступающий в атмосферу с морской поверхности (опреснение) и суши (осолонение), примерно одинаков. Что касается выноса и смыва солей при нагонах и сгонах, то они, очевидно, также компенсируют друг друга – иначе вдоль побережья моря мы наблюдали бы горы соли, как это имеет место в Кара-Богаз-Голе.

Таким образом, мы пришли к выводу, что единственный из известных существенный опресняющий фактор для Каспийского моря – сток в Кара-Богаз-Гол далеко не справляется с задачей опреснения моря в историческом аспекте развития этого водоема, а других стоков, т.е. опреснителей, существующая наука о Каспии не признает. Этот вывод, точнее, выявленное противоречие между реально наблюдающейся слабой соленостью моря и неизбежным следствием концепции непроточности Каспия о гипергалинизации его вод однозначно дискредитирует последнюю, а вместе с ней и все теоретические модели, базирующиеся на этом представлении (см. также [10]).

Перейдем к рассмотрению водно-солевого баланса Каспийского моря в свете исторического его развития и с учетом теории водно-солевого баланса, разработанной нами, краткое изложение которой и расчеты с ее использованием применительно к Каспию приводятся ниже.

Теория водно-солевого баланса произвольного водоема оперирует тремя основными уравнениями, одно из которых – уравнение водного баланса, второе – уравнение солево-

го баланса (изменение солевого запаса в зависимости от поступления и расходования солей с водами источников и стоков и другими путями), третье – уравнение солевой эволюции водоема, отражающее тенденцию солености вод водоема (концентрации солей) к постоянству или изменению в ту или другую сторону, в зависимости от соотношения солености поступающих вод, солености вод водоема и динамики водного режима.

Главной особенностью этих уравнений, которые представляют собой обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка, является то, что в рамках постановки и решения прямой задачи они играют прогностическую роль, т.е. определяют поведение объема воды, массы солей и их концентрации в непосредственном будущем, в зависимости от известных значений параметров, входящих в уравнения, полученных в непосредственном прошлом.

В случае же, если не все параметры водно-солевого баланса известны, приходится решать обратную задачу, т.е. по ретроспективно полученным значениям баланса вод и солей, а также по изменениям солености в прошлом, определять недостающие параметры или, по крайней мере, соотношения между ними. В этом случае, естественно, характер решения этих уравнений меняется на обратный, ретрогностический, т.е. вместо того, чтобы предсказывать, как изменится количество воды или ее уровень в результате изменения стока вод в море и погодно-климатических условий в его бассейне, эти уравнения описывают, каковы были те или иные параметры (в основном, это испарение, атмосферные осадки и субаквальный сток) в описываемый этими уравнениями момент или промежуток времени.

В отношении Каспийского моря установилась практика рассмотрения вопросов водного и солевого баланса отдельно, вне их взаимосвязи друг с другом. Вопросы солевой эволюции моря почти не рассматриваются. Солевой баланс, соленость и гидрохимия Каспия рассматриваются исключительно как результаты практических исследований и теоретическому обсуждению, как правило, не подвергаются.

Все имеющие ныне хождение теоретические модели Каспия строятся исключительно на уравнениях водного баланса, гидродинамики и родственных им наук. В теориях прикладного характера весьма развиты эмпирический подход и подгонка фактического материала под то или иное, выбранное, как правило, наугад, уравнение с произвольным выбором коэффициентов. Уравнения и модели различных процессов носят, в основном, ретрогностический характер и призваны описывать и объяснять те явления, которые уже имели место. Попытки прогноза основываются на рассуждениях абстрактного характера о влиянии на режим Каспия факторов глобального, космического и даже космологического масштаба без какой-либо конкретизации механизма воздействия этих факторов на исследуемый объект. Как правило, такие прогнозы не сбываются.

Процедура ретрогностического решения уравнения вынужденная, так как многие параметры водного баланса, в основном – испарение, а также стоки грунтовых вод в море, конденсация влаги и т.д., либо совсем неизвестны (скрытые параметры), либо, как в случае испарения, их получение сопряжено с огромными трудностями, носящими часто принципиальный характер. Величина испарения получается из уравнения водного баланса как остаточный член и заносится затем в справочники, где фигурирует уже как известный параметр, хотя и с соответствующими оговорками.

Традиционно используемое уравнение водного баланса Каспийского моря, без лишней детализации и пренебрегая малыми членами, может быть записано в виде:

$$\dot{V} = \sum_i D_i - ES - R_{КБГ} \quad (1)$$

или, как его обычно пишут в представлении для уровня моря,

$$\dot{Z} = \sum_i D_i / S - E - R_{КБГ} / S ,$$

где $\dot{V} = \frac{dV}{dt}$, $\dot{Z} = \frac{dZ}{dt}$ – соответственно изменения во времени объема воды (водный баланс) и уровня моря;

D_i – дебит i -го источника воды (реки, родника и т.д.);
 E – скорость испарения – слой испаряющейся воды в единицу времени;
 $R_{КБГ}$ – сток каспийской воды в Кара-Богаз-Гол;
 S – площадь моря.

Учитывая, что в рамках истории Каспия ($\sim 10^7$ лет) $R_{КБГ} \rightarrow 0$, а также усредняя за весь этот промежуток фигурирующие в (1) величины, получаем, что $\dot{\bar{V}} = 0$ ($\bar{V} = const, \bar{Z} = const$) и, следовательно,

$$\sum \bar{D}_i = \bar{E} \cdot \bar{S},$$

т.е. сколько воды притекло в море, столько ее и испарилось в атмосферу.

Однако, если учесть, что i -й источник несет количество солей $c_i Q_i$, где c_i – концентрация солей, а испарение практически не выносит соли из моря, то получаем выражение для солезапаса моря:

$$\dot{M} = \sum c_i D_i,$$

откуда

$$M = \bar{c}_i \bar{D}_i t + M_0,$$

где M_0 – начальный солезапас, t – временной промежуток интегрирования. Чертой сверху выделяются усредненные за время t величины.

Таким образом, *солевая масса непроточного водоема является монотонной возрастающей функцией времени, неизбежным следствием чего является его гипергалинизация.*

Условие преодоления парадоксальной ситуации состоит во введении в уравнение баланса дополнительных факторов (скрытых параметров), обеспечивающих либо периодическое (или постоянное) опреснение моря, либо, что, по мнению авторов, ближе к истине, обеспечивающих широкую проточность водоема. Такое расширение теории водного баланса вкупе с учетом солевого баланса и реконструируемого исторического хода солевой эволюции позволяет написать следующее уравнение водно-солевого баланса:

$$\dot{V} = \sum_i \frac{c_i}{c} D_i - \sum_k R_k - \frac{\dot{c}}{c} V, \quad (2)$$

где $c(t)$ – соленость воды в море; $\dot{c}(t) = \frac{dc}{dt}$ – скорость изменения солености, она определяет

ход во времени (темп и направление) солевой эволюции водоема, R_k – дебит (расход) k -го стока воды из моря (сюда же входит и сток в Кара-Богаз-Гол), в том числе и скрытых под водой донных стоков; D_i – дебит i -го источника, включая и скрытые под водой донные источники. Индексами i мы нумеруем источники (приходная часть), k – стоки (расходная часть).

Если ввести в рассмотрение среднюю глубину моря $H(t)$ как отношение объема воды к площади акватории, то получим уравнение для уровня моря:

$$\dot{H} = \frac{d}{dt} \left(\frac{V}{S} \right) = \frac{\dot{V}}{S} - V \frac{\dot{S}}{S^2},$$

откуда, используя (2),

$$\dot{H} = \sum_i \frac{c_i}{c} \cdot \frac{D_i}{S} - \sum_k \frac{R_k}{S} - \frac{\dot{c}}{c} \cdot \frac{V}{S} - V \frac{\dot{S}}{S^2}. \quad (3)$$

Последний член в (3) – географический, определяющий зависимость уровня воды в море от рельефа береговой зоны.

В уравнения водно-солевого баланса (2)–(3) не входит в явном виде эвапорационный

член E (или ES) – он заключен в члене с \dot{c} . В этом одно из главных преимуществ метода водно-солевого баланса при учете солевой эволюции.

Ход солевой эволюции моря в процессе исторического развития бассейна восстанавливается по геологическим и палеонтологическим материалам. При этом, как правило, все авторы сходятся на том, что история Каспия на протяжении последних 7-10 млн. лет – это история солоноватоводного бассейна, каковым он является и сейчас. Возражение П.В.Федорова [8] о том, что в период регрессии Балаханского бассейна (6–7 млн. лет назад) море должно было быть гипергалинным, как этого требуют условия выпаривания замкнутого водоема, носят чисто логический характер и не подтверждены до сих пор фактическим материалом. Следовательно, мы можем принять гипотезу о халистатичности ($\dot{c} = 0$, $\bar{c} = 12 \div 13\%$) Каспийского моря на протяжении всей его истории (в этом главное отличие Каспия от его исторического аналога и геотектонической предтечи Средиземного моря, испытывавшего такие же осцилляции до его соединения с Атлантическим океаном).

В условиях халистатического режима уравнение водно-солевого баланса запишется в виде:

$$\dot{V}_{c=const} = \sum_i \frac{c_i}{c} D_i - \sum_k R_k \quad (4)$$

или для уровня

$$\dot{H}_{c=const} = \frac{1}{S} \left(\sum_i \frac{c_i}{c} D_i - \sum_k R_k - H\dot{S} \right). \quad (5)$$

Применим эти уравнения к конкретным ситуациям на Каспийском море. Суммы прихода и расхода воды разобьем каждую на две части: известную часть – сток рек D_r с их соленостью c_r и сток в Кара-Богаз-Гол $R_{КБГ}$ и неизвестную, содержащую субаквальные источники D_b с интегральной соленостью их вод c_b и стоки R_b (индекс b – от слова *benthos* – греч. *глубина*). Таким образом, мы приходим к уравнению с тремя неизвестными (считая, что величина водного баланса \dot{V} относится к известным величинам):

$$R_b = \frac{c_b}{c} D_b + \frac{c_r}{c} D_r - R_{КБГ} - \dot{V}, \quad (6)$$

где R_b , c_b , D_b – искомые, $V = SH + H\dot{S}$; члены $c_r D_r / c$, $R_{КБГ}$ и \dot{V} считаем известными.

Уравнение (6) представляет собой семейство прямых линий $R_b = R_b(c_b, D_b)$ с переменным угловым коэффициентом $\frac{c_b}{c}$, исходящих из одной точки

$$R_{b0} = \frac{c_r}{c} D_r - R_{КБГ} - \dot{V}. \quad (7)$$

Математически угловой коэффициент $\frac{c_b}{c}$ определен в пределах:

$$0 \leq \frac{c_b}{c} \leq \frac{c_{max}}{c},$$

где c_{max} – концентрация насыщения раствора, поступающего из донных источников. При концентрации солей в каспийской воде $c = 12,85 \cdot 10^{-3}$ верхний предел углового коэффициента будет равен от 1 до 30÷50 для солей с различной растворимостью. Теоретический предел его для Каспия равен 77,8, что соответствует привносу в бассейн сухих солей ($c_{max}=100\%$). Если источники поставляют химически чистую воду (дистиллят), угловой коэффициент равен 0; при солености источников, равной солености моря, $\frac{c_b}{c}=1$; при поставке воды с океанской соленостью $c_b = 35\%$, $\frac{c_b}{c}=2,72$ и т.д. (см. рис.1).

Замечательно, что в случае проточности водоема (уравнения (4)–(5)), в отличие от непроточного (уравнение (1)), величины баланса объема и уровня не зависят от конкретных значений дебитов прихода и расхода, а определяются их соотношением, точнее, их разностью с учетом солевых характеристик. Это значит, что при некоторой определенной солености вод источников любая точка на соответствующей прямой графика будет удовлетворять уравнению баланса (4) или (5). То есть море может иметь сколь угодно большую проточность, оставаясь в одних и тех же видимых пределах (пример – река, где имеет место стопроцентная проточность, а уровень и объем воды постоянны; более того, например, у Волги с ее гигантским дебитом проточности и у малого ручья, впадающего в нее, уровень один) и обладая одной и той же соленостью.

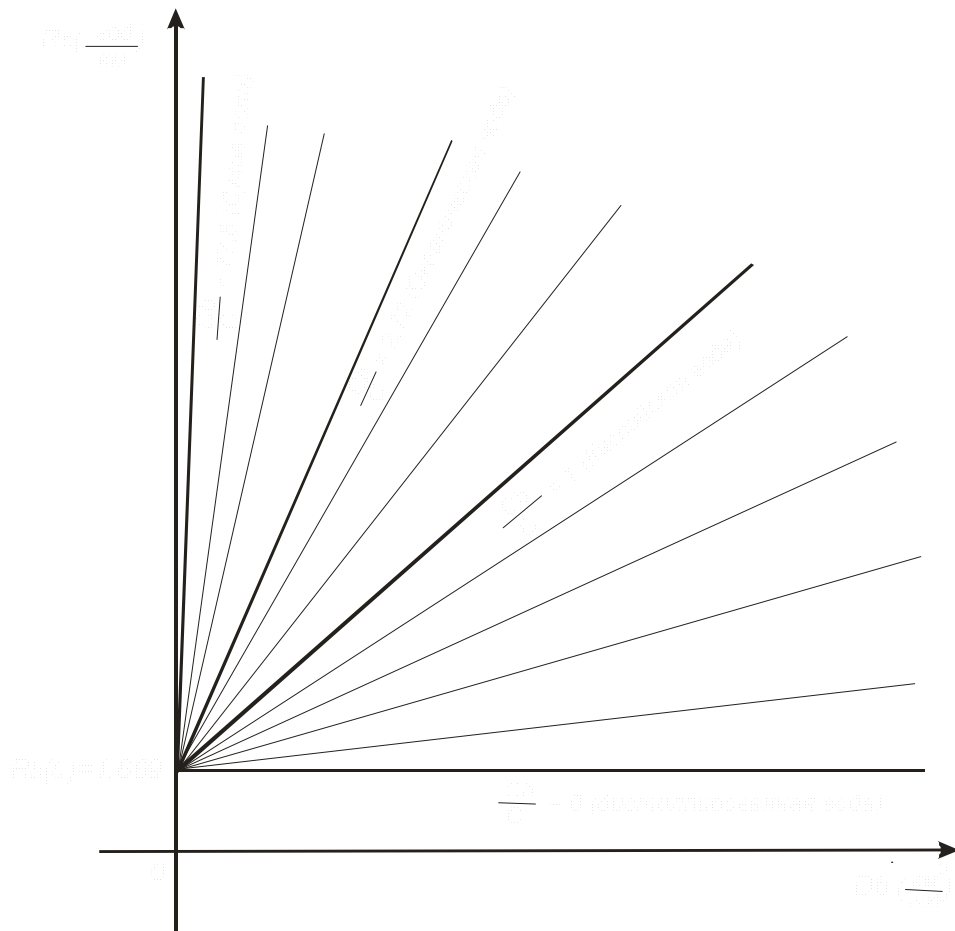


Рис.1. Зависимость расхода воды через дно моря R_b от дебита подводных источников D_b при различной концентрации солености воды c_b по состоянию моря на 1977-78г.г.

По состоянию на 1977–1978 гг., когда уровень моря достиг минимума и, следовательно, $\dot{V} = \dot{H} = 0$, мы получаем из (6):

$$R_b = \frac{c_b}{12,85} D_b + \frac{0,2}{12,85} \cdot 300 - 3 = \frac{c_b}{12,85} D_b + 1,669,$$

где численные значения взяты из [5] и [3].

При отсутствии подводных источников ($D_b=0$) или при поставке из них дистиллированной воды ($c_b=0$; $D_b \geq 0$) достигается минимальное значение расхода воды через субаквальные стоки

$$R_{b0} = 1,669 \text{ км}^3/\text{год}.$$

Это эквивалентно потоку такой реки, как Самур, вытекающему из моря через дон-

ные отверстия в подземные горизонты. При наличии же на дне моря бентальных источников (любой солености) дебиты подводных стоков должны быть увеличены настолько, чтобы превышать дебит источников на указанную величину R_{bo} . Определение их дебитов, так же, как и солености источников, теоретически невозможно. Это – задача практических поисков, открытий и измерений.

Выводы

1. В работе дан анализ солевой эволюции Каспийского моря за время его существования как изолированного водоема ~10 млн. лет. Показано, что классическая теория водного баланса Каспия неадекватна и неизбежно приводит к парадоксальному выводу о засолении вод Каспийского моря, чего не наблюдается в действительности. Показано также, что залив Кара-Богаз-Гол, на который обычно ссылаются как на естественный опреснитель вод Каспия, не был таковым в течение всей истории моря в виду того, что его существование в современном качестве эвапоратора слишком кратковременно (порядка 2600 лет), чтобы существенно влиять на соленость моря.
2. Построена и приводится в кратком изложении теория водно-солевого баланса водоема, учитывающая уравнения движения не только водных масс через водоем, но и растворенных солей, сопутствующих этим водам. Эта теория рассматривает во взаимной зависимости уравнения водного баланса, солевого баланса и солевой эволюции водоема, что позволяет, во-первых, делать прогностические заключения на будущее, если даны все параметры уравнений, во-вторых, делать ретрогностические выводы, исторические реконструкции водоема, либо, в-третьих, указывать на существование неких скрытых факторов и параметров (например, донной проточности), не учитываемых классическими теориями.
3. По конкретным известным параметрам Каспийского моря устанавливается необходимость для поддержания наблюдаемого состояния Каспия сейчас и на протяжении всей его истории скрытых донных источников с общим дебитом D_b и донных стоков с дебитом R_b . По состоянию моря на 1977-1978 гг. (низшее стояние уровня) производится расчет и делается вывод, что в это время донный отток превалировал над донным притоком и превышал его на $1,669 \text{ км}^3/\text{год}$. Об абсолютных значениях D_b и R_b судить невозможно – для этого необходимы практические исследования.
4. Уравнения водно-солевого баланса, очевидно, носят общетеоретический характер и приложимы ко всем водоемам, в том числе и к Мировому океану, который при внимательном рассмотрении в свете этой теории также ведет себя парадоксально. Это значит, что и Мировой океан, как и его малая составляющая, Каспийское море, с необходимостью является проточным бассейном. То есть хорошо известный и изученный глобальный круговорот воды в природе, осуществляемый через атмосферу, необходимо расширить и дополнить подземным круговоротом воды, осуществляющим связь наземной гидросферы с подземной. По нашему убеждению, объем подземной гидросферы многократно (точнее, на порядки) превышает количество воды на поверхности, и масштабы подземного круговорота воды должны значительно превышать таковые на поверхности (мы можем сослаться на пока что очень слабо изученную донную гидроактивность Океана в виде гидровулканов, разного рода «курильщиков», явления Эль-Ниньо и т.д.).
5. Данная работа является естественным следствием и развитием концепции одного из авторов (см. [11]) о природе геотектогенеза и глобальном источнике геознергетики и геодинамики, каковым является земное ядро (слой E, по классификации Буллена). Земное ядро непрерывно генерирует водород, который там накапливается преимущественно в форме протонно-электронной низкотемпературной плазмы с существенной добавкой нейтронной компоненты, что определяет столь необычно высокую гравитационную плотность геоядра. (Т.е., по нашему убеждению, ядро Земли, как и

всякой планеты, имеющей таковое, – это недоразвитый, в виду малости массы планеты, эмбрион звезды).

В виду непрерывного производства водорода, давление его в ядре существенно превышает геостатическое (т.е., согласно расчетам, $\geq 1,5$ Мбар), из-за чего избыточная водородная масса выдавливается наверх. По пути водород часть своей энергии тратит на преобразование и переработку омываемого твердого материала, а сам, реагируя с увлекаемым мобилизатором, переходит в состав химических соединений, основным из которых является вода. Образующаяся в мантии вода (точнее, вещество H_2O) формирует мантийную гидросферу, где она содержится в закритическом состоянии. Пополняясь все новыми порциями H_2O , гидросфера мантии прорывается сквозь плотные и прочные слои субмохоровичичевой литосферы, сложенной, очевидно, стеклообразным материалом, в земную кору, где образует глобальную сеть коровых отделов подземной гидросферы.

В местах экспансии мантийной гидросферы через границу Мохо в континентальных секторах Земли высокопараметрические агрессивные гидрофлюиды размывают и выносят на периферию материал второго, «гранитного», слоя земной коры, наиболее поддающийся эрозии и выветриванию. В этих зонах происходит постепенная дегранитизация континентальной коры и её «океанизация».

В таком, весьма схематично обрисованном, плане процесс экспансии океана на сушу осуществляется, по нашему убеждению, в настоящее время в Каспийском море, наиболее интенсивно проявляясь в Южном Каспии. Здесь, очевидно, следует искать главные бентальные источники, разгружающие в Каспий воды подземной гидросферы (известно, что Южный Каспий – это зона аномально высоких пластовых давлений в коре). В то же время, мы предполагаем, что Средний и Северный Каспий располагается над зоной аномально низких пластовых давлений, куда разными путями – от донной фильтрации до широких стоков – воды Каспия разгружаются в подземные водохранилища, расположенные в зонах АНПД.

Таким образом, осуществляется циркуляция подземной гидросферы, обеспечивающая проточность Каспия и, как следствие, феномены колебаний уровня моря, историческую халистатичность вод, существенно морской тип каспийской воды и все остальное.

Литература

1. Гюль К. К. Каспийское море. – Баку: Азнефтеиздат, 1956. 328с.
2. Лебединцев А.А. Карабогаз и его промышленное значение для русской и мировой промышленности. 1916.
3. Пахомова А.С., Затучная Б.М. Гидрохимия Каспийского моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. 344с.
4. Бруевич С.В., Виноградова Е.Г. Осадкообразование в Каспийском море //Труды ИОАН. Т.III. – М., 1949.
5. Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т.VI. Каспийское море. Вып.1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 360с.
6. Блинов Л.К. О поступлении морских солей в атмосферу и о значении ветра в солевом балансе Каспийского моря //Тр. ГОИН. 1950. Вып.15(27). – С.67-112.
7. Блинов Л.К. О выносе солей с поверхности Каспийского моря в атмосферу //Колебания уровня Каспийского моря. Т.2. – М., 1954. С.127-134.
8. Федоров П.В. Некоторые проблемы геологической истории Каспийского моря //Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1994. Т.2. №2. С.71-79.
9. Каспийское море. Проблемы седиментогенеза. Отв. ред. В.Н.Холодов и Н.А.Лисицына. – М.: Наука, 1989. 184с.
10. Шахрай М. М., Кормасова М.А., Кормасов Ф.М. Гидрогеохимический парадокс Каспийского моря //Геология и минерально-сырьевые ресурсы Восточного Кавказа и прилегающей акватории Каспия. Материалы научно-практической конференции (10-13 сентября 2001 г.). – Махачкала, 2001. С. 186-188.
11. Шахрай М.М., Абдулаева А.Р. Геодинамическая теорема //Геодинамика и сейсмичность Восточного Кавказа. Материалы научно-практической конференции (2-5 сентября 2002 г.). – Махачкала, 2002. С. 201-207.