



Российская Академия Наук

Комиссия по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований при Президиуме Российской академии наук

Меморандум № 2. О лженаучности гомеопатии

Приложение №4 . О ПАМЯТИ ВОДЫ

Одним из распространенных объяснений механизма действия сверхразбавленных гомеопатических средств является апелляция к представлению о «памяти воды». Этой теме был, например, посвящен целый выпуск журнала *Homeopathy* в 2007 году [1]. Имеется в виду способность воды сохранять структуру, присущую раствору того или иного соединения, даже после полного удаления растворенного вещества. Однако современные научные данные о физико-химической природе воды и растворов исключают возможность существования такого феномена, как «память воды».

I.

Тепловое движение молекул воды в жидкой фазе может быть подразделено на быстрые осцилляции вблизи положений равновесия и перемещения молекул как целого [2, 3]. Каждому из этих видов движения присуще характеристическое время, определяющее, соответственно, средний период колебания молекулы около ее среднего положения (τ_k) и среднее время между двумя перемещениями молекулы воды в пространстве (τ_n). Таким образом, в зависимости от того, на каком временном масштабе τ мы будем рассматривать движение воды, речь будет идти о мгновенной (при $\tau < \tau_k$), колебательно-усредненной (при $\tau_k < \tau < \tau_n$) или диффузионно-усредненной структуре воды (при $\tau > \tau_n$) [2]. Для изучения различных видов движения воды применяются различные физико-химические методы (например, инфракрасная спектроскопия для осцилляций и релаксация ЯМР для диффузионного движения). Перемещения воды в разных временных диапазонах удобно исследовать при помощи молекулярно-динамического моделирования.

Каковы же характеристические времена для воды? Они составляют от долей до

нескольких единиц пикосекунд (10^{-12} с) [2, 4, 5]. Среднее время существования водородных связей между молекулами воды в жидкости лежит в таком же интервале (см. напр. работу [5] и ссылки 159, 190, 201, 202 внутри нее, а также [6, 7]. Таким образом, в жидкой воде происходят непрерывные процессы распада и образования локальных ассоциатов из молекул. Это означает, что любые возмущения, внесенные в структуру воды тем или иным способом, начнут изглаживаться немедленно после удаления источника возмущений. Через некоторое время после снятия воздействия, от него не останется и следа. (Данное время будет зависеть от типа и продолжительности возмущения.)

II.

Концепция «памяти воды» не выдерживает критики с точки зрения термодинамики. Для образования истинного раствора необходимо протекание процесса *сольватации*. Под сольватацией, согласно классическому определению Г.А. Крестова и Б.Д. Березина [8], понимают *«всю сумму энергетических и структурных изменений, происходящих в системе в процессе перехода газообразных ионов (других атомно-молекулярных частиц) в жидкую фазу растворителя с образованием однородного раствора, имеющего определенный химический состав и структуру»*. Изменение термодинамического потенциала сольватации иона или молекулы включает в себя затраты энергии на создание в растворителе полости для внедрения туда молекулы или иона. Второй главной составляющей процесса сольватации является образование специфических либо неспецифических связей между молекулами растворителя и ионом либо молекулой растворенного вещества, сопровождающееся выделением энергии. В том случае, когда вклад второй составляющей превосходит по абсолютной величине затраты энергии на внедрение растворенного вещества, самопроизвольно образуется истинный раствор. Когда растворенное вещество из раствора удаляется вследствие многократного последовательного разведения, полости в растворе должны «затягиваться», поскольку отсутствует вклад, связанный с образованием связей растворитель-растворенное вещество, и растворитель самопроизвольно возвращается в стандартное состояние. Если же сторонники концепции «памяти воды» настаивают, что полости, повторяющие форму молекул растворенного вещества, сохраняются после удаления молекул или ионов, им следует объяснить, *какие именно* силы препятствуют «затягиванию» полостей, возвращающему систему в более выгодное энергетическое состояние.

III.

Одно из определений памяти гласит, что это процесс, в котором информация записывается на носитель в кодированном виде, хранится на носителе и впоследствии восстанавливается [9]. Невозможность выполнения процесса на любой стадии приводит к утрате информации. Для того чтобы использовать жидкую воду как носитель информации, потребовалось бы найти способ придать определенные значения ее молекулам/ассоциатам молекул (по аналогии с ЭВМ — ноль/единица) и предотвратить перемешивание молекул/разрушение ассоциатов вследствие описанных выше динамических процессов. Это представляется невозможным теоретически и не подтверждается экспериментально, что резюмировано в заключении всестороннего анализа, выполненного в работе [10].

«Во-первых, вода всегда находится в состоянии теплового самоперемешивания, следовательно, надежда на наличие в ней какого-либо информационного каркаса лишена оснований.

Во-вторых, гипотеза о существовании в воде долгоживущих структур, которые могли бы являться некоторыми информационными матрицами и служить элементами памяти, опровергается описанными в разделах 3 и 4.5 экспериментами, которые демонстрируют процесс перемешивания.

В-третьих, поведение воды на молекулярном уровне также не даёт оснований для предположения о существовании у нее долгоживущей памяти. Водородные связи, объединяющие молекулы воды, — слабые, а время жизни этих связей составляет несколько пикосекунд, что показано в разделе 4.

Наконец, гипотеза о том, что обработанная с помощью электромагнитных (или каких-либо других) воздействий чистая вода помнит о самом факте воздействия, изменяя свои свойства, опровергнута экспериментом, описанным в разделе 5.3. Спустя не более чем одни сутки после прекращения воздействия вода демонстрирует обычное поведение, которое не отличается от поведения воды, не подвергавшейся воздействию».

IV.

Отсутствие оснований у гомеопатии, которая как раз-таки апеллирует к памяти воды, признают даже ее сторонники. Так, Мартин Чаплин (упомянутого выше выпуска журнала *Homeopathy*, посвященного концепции памяти воды) пишет [11]:

«Одной из основных причин, обуславливающих неверие в эффективность гомеопатии, является трудность в понимании того, как бы она могла работать. Если бы существовала приемлемая теория, то многие воспринимали бы гомеопатию серьезнее. Однако в настоящее время тяжело предложить теорию, объясняющую, почему истинно бесконечно разбавленный водный раствор, состоящий только из молекул H₂O, должен сохранять какие-либо отличия от любого другого такого же раствора. Еще труднее выдвинуть работоспособную гипотезу о том, каким образом малые количества таких «растворов» могут вызывать специфический ответ, сталкиваясь с большими количествами сложных растворов в теле человека».

Мартин Чаплин описывает несколько факторов, которые по отдельности либо в совокупности могли бы дать, по его мнению, физическое обоснование гипотетического эффекта памяти воды [12]. Это:

- 1) влияние стеклянной посуды (вода может обмениваться ионами со стеклом);
- 2) влияние растворенных газов, которое может выражаться не только в формировании истинных растворов, но и в образовании микропузырьков, и даже в химических реакциях в воде;
- 3) невозможность осуществить бесконечное разбавление так, как планируется (например, для некоторых растворов наночастиц существенные количества вещества оказываются адсорбированы на границе раздела фаз вода-воздух или же в микропузырьках, и разбавление практически не снижает концентрацию частиц);
- 4) влияние изотопного состава входящих в состав воды элементов, а также наличие спиновой изомерии воды (орто- и пара-вода);
- 5) влияние излучения либо других факторов, приводящих к появлению свободных радикалов в воде.

Нетрудно заметить, впрочем, что в приведенном списке нет ничего имеющего отношение к гомеопатии (либо эффектам памяти воды) в их традиционном понимании. Кроме того, список возможных факторов, влияющих на воду, при желании можно продолжить, включив в него наводки от старой проводки в стене, суточные колебания магнитного поля Земли, вибрации от проходящего за окном трамвая, суточные перепады атмосферного давления, вариации в космическом излучении и так далее до бесконечности. Общей проблемой, связанной с данными факторами, является то

обстоятельство, что они достаточно трудноустраняемы в лабораторной практике, а эффекты, вызванные ими, весьма слабы и балансируют на грани чувствительности приборов. В таких условиях легко поддаться искушению увидеть то, чего на самом деле нет (см. «эффект Дэвиса — Барнса» или «N-лучи» [13]).

V.

Резюмируя: во-первых, исследователь «памяти воды» не может гарантировать того, что полученный им раствор действительно имеет концентрацию 10^{-50} моль/л (что бы это ни означало). Во-вторых, даже если есть какие-то эффекты, наблюдаемые при помощи каких-либо физико-химических методов анализа, они могут быть связаны вовсе не с воспоминаниями воды о растворенном в ней некогда веществе, а с рядом других причин, каждая из которых может внести более существенный вклад в обнаруженное изменение свойств, чем 10^{-50} моль/л вещества.

Да и в принципе трудно ожидать от воды способности к запоминанию на дни и недели информации о растворенных в ней веществах, когда она и секунды не «помнит» форму сосуда, в который она налита, если сосуд разбить.

В заключение отметим, что иногда для обоснования гомеопатии привлекаются и другие гипотезы, например, когерентная, матричная, биорезонансная, гипотеза образования иерархической структуры и другие [14]. Общим местом данных предположений является постулат о возникновении и сохранении в воде информации при последовательном многократном разбавлении исходного раствора какого-либо соединения. В качестве носителей этой информации предлагаются разные гипотетические структурные образования в воде. Эти гипотезы являются несостоятельными по двум причинам. Во-первых, тезис о переходе от вещества к информации, который подается как нечто очевидное, должен быть экспериментально обоснован. Во-вторых, долговременное существование каких-либо специфических структур в растворе с исчезающе малой концентрацией вещества представляется невозможным в силу причин, изложенных в разделах I-III настоящего Приложения.

Литература

1. *Homeopathy* 2007, **96**(3):141–229.
URL: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/14754916/96/3>.
2. Эйзенберг Д., В. Кауцман. **Структура и свойства воды**. — М.: Гидрометеиздат, 1975. — 280 с.

3. Lyashchenko AK *et al.* **Spatial structure of water over the whole region of short-range ordering.** *J Struct Chem* 2006, 47 (Suppl 1):S32–S49.
4. Lyashchenko AK, Noskova AK. **Structural dynamics of water and its dielectric and absorption spectra in the range 0–800 cm⁻¹.** *J Mol Liquids* 2006, 125(2–3): 130–138.
5. Malenkov G. **Liquid water and ices: understanding the structure and physical properties.** *J Phys Condens Matter* 2009, **21**:283101.
6. Naberukhin YI, Voloshin VP. **Distributions of Hydrogen Bond Lifetimes in Instantaneous and Inherent Structures of Water.** *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 2009, 223(9):1119–1131.
7. Tytik DL. Dynamic properties of local structures in aqueous model systems. *Journal of Structural Chemistry* 2002, 43(6):972–976.
8. Крестов, Г.А. Термодинамика ионных процессов в растворах. — 2-ое изд., перераб. — Л.: Химия, 1984. — 272 с.
9. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Memory>; Atkinson RC, Shiffrin RM. **Human memory: A proposed system and its control processes.** In *The psychology of learning and motivation*: II Oxford, England: Academic Press, 1968.
10. Иваницкий, Г.Р., Деев А.А., Хижняк Е.П. **Может ли существовать долговременная структурно-динамическая память воды?** *Успехи физических наук.* — 2014, **184**: 43–74.
11. Chaplin M., **Homeopathy.**
URL: <http://www1.lsbu.ac.uk/water/homeopathy.html>.
12. Chaplin M., **Memory of water.**
URL: http://www1.lsbu.ac.uk/water/memory_of_water.html.
13. Ленгмюр И. **Наука о явлениях, которых на самом деле нет.** *Наука и жизнь.* — №12, 1963, №1, 1964.
URL: http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/NATURE/VV_SC3_W.HTM.
14. Карабинцева Н.О. и др. **Фармацевтическая гомеопатия. Технология и контроль качества гомеопатических лекарственных форм.** — Новосибирск. — 2012.