

## **Распространение биоизлучения человека в волноводе.**

И.М. Агеев, Г.Г. Шишкин, С.М. Еськин

*С помощью водозлектрических датчиков измерено затухание биоизлучения при распространении его в диэлектрическом и металлическом волноводах. Анализ характера затухания позволяет предположить, что регистрируемое биоизлучение является электромагнитным излучением в субмиллиметровом диапазоне длин волн.*

### ***Введение.***

В работе [1] сообщалось о регистрации воздействия человека на воду, повышающего ее электрическую проводимость, дополнительно к увеличению вследствие теплового нагрева. Физическая природа этого воздействия, условно называемого ниже биоизлучением, которое регистрируется с помощью водозлектрических датчиков [2] пока не установлена. Не известен и механизм реагирования воды, приводящий к дополнительному росту ее электропроводности [3].

Очевидно, в рамках современных научных представлений выбор физической природы биоизлучения не очень велик, и ограничен двумя возможностями: акустическое излучение (и) или электромагнитное, включая тепловое и оптическое. Возможное присутствие в явлении химического фактора, также могущего приводить к увеличению электропроводности воды при воздействии на нее биологического объекта по сравнению с обычным нагреванием, исключается результатами экспериментов с герметичными датчиками [1] и приведенным ниже материалом.

Параметры акустического и электромагнитного излучения человека в настоящее время достаточно хорошо изучены, и применяются для целей медицинской диагностики [4]. Слабо исследованным остается диапазон электромагнитных излучений с длиной волны от нескольких единиц до нескольких сотен микрометров. Исследование в этом диапазоне, в частности исследование спектрального состава излучения, затруднено отсутствием чувствительной селективной регистрирующей аппаратуры, особенно в области 10 – 300мкм.

Описанные ниже эксперименты были проведены с целью получения дополнительных данных о природе наблюдаемого явления [1].

### ***Методика измерений и результаты.***

Измерения проводились с помощью прибора, схема которого показана на рис.1. Прибор состоит из двух укрепленных на подставке (1) металлических (посеребренных изнутри) или диэлектрических волноводов (2) сечением 15х35 мм<sup>2</sup> (стандартный размер, применяемый в СВЧ аппаратуре). Внутри волноводов с помощью микрометрических винтов (3) перемещаются

водоэлектрические датчики (4). Датчики изготовлены из тонкого (0.4мм) диэлектрического материала, электроды из платиновой фольги шириной 2мм расположены в верхней части датчика параллельно плоскости основания. Для измерения температуры воды применяется терморезистор марки ТРА-2, который расположен в центре датчика.

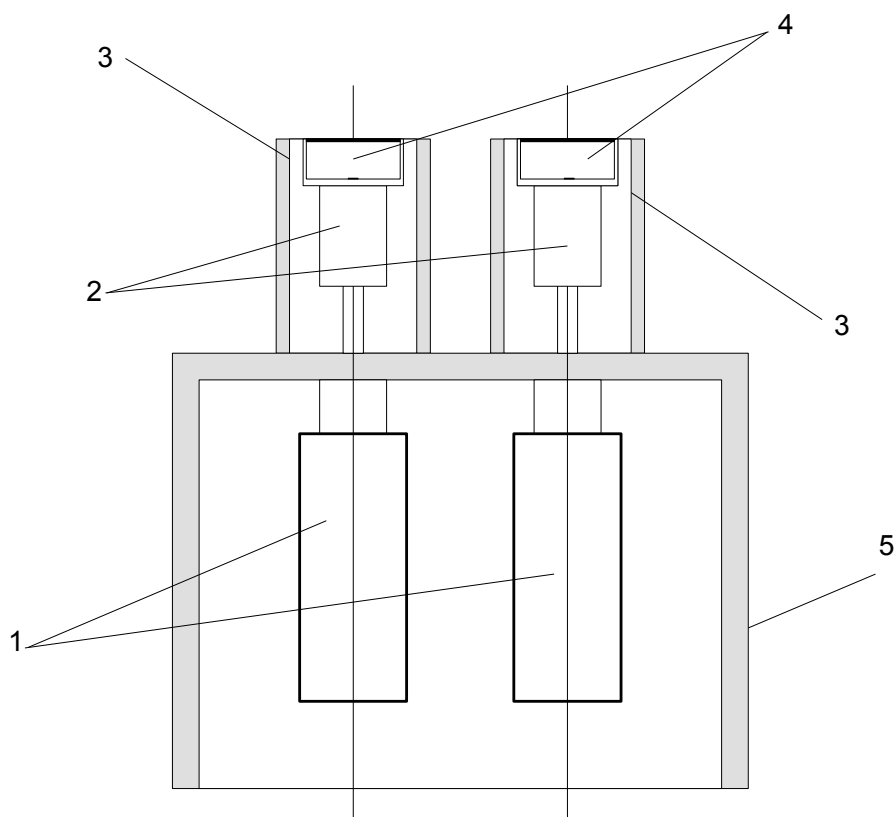


Рис.1 Измерительная установка

1 - микрометрические винты; 2 – платформы для крепления датчиков к оси микрометрических винтов; 3 – съемные волноводы (материал: металл, диэлектрик); 4 – водные датчики; 5 - металлический каркас

В процессе измерений один из датчиков оставался неподвижным и служил в качестве контрольного. Показания второго датчика (параметр "В"), регистрируемые при его перемещении относились к показаниям неподвижного датчика, чем исключалась возможная ошибка, связанная с изменением интенсивности биоизлучения человека, которое может существенно меняться в течение многочасовых измерений [2].

Методика измерений состояла в следующем. В оба датчика заливалась дистиллированная вода (удельная электропроводность  $3 - 4 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ ) в объеме около  $0.7\text{см}^3$ . Затем производился нагрев воды электрическим нагревателем, имеющим температуру поверхности около  $40^\circ\text{C}$ , в течение 150 секунд. Нагреватель размещался над датчиками (на срезе волновода), на расстоянии около 5мм от поверхности воды в контрольном датчике. После этого нагреватель убирался, а на его место помещалась ладонь экспериментатора. В течение всего процесса регистрировалась электропроводность воды. Измерение электропроводности производилось на частоте около 800Гц,

запись показаний с помощью аналого-цифрового преобразователя выполнялась с частотой опроса 2Гц.

Типичный экспериментальный результат представлен на рис.2.

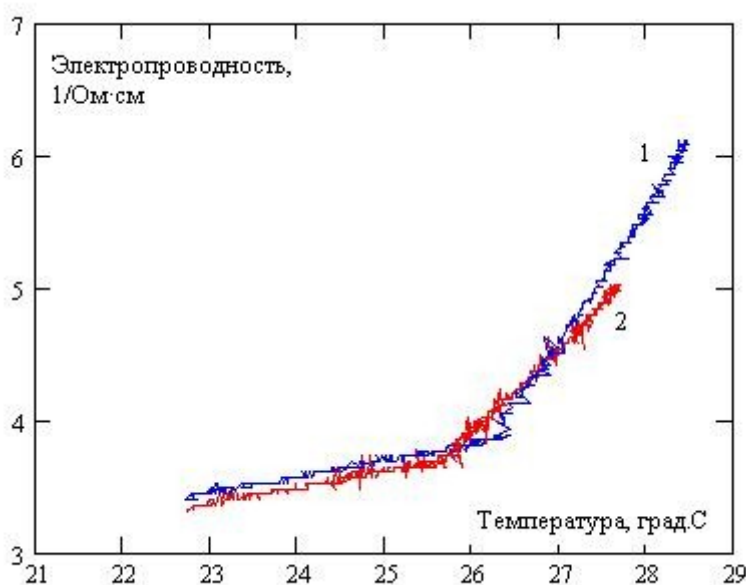


Рис.2.

Типичный вид зависимости удельной электропроводности воды от температуры.  
1 – контрольный датчик, 2 – перемещаемый датчик (опущен на 4 мм).

На этом рисунке показана зависимость удельной электропроводности воды от ее температуры. Кривая 1 представляет данные контрольного (стационарного) датчика. Кривая 2 соответствует перемещаемому датчику. В данном измерении перемещаемый датчик располагался на 4мм ниже контрольного. За 150 секунд температура контрольного датчика возросла от 22.7°С до 26.3°С, а перемещаемого датчика, поскольку он находился дальше от нагревателя, – до 25.7°С. В этот момент нагреватель был убран, и дальнейший рост температуры (в течение последующих 150 секунд) связан с нагреванием воды за счет тепла руки.

Из рисунка видно, что несколько меньшее приращение температуры при нагреве рукой (рука немного холоднее нагревателя) сопровождается значительно более резким подъемом электропроводности по сравнению с нагревателем. Причем в датчике, находящимся дальше от руки приращение электропроводности меньше, чем в стационарном датчике, расположенном ближе.

Если из приращения электропроводности при воздействии на воду рукой вычесть приращение за счет повышения температуры воды (которое легко определить, имея представленные на рисунке температурные зависимости), получится приращение, обусловленное воздействием на воду только дополнительного к теплу фактора, связанного с биоизлучением. Отношение приращений за счет биодействия и за счет нагревания характеризует интенсивность биоизлучения (параметр "В" [2]).

Зависимость параметра "В" от расстояния между излучающей поверхностью руки и поверхностью воды представлена на рис.3.

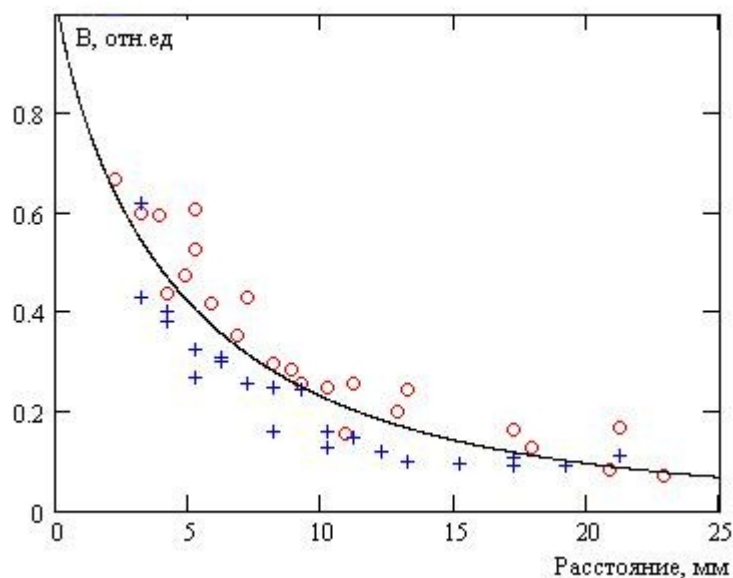


Рис.3.

Зависимость нормированного параметра "В" от расстояния между рукой и поверхностью воды. ○ – диэлектрический волновод, + – металлический волновод.

Параметр "В", представленный на рисунке, нормирован на начальное максимальное значение. Кружками обозначены точки, полученные при измерениях с диэлектрическим волноводом, а крестиками – с металлическим волноводом.

Обращает на себя внимание быстрое затухание биоизлучения при увеличении расстояния от среза волновода до датчика. Анализ характера затухания позволяет сузить возможный диапазон длин волн биоизлучения (предполагая, что оно имеет электромагнитную природу).

Резкое затухание электромагнитных волн в металлическом волноводе может быть, когда длина волны  $\lambda$  превышает критическую длину волны  $\lambda_{кр}$ . Затухание в этом случае имеет экспоненциальный характер, и расстояние на котором амплитуда волны уменьшается в  $e$  раз (постоянная затухания) определяется выражением:

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda_{кр}} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_{кр}}{\lambda}\right)^2}, \quad \text{где} \quad \lambda_{кр} = \frac{2}{\sqrt{\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2}}} \quad (1)$$

Здесь  $a = 35\text{мм}$ ,  $b = 15\text{мм}$  – размеры волновода,  $m$  и  $n$  – целые числа, определяющие моду возбуждаемого колебания. При  $m = 1$   $n = 0$  (основная мода прямоугольного волновода)  $\lambda_{кр} = 70\text{мм}$  и  $\alpha$  не может быть больше  $0.09\text{мм}^{-1}$ . При длинах волн значительно превышающих критическую длину волны снижение амплитуды электрического и магнитного полей в  $e$  раз должно наблюдаться на расстоянии от среза волновода около 11мм. В рассматриваемом случае затухание происходит гораздо быстрее. Это возможно только при распространении в волноводе высших мод колебаний,

что представляется мало вероятным. Следует отметить также, что экспериментальные точки плохо аппроксимируются экспонентой. Основным же доводом против сравнительно длинных волн являются близкие значения постоянной затухания для металлического и диэлектрического волноводов.

Остается предположить, что электромагнитные (если это действительно так) волны, составляющие биоизлучение, лежат в более коротковолновом диапазоне, где при описании их распространения применимо приближение геометрической оптики. Предположив, что излучение биологического объекта изотропно, и пренебрегая для простоты отражением от стенок волновода, можно получить выражение, описывающее зависимость мощности излучения  $W$ , падающего на датчик, от его расстояния до излучателя  $h$ , в данном случае руки экспериментатора, расположенной на срезе волновода.

$$W(h) = \left(2a \cdot \operatorname{arctg}(a/h) - h \cdot \ln\left(1 + a^2/h^2\right)\right) \cdot \left(2b \cdot \operatorname{arctg}(b/h) - h \cdot \ln\left(1 + b^2/h^2\right)\right) \quad (2)$$

Эта зависимость представлена на рис.3 сплошной линией, и, как видно, хорошо аппроксимирует экспериментальные точки.

Различие в положении экспериментальных точек, соответствующих металлическому и диэлектрическому волноводам, а именно, несколько более быстрое затухание параметра "В" в случае металлического волновода, легко объясняется различием в коэффициентах отражения излучения от металлических и диэлектрических стенок, что не учитывалось при выводе формулы (2).

### ***Обсуждение и выводы.***

Наблюдаемое превышение электропроводности воды при ее нагревании биологическим объектом над электропроводностью при той же температуре при нагревании обычным источником тепла свидетельствует о наличии дополнительного фактора (биоизлучения), действующего на воду и вызывающего это превышение. Наиболее вероятная природа биоизлучения – электромагнитное излучение биологического объекта.

Прежде всего, отметим, что наблюдаемый эффект возможен только в том случае, когда поглощение излучения водой приводит к ее структурной перестройке, следствием которой является не связанное с нагреванием увеличение концентрации носителей заряда, либо увеличение их подвижности. Различие спектрального состава излучения различных источников, если оно только нагревает воду, не способно обеспечить наблюдаемый эффект, а может приводить лишь к отличию в скорости нагревания воды. Отсюда можно сделать вывод о том, что спектр излучения биологического объекта имеет особенность по сравнению с другими нагретыми до той же температуры веществами, состоящую в большем значении коэффициента излучения в определенной области частот, причем поглощение излучения в этой области вызывает помимо

нагревания также и структурные изменения воды. Отличие равновесного спектра излучения биологического объекта от спектра излучения других источников, нагретых до такой же температуры, не вызывает сомнений, однако трудно предположить, что все вещества, испытанные нами (более десятка, в том числе полимеры и вода в различных оболочках) имеют меньший коэффициент излучения именно в требуемой частотной области. Более разумно предположить наличие неравновесной, люминесцентной компоненты в суммарном излучении биологического объекта.

В длинноволновой области излучение человека имеет тепловое происхождение и весьма незначительную интенсивность (в области длин волн от метров до миллиметров интенсивность излучения  $10^{-11}$  Вт/см<sup>2</sup> в полосе 1Гц). Это обстоятельство и приведенные выше экспериментальные результаты, по-видимому, позволяют исключить эту область спектра при рассмотрении природы биоизлучения.

Коротковолновая область спектра – видимое и ультрафиолетовое излучение – имеет хемолюминесцентное происхождение. К настоящему времени выяснено, что собственное свечение тканей в оптическом диапазоне спектра может быть обусловлено реакциями активных форм кислорода, реакциями цепного (перекисного) окисления липидов и реакциями с участием окиси азота. Все они приводят к излучению в видимом диапазоне (480нм, 540нм, 580нм, 640нм) и в инфракрасном диапазоне 1290нм. Это излучение имеет крайне низкую интенсивность на уровне  $10^{-17}$  Вт/см<sup>2</sup> (несколько десятков фотонов в секунду с квадратного сантиметра). Вследствие этого проблематично рассматривать это излучение в качестве возможного фактора, увеличивающего проводимость воды (тем не менее, не исключается возможность каких-либо механизмов информационного характера).

Остается практически неисследованная область излучения в диапазоне 10мкм – 300мкм (300ТГц – 1ТГц). Приведенные выше результаты не исключают полностью другой возможности, однако со значительной степенью вероятности свидетельствуют, что биоизлучение, воздействующее на воду, представляет собой электромагнитное излучение, лежащее в этой области спектра.

Работа, результаты которой представлены в статье, проведена при поддержке РФФИ № проекта 05-05-65165-а, руководитель Шишкин Г.Г.

#### ***Список цитированной литературы.***

1. Агеев И.М., Шишкин Г.Г. Изменение проводимости воды при ее нагревании различными типами источников тепла, включая биообъекты. // Биофизика. – 2001, т.46, вып. 5. с.829 – 832.

2. Агеев И.М., Рыбин Ю.М., Шишкин Г.Г., Еськин С.М. Водозлектрические датчики для регистрации слабых физических полей и биоизлучения.// Электронный журнал «Труды МАИ», вып. №24. <http://www.mai.ru>

3. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Необычные свойства воды в слабых электромагнитных полях.// Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. - 2003, №1, с.37 – 44.

4. Гуляев Ю.В. Физические поля и излучения человека: новые методы ранней медицинской диагностики. // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2000, №12, с.3 – 12.

---

### ***Сведения об авторах***

*Агеев Игорь Михайлович, доцент кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института (государственного технического университета), к.т.н.;*

*телефон: 158-44-39, e-mail: [ageev@mai-trt.ru](mailto:ageev@mai-trt.ru)*

*Шишкин Геннадий Георгиевич, профессор кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института (государственного технического университета), д.т.н., засл. деят. науки РФ, академик АИИ РФ им. Прохорова А.Н.;*

*телефон: 158-44-39, t-mail: [ntil@mai.ru](mailto:ntil@mai.ru)*

*Еськин Сергей Михайлович, аспирант кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института (государственного технического университета).*

*e-mail: [sam320@mail.ru](mailto:sam320@mail.ru)*