

РЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ВОДЫ.

*Петросян В.И., **Бецкий О.В., ***Майбородин А.В.,
*Дубовицкий С.А., *Власкин С.В., *Благодаров А.В., *Мельников А.Н.
*Компания «Проект «Новые технологии» (P.N.T.)»,
**ИРЭ РАН, Медико-техническая ассоциация «МТА-КВЧ»,
***Центральный НИИ измерительной аппаратуры (ЦНИИИА)

1. Предисловие. В публикациях [1-7] сообщалось о явлении естественного резонансно-волнового состояния воды и водной компоненты биологических сред в миллиметровом (ММ) диапазоне крайне высокой частоты (КВЧ). Резонансно-волновое состояние молекулярных сред заключается в колебательном движении молекулярных фрагментов и излучении ими чрезвычайно слабых радиоволн на строго определенных, резонансных частотах.

В резонансно-волновом состоянии водосодержащие среды (в том числе биологические) «радиопрозрачны» для внешних и внутренних низко-интенсивных резонансных электромагнитных волн. В связи с этим возникают возможности заглянуть не только вглубь водосодержащих объектов, но и вглубь происходящих там элементарных процессов. В результате взаимодействия с внутренними, естественными резонансными молекулярно-волновыми процессами внешние волны на резонансных частотах «транслируются» как в объем, так и из объема среды. Поэтому эти волны получили определение как «транс-резонансные», или **ТР** волны, а технологии, их использующие – **ТР** технологии. На использовании явления резонансно-волнового состояния был создан ТРФ топограф, который расшифровывается как «Транс-резонансный функциональный топограф» [8]. В топографе используются две резонансные радиоволны – одна внешняя зондирующая **ММ** диапазона частотой **65 ГГц** (длина волны **4,6 мм**) плотностью мощности $\leq 10 \text{ мВт/см}^2$, другая – внутренняя «информационная» **ДМ** диапазона частотой **1 ГГц** (длина волны **3 дм**) плотностью мощности $\sim 10^{-15} - 10^{-14} \text{ Вт/см}^2$. В результате взаимодействия с внутренними молекулярными структурами и процессами в воде и биосреде происходит междиапазонное преобразование волн из **ММ** в **ДМ** диапазон («СПЕ-эффект» [9]). Эффективность такого преобразования полностью определяется состоянием исследуемой среды. В

результате принимаемый сигнал радио-отклика несет информацию об энтропии, или степени молекулярного беспорядка системы и для живых объектов – об активности метаболических (обменных) процессов.

Далее в экспериментах использовался ТРФ топограф, включающий **КВЧ** генератор разработки «МТА-КВЧ» и **СВЧ** радиометр производства «Р.Н.Т.».

Безусловной базой данных результатов стало открытие «специфического эффекта неспецифической биологической активности» **КВЧ** радиоволн. Причем, фундаментально важным условием проявления эффекта являлся парадоксальный факт низкой, негреющей интенсивности излучений [10-12].

В то же время достигнутые результаты не являются исчерпывающими. В практику включаются все более высокие частоты – Терагерцы [13] вплоть до ИК и видимого диапазонов [14, 15], и более низкие - Гига- и Мегагерцы [8] и даже сверхнизкие частоты органических циклов – Герцы и доли Герца [16]. Все это и составляет волновую компоненту функционирования живого организма.

2. Частоты резонансной радио-прозрачности воды и биосред. Ранее было показано [1, 2], что резонансные частоты волновых процессов в биотканях организма человека в норме определяются водными резонансными частотами. Отсюда следует, что за функциональное состояние организма ответственна также и водная компонента биосреды: **ВОДА** - активный молекулярно-волновой участник процессов метаболизма, «источник-проводник-регулятор» радиоволновых процессов, один из глубинных элементов гомеостаза [7, 17].

Обнаруженные резонансные молекулярно-волновые колебания водосодержащих сред лежат в диапазонах крайне высокой частоты (**КВЧ**) и сверхвысокой частоты (**СВЧ**), или в длинах волн в свободном пространстве – в миллиметровом (**ММ**) и дециметровом (**ДМ**) диапазонах. Только на этих резонансных частотах, и только потому, что они соответствуют внутренним молекулярно-волновым процессам, внешние низко-интенсивные радиоволны способны проникать, «транслироваться» глубоко в объем и из объема воды и биотканей, благодаря чему водосодержащие среды становятся «радиопрозрачными» для резонансных волн. Поэтому эти волны, в отличие от волн резонансного поглощения на квантовых переходах, то есть абсорбцион-

ных резонансов, являются волнами резонансного пропускания (трансляции), или «транс-резонансными»-ТР волнами [8]. Отсюда в названии топографа приставка «транс».

При тщательном исследовании частотных диапазонов от **0,1 ГГц до 150 ГГц** нами определены ТР волны только в следующих интервалах частот: в СВЧ (ДМ) диапазоне в полосе частот вблизи **1 ГГц** и две серии ТР волн в КВЧ (ММ) диапазоне – «магнитную» и «электрическую» серии [1, 2, 4, 18, 19] – рис. 1.

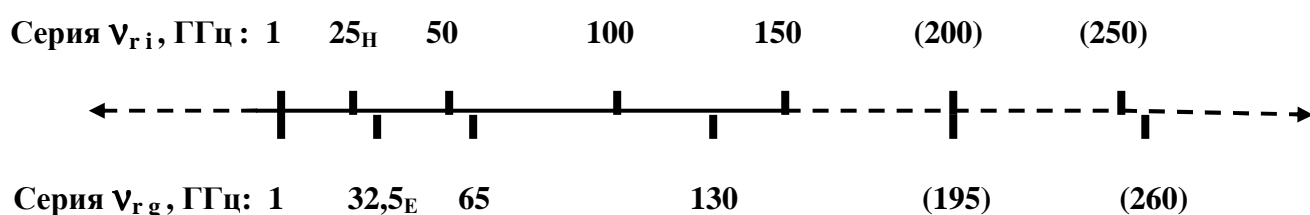


Рис. 1. Спектр частот резонансной прозрачности воды и биосред.

На всех других частотах вне резонансов КВЧ и СВЧ волны полностью поглощаются в пределах скин-слоя.

В действительности каждая из приведенных резонансных частот расщепляется на близкие дуплеты, принадлежащие различным типам (модам) волн. Предполагается наличие резонансов и на других кратных гармониках, например, на частотах вблизи **200, 250, 300 ГГц** и **195, 260, 325 ГГц** и т. д. вплоть до 10^3 ГГц, а, возможно, и выше. Чем же обусловлены ТР волны? Они определяются собственными, резонансными колебаниями молекулярных структур воды. С одной стороны, молекулярные структуры являются источником резонансных радиоволн, а с другой стороны, служат средой распространения как внешних, так и собственных резонансных радиоволн.

3. Дипольно-кластерная модель молекулярной структуры воды. Рассмотрим кластерную модель структуры воды, адаптированную к ее радиофизическим резонансным свойствам. Жидкая фаза воды, как ассоциативная жидкость, подобна жидкому кристаллу. По термодинамическим оценкам, приведенным в [1, 2, 4, 7], теплоты плавления хватает только на то, чтобы частично разрушить структуру льда, превратив гексагональный кристалл льда в ассоциацию в относительно равных кон-

центрациях двух фракций - льдоподобных (ies) молекулярных гексагонов $(\text{H}_2\text{O})_6$ и газо-подобных (gas) молекулярных триад H_2O . Рассматриваемая «двухструктурная» модель основана на структурных представлениях Рентгена- см. [20-23], где также рассматриваются две молекулярные фракции воды. По нашим данным первая серия резонансов (см. рис. 1) связана с колебаниями гексагонов, а вторая – с колебаниями триад. Такая классификация объясняется тем, что резонансы из соответствующих серий возбуждаются на частоте 25_{H} ГГц только в магнитном **H** поле и на частоте $32,5_{\text{E}}$ ГГц только в электрическом **E** поле.

Особенностью водных структур является наличие диполей. В гексагонах имеются антипараллельные орбитальные магнитные дипольные моменты $\pm\mathbf{M}$ ($\Sigma\mathbf{M} = \mathbf{0}$), образуемые нескомпенсированными спинами **p**-орбиталей. В этом качестве вода является антиферромагнетиком [19, 24]. А триады, как известно, имеют электрические диполи **D**. Это и дает основание сгруппировать резонансы в две обозначенные серии - магнитную и электрическую. Так как резонансы на частотах 25_{H} и $32,5_{\text{E}}$ ГГц возбуждаются в **H** и **E** полях, то этот факт указывает на поляризацию диполей в полях и возбуждение резонансных волн магнитных и электрических диполей на этих частотах – рис. 2, 3. Здесь не учитываются ионы воды, чье влияние в данных моделях не проявилось.

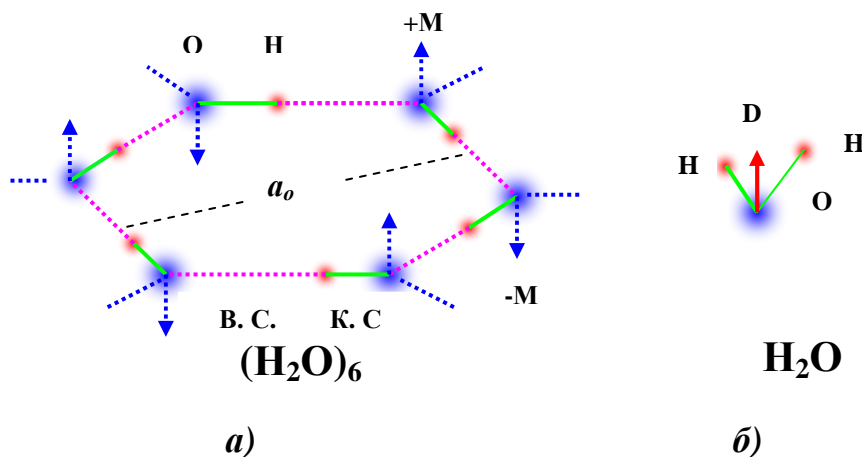


Рис. 2. Фрагменты молекулярных структур жидкой фазы воды: а) гексагон, б) триада, В. С., К. С -водородные и ковалентные связи, $\pm\mathbf{M}$ -магнитные дипольные моменты и **D**-электрический диполь, a_0 -параметр гексагональной кристаллической решетки.

Особое значение приобретает существование ТР волн в СВЧ (ДМ) диапазоне на частоте вблизи $\nu_{rc}=1$ ГГц. Этой частоте соответствует длина волны в свободном пространстве $\lambda_0=3$ дм. По нашим представлениям, ТР волны на частоте $\nu_{rc}=1$ ГГц возбуждаются во фрактальных кластерах (cluster), то есть в самоподобных квази-полимолекулярных образованиях: $\uparrow 6[(H_2O)_6 + (H_2O)]$. Но на этот раз «квази-кристаллизация» водных структур обязана не химическим (кулонвским) водородным связям. Часть межмолекулярных водородных связей разрушается при плавлении кристаллов льда [2, 3, 4, 7]. Поэтому их участие в формировании системы связей в жидкой фазе воды исключено.

На смену разрушенным межмолекулярным водородным связям могут прийти в жидкой фазе воды более слабые и гибкие межмолекулярными силы диполь-дипольного **M/M** и **D/D** взаимодействия, которые образуют статистически равновесную структурную систему жидкой воды.. Диполь-дипольное взаимодействие в воде обсуждается также в [25].

На рис. 3 показаны (в условном масштабе) «химический» кластер льда и один из возможных вариантов формирования «дипольного» кластера в жидкой фазе, где видны указанные различия в химических и дипольных способах образования кластеров.

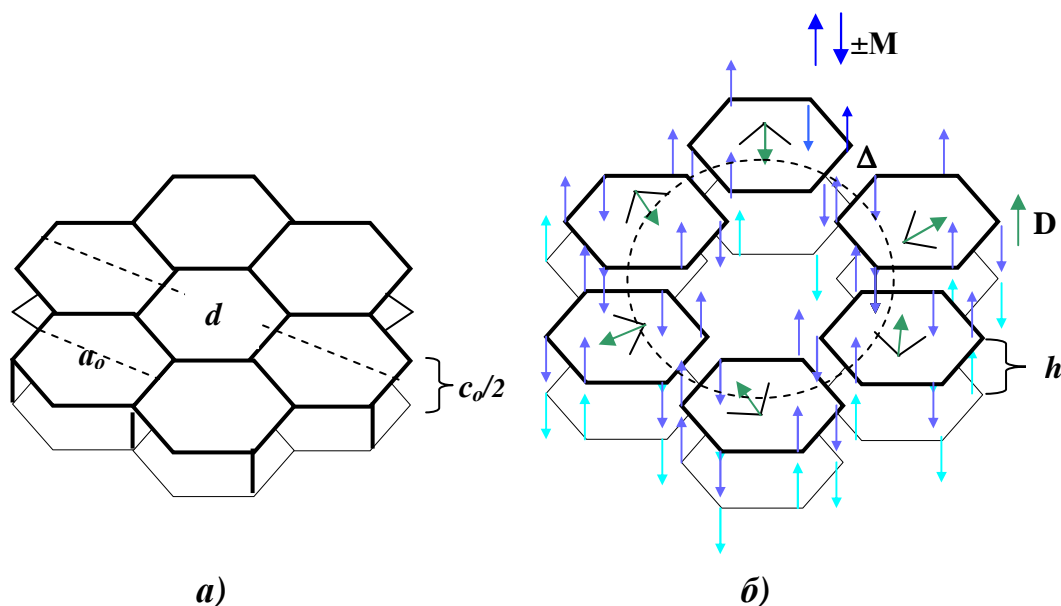


Рис. 3. Способы образования фрактальных кластеров посредством: а) химических связей в гексагональной структуре льда и б) дипольных связей в жидкой фазе воды, $\pm M$ —магнитные дипольные моменты, D —электрические диполи, a_0 , c_0 —параметры гексагональной решетки, d —диаметр кластера, Δ —щель между гексагонами в кластере, h —расстояние между плоскостями кластеров.

Для отличия от кристаллитов льда «дипольные» кластеры отмечены значком « \updownarrow » и их надо считать «квази-полимолекулярными», а не полимолекулярными структурами.

Представляется вероятным расположение образовавшихся при плавлении льда триад внутри пустот гексагонов - см. [22], где такая ситуация также допускается. По крайней мере, размеры молекулярных фрагментов это позволяют (размер полости гексагона $a_0=4,5 \text{ \AA}$, размеры триады $\nabla \sim 1 \times 1,5 \text{ \AA}$). В такой конфигурации триады приобретают возможность свободного вращения, чем объясняется близость вращательных спектров поглощения молекулярной и жидкой фазы воды [25, 26] и обосновывается «клеточная» модель для расчета поляризационных свойств воды [23, 27]. Заметим, гексагон внутри центральной полости кластера, если и может размещаться, то будет находиться в «виртуальном» состоянии, так как тогда в углах должны взаимодействовать одновременно 3 дипольных момента $\pm \mathbf{M}$ и $+\mathbf{M}$, и суммарная энергия связи гексагона в полости будет нулевой. В пустоты могут входить различные ионы. Понятно, такая гипотетическая модель условна. В реальности в водной структуре должны существовать различные термодинамически равновесные дефекты и присутствовать иные структурные модификации.

Уплотнение структуры жидкой воды в результате расположения триад внутри гексагонов, с одной стороны, и, с другой стороны, «разрыхления» структуры с переходом от химических к дипольным молекулярным связям, должно удовлетворять известному соотношению плотностей жидкой воды и льда. Из простых соображений легко оценить в таком случае величину «щелей» между гексагонами, возникающими в дипольной модели структуры жидкой фазы воды. В структуре льда (рис. 3, а) на площади $S_e = \pi d^2/4$, где $d=3a_0$, размещается $n_e=24$ молекулы воды с плотностью n_e/S_e , а в структуре жидкой фазы воды (рис. 3, б) на площади $S_w = \pi(d+\Delta d)^2/4$ размещается $n_w=42$ молекулы воды с плотностью n_w/S_w . Отношение поверхностных плотностей льда и жидкой воды $(n_e/S_e)/(n_w/S_w) = (0,9)^{2/3} = 0,93$. Отсюда после подстановки данных и преобразований находим $\Delta d \approx 3,4 \text{ \AA}$ и предполагаемая величина щели между гексагонами в кластере $\Delta \approx \pi \Delta d/6 \approx 1,8 \text{ \AA}$.

Аналогично находится расстояние между плоскостями кластеров, которое, очевидно, не должно слишком отличаться от межплоскостных расстояний во льду.

Отношение межплоскостных расстояний в структурах льда и жидкой воды составляет величину $c_d/2h=(0,9)^{1/3}\approx 0.97$. Подставляя $c_d/2=7,32 \text{ \AA} = 3,66 \text{ \AA}$, получаем возможное значение $h\approx 3,77 \text{ \AA}$, действительно, близкое к твердофазному ($3,66 \text{ \AA}$).

Предвосхищая вопрос о соотношении энергий дипольных связей в сравнении с водородными, отметим, что таким критерием может стать температура Кюри. Экспериментально по «срыву» повышенных собственных резонансных радиоизлучений поляризованной воды в магнитном и электрическом полях (см. [19]) было показано, что точка Кюри разрушения магнитной ориентации гексагонов, имеющих магнитные дипольные моменты, равна $70 \text{ }^\circ\text{C}$, а точка Кюри разрушения электрической поляризации триад, обладающих электрическими дипольными моментами, составляет $90 \text{ }^\circ\text{C}$. Эти параметры находятся в интервале температур фазовых превращений воды от плавления при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ до кипения при $100 \text{ }^\circ\text{C}$, связанных с разрушением водородных связей. Следовательно, энергии дипольных связей сопоставимы с энергией водородных связей. Оценить их можно, исходя из температурной зависимости радио-отклика воды.

Например, уровни сигналов радио-откликов воды при $T_1=25 \text{ }^\circ\text{C}=298 \text{ K}$ $I_1=3 \text{ В}$ и при $T_2=85 \text{ }^\circ\text{C}=358 \text{ K}$ $I_2=8 \text{ В}$. Отсюда, так как радио-отклик связан с энтропией, можно определить интегральную энергию дипольных связей. Как обычно в таких случаях, энергия определяется по экспоненциальному закону Больцмана:

$I_1=I_0\exp(-\Delta E/k_B T_1)$ и $I_2=I_0\exp(-\Delta E/k_B T_2)$, где $k_B=8,625\cdot 10^{-5} \text{ эВ/К}$ – константа Больцмана, откуда после преобразований находим $\Delta E=k_B[T_1 T_2/(T_2-T_1)]\ln(I_2/I_1)\approx 0,1 \text{ эВ}$. Таким образом, средняя энергия дипольных связей в воде меньше, но того же порядка, что и энергия водородных связей $E_{в.с.}\approx 0,2 \text{ эВ}$. Приведенные соображения в совокупности оправдывают дипольную модель структуры жидкой фазы воды и объясняют ее радиофизические и некоторые физические свойства.

4. Обоснование резонансно-волнового состояния воды на частотах ТРФ топографии (65 ГГц и 1 ГГц). Данная серия экспериментов является предварительной и носит демонстрационный характер. Обсуждаемые вопросы

достаточно сложны и требуют детальной метрологической проработки, что станет предметом следующей публикации.

Эксперименты по исследованию резонансно-волнового состояния воды, проявляющегося в резонансной радио-прозрачности воды, проводились методом интерференции, или стоячих волн, которые периодически возникают в результате проникновения волн в воду и отражений от границ при изменении высоты (L) столба воды всякий раз, когда в столбе укладывается целое число полуволен $L=n\cdot\lambda/2$ (см. [28]). Отсюда со всей очевидностью следует, что в экспериментах с интерференцией могут участвовать только резонансные (ТР) волны, так как на других частотах радиоволны в воде поглощаются. Поэтому данные опыты должны также напрямую продемонстрировать присутствие в объеме воды используемых в ТРФ топографии ТР волн на частотах **65 ГГц** и **1 ГГц**. В экспериментах использовалась наполненная водой измерительная стеклянная колонка ($\phi 40$ мм), дном которой являлась контактная поверхность приемно-излучающего модуля ТРФ топографа - рис. 4.

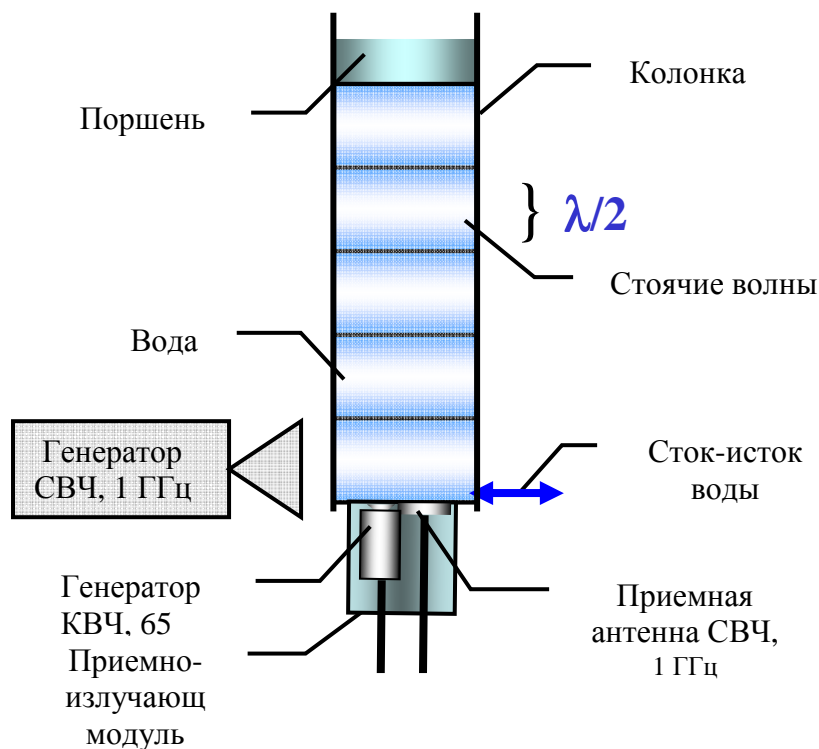


Рис. 4. Схема измерения длин возбуждаемых в воде радиоволн и глубины зондирования в ТРФ топографии методом стоячих (резонансных) радиоволн, стрелки указывают направление потоков волн.

Последующая интерпретация полученных экспериментальных данных справедлива в предположении, что измерительная колонка представляет собой квазиоптический волноведущий тракт, имитирующий распространение в воде плоских волн.

Изменение высоты водяного столба можно было вести двумя способами:

1) плавным перемещением металлического (отражающего) поршня в столбе воды постоянной высоты или 2) изменением высоты столба жидкости путем регулирования стока/истока воды. В обоих вариантах отражение волн происходило на нижней границе вода/модуль и на верхних границах вода/металл вода/воздух. Перемещение верхних границ регистрировалось. Радиоотклик от столба жидкости переменной высоты должен иметь вид затухающей синусоиды с периодом осцилляций, равном $\Delta L = \lambda/2$.

На рис. 5 *а, б, в, г* приведены интерференционные кривые радиосигналов при зондировании водяного столба волнами на частотах 65 ГГц и 1 ГГц.

Вначале по первому варианту схемы рис. 4 проводилась регистрация радиоволн в ДМ диапазоне, возбуждаемых волнами на частотах 1 ГГц и 65 ГГц. В обоих случаях период осцилляций интерференционных кривых составил одну и ту же величину $\Delta L = \lambda'_w/2 = 25$ мм - рис. 5 *а, б*. Следовательно, в том и другом случае интерферируют радиоволны с частотой $\nu = 1$ ГГц и их длина волны в воде составляет величину $\lambda'_w = 2\Delta L = 5$ см, то есть радиоволны на частоте 1 ГГц являются резонансными радиоволнами прозрачности водной среды.

Тем же методом стоячих волн, но в более растянутом масштабе по второму варианту схемы рис. 4, получены соответствующие переднему фронту интерференционных кривых рис. 5 *а, б* осциллирующие интерференционные кривые и в ММ диапазоне при облучении воды волнами на частотах 65 ГГц и 1 ГГц - рис. 5 *в, г*. Привязка к высоте водяного столба в данном случае проведена расчетным путем по изменению объема воды.

Из графиков видно, что период осцилляций в обоих случаях составляет $\Delta L = \lambda''_w/2 \approx 0,35-0,4$ мм. Отсюда длина волны в водной среде для частоты 65 ГГц $\lambda''_w \approx 0,7-0,8$ мм, что близко к $1/65$ части от длины волны $\lambda'_w = 5$ см в воде,

соответствующих частоте 1 ГГц. Неточность определения периода осцилляций в данных опытах связана со сложностью регистрации малых изменений уровня воды.

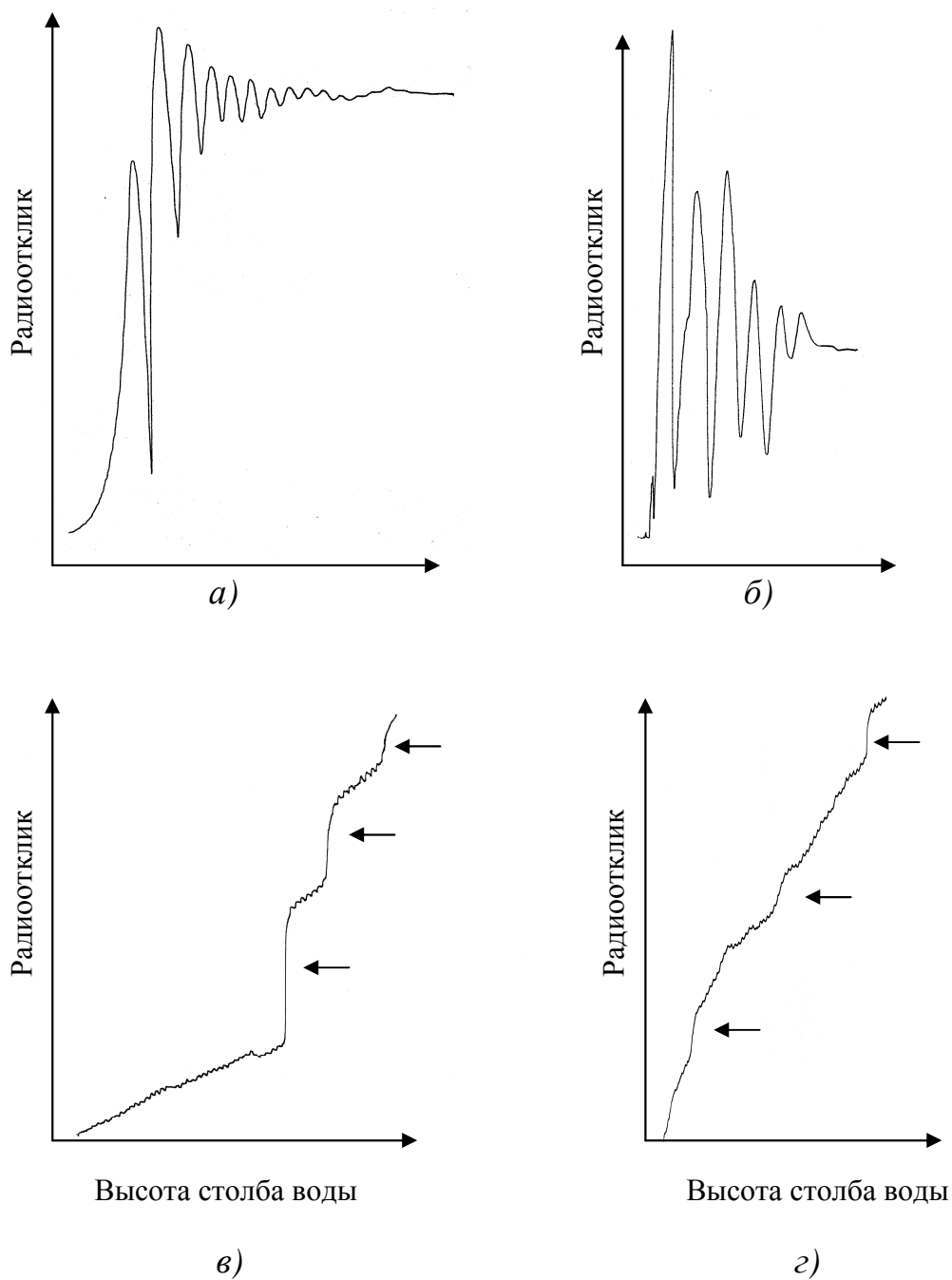


Рис. 5. Интерференционные кривые возбуждения волн частотой 1 ГГц с периодом осцилляций 2,5 см при зондировании воды волнами на частотах: а) 1 ГГц, б) 65 ГГц и возбуждения волн частотой 65 ГГц с периодом осцилляций 0,35 – 0,4 мм при зондировании воды волнами на частотах: в) 65 ГГц, г) 1 ГГц.

Последующая интерпретация полученных экспериментальных данных справедлива в предположении, что измерительная колонка представляет собой

квазиоптический волноведущий тракт, имитирующий распространение в воде плоских волн.

Изменение высоты водяного столба можно было вести двумя способами:

1) плавным перемещением металлического (отражающего) поршня в столбе воды постоянной высоты или 2) изменением высоты столба жидкости путем регулирования стока/истока воды. В обоих вариантах отражение волн происходило на нижней границе вода\модуль и на верхних границах вода\металл и вода\воздух. Перемещение верхних границ регистрировалось. Радиоотклик от столба жидкости переменной высоты должен иметь вид затухающей синусоиды с периодом осцилляций, равным $\Delta L = \lambda/2$.

На рис. 5 а, б, в, г приведены интерференционные кривые радиосигналов при зондировании водяного столба волнами на частотах **65 ГГц** и **1 ГГц**.

Вначале по первому варианту схемы рис. 4 проводилась регистрация радиоволн в ДМ диапазоне, возбуждаемых волнами на частотах **1 ГГц** и **65 ГГц**. В обоих случаях период осцилляций интерференционных кривых составил одну и ту же величину $\Delta L = \lambda'_w/2 = 25$ мм - рис. 5 а, б. Следовательно, в том и другом случае интерферируют радиоволны с частотой $\nu = 1$ ГГц и их длина волны в воде составляет величину $\lambda'_w = 2\Delta L = 5$ см, то есть радиоволны на частоте **1 ГГц** являются резонансными радиоволнами прозрачности водной среды.

Тем же методом стоячих волн, но в более растянутом масштабе по второму варианту схемы рис. 4, как более прецизионному, получены соответствующие переднему фронту интерференционных кривых рис. 5 а, б осциллирующие интерференционные кривые и в ММ диапазоне при облучении воды волнами на частотах **65 ГГц** и **1 ГГц** - рис. 5 в, г. Привязка к высоте водяного столба при этом проводилась расчетным путем по изменению объема воды в условиях стационарной скорости потока данных.

Из графиков видно, что период осцилляций в обоих случаях составляет $\Delta L = \lambda''_w/2 \approx 0,35-0,4$ мм. Отсюда длина возбуждаемых волн в водной среде для данных частот **65 ГГц** и **1 ГГц** дает величину $\lambda''_w \approx 0,7-0,8$ мм. Это значение близко к $1/65$ части от длины волны $\lambda'_w = 5$ см в воде, соответствующих частоте **1 ГГц**.

Неточность определения периода осцилляций в данных опытах связана со сложностью регистрации малых изменений уровня воды.

Полученные результаты по возбуждению низкочастотных и высокочастотных резонансных радиоволн $ММ \leftrightarrow ДМ$ можно интерпретировать как стоксову и антистоксову люминесценцию (см. [19]), причем последняя значительно слабее.

Можно спорить о происхождении резонансных радиоволн на частоте вблизи **1 ГГц**. Даже не это самое главное. Существенно то, что **1 ГГц** наряду с **ММ** резонансами является собственной резонансной частотой молекулярных колебаний водной среды в **ДМ** диапазоне. То же относится и к биосреде. Аналогичные результаты получены для частоты вблизи **50 ГГц** [18].

В этом убеждают не только интерференционные осцилляции радиосигнала в воде (рис. 5), но и спектр резонансной прозрачности воды в интервале частот **0,6...1,25 ГГц**, полученный с использованием в качестве СВЧ источника переменной частоты панорамы Р4-47 - рис. 6.

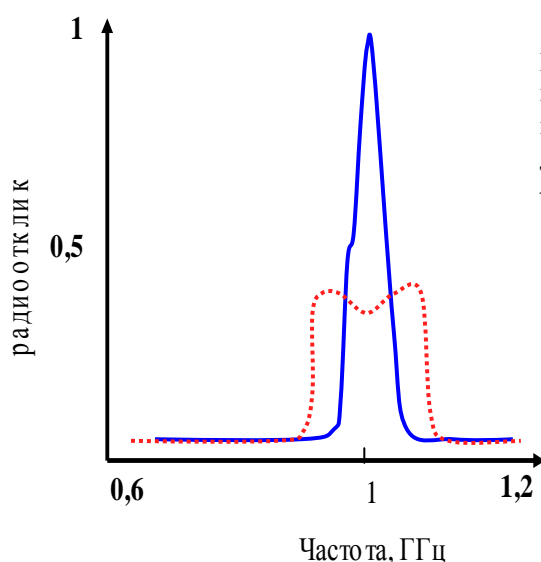


Рис. 6. Спектральная линия резонансной прозрачности воды вблизи частоты 1 ГГц, полуширина линии $\Delta_{0,5} \approx 20$ МГц, добротность $Q \approx \nu_r / \nu_{0,5} \approx 50$, точечная линия – полоса приема радиометра $\Delta = \pm 25$ МГц.

В связи с высокой скоростью развертки панорамой по частоте – 40 сек. – на спектре не видны детали. На самом деле при ручной развертке обнаруживается в

спектре частот воды СВЧ диапазона вблизи **1 ГГц** квартет спектральных линий на частотах **1,15 ГГц, 1,1 ГГц, 1,0 ГГц и 0,95 ГГц**. Интенсивность последней линии на **20 дБ (в 100 раз)** меньше других.

Обнаружение в воде ТР волн ММ и ДМ диапазонов, их одновременное присутствие в результате взаимного возбуждения, представляются единой системой резонансов, в которой возбуждение любого из них возбуждает всю систему. Этот эффект взаимного возбуждения резонансных колебаний, очевидно, обеспечивается взаимосвязью молекулярных фрагментов, объединенных в кластерную конфигурацию, когда колебание (триад) одних возбуждает колебания других (кластера в целом)-см. рис. 3. Поэтому, поскольку радиоволны на частоте 1 ГГц входят в спектр естественных резонансных колебаний водной компоненты биосреды, они также обладают терапевтическим эффектом и безопасны для организма. Тем более, что продемонстрировано, они всегда присутствовали и присутствуют при КВЧ терапии.

Следовательно, при воздействии на водосодержащие среды волнами на одной из резонансных частот возбуждаются остальные резонансы с некоторым естественным распределением по мощности, и, таким образом, воздействие приобретает аккордный характер.

5. Диэлектрическая проницаемость воды в резонансе. Теперь можно показать в упрощенном варианте, как по имеющейся информации находится весьма важный электродинамический параметр - ДП (действительная часть) воды $\epsilon_{r w}$ в резонансном состоянии на используемых частотах $\nu_{r g}=65$ ГГц и $\nu_{r c}=1$ ГГц. Для этого достаточно применить известную формулу связи длины волны в среде (λ_w) с длиной волны в свободном пространстве (λ_0):

$$\lambda_w = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_{r w}}. \quad (1)$$

На частотах $\nu_{r c}=1$ ГГц и $\nu_{r g}=65$ ГГц длины волн в свободном пространстве, соответственно, равны: $\lambda'_0 = c_0 / \nu_{r c} = 30$ см и $\lambda''_0 = c_0 / \nu_{r g} = 4,6$ мм. Здесь $c_0 \approx 3 \cdot 10^{10}$ см/с – скорость распространения радиоволн в свободном пространстве. Используя формулу (1), находим ДП водной среды на резонансных частотах $\nu_{r c}=1$ ГГц:

$$\epsilon_{r w}=(\lambda'_o/\lambda'_w)^2=(30/5)^2=36, \quad (2)$$

и $\nu_{r g}=65$ ГГц:

$$\epsilon_{r w}=(\lambda''_o/\lambda''_w)^2\approx(4,6/0,75)^2\approx36. \quad (3)$$

Аналогичные данные приведены в работе [17] для резонансных частот вблизи 50 ГГц ($\lambda_0 \approx 6$ мм), где в резонансе в водной и биологической средах длина волны также уменьшается в связи со снижением скорости распространения электромагнитных волн в $\sqrt{\epsilon_{r w}} \approx 6$ раз.

Из полученных и предыдущих результатов [18] вытекает принципиальный вывод: на собственных резонансных частотах молекулярных колебаний вещественная часть относительной диэлектрической проницаемости водной среды является константой и равна $\epsilon_{r w} \approx 36$. Обратим внимание, что в то же время диэлектрическая проницаемость воды вне резонансов монотонно меняется от значений $\epsilon_w \approx 78$ на частоте около 1 ГГц до значений $\epsilon \approx 10$ на частотах вблизи 300 ГГц [29].

6. Участие воды в генерации ДМ радиоволн. Результаты проведенной серии экспериментов дают право считать ДМ радиоволны частотой 1 ГГц резонансными волнами молекулярной структуры воды.

Поэтому, на наш взгляд, источником резонансных ДМ радиоволн на частоте $\nu_{r r}=1$ ГГц является не столько паразитная гармоника в спектре частот КВЧ генераторов, а прежде всего сама водная среда! Хотя присутствие в спектре частот генераторов паразитной гармоники на частоте 1 ГГц не исключено, но тогда нужно допустить, что все типы генераторов, которые использовались, без исключения—на ЛОВ, клистроне, диоде Ганна и ЛПД, и в диапазоне всех резонансных частот от 25 ГГц до 150 ГГц (см рис. 1) должны включать эту «паразитную» гармонику в свои спектры излучений. Кстати, эксперименты по поиску радиоволн на частоте 1 ГГц в спектре частот генераторов необходимо проводить в «сухой» атмосфере, иначе возбуждение в парах воды резонанса на 1 ГГц будет воспринято как наличие «паразитной» гармоники. Далее этот тезис экспериментально проверяется.

В плане «расследования» причастности воды в радиоизлучениях на частоте 1 ГГц любопытна следующая серия опытов, проводившаяся в помехозащитном боксе с

подавлением электромагнитных помех -30 дБ. Эксперименты этой серии проводились по схеме рис. 7.

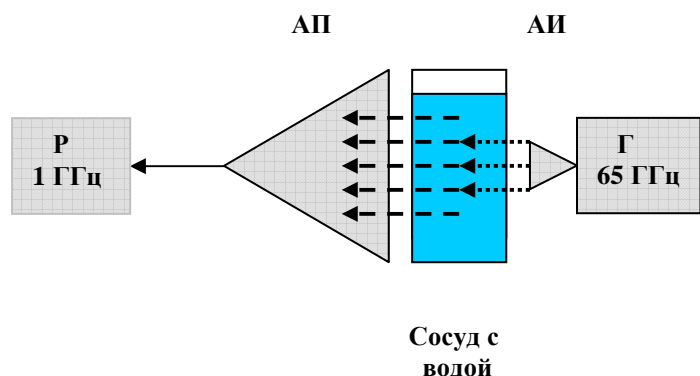


Рис. 7. Схема экспериментов по радиоволновому ММ/ДМ переизлучению воды: Г-ММ генератор, АИ-излучающая антенна, Р-ДМ радиометр, АП-приемная антенна

Обнаружено, что присутствие воды в пространстве распространения радиоволн, включая внутреннее пространство приемной антенны, существенно влияет на принимаемый радиометром сигнал частотой 1 ГГц—рис. 8. (плотность принимаемой мощности лежит в диапазоне $\sim 10^{-15}$ - 10^{-14} Вт/см²).

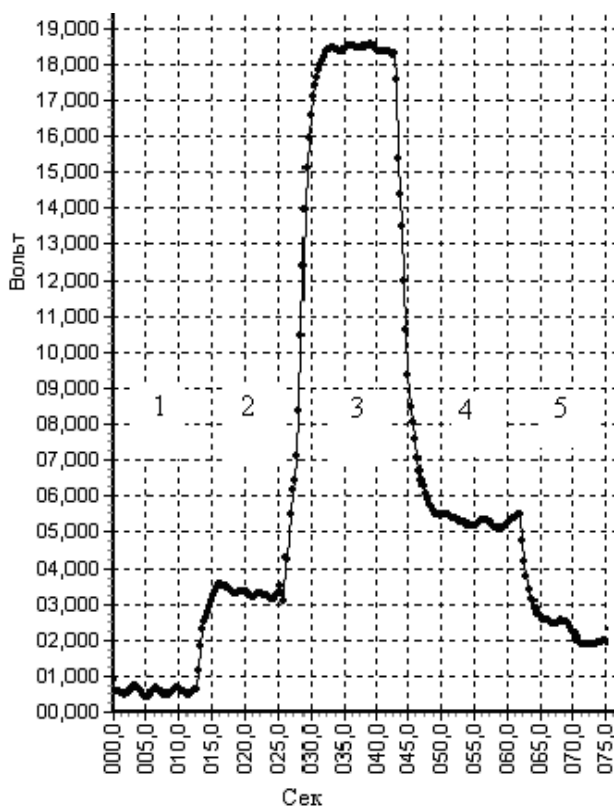


Рис. 8. Возбуждение резонансными ММ радиоволнами частотой 65 ГГц резонансных ДМ радиоволн частотой 1 ГГц в воде и атмосфере:
 1-начальный фон,
 2-начальный радиоотклик атмосферы,
 3-радиоотклик воды,
 4-остаточный радиоотклик атмосферы,
 5-остаточный фон.

Вызывает интерес влияние атмосферной воды. В этом плане проведены опыты

по влиянию концентрации и молекулярной упорядоченности (энтропии) паров воды во внутреннем пространстве приемной рупорной антенны на переизлучение парами радиоволн в полосе частот вблизи 1 ГГц. Концентрация паров менялась путем вымораживания сухим льдом (-78 С), а упорядоченность (энтропия)-наложением магнитного поля.

Эксперименты ставились по схеме рис. 9.

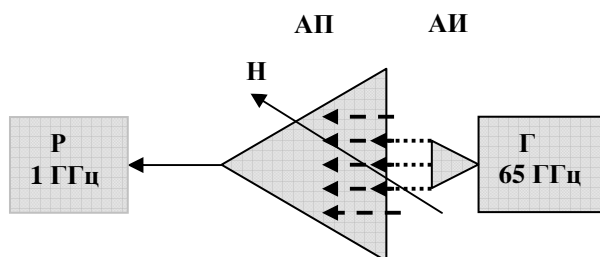


Рис. 9. Схема экспериментов по влиянию состояния атмосферы в волноводном тракте: Г-ММ генератор, АИ-излучающая антенна, Р-ДМ радиометр, АП-приемная рупорная антенна, Н-внешнее магнитное поле.

На рис. 10, в целях экономии места, представлены результаты в виде гистограммы (плотность принимаемой мощности находится в диапазоне $\sim 10^{-16}$ - 10^{-15} Вт/см²).

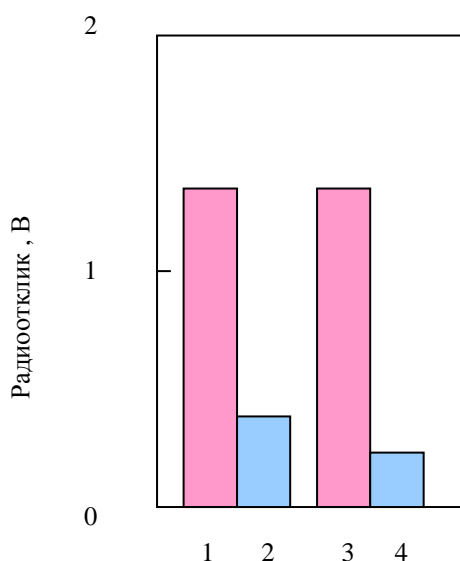


Рис. 10. Зависимость радиооткликов атмосферы от факторов воздействия: 1, 3-естественная атмосфера, 2-вымороженная атмосфера, 4-атмосфера в магнитном поле.

Как показывают результаты данной серии опытов жидкая вода и ее пары возбуждаются резонансными ММ радиоволнами и становятся источником вторичных резонансных ДМ радиоволн в полосе частот 1 ГГц.

7. Выводы. В результате проведенной серии экспериментов с применением ТРФ топографа показано, что:

*ММ и ДМ частоты 65 ГГц и 1 ГГц, используемые в ТРФ топографе, являются частотами собственных (резонансных) колебаний молекулярных фрагментов структуры воды,

*в воде реализуется эффект взаимного преобразования частот резонансных радиоволн между ММ↔ДМ диапазонами,

*жидкая вода и пары принимают активное участие в генерации вторичных резонансных ДМ радиоволн в полосе частот 1 ГГц.

*представленная модель фрактально-кластерной структуры воды объясняет эффект взаимного преобразования частот резонансных радиоволн между ММ↔ДМ диапазонами,

*ТРФ топограф может быть использован в качестве аналитического прибора, чувствительного к радиоволновому и фазовому состоянию водной среды.

Литература.

1. Петросян В.И., Гуляев Ю.В., Житенева Э.А., Елкин В.А., Сеницын Н.И. Взаимодействие физических и биологических объектов с электромагнитным излучением КВЧ-диапазона. - Радиотехника и электроника, 1995, т. 40, вып. 1.
2. Петросян В.И., Житенева Э.А., Гуляев Ю. В., Девятков Н.Д. , Елкин В.А., Сеницын Н.И. Физика взаимодействия миллиметровых волн с объектами различной природы. - Биомедицинская радиоэлектроника, 1996, №3 в ж. Радиотехника, 1996, №9.
3. Петросян В.И., Гуляев Ю.В., Житенева Э.А., Елкин В.А., Сеницын Н.И. Резонанс молекулярной системы как термодинамическое фазовое состояние. - Радиотехника и электроника, 1998, т. 43, №7.
4. Сеницын Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А., Девятков Н.Д. , Гуляев Ю.В., Бецкий О.В. Особая роль системы «миллиметровые волны-водная среда» в природе. - Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, №1,
- Биомедицинская радиоэлектроника, 1999, №1,
- Научные технологии, 2001, т. 2, №2,
5. Sinitsyn N.I., Petrosyan V.I., Yolkin V.A., Devyatkov N.D., Gulyaev Yu.V., Betskii O.V. Special Function of the «Millimeter Wavelength Waves-Aqueous Medium» System in Nature. – Critical Reviews in Biomedical Engineering, 2000, v. 28, №1&2.
6. Сеницын Н И., Петросян В.И., Елкин В.А.. «СПЕ-эффект». - Радиотехника, 2000, №8.
7. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А., Девятков Н.Д., Гуляев Ю.В., Бецкий О.В., Лисенкова Л.А., Гуляев А.И. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем . - Биомедицинская радиоэлектроника, 2001, №5-6.
8. Петросян В.И., Громов М.С., Власкин С.В., Благодаров А.В. Транс-резонансная функциональная топография. Биофизическое обоснование. - Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2003, №1 (29).
9. Бецкий О.В. От редактора выпуска. - Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, №1.

10. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. – М: Радио и связь, 1991.
11. Бецкий О.В. Миллиметровые волны в биологии и медицине. – Радиотехника и электроника, 1993, т. 36, № 10.
12. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н. Современные представления о механизмах воздействия низкоинтенсивных волн на биологические объекты. – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2001, № 3.
13. Бецкий О.В., Креницкий А.П., Лебедева Н.И., Майбородин А.В., Тупикин В.Д. Биофизические эффекты волн терагерцового диапазона и перспективы развития новых направлений в биомедицинской технологии: Терагерцовая терапия и Терагерцовая электроника. - Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2003, №12.
14. Петросян В.И., Бриль Г.Е., Житенева Э.А., Гуляев Ю.В., Девятков Н.Д., Елкин В.А., Мартынов Л.А., Сеницын Н.И. Метод исследования изменений резонансных структур биологических жидкостей под воздействием низкоинтенсивного лазерного излучения. - Биомедицинская радиоэлектроника, 1996, №3 в ж. Радиотехника, 1996, №9.
15. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А., Бриль Г.Е., Разумник Д.А. Лазеро-стимулированные радиоизлучения биоткани и водных сред. - Биомедицинская радиоэлектроника 2000, №2.
16. Бессонов А.Е., Калмыкова Е.А. Информационная медицина. – М: «Лидо», 2003.
17. Бриль Г. Е., Петросян В. И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование). - Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, №2.
18. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В. А., Майбородин А.В., Тупикин В.Д., Надежкин Ю.М. Проблемы прямого и косвенного наблюдения резонансной прозрачности водных сред в миллиметровом диапазоне. - Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, №1,

- Электронная промышленность. Наука, технологии, изделия, 2000, №1.
19. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. Люминесцентная трактовка «СПЕ-эффекта». - Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, №1.
20. Богородский В.В., Гаврило В.П. Лед. Физические свойства. Современные методы гляциологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
- 21 Синюков В.В. Вода известная и неизвестная. – М.: Знание, 1987.
22. Самойлов О.Я. Структура водных растворов , электролитов и гидратация ионов. – М: АН СССР, 1957.
23. Гайдук В.И. Вода, излучение, жизнь. – М: Знание, 1991, Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Физика», №7.
24. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А, Башкатов О.В. Взаимодействие водосодержащих сред с магнитными полями. - Биомедицинская радиоэлектроника 2000, №2.
25. Лященко А.К., Новскова Т.А. Структурно-кинетические характеристики и высокочастотные свойства жидкостей с диполь-дипольным взаимодействием. – Журнал химической физики, 2003, т. 76, № 11.
26. Башаринов А.Е., Тучков Л.Т., Поляков В.М., Ананов Н.И. Измерение радиотепловых и плазменных излучений в СВЧ-диапазоне. – М.: Сов. радио, 1968.
27. Gaiduk V.I. The interaction of electromagnetic radiation with H₂O molecules in liquid water and water bound by the biological structures. – Biological Aspects of Low Intensity Millimeter Waavaavaaves, Eds. N.D. Deviatkov, O.V. Betskii, M., 1994.
28. Бурдун Г.Д., Валитов Р.А., Брянский Л.Н., Кукуш В.Д., Проненко В.И. Радиоизмерения на миллиметровых волнах. – Харьков: Госуниверситет, 1958.
29. Gaiduk V.I., Gaiduk V.V., Mc-Connell J. The complex susceptibility of reorienting polar molecules. – Physika A, 1995.

Аннотация. Обсуждаются процессы взаимосвязи радиоволн резонансной «прозрачности» воды с особенностями молекулярной структуры жидкой фазы воды. Приводятся экспериментальные данные по участию воды в эффектах взаимного возбуждения радиоволн на различных резонансных частотах. Обосновывается явление резонансно-волнового состояния водной среды и показывается, что жидкая и атмосферная вода действительно являются и источником, и проводником радиоволн резонансной «прозрачности», соответствующих собственным волнам резонансно-волнового состояния водной среды.

RESONANT PROPERTIES AND STRUCTURE OF WATER

*Petrosyan V.I., **Betskii O.V., ***Maiborodin A.V.,

*Dubovickiy S.A., *Vlaskin S.V., *Blagodarov A.V., *Melnikov A.N.

*Company «Project «New Technologies» (P.N.T.)»,

**Institute of a radio engineering and electronics of the Russian Academy of sciences,
Medical-technical association" МТА-НFW",

***Open Joint Stock Company «Central Institute of Measuring Equipment (SIME)», Sa-
ratov, Russia.

The summary. Processes of interrelation of radio-waves of resonant "transparency" of water with features of molecular structure of a liquid phase of water are discussed. Experimental data on participation of water in effects of mutual excitation of radio-waves on various resonant frequencies are resulted. The phenomenon of a resonant-wave condition of the water environment is proved and shown, that liquid and atmospheric water really are both a source, and a conductor of radio-waves of the resonant "transparency" corresponding to own waves of a resonant -wave condition of the water environment.

Энергию магнитного диполь-дипольного взаимодействия можно оценить аналитически по известной формуле Ампера для соосных кольцевых токов:

$$E_M = 4\pi^2 \mu_0 r_B^2 I^2 / 2\pi \Delta = \mu_0 e^4 / \pi \epsilon_0 m_e \Delta \approx 12,566 \cdot 10^{-7} (1,6 \cdot 10^{-19})^4 / \pi 8,854 \cdot 10^{-12} 0,91 \cdot \Delta$$

Здесь $\mu_0 \approx 12,566 \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная, $\epsilon_0 \approx 8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м,

$M \approx 9,28 \cdot 10^{-24}$ А·м² – орбитальный магнитный момент электрона,

$D \approx 6.137 \cdot 10^{-30}$ Кл·м – дипольный момент молекулы воды H₂O,

$v_B = (e^2 / 4\pi \epsilon_0 m_e r_B)^{1/2} \approx 7,3 \cdot 10^7$ м/с – скорость электрона на первой боровской орбите,

$r_B \approx 0,529 \cdot 10^{-10}$ м – первый боровский радиус,

$e \approx 1,6 \cdot 10^{-19}$ ·Кл, $m_e \approx 0,91 \cdot 10^{-30}$ кг – масса покоя электрона.

$$E_D = D^2 / 4\pi \epsilon_0 \Delta^3 \approx (6.137 \cdot 10^{-30})^2 / 4\pi 8,854 \cdot 10^{-12} 10^{-33} 55^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} =$$

Свой вклад вносят и электрические дипольные связи.

$$D^2 / 4\pi \epsilon_0 \Delta^3 = e^2 / 4\pi \epsilon_0 \Delta$$

$$D^2 / \Delta^2 = e^2 \quad \Delta = D/e$$

$$\Delta = 6.137 \cdot 10^{-30} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,8 \cdot 10^{-11} \text{ м} = 0,38 \text{ \AA}$$