

РАДИОВОЛНОВАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ВОДЫ И БИОСРЕД

Петросян В.И.

Реферат. Обнаружена люминесценция водных и биологических сред в радиодиапазоне. Люминесценция наблюдается в ДМ диапазоне при воздействии на среды ММ радиоволн, оптического излучения He-Ne лазера, магнитного и электрических полей, в процессах жизнедеятельности. Показывается, что источником радиоволновой люминесценции являются резонансные молекулярные колебания водосодержащих сред и негэнтропийные переходы, вызываемые синхронизацией колебаний и пространственной анизотропией молекулярных структур под влиянием внешних воздействий и внутренних процессов.

Аннотация. Обнаружена люминесценция водных и биологических сред в радиодиапазоне. Такая радиоволновая люминесценция вызывается процессами жизнедеятельности, воздействием на среды миллиметровых волн на резонансных частотах собственных молекулярных колебаний водосодержащих сред, статическими магнитными и электрическими полями, лазерным излучением. Обосновывается, что в основе механизма радиоволновой люминесценции, в отличие от известного механизма энергетического возбуждения, лежат энтропийные переходы. Обращается внимание на связь процессов жизнедеятельности с резонансно-волновым состоянием биосреды и продуцированием негэнтропии.

Введение. Резонансное состояние водных и биологических сред в миллиметровом (ММ) диапазоне радиоволн впервые наблюдалось в [1,2]. Оно реализуется на двух сериях частот вблизи: 25, 50, 100, 150... ГГц и 32, 65, 130... ГГц и др. гармониках, в том числе резонанс в ДМ диапазоне на частоте 1 ГГц. На них водосодержащие среды прозрачны для низкоинтенсивных ММ волн. В то же время известно, что вне резонансов водная и биосреды для ММ волн являются сильнейшими поглотителями (-20-40 дБ/0,1 мм). Обнаружение этого явления стало возможным благодаря разработке автора с коллегами принципиально нового метода радиоспектроскопии, названного «трансмиссионно-резонансной КВЧ/СВЧ радиоспектроскопией». Метод основан на резонансной прозрачности сред и заключается в воздействии на среду низкоинтенсивными (10^{-1} – 10^1 мкВт/см²) монохроматиче-

скими ММ волнами, свипирующими в окрестности резонансных частот в интервале 47–54 ГГц и приёме шумового радиоотклика среды в ДМ диапазоне на резонансной частоте 1 ГГц в полосе ± 25 МГц.

Резонансное пропускание обусловлено распространением ММ волн в системе связанных молекулярных осцилляторов в полосе частот собственных колебаний, а перенос излучения из ММ в ДМ диапазон волн обусловлен диссипацией ММ волн и возбуждением резонанса в ДМ диапазоне. Именно механизм переноса излучения в ДМ диапазон обеспечивает наполнение параметров излучения информацией о состоянии водосодержащих сред. Вторичное ДМ излучение радиоволн имеет признаки люминесценции. В радиодиапазоне люминесценция не известна.

Экспериментальные результаты и природа радиоволновой люминесценции. Воздействие на водосодержащие среды низкоинтенсивными ММ волнами на частотах резонансного состояния воды (например, вблизи 50 ГГц, 1 мкВт/см^2), излучением He-Ne лазера ($0,63 \text{ мкм}$, 10 мВт/см^2), магнитным ($\sim 300 \text{ Э}$) и электрическим ($\sim 30 \text{ В/см}$) полями возбуждает слабое радиоизлучение в ДМ диапазоне с превышением над радиотепловым фоном, эквивалентным величинам в десятки К. ДМ радиоизлучение обладает свойством послесвечения, которое сохраняется в течение часов для ММ и лазерного «возбуждения» и без ограничения при магнитной и электрической поляризации ниже точек Кюри, экспериментальные значения которых, соответственно, равны $T_{\text{кН}} \approx 70 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{кЕ}} \approx 90 \text{ }^\circ\text{C}$. На рис.1 приведены характерные интенсивности послесвечения воды в радиодиапазоне при указанных способах воздействия. Аналогичная картина наблюдается и в биосредах.

По внешним проявлениям вторичное ДМ радиоизлучение может трактоваться как стоксова люминесценция в радиодиапазоне. Под определение люминесценции подпадают и превышение излучения над равновесным тепловым уровнем (признак неравновесности), и длительность послесвечения (признак аккумуляции энергии). Однако по механизму возбуждения обнаруженное излучение отличается от общепринятого понимания. Известные виды люминесценции вызываются энергетическим возбуждением (накачкой), с последующим переходом молекулярной системы на метастабильный энергетический уровень. В нашем случае последствие заключается не в переходе на метастабильный энергетический уровень (ММ и ДМ радиоквант $h\nu \ll kT$), а в сохранении в течение некоторого релаксационного време-

ни неравновесного состояния пространственной и временно́й организации в макроструктуре молекулярных осцилляторов. Пространственное упорядочение молекулярной среды создаётся внешними магнитными и электрическими полями, а временно́е–фазовой и частотной синхронизацией под воздействием внутренних процессов и внешнего злучения. И в том, и в другом случае собственное излучение среды увеличивается. Здесь проявляется принципиально новый, энтропийный фактор «возбуждения». Поэтому обнаруженную люминесценцию нужно считать энтропийной, что выделяет её в ряду традиционной классификации. В связи с тем, что люминесценция в радиодиапазоне наблюдалась впервые, логично дать обнаруженному явлению название «радиоволновая люминесценция».

Энергия и энтропия электромагнитного излучения водосодержащих сред. Спектр собственных излучений среды теоретически описывается законом Планка для абсолютно чёрного тела, в котором свойства вещества, и, тем более, резонансное состояние, не учитываются. Внешние воздействия инициируют проявление скрытых под шумовым собственным излучением спектральных особенностей среды. Тем самым создаются условия для выделения резонансных составляющих на фоне планковского шумового распределения [3]. Радиосвечение в ДМ диапазоне обязано своим происхождением именно резонансным молекулярным процессам, протекающим в водосодержащих средах в ММ и ДМ диапазонах.

Водная среда представляет собой систему ассоциированных молекулярных осцилляторов двух структурных типов–гексагональных $(\text{H}_2\text{O})_6$ и 3 атомных (H_2O) фрагментов. Кольцевые фрагменты, как следует из экспериментов по расщеплению спектральных линий воды в магнитном поле [1,2,4], находятся в антиферромагнитном состоянии, обладая антипараллельными магнитными моментами **M** на свободных sp^3 -гибридных орбиталях, перпендикулярных плоскости кольца, а 3 атомные фрагменты, как известно, имеют электрический дипольный момент **D**. Схематически фрагменты молекулярной структуры воды показаны на рис.2. Благодаря магнитным и электрическим дипольным моментам в водной среде могут формироваться фрактальные структуры. Собственные колебания этих молекулярных структур лежат в ММ и ДМ диапазоне и определяют частоты резонансного состояния водной среды. Приведённые выше спектральные серии соответствуют колебаниям молекулярных структур, образованных гексагональными и 3 атомны-

ми фрагментами. Принадлежность спектральных серий к двум различным типам структур связано с наличием у них магнитного и электрического дипольных моментов[5].

Итак, радиоволновая люминесценция наблюдается в резонансном состоянии водосодержащих сред, заключающемся в возбуждении коррелированных колебаний молекулярных осцилляторов на собственных характеристических частотах в ММ диапазоне. В этом состоянии среда становится радиопрозрачной в узких полосах на резонансных частотах. В таких условиях радиоволновую люминесценцию нельзя объяснить энергетическими переходами на квантовых уровнях. Её естественнее связать со вторичным излучением осцилляторов, которые являются источником селективных электромагнитных волн, входящих в спектр тепловых излучений, но проявляющих себя слабо в отсутствие внешних воздействий [3].

Заряженный осциллятор создаёт электромагнитное излучение. В ближней зоне поле осциллятора находится в связанном состоянии (вектор Пойнтинга мнимый) и быстро затухает с расстоянием. Поток энергии формируется в дальней зоне ($R \gg \varphi$), поэтому мощность излучения элементарного излучателя определяется в сферической системе координат (R, θ, α) в приведённом телесном угле $d\Omega = d\theta d\alpha / 4\pi$ выражением [6]:

$$p_o = q^2 c^{-3} \sin^2 \theta \cdot \ddot{\varphi}^2 d\Omega , \quad (1)$$

где q – заряд осциллятора, c – скорость распространения электромагнитных волн, φ – смещение осциллятора.

Осцилляторы, имеющие собственные частоты, генерируют селективные излучения над радиотепловым фоном.

Источником возбуждения излучений являются тепловая энергия и внешняя резонансная накачка. Водные среды представляют собой систему связанных молекулярных осцилляторов с собственными частотами колебаний в ММ диапазоне, поэтому резонансно-волновое состояние среды можно имитировать распространением волн по цепочкам молекулярных осцилляторов. В линейном режиме (слабое воздействие) волновое уравнение:

$$(q/m)E_0 \exp(i\omega t) = \ddot{\varphi}_n + \gamma \dot{\varphi}_n + \omega_0^2 \varphi_n + (k'/m)\Delta \varphi_n \quad (2)$$

и его решение в виде гармонической волны:

$$\varphi_n = \varphi_0 \exp[i(\omega t - \chi n a - \phi)] \quad (3)$$

дают частотную зависимость интенсивности колебаний осциллятора и тангенс угла потерь:

$$\varphi_0^2(\omega) = 4\pi(E/n_0)(q/m)^2 \left\{ [\omega_0^2 - \omega^2 - 4(k'/m)\sin^2(\chi a/2)]^2 + (\gamma\omega)^2 \right\}^{-1}, \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \phi = \gamma\omega [\omega_0^2 - \omega^2 - 4(k'/m)\sin^2(\chi a/2)]^{-1},$$

где $E = E_0^2/4\pi$ – угловая плотность энергии падающего излучения, E_0 – амплитуда напряжённости электрического поля внешнего излучения, n_0 – объёмная плотность осцилляторов, m – масса осциллятора, φ_n – смещение n -го осциллятора, $\omega_0 = 2\pi\nu_0 = \sqrt{k_0/m}$ – собственная циклическая частота автономного осциллятора, k_0, k' – константы упругости автономного осциллятора и взаимосвязи осцилляторов, γ – удельный (на единицу массы) коэффициент диссипативных потерь, $\Delta\varphi_n = \varphi_{n+1} - \varphi_n - (\varphi_n - \varphi_{n-1}) = -4\varphi_n \sin^2(\chi a/2)$ – смещение n -го осциллятора относительно соседей, a – расстояние между осцилляторами; $\varphi_0, \omega, \lambda, \chi = 2\pi\sqrt{\varepsilon}/\lambda$ – амплитуда, циклическая частота, длина волны и волновой вектор «молекулярной волны»; ε – диэлектрическая проницаемость среды, ϕ – сдвиг фаз между падающей и распространяющейся волнами на границе среды ($n=0$).

Из условия максимума ($d\varphi_0^2/d\omega = 0$) находится резонансная частота системы связанных осцилляторов $\omega_r^2 = \omega_0^2 - 4(k'/m)\sin^2(\chi a/2) - \gamma^2/2$. Отсюда следует, что при частотах $\omega^2 < \omega_0^2 - 4(k'/m)\sin^2(\chi a/2) - \gamma^2/2$ и $\omega^2 > \omega_0^2 - \gamma^2/2$ волновой вектор становится мнимым ($\chi \Rightarrow -i\chi$), и волна в среде затухает, как $\exp(-\chi n a)$. Внутри интервала $\omega_r^2 \in [\omega_0^2 - 4k'/m - \gamma^2/2; \omega_0^2 - \gamma^2/2]$ резонансная волна в системе осцилляторов реально существует, то есть этот интервал является полосой резонансной прозрачности среды. Этим теоретически объясняется резонансное пропускание низкоинтенсивных ММ волн водосодержащими средами и возбуждение в них резонансно-волнового состояния, сопровождаемое собственным радиоизлучением. Таким образом, зная волновую функцию (3) и интенсивность колебаний осциллятора (4), можно определить плотность потока энергии вторичного электромагнитного излучения системы осцилляторов. В резонансе оно будет давать селективный вклад в радиотепловое излучение среды.

Проанализируем влияние ориентации и частотно-фазовой синхронизации осцилляторов на пространственное распределение селективного излучения в резонансном состоянии.

Усреднённая за период плотность потока энергии n_0 ориентированных по полярной оси θ осцилляторов с учетом (1;3) даётся выражением:

$$P_0(\theta) = \frac{n_0 q^2 \omega_r^4 \sin^2 \theta}{2c^3} \cdot \varphi_0^2 d\Omega. \quad (5)$$

Отсюда, для ориентированных по полярной оси θ внешними статическими полями осцилляторов среднее значение плотности мощности вблизи направления максимального излучения ($\theta \approx \pi/2$) составляет:

$$P_{\uparrow} = \frac{n_0 q^2 \omega_r^4}{2c^3} \cdot \varphi_0^2 d\Omega. \quad (6)$$

Неориентированные осцилляторы дают усредненную плотность мощности излучения:

$$P_{\otimes} = \frac{n_0 q^2 \omega_r^4}{4c^3} \varphi_0^2 d\Omega = \frac{4n_0 \pi^4 c q^2}{\lambda_r^4} \varphi_0^2 d\Omega. \quad (7)$$

Сопоставление выражений (6) и (7) показывает, что ориентированные осцилляторы дают в направлении ($\theta \approx \pi/2$), ортогональном вектору электрического момента осциллятора $q\boldsymbol{\varphi}$, анизотропное излучение, превышающее излучение неориентированных осцилляторов $P_{\uparrow} \leq 2P_{\otimes}$. Тогда в направлении максимальной интенсивности селективное излучение смеси хаотических и ориентированных осцилляторов со степенью ориентации $\vartheta = n_{\uparrow} / n_0$ суммируется:

$$\Delta P_{\otimes\uparrow} = (1 - \vartheta)P_{\otimes} + 2\vartheta P_{\otimes} = (1 + \vartheta)P_{\otimes}. \quad (8)$$

Ориентированные осцилляторы дают поляризованное излучение. При нулевом сдвиге фаз и частот излучение интерференционно возрастает $P_{\phi} \leq 2P_{\uparrow}$ (так как $(\sum \varphi_n)^2 = 2\sum \varphi_n^2$) и при самосинхронизации со степенью $\Phi_i = n_{\phi} / n_0$ может достичь величины:

$$\Delta P_{\otimes\phi} = (1 - \Phi_i)P_{\otimes\uparrow} + 2\Phi_i P_{\otimes\uparrow} = (1 + \vartheta)(1 + \Phi_i)P_{\otimes}. \quad (9)$$

При внешней накачке полученные выражения остаются в силе. В общем случае действия внешних статических полей и ММ излучения, синхронизирующего

среду со степенью Φ_e , находим выражение для плотности мощности селективного излучения, или люминесценции:

$$\Delta P = (1 + \vartheta)(1 + \Phi_i)(1 + \Phi_e)P_{\otimes} = \frac{4n_0\pi^4cq^2}{\lambda_r^4}(1 + \vartheta)(1 + \Phi_i)(1 + \Phi_e)\varphi_0^2 d\Omega. \quad (10)$$

Во всех случаях селективную составляющую собственного излучения среды определяют тепловая энергия и энергия внешнего излучения на резонансных частотах, которые входят в выражение (10) через интенсивность колебаний осцилляторов (4). При тепловом возбуждении люминесценции энергия (E_i) определяется теоретически из формулы Планка:

$$E_i(\lambda) = 8\pi hc\lambda^{-5} \Delta\lambda(\exp hc/kT\lambda - 1)^{-1}, \quad (11)$$

и в радиодиапазоне для селективного излучения по формуле Релея-Джинса в окрестности резонансной частоты получаем:

$$E_i(\lambda_r) = 8\pi kT\lambda_r^{-4} \Delta\lambda. \quad (12)$$

График частотной зависимости плотности энергии излучения показан на рис.3. При внешней накачке значение плотности энергии (E_e) определяется плотностью мощности (P) падающего излучения $E_e = P/c$, соответствующей уровням собственного излучения среды. Применяв полученные выражения, можно выразить общую мощность селективного излучения среды, или радиоволновой люминесценции в телесном угле $d\Omega$ формулой, включающей любые комбинации возбуждения:

$$\Delta P = \frac{(1 + \vartheta)(1 + \Phi_i)(1 + \Phi_e)q^4(E_i + E_e)\lambda^4 d\Omega}{c^3 m^2 \left\{ \left[\lambda^2 - \lambda_r^2 + \left(\gamma\lambda\lambda_r / 2\sqrt{2}\pi c \right)^2 \right]^2 + \left(\gamma\lambda\lambda_r^2 / 2\pi c \right)^2 \right\}}. \quad (13)$$

Если молекулярная среда имеет спектр резонансных частот $\omega_{r,j}$, то их вклады в излучение суммируются, и интенсивность излучения повышается, особенно, при попадании в полосу приёма одного из резонансов $\Delta P = \sum_j \Delta P(\omega_{r,j})$ – см. рис.3.

Полученные формулы показывают, что селективное (резонансное) возбуждение среды в ММ диапазоне распространяется в длинноволновую область, причём оно имеет коррелированный характер. О коррелированности селективных излучений свидетельствует экспериментальный факт сохранения поляризации при переносе излучений из ММ в ДМ диапазон. Так объясняется возбуждение длинновол-

новой ДМ люминесценции.

Рассмотрим энтропийную составляющую излучения и покажем активную роль энтропии в формировании электромагнитного излучения среды.

Плотность энтропии собственного излучения среды описывается формулами (см. [7]):

$$S = \frac{8\pi hc \Delta\lambda}{\lambda^5 T} [\exp(hc / kT\lambda) - 1]^{-1} - \frac{8\pi k \Delta\lambda}{\lambda^4} \ln[1 - \exp(-hc / kT\lambda)] \quad (14)$$

и в области Рэля-Джинса:

$$S = 8\pi k \lambda_r^{-4} \Delta\lambda [1 - \ln(hc / kT\lambda)]. \quad (15)$$

График частотной зависимости плотности энтропии приведён на рис.3.

Учёт селективного характера излучения среды приводит к потокам неэнтропии. Энтропия ансамбля осцилляторов определяется формулой Больцмана-Планка: $S = k \ln W$, где статистическая вероятность W состояния системы задаётся числом нетождественных перестановок, осуществляющих такое состояние. Энтропия хаотически излучающих осцилляторов, равная $S_\infty = k \ln n_0!$, существенно уменьшается при частотно-фазовой синхронизации $S_\phi = k \ln(n_0! / n_\phi!)$ и поляризации $S_\uparrow = k \ln(n_0! / n_\uparrow!)$, так что временно́е и пространственное упорядочение системы осцилляторов приводит к суммарному понижению энтропии:

$$\Delta S_{\phi\uparrow} = -k(\ln n_\phi! n_\uparrow!) = -k \ln(\Phi \cdot n_0)! - k \ln(\theta \cdot n_0)! \quad (16)$$

Рассмотрим поведение энтропии вблизи резонансной частоты в процессе частотно-фазовой корреляции осцилляторов. Представим в первом приближении степень синхронизации осцилляторов в виде: $\Phi \approx 1 - |\Delta\nu| / \nu_r$. Тогда из (16) следует что энтропия вблизи резонанса испытывает спад $\Delta S_\phi \approx -kn_0(1 - \Delta\nu / \nu_r) \ln n_0(1 - \Delta\nu / \nu_r) \rightarrow -kn_0 \ln n_0 = -\Delta S_0$, на величину которого влияет степень поляризации – см. (16) и рис.3. Производная энтропии при этом испытывает разрыв $\Delta(d\Delta S_\phi / d\nu) = 2kn_0 \ln n_0 / \nu_r = 2\Delta_0$. График изменения энтропии и её производной в области резонанса представлен на рис.4. Факт скачка энтропии в резонансе указывает на то, что переход в резонансное состояние среды является фазовым переходом второго рода, а само резонансное состояние представляет особую термодинамическую фазу. Фаза эта метастабильна, и для её поддержания необходимы соответствующие условия. Такие условия могут создавать пассивные

или активные средства (резонатор, накачка).

Обсуждение результатов. Люминесценция водных сред, вызванная статическими магнитными и электрическими полями (рис.1а), связана с фазовым переходом второго рода в ориентированное состояние магнитных и электрических моментов молекулярных структур– рис.5. Возникшая ориентационная анизотропия приводит к пространственной анизотропии собственных резонансных излучений молекулярных водных структур и концентрации излучения в преимущественном направлении. Второй тип радиоволновой люминесценции воды вызван синхронизацией собственных колебаний молекулярных структур внешним ММ или лазерным излучением (рис.1б,в). При этом система осцилляторов среды при неизменной энергии испытывает фазовый переход второго рода в неравновесное состояние с уменьшением энтропии. Это приводит к уменьшению интерференционного гашения, и росту излучения. В основе обоих рассмотренных типов люминесценции лежит отрицательный скачок энтропии, или, по аналогии с энергетическим возбуждением, «энтропийное возбуждение». Формула (13) даёт аналитическое описание связи излучения молекулярных осцилляторов со степенью их ориентации и синхронизации, вносимых внешними воздействиями. На рис.6 показано принципиальное отличие энтропийного возбуждения люминесценции от энергетического. Наиболее стабильным механизмом радиоволновой люминесценции является ориентационный тип. В результате диполь-дипольного взаимодействия энтропия поляризованной структуры воды «закрепляется», пока температура не превышает точки Кюри. В этом типе люминесценции после начального скачка энтропия переходит на метастабильный уровень S_3^* , на котором система осцилляторов удерживается, вызывая увеличение анизотропии излучения водной среды. По второму механизму радиоволновой люминесценции после начального скачка энтропия, в течение времени релаксации, последовательно проходит ряд промежуточных состояний S_n, S_m , между которыми флуктуирует $\pm\Delta S_{nm}$, создавая пульсирующее радиоизлучение, чем и отличается от первого типа радиоволновой люминесценции (см. рис. 1).

Коснёмся вопроса радиоволнового излучения живых организмов. Оно также имеет превышение над термодинамически равновесным тепловым уровнем, но присутствует постоянно и связано с процессами жизнедеятельности. На рис.7 по-

казаны уровни радиосигнала собственного излучения тканей организма человека и колонии микроорганизмов (стафилококка и кишечной палочки). Чётко регистрируется более высокая интенсивность излучения тканей организма человека в сравнении с тепловым излучением воды при той же температуре и живых микроорганизмов по отношению к мёртвой колонии. Таким образом, оба факта радиоизлучений вызваны именно процессами жизнедеятельности и объясняются пониженной энтропией их состояния. Эти собственные надтепловые радиоизлучения биообъектов можно трактовать как биолюминесценцию сред, находящихся в метастабильной фазе самосинхронизации и поляризации молекулярных осцилляторов. Для поддержания этого состояния с пониженной энтропией необходимо постоянное продуцирование негэнтропии в процессе жизнедеятельности. Данное заключение указывает на энтропийную природу жизни. Оно согласуется с гипотезой Шредингера о связи жизни с негэнтропией. Рассмотренные энтропийные процессы в радиодиапазоне относятся к слабым воздействиям. Принадлежность к этому классу воздействий определяется критерием $f = \Delta E / T\Delta S < 1$, который следует из формулы Гельмгольца $\Delta F = \Delta E - T\Delta S$, где F – свободная энергия. В нашем случае $f = h\nu / kT \ln n_0 \approx 10^{-3}$, то есть радиоволновая люминесценция реализуется в условиях доминирования энтропийного фактора.

Литература.

1. В. И. Петросян, Ю. В. Гуляев, Э. А. Житенёва и др., Радиотехника и электроника, **40**, 127 (1995).
2. В. И. Петросян, Э. А. Житенёва, Ю. В. Гуляев и др., Радиотехника, № 9, 20 (1996).
3. А. Е. Башаринов, Л. Т. Тучков, В. М. Поляков и др., Измерение радиотепловых и плазменных излучений в СВЧ диапазоне, Сов. Радио, Москва (1968).
4. В. И. Петросян, Н. И. Сеницын, В. А. Елкин, Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, №1, 28 (2002).
5. Н. И. Сеницын, В. И. Петросян, В. А. Елкин, Радиотехника, №8 (2000).
6. И.Е. Тамм, Основы теории электричества, ГИТТЛ, Москва (1954).
7. В.Г. Левич, Курс теоретической физики, **1**, М-Ф ГИЗ, Москва (1962).

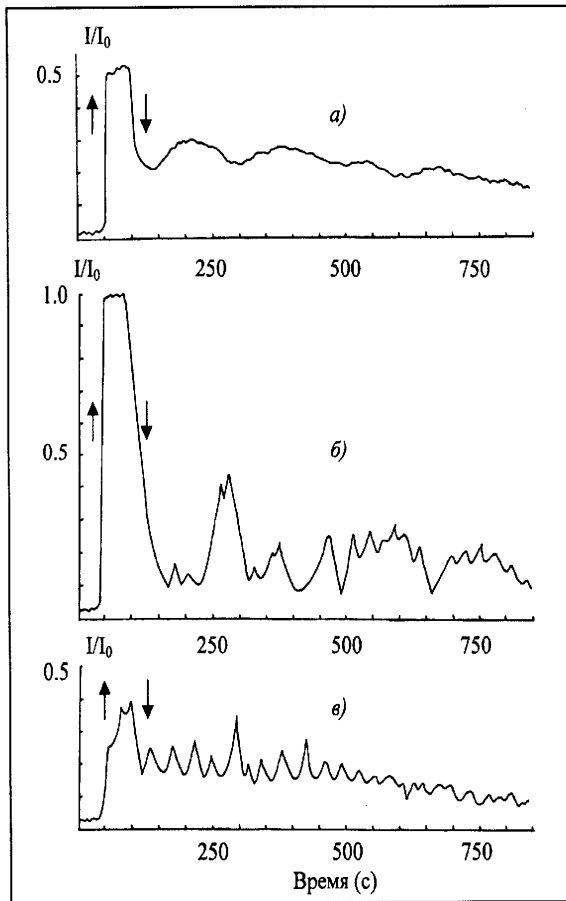


Рис.1. Послесвечение воды в ДМ диапазоне, подвергнутой внешним полевым воздействиям: а) статическим магнитным или электрическим полем, б) резонансными ММ волнами, в) лазерным излучением, I/I_0 – нормированная интенсивность радиоизлучения, стрелками отмечено начало и конец экспозиции.

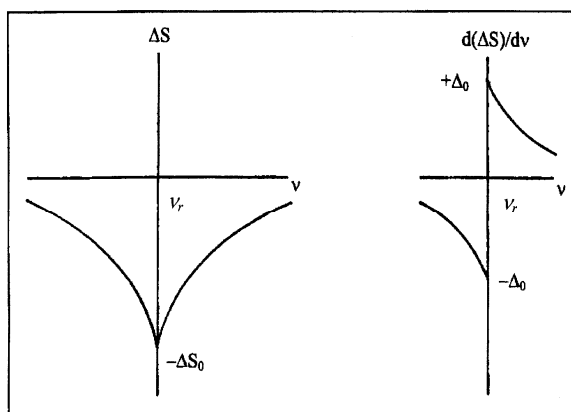


Рис.4. Дисперсионные зависимости энтропии ΔS и её производной $d(\Delta S)/d\nu$ в области резонанса ν_r .

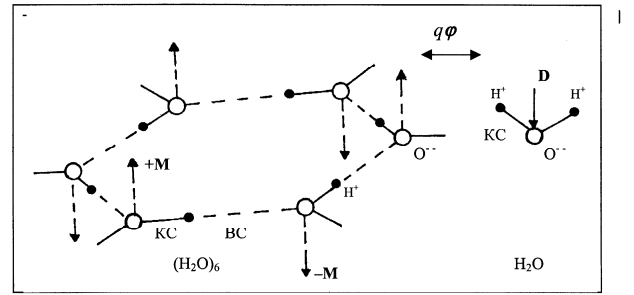


Рис.2. Гексагональный и трёхатомный фрагменты молекулярной структуры воды: BC, KC – водородная и ковалентная связи, \mathbf{M} , \mathbf{D} – магнитный и электрический дипольные моменты, $q\varphi$ – вектор направления колебаний.

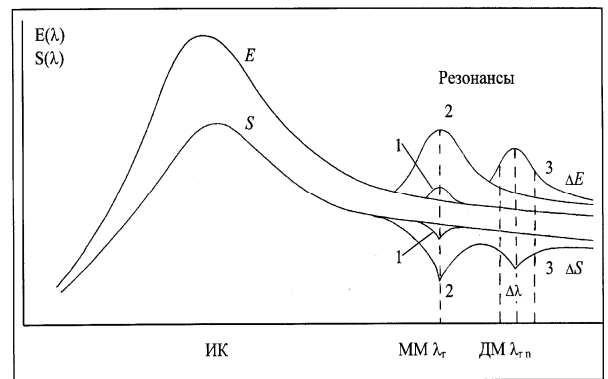


Рис.3. Спектральная плотность энергии $E(\lambda)$ и энтропии $S(\lambda)$ планковского и селективного излучения среды: кривые 1 соответствуют тепловому возбуждению, 2 – воздействию внешних полей и излучений, 3 – люминесцентному излучению, λ_r , $\lambda_{r..}$ – резонансные длины волн.

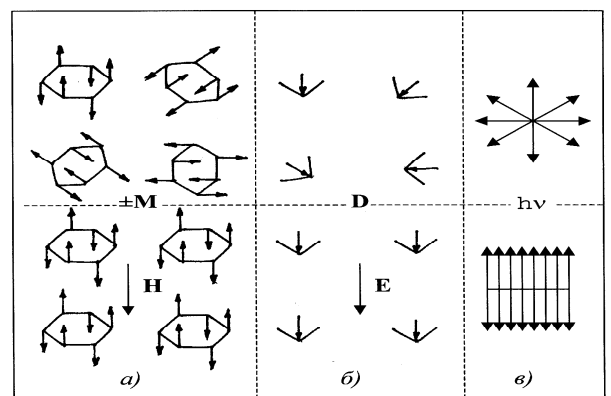


Рис.5. Ориентационный механизм возбуждения радиоволновой люминесценции воды: а) ориентация гексагональных фрагментов в магнитном поле, б) ориентация трёхатомных фрагментов в электрическом поле, в) анизотропия излучения в полях, \mathbf{M} , \mathbf{D} – магнитный и электрический моменты молекулярных фрагментов.

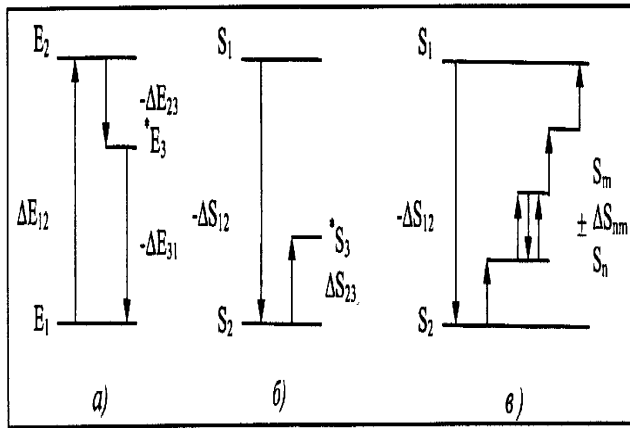


Рис.6. Схемы энергетической и энтропийной люминесценции: *а)* энергетическое возбуждение, *б)* энтропийное «возбуждение» в магнитных и электрических полях и в процессах жизнедеятельности, *в)* энтропийное «возбуждение» внешним излучением.

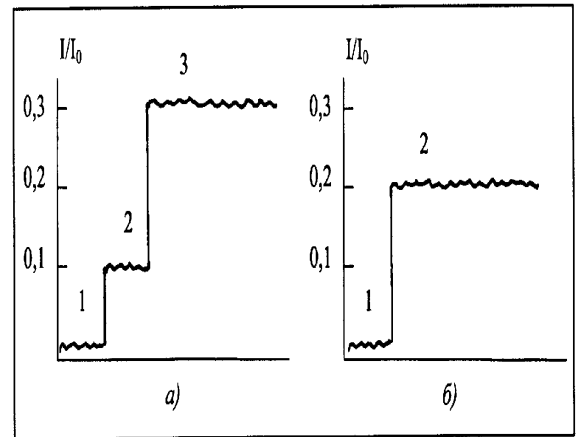


Рис.7. Собственное радиоизлучение биообъектов: *а)* 1 – воды при 20 °С, 2 – воды при 36,6 °С, 3 – биоткани организма человека при 36,6 °С, *б)* 1 – колонии умерщвлённых микроорганизмов, 2 – колонии живых микроорганизмов при 20 °С (стафилококка и кишечной палочки).

RAS,

410019, Saratov, street Green, 38

The summary. The luminescence of water and biological mediums in a radio-frequency range is found. Such radiowave luminescence is invoked by processes of habitability, effect on mediums of a ultra microwaves on resonance frequencies of own molecular oscillations watered of mediums, static magnetic and electrical fields. Is substantiated, that in the basis of the gear of radiowave luminescence, as against the known gear of power excitation, the entropy transitions lie. Is paid attention to communication of processes of habitability with a resonance - wave condition of biomedium and by effecting of a negentropy.