

УДК 621.396:615.47(075)

МЕХАНІЗМИ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, НА БІООБ'ЄКТ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ В ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Павлов С. В., Клапоушак А. Ю., Тітова Н. В., Барановський Д. М.

Вінницький національний технічний університет,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
тел.: (0432) 56-08-48, факс: (0432) 46-57-72,
e-mail: vntu@vntu.edu.ua

***Анотація:** В даній роботі проведено дослідження, яке дозволило збудувати якісні залежності поглинання міліметрових хвиль в водяному розчині. Конвективне перемішування водяного середовища має значні наслідки для біологічних об'єктів, особливо у випадках пов'язаних з переносом речовини через шар рідини. Одним із первинних проявів дії міліметрового випромінювання низької інтенсивності на процеси в живих клітинах є конвекція, яка знімає дифузійні обмеження в середовищі, а також в зовнішньо та внутрішньоклітинних областях.*

***Ключові слова:** ЕМП, випромінювання, міліметрові хвилі, біооб'єкт, білки, водний розчин.*

Перша теорія генерації коливань живими організмами, яка отримала право на існування була запропонована англійським фізиком Г. Фреліхом. Ідея виникла в результаті поширення на живі об'єкти методів та уявлень фізики когерентного стану конденсованих середовищ [1]. Суть гіпотези Фреліха полягає в наступному. Біологічні системи можуть мати поляризаційні (дипольні) коливання в діапазоні частот від 100 до 1000 ГГц (довжина хвилі 0,3 ... 3 мм). Різні процеси життєдіяльності в біологічних клітинах надають енергію локально збудженим дипольним коливанням (біологічна накачка). За рахунок нелінійних ефектів взаємодії дипольних коливань і нелінійного зв'язку цих коливань з пружними коливаннями може відбутися перехід системи в метастабільний стан, в якому енергія трансформується в один тип коливань [1].

Під впливом випромінювання метастабільний стан може перейти в основний – утворення диполя, який є частинним випадком когерентного стану біооб'єкту. В цій моделі подібні коливання відбуваються на рівні біологічних мембран або частини біомакромолекул [2].

У відповідності до іншої гіпотези – «блок-машина», радянських фізиків Д. С. Чернавського та С. Е. Шноля, можливе накопичення енергії в формі напруженого, механічного, метастабільного стану біомакромолекули, але яке є частинним випадком когерентного стану. Дані вчені вважають, що в глобулярних білках «когерентне збудження» по моделі Фреліха мало ймовірно [3].

Дані моделі відрізняються одна від одної лише формою накопичення енергії, але об'єднанні ідеєю існування в біологічних структурах виділеного ступеня свободи, який має механічний характер і на якому може накопичуватися енергія, а сам виділений ступінь свободи виконує важливу функціональну роль в біологічних процесах [3].

Аналіз результатів теоретичного та експериментального вивчення коливальних станів білків і ДНК в сантиметровому, міліметровому та субміліметровому діапазонах показав, що хоча теорія і передбачає існування різного роду коливань в цих біополімерах, частоти яких попадають у вказані діапазони електромагнітних хвиль, експериментально такі коливання не виявляються [4].

Якщо врахувати, що органічні речовини та біологічні середовища можуть бути описані як молекулярні кристали, то стає очевидною необхідність розгляду ефектів просторової дисперсії при дослідженні дії електромагнітних полів на такі об'єкти. Фізична причина просторової дисперсії полягає в урахуванні нелокальності відгуку середовища на зовнішнє електромагнітне поле. Нехай існує система заряджених частинок, в якій можливі процеси їх переносу. Поляризація в деякій точці простору буде визначатися полем в цій точці і зарядами, які прийшли в область точки з інших областей простору і фактично принесли інформацію про значення поля в цих областях. Таким чином, через процеси переносу виявляється можливою ситуація, коли поляризація середовища залежить від значень поля в інших точках [5].

Енергія випромінювання може трансформуватися в енергію полярних молекул, зв'язану з обертовими ступенями свободи. Роль таких акумуляторів енергії можуть відігравати полярні молекули води, які мають дипольний момент 1.84 D.

Молекули вільної води поглинають КВЧ випромінювання інтенсивніше, ніж молекули зв'язаної води. Частоти обертового руху молекул води в значній мірі припадають на область міліметрових та субміліметрових довжин хвиль. При наявності зовнішнього електромагнітного поля відбувається перекачування енергії саме в ці системи вільності полярних молекул з наступною дисипацією енергії за рахунок міжмолекулярних зв'язків [5].

При поляризаційному вимірюванні залежностей «С» поглинання випромінювання низької інтенсивності (довжиною хвилі 2 мм, густиною потоку потужності $P=1...3\text{мВт/см}^2$) водяними розчинами, виявилось, що поглинання випромінювання змінюється в залежності від характеру взаємодії молекул води із молекулами розчиненої в ній речовини (Ю. І. Хургін, В. А. Кудряшова) [6] (рис. 1):

1. Поглинання електромагнітного випромінювання розчином дорівнює сумі поглинань розчинника та розчиненої речовини.

2. Загальне поглинання менше суми поглинань.

3. Загальне поглинання більше суми парціальних поглинань.

В першому випадку молекули води мало взаємодіють із молекулами розчиненої речовини. В другому – частина молекул води втрачає обертову рухливість за рахунок міжмолекулярної взаємодії, тобто сумарне поглинання зменшується. В третьому випадку міжмолекулярні взаємодії призводять до збільшення обертової рухливості молекул води, що надає додаткового збільшення сумарного поглинання.

Конвективне перемішування водяного середовища може мати значні наслідки для біологічних об'єктів, особливо в тих випадках коли процеси пов'язані з переносом речовини через шар рідини (в міжклітинному чи внутрішньоклітинному середовищі).

Потужно взаємодіючи з молекулами води, випромінювання впливає на її властивості як в зовнішньому, так і у внутрішньому середовищі живих клітин [6].

Конвекція яка знімає дифузійні обмеження в середовищі, а також в зовнішніх та внутрішньоклітинних областях, може бути одним із первин-

них проявів дії міліметрового випромінювання низької інтенсивності на процеси в живих клітинах (наприклад на іонний транспорт та перенесення різних речовин через мембрану) [6].

Моделювання динаміки фізіологічних параметрів тест-об'єктів при дії ЕМП-випромінювання, приводить висновку, що вплив потрібно здійснювати електрофізіологічними параметрами збурення, яке викликає до здійснення

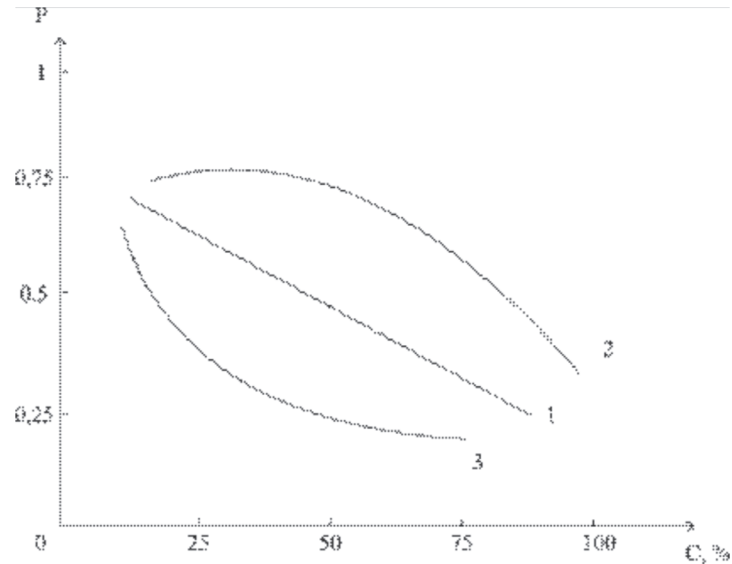


Рис. 1. Якісні залежності поглинання міліметрових хвиль в двокомпонентному водяному розчині від концентрації розчиненої речовини [6]

бажаний процес або явище. Тобто фактично мова йде про вплив на інформаційно-керуючу систему організму [7].

В [8] пропонується пояснювати ефект ЕМП-впливу низької інтенсивності на біооб'єкти повільним гуморальним зсувом в рамках симпато-адреналової та гіпофізно-надниркової систем. Якщо існує інтерференція міліметрових хвиль в біооб'єкті, то при загальному нагріванні тканин не більше ніж на $0,1\text{ }^\circ\text{C}$, будуть існувати локальні області з вищою температурою, що може спричинити збільшення кількості білків теплового шоку, які регулюють функцію білків-рецепторів стероїдних гормонів, зв'язуючись з їх неактивними центрами.

Висновки

1. Електромагнітні коливання низької інтенсивності в міліметровому діапазоні хвиль виявляють значний вплив на життєдіяльність різних організмів (від мікроорганізмів до савців)

2. Сукупність виявлених ефектів можна розділити на дві взаємозв'язані групи, виходячи з наявності або відсутності частотних залежностей резонансного типу.

3. Нерезонансні ефекти мають місце у випадках, коли взаємодія низькоінтенсивних електромагнітних коливань в міліметровому діапазоні довжин хвиль відбувається з молекулами води, які найбільш сильно поглинають міліметрове випромінювання.

Литература

1. Агранович В. М. Перенос энергии электронного возбуждения в конденсированных средах / В. М. Агранович, М. А. Голанин – М. : Наука, 1978. – 383с.
2. Бецкий О. В. Волны и клетки / О. В. Бецкий, В. В. Кислов – М. : Знание, 1990. – 64с.
3. Бецкий О. В. Миллиметровые волны в биологии. – М. : Знание, 1988, 64с.
4. Малеев В. Я. О молекулярных механизмах взаимодействия ЭМИ ММ диапазона с белками и ДНК. Теория и эксперимент / В. Я. Малеев, В. А. Кашпур // Исследование взаимодействия электромагнитных волн ММ и СубММ диапазона с биологическими объектами : Сб. науч. Тр. / АН УССР. Ин-т радиофизики и электрон. – К. : Наукова думка, 1989, с. 3 – 10.
5. Яцышен В. В. Модель среды с пространственной дисперсией – учет нелокальности взаимодействия // вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4. – С. 11, 12.
6. Шван Х. П. Воздействие высокочастотного поля на биологические системы: электрические свойства и биофизические механизмы / Х. П. Шван, К. Р. Фостер // ТИИЭР, – 1980. №1, с. 121 – 132.
7. Гаврилов В. Ю. К вопросу о соблюдении ряда условий биоинформационной трансляции // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4. – С. 21, 22.
8. Родштат И. В. Некоторые новые физиологические подходы к оценке КВЧ воздействия на биообъекты // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4 – С. 16.

МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИООБЪЕКТ, НАХОДЯЩИЙСЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Павлов С. В., Клапоуцак А. Ю., Титова Н. В., Барановский Д. Н.

Аннотация: В данной работе проведено исследование, которое позволило построить зависимость поглощения миллиметровых волн в водном растворе. Конвективное перемешивание водной среды имеет значительные последствия для биологических объектов, особенно в случаях связанных с переносом вещества через слой жидкости. Одним из первичных проявлений действия миллиметрового излучения низкой интенсивности на процессы в живых клетках является конвекция которая снимает диффузные ограничения в среде, а также во внешних и внутриклеточных областях.

Ключевые слова: ЭМП, излучение, миллиметровые волны, биообъект, белки, водный раствор.

MECHANISMS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON THE BIOOBJECT, WHICH IS IN AN AQUEOUS MEDIUM

Pavlov S. V., Klapouschak A. Y., Titova N. V., Baranovskiy D. M.

Abstract: In this article we which allowed to build quality depending on the absorption of millimeter waves in a water solution. Convective mixing water environment has significant implications for biological objects, particularly in cases related to the transfer of substances through the layer of liquid. One of the primary manifestation of low intensity millimeter radiation processes in living cells are convection which removes restrictions diffusion in the environment, as well as external and intracellular domains.

Keywords: EMF radiation, millimeter waves, biological objects, fibers, aqueous solution.