

Дослідження механізмів дії електромагнітного випромінювання на біооб'єкт, що знаходиться в водному середовищі

¹ Вінницький національний технічний університет

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.

Abstract

Research which allowed to build high-quality dependences of absorption of millimetric waves in aquatic solution is conducted in this work. Konvektivne interfusion of aquatic environment has considerable consequences for biological objects, especially in cases related to the transfer of matter through the layer of liquid. One of primary displays of action of millimetric radiation of low intensity on processes in living cages there is a convection which takes off diffusive limitations in an environment, and also in outwardly and vnutrishneklitinnikh areas.

Keywords: EMP, radiation, millimetric waves, bioobject, squirrel, water solution.

Вступ

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].

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

Аналіз методів. Аналізуючи будь-які механізми дії електромагнітного випромінювання на біооб'єкти, що знаходяться в водному середовищі, можемо зробити висновок щодо необхідності обов'язкового врахування в таких механізмах процесів, які виникають на межі «повітря – вода».

В загальному вигляді оптичні властивості води та її розчинів у видимій області електромагнітного, в. т. ч. і світлового, випромінювання представлені на рис. 1. [8].



Рис. 1 – Оптичні властивості води та її розчинів у видимій частині сонячного випромінювання [8].

Тут: Φ_0 – потік (потужність) випромінювання, що падає на поверхню води; $\Phi_{від}$ – потік випромінювання, яке відбивається від поверхні води; $\Phi_{погл}$ – потік випромінювання, що поглинається водою; $\Phi_{пр}$ – потік випромінювання, яке проходить через воду.

В [10] 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 спричиняти збільшення кількості білків теплового шоку, які регулюють функцію білків-рецепторів стероїдних гормонів, зв'язуючись з їх неактивними центрами.

Результати дослідження

Ще більшого ефекту можна досягти, розмістивши джерело низько-інтенсивного неіонізуючого електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону довжини хвиль безпосередньо в водному середовищі [11]. При цьому автори виходили з того, що електромагнітне випромінювання достатньо вузького мм-діапазону хвиль $60 \pm 10\text{ Гц}$ найбільш слабо розповсюджується в воді, наслідком чого являється підвищення життєздатності біооб'єктів закритих водою. Оптимальні параметри опромінення, забезпечуючого таке підвищення життєздатності визначаються конкретними фізично-хімічними параметрами водного середовища: кислотністю, солевим складом, температурою, киснем в середовищі існування та ін.

При цьому, вода, яку опромінювали ЕМП мм-діапазону проявляє виразну здатність зберігати набуті властивості протягом тривалого часу [11].

Для експериментів по визначенню оптимального значення випромінювання ЕМП мм-діапазону на рибну молодь, були обрані озера з дзеркальним коропом та озерними видами осетрових. Оптимальні режими випромінювання ЕМП підбирались за потужністю джерела випромінювання, направленістю і тривалістю впливу, що дозволило збільшити поголів'я риби, як мінімум в 2 рази [11].

Цікавим, на наш погляд буде, розглянути, так би мовити, зворотню сторону процесу проходження світла, не тільки через межу «повітря – вода», а й навпаки – «вода – повітря», що має місце, коли джерело випромінювання знаходиться у водному середовищі. За законами оптики [8], шляхи, за якими промені, що знаходяться в 97° конусі вийдуть у повітря під різними кутами, розподіляючись по усьому 180° просторі під водою. Підводні промені, що знаходяться за межами 97° кута з під води не вийдуть, а повністю відіб'ються від її поверхні.

Висновки

Електромагнітні коливання низької інтенсивності в міліметровому діапазоні хвиль виявляють значний вплив на життєдіяльність різних організмів (від мікроорганізмів до савців). Сукупність виявлених ефектів можна розділити на дві взаємозв'язані групи, виходячи з наявності або відсутності частотних залежностей резонансного типу. 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.

Список літератури

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. Титова Н.В., Коробов А.М. Опыт использования фотонных технологий на эмбриональном этапе развития белого амура // Фотобиология та фотомедицина. – 2015. – № 1, 2 ‘2015. – С. 49-53.
8. Гаврилов В. Ю. К вопросу о соблюдении ряда условий биоинформационной трансляции // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4. – С. 21, 22.
9. Некоторые физические основы эффективного аккумуляирования солнечной энергии солеными прудами [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.proektant.ua/content/58.html
10. Кухлинг Х. Справочник по физике IX / Кухлинг Х. М. : Мир, 1982, 520с.
11. Родштат И. В. Некоторые новые физиологические подходы к оценке КВЧ воздействия на биообъекты // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4 – С. 16.
12. Способ повышения приспособленности биообъектов. Патент РФ 2148903. / Бецкий О. В., Лебедева Н. И. Посмитжий С. В. Опубл. 20.05.2000г.
13. Korobov A.M. Fototerapevtichni aparati Korobova A. – Korobova V. serii «Barva»: naukovovo-populyarne vidannya / A.M.Korobov. V.A.Korobov. T.O.Lisna. – Kh.: KhNU imeni V.N.Karazina. 2015 – 176 s.
14. Seteykin A.Yu. Model rascheta temperaturnykh poley. vznikayushchikh pri vozdeystvii lazernogo izlucheniya na mnogoslounuyu biotkan // Opticheskiy zhurnal. – 2005. – Т.72. №7. – S.42-47.
15. [3] Dolotov L.T., Sinichkin Yu.P., Tuchin V.V., Uts S.R., Altshuler G.B., Yaroslavsry I.V. Design and evaluation of a novel portable erythema-melanin-meter // Laser in Surgay and Medicine. – 2004. – Vol.34. – P.127-135/
16. Pushkareva A.E. Metody matematicheskogo modelirovaniya v optike biotkani: uchebnoye posobiye. SPb: SPbGUITMO. 2008. – 103 s.

17. Astafyeva L.G., Zheltov G.I., Rubanov A.S. Modelirovaniye protsessa nagreva sosudov krovi lazernym izlucheniym // Optika i spektroskopiya. – 2001. – T.90. №2. – S.287-292.
18. Smithies D.J., Butler P.H. Modelling the distribution of laser light in port-wine stains with the Monte Carlo method // Physics in Medicine and Biology. – 1995. – Vol. 40. – P. 701-733.
19. Zabolotna N. I., Wojcik W., Pavlov S. V., Ushenko O. G., Suleimenov B. "Diagnostics of pathologically changed birefringent networks by means of phase Mueller matrix tomography", Proc. SPIE 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 86980E (January 11, 2013); doi:10.1117/12.2019715
20. Rovira R., Marcia M. Bayas, Pavlov S. V, Kisała P., Yussupova G., "Application of a modified evolutionary algorithm for the optimization of data acquisition to improve the accuracy of a video-polarimetric system", Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 981619 (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229087
21. Zabolotna N.I., Pavlov S.V., Ushenko A.G., Sobko O.V., Savich V.O. Multivariate system of polarization tomography of biological crystals birefringence networks. Proc. SPIE 9166, Biosensing and Nanomedicine VII, 916615 (August 27, 2014); doi:10.1117/12.2061105
22. Chepurna O., Shton I., Kholin V., Voytsehovich V., Popov V., Pavlov S., Gamaleia N., Waldemar Wójcik, Zhassandykyzy M. Photodynamic therapy with laser scanning mode of tumor irradiation. Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161F (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229030
23. Rovira R.H, Pavlov S.V, Kaminski O.S, Bayas M.M. " Methods of Processing Video Polarimetry Information Based on Least-Squares and Fourier Analysis" Middle-East Journal of Scientific Research (2013).

***Тітова Наталія Володимирівна**- докторант кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:tnv.titova@gmail.com*

***Клапоушак Андрій Юрійович**- провідний лектор, кафедра загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця*

***Барановський Дмитрій Миколайович**- аспірант кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця*

*Науковий керівник: **Павлов Сергій Володимирович**, проректор з наукової роботи Вінницького технічного університету, м.Вінниця, e-mail: psv@vntu.edu.ua*

***Titova Natalia V**- doctoral student of department of the biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:tnv.titova@gmail.com*

***Klapoushak Andriy Y**- senior lector of the department of the total physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia*

***Baranovskiy Dmitriy M**- graduate student of department of the biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia*

*Supervisor: **Pavlov Sergii V**- vice-rector of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: psv@vntu.edu.ua*