

WATER: BETWEEN THE ENVIRONMENT AND LIFE

A. Ukrainets, Yu. Bolshak, A. Marynin, V. Kaganov, R. Svyatnenko

National University of Food Technologies

Key words:

Structural-energy state of water

Electron-donor state of water

Physiological response

Redox-state

Aeroions

Article history:

Received 04.09.2020

Received in revised form
18.09.2020

Accepted 02.10.2020

Corresponding author:

A. Marynin

E-mail:

andrii_marynin@ukr.net

ABSTRACT

Water is ubiquitous in the environment and it is the basis of life. Due to the extremely high sensitivity of the structural and energy state of water to various natural factors from the environment, water acts as a mediator between the state of the environment and the functional state of biological organisms on the Earth. In the undisturbed environment there was a constant replenishment of the electronic component of the external and intracellular environment of living organisms, which are in the restorative electron-donor natural state, due to air supply during respiration of electrons in the composition of aeroions (oxygen superoxide anions (O₂-)), drinking water supply in a reducing redox state, as well as with natural food products enriched with electrons (mostly fresh vegetables and fruit).

The technology of wireless communication, which irradiates the population from early childhood, is developing rapidly. Meanwhile, it has been found that the range of millimeter wavelengths on which cellular communication works, Wi-Fi devices, Bluetooth, etc., coincides with the wavelength range of electromagnetic radiation in which such radiation is intensely absorbed and reemitted by hydrated biomolecules of the medium. And these phenomena play a significant signal and bioregulatory role in the physiology of life.

That is why the paper considers changes in the structural and energy state of water in the environment and the impact of these changes on the structural and energy state of intracellular water, which in a special structured state is a part of cell biomolecules.

The response of physicochemical parameters of distilled water to irradiation with an ordinary smartphone in conditions identical to the actual irradiation of the organism has been studied. Intensive structural cyclic rearrangement of irradiated water was detected immediately after turning off the smartphone. The potential risk of the studied effects on the normal course of physiological processes in cells was indicated.

ВОДА: МІЖ ДОВКІЛЛЯМ І ЖИТТЯМ

А. І. Українець, Ю. В. Большак,
А. І. Маринін, В. Я. Каганов, Р. С. Святненко
Національний університет харчових технологій

Вода всюдисуща у довкіллі і є основою життя. Завдяки надзвичайно високій чутливості структурно-енергетичного стану до різноманітних природних чинників з боку довкілля вода виступає в ролі посередника між станом довкілля і функціональним станом біологічних організмів на Землі.

У не порушеному довкіллі відбувалося постійне поповнення електронної компоненти зовнішньо- та внутрішньоклітинного середовища живих організмів, які знаходяться у відновному електронодонорному природному стані, через надходження з повітрям при диханні електронів у складі аероїонів (супероксид-аніонів кисню (O_2^-)), питної води у відновному редокс-стані, а також з природними продуктами харчування, збагаченими електронами (переважно свіжими овочами та фруктами).

Ситуацію змінило техногенне забруднення повітря, питної води та продуктів харчування шкідливими для здоров'я катіонами, активними радикальними формами кисню (АФК), органічними ксенобіотиками. Людство занурилося у всюдисущий електромагнітний «смог». Засоби бездротового зв'язку опромінюють населення з раннього дитинства. Міліметрові хвилі, на яких працює стільниковий зв'язок, пристрої WiFi, Bluetooth тощо тотожні хвилям електромагнітного випромінювання, які інтенсивно взаємодіють з гідратованими біомолекулами клітинного середовища, що відіграє суттєву сигнальну та біорегуляторну роль у фізіології життєдіяльності.

У статті розглянуто зміни структурно-енергетичного стану води в довкіллі і вплив цих змін на структурно-енергетичний стан клітинної води, яка в особливому структурованому стані входить до складу біомолекул.

Досліджено відгук фізико-хімічних параметрів дистильованої води на опромінення звичайним смартфоном в умовах, тотожних реальному опроміненню організму. Виявлено інтенсивну структурну циклічну перебудову опроміненої води одразу після відключення смартфона. Вказано на потенційний ризик досліджених ефектів на нормальний перебіг фізіологічних процесів у клітинах.

Ключові слова: *структура води, структурно-енергетичний стан води, фізіологічний відгук, електронодонорний стан води, редокс-стан, аерофони.*

Постановка проблеми. Електромагнітні хвилі техногенного походження створюють неконтрольоване навантаження на довкілля, особливо на біосферу. Найбільше це стосується людини, яка створила джерела електромагнітного випромінювання (ЕМВ), і води, яка є посередником між довкіллям та організмом. Вода є чутливим приймачем, накопичувачем, перетворювачем і ретранслятором енергії зовнішнього фізичної дії на неї. Ендогенна вода організму сприймає значні дози від опромінення мобільних телефонів та інших пристроїв бездротового зв'язку. Біомолекули клітин надзвичайно чутливі до ЕМ випромінювання вкрай високих частот (ВВЧ) хвиль наднизької (інформаційної) інтенсивності.

Тривожним є також те, що значні обсяги води та харчових продуктів підлягають обробці у мірохвильових пічках, хоча повна безпечність такої обробки остаточно не доведена. Тож дослідження змін фізико-хімічних параметрів води в довкіллі після зовнішнього безреагентного впливу на неї природних і техногенних чинників та особливостей біологічного відгуку на вживання зміненої води організмів мешканців довкілля є актуальним.

Мета дослідження: вивчення закономірностей впливу на фізико-хімічні показники структурно-енергетичного стану води зовнішніх фізичних чинників довкілля й біологічних наслідків цього впливу на організм людини.

Викладення основних результатів дослідження. Повсюдність води є фундаментальною і життєдайною властивістю довкілля. Вода також унікальна структуроутворюючою природою, тобто здатністю до самочинного утворення асоціатів з молекул води. Завдяки здатності молекул води взаємодіяти з оточуючими її полярними речовинами, вже в наступний момент після «вивільнення» молекула води втрачає свою індивідуальність. Така неймовірна здатність до взаємодії з оточуючими речовинами та фізичними полями робить воду універсальним посередником між її молекулами та речовинами, що межують з ними, біомолекулами живих клітин і тканин, а також зовнішніми енергетичними полями [1]. Таке посередництво з біологічними середовищами робить воду невід'ємною життєдайною складовою життя. Академік М. В. Петров, розглядаючи воду як основу життя, визначає її як «масовий приймально-передаючий випромінювач електромагнітних хвиль» [2]. Основне функціональне призначення води дослідник вбачав у її ролі чутливої гідратної оболонки речовин та в її енергоінформаційному зв'язку між зовнішніми електромагнітними полями й оточеною водою речовиною. Роль води при цьому єдина в природі, незалежно від того, покриває вона біомолекулу в живій клітині, оточує йон у водному розчині чи піщинку в атмосферному вихорі, або ж саму планету Земля. Структура води при цьому завжди різна, залежить від структури самої речовини, яку вода оточує. Тому М. В. Петров розглядає водне середовище лише в нерозривному комплексі з наявною в ній речовиною, вважаючи, що вода існує у спорідненості із самою речовиною заради енергоінформаційної взаємодії обводненої речовини з електромагнітним випроміненням (ЕМВ) [2]. Звідси вода у звичному для нас стані вмісту океанів, морів, річок, озер, струмків, атмосферної вологи та як гідратована вода (водні оболонки на межах розділу фаз) відіграє роль посередника між граничною з водою речовиною та зовнішнім електромагнітним випроміненням [1]. Вода в гідратних оболонках молекул може виступати як посередник з метою визначення реакційної сумісності молекул, що вступають у реакцію [3]. В основу здатності розпізнавання реагентом реагуючої ним сполуки, дослідники, починаючи ще з Д. І. Менделєєва та А. І. Каблукова, заклали той факт, що при зближенні реагенти спочатку контактують своїми гідратними оболонками. Вчені слушно вважали, що взаємне розпізнавання відбувається завдяки структурній сумісності гідратних оболонок [2]. Така структурна сумісність залежить від структури самих гідратованих біомолекул (явище епітаксії). Вода, завдяки унікальній розчинюючій здатності, не може розглядатися як гомогенна рідина. Концентрація продуктів дисоціації молекули води — протонів і гідроксил-йонів, наявність яких створює в об'ємі води дефекти її структури, складає 10⁻⁷М. Наявність у воді двох

стабільних ізотопів водню та трьох кисню призводить до появи дев'яти різновидів молекул води, з яких найчастіше зустрічаються три різновиди: H_2^{18}O , H_2^{17}O та D^{16}O [5]. Біологічний відгук на наявність у воді дейтерію значний навіть при дуже малих його концентраціях [5].

У воді розчиняються гази — азот, кисень, вуглекислий газ тощо, а також домішки органічного та неорганічного походження. Під дією зовнішніх фізичних чинників у воді утворюються біологічно неіндиферентні активні форми кисню й азоту, молекули орто- та параводи, які характеризуються паралельними або антипаралельними напрямками спінів протонів.

Тож вода практично завжди є розчином, тобто складною гетерогенною системою [5], сенсором слабких фізичних і хімічних чинників, які спричиняють зміни її фізико-хімічних властивостей та біологічної активності. Воду, яка демонструє біологічний відгук певний значущий час, називають активованою.

Фізичних факторів, що активують воду, досить багато. Це статичні електричні та магнітні поля, особливий стан води в гіпомагнітних умовах; квазістатичні та перемінні електромагнітні поля різних частот — від 1 Герца до 1011 Герц (діапазон ВВЧ); видиме світло, лазерне випромінення; теплова дія, фазові переходи; механічна дія (вібрація, ультразвук, гідроудар; кавітація; високий статичний тиск; понижений тиск (дегазація); мембранний електроліз; статичний і високо-частотний електричний розряд (холодна плазма); поєднання двох і більше з наведених факторів.

При активації води разом з біологічною активністю спостерігаються також зміни фізико-хімічних характеристик водних систем, таких як рН, ОВП, питома електропровідність, кінематична в'язкість, діелектрична проникність, показник заломлення світла, спектри поглинання та випромінення тощо [6; 7].

Хоча фізико-хімічні аспекти біологічної дії електрохімічно активованої води добре досліджені [9], з'являються нові факти, які вказують на особливу роль у біологічній активності католіту проявів у катодній зоні активних форм кисню у формі пероксиду водню [10]. Активні форми кисню та азоту спостерігаються у воді, озвученій низькоінтенсивним ультразвуковим полем [11].

Логічно очікувати, що при дуже малих концентраціях інгредієнтів у водних розчинах біологічні ефекти, пов'язані з їх наявністю, монотонно зменшуватимуться разом зі зменшенням їх концентрацій. Насправді спостерігаються несподівано значні біологічні ефекти при зміні концентрації дейтерію у воді при його дуже малих концентраціях. Особливо чутливою до малих варіацій концентрацій дейтерію вода виявляється поблизу зон зміни фазового стану води (випаровування, конденсації, замерзання, (танення)) в процесах колообігу води в природі. В гомеопатії спостерігається ряд достеменних біологічних ефектів при надзвичайно великих масштабах розчинення. При цьому переважають певні специфічні механічні процедури, які називають динамізацією, або потенціюванням, наприклад, струшування. Вплив таких механічних чинників на воду може бути принципово визначальним, оскільки саме він є джерелом генерації активних форм кисню й азоту, відповідальних, імовірно, за прояви біологічної активності обробленої таким чином води.

Фізико-хімічні та біологічні ефекти у воді пов'язують із змінами її структурно-енергетичного стану [1]. Структуру води частіше уявляють як мережу водневих

зв'язків, яка об'єднує дві та більше молекул води. В кристалічній фазі вода представлена різноманітними структурами льоду, яких налічується більше двадцяти, одержаних при різних температурах і тиску.

Молекули води здатні створювати від одного до чотирьох водневих зв'язків із сусідніми молекулами води, завдяки чому й можливе формування у воді безперервної мережі водневих зв'язків з дефектами у вигляді структурних порожнин у кластерній структурі води. Існують такі структурні утворення води, як газогідрати і кларати.

Газогідрати — це випуклі багатогранники, побудовані з молекул води, які стабілізовані молекулою газу, розташованою в порожнині багатогранника. При цьому молекули води не утворюють з молекулою газу хімічних зв'язків. Добре відомі газогідрати метану, які формуються завдяки наявності в метані вологи. Газогідрати здатні існувати в рідинах у формі газових нанопухирців.

Кларати є також водними асоціатами, в порожнинах яких знаходяться так звані гостьові молекули. Стабілізація кларату забезпечується завдяки відповідності форми і розміру молекули «гостя» розміру й формі структурної порожнини у воді. На відміну від рівноважної структури льоду, самоорганізація молекул води у гідратні структури, що межують з гідрофільними та гідрофобними фрагментами структур біополімерів, не є рівноважними, натомість є злегка напруженими [5]. Тому для їх створення необхідна невелика додаткова енергія. Накопичена енергія пружних напруженостей зв'язаної води може вивільнюватися при конформаційних переходах біополімерів, а асоційована вода гідратних структур біомолекул відіграє принципово важливу роль їх невід'ємних структурних елементів і, таким чином, бере активну участь у ферментативних процесах.

Участь води в біологічних процесах визначається особливим структурно-енергетичним станом у складі водно-ліпідно-білкового комплексу в клітковій мембрані та сенсорною здатністю асоційованої води реагувати на слабкі, в тому числі електромагнітні та механічні дії, а також здатність перетворювати слабкі зовнішні сигнали в зміни макроскопічної пружності мембран завдяки супутній цьому процесу модуляції характеристик інтегральних білків [12].

Особливу чутливість біомолекули клітин, тканин живих організмів проявляють до електромагнітних хвиль ВВЧ, що викликає різноманітні біологічні ефекти, дослідженням яких вже пів століття приділяють особливу увагу.

Таблиця 1. Частотні та енергетичні показники основних джерел випромінювання ВВЧ хвиль, які відповідальні за підвищення мікрохвильового навантаження на довкілля і людину

Джерела випромінювання	Частоти, ГГц	Потужність	Особливості опромінення людини
Базова станція GSM	1,9	0,8—300 Вт	Цілодобове
Мобільний телефон	1,9	0,16—2,0 Вт	Періодичне
WiFi	2,4—2,48	2,5 мВт	Постійне з радіусом дії до 100 м
Bluetooth	2,4—2,48	2,5 мВт	Постійне з радіусом дії 10 м
Мікрохвильова піч	2,45	500—2500 Вт	Періодичне

Сучасна людина постійно оточена численними пристроями бездротового зв'язку: мобільними телефонами, WiFi, Bluetooth. Причому клітини живих організмів, тканини, органи та організми в цілому надзвичайно чутливі саме до ЕМ хвиль у ВВЧ міліметровому діапазоні. В табл. 1 наведено частотні й енергетичні показники основних джерел випромінення ВВЧ хвиль, які відповідальні за підвищення мікрохвильового навантаження на довкілля й людину. Як бачимо, потужність джерел випромінення в зоні тривалого перебування людини (а також продуктів харчування при мікрохвильовій обробці) та час експозиції дуже різняться. Фахівці гігієнічної медицини досліджують нові ризики для здоров'я людей від збільшення електромагнітного фону довкілля.

Авторами цієї статті проведено дослідження наслідків для структури води від опромінення її звичайним смартфоном з часом обробки води 60 і 120 с [13]. Антену передавача розташовували паралельно до поверхні води на відстані 15 мм. Така відстань вибрана не випадково, адже виробник не рекомендує носити смартфон біля тіла, принаймні забезпечувати відстань від приладу до поверхні тіла не менше 15 мм.

Таблиця 2. Величини кінематичної в'язкості дистильованої води в часі одразу після моменту припинення опромінення води ВВЧ хвилями від пристрою стільникового зв'язку

№	Час/хв	Кінематична в'язкість мм ² /с			
		120с	60с	200с	30с
1	0	12,5	11,48	11,15	11,05
2	1	11,48	11,35	11,15	11,11
3	2	11,82	11,25	11,10	10,40
4	3	12,16	10,47	10,47	10,81
5	3,2	11,82	10,28	10,38	10,75
6	3,9	11,30	9,90	10,58	10,73
7	5	11,50	10,13	10,70	10,55
8	6	12,6	11,15	10,47	10,50
9	7	11,48	11,82	11,18	11,2
10	8	11,48	11,82	11,20	11,25
11	8,5	11,48	11,58	11,00	11,35
12	9	12,16	11,40	11,15	11,45
13	9,5	12,5	11,30	11,10	11,70
14	10	12,16	11,48	10,81	11,3

Як бачимо, для обох зразків спостерігається циклічний характер залежностей кінематичної в'язкості від часу після припинення опромінення води мобільним телефоном. Спочатку величина в'язкості води після виключення смартфона зменшується, ймовірно через руйнування структурних асоціатів води під дією поглинутої водою енергії ВВЧ хвиль. Проте після падіння величина в'язкості знову зростає, вочевидь через структурогенну природу води, як таку. Самочинне структуроутворення відбувається до певної критичної межі, при досягненні якої структурні асоціати, ймовірно, вже нездатні тривалий час залишатися в новому структурному стані і спонтанно втрачають стабільність структурних агрегатів. Кінематична в'язкість проходить через максимум і починає знову зменшуватися,

розпочинаючи новий цикл спонтанної структурної перебудови. Дослідження величин рН, ОВП та питомої електропровідності води показало чітку кореляцію цих взаємопов'язаних параметрів, що переконливо свідчить про обґрунтованість нашого усвідомлення механізмів структурної перебудови. Очевидно, що структурна перебудова ендогенних рідин організму людини не може не викликати занепокоєння через імовірний негативний вплив на нормальні фізіологічні процеси.

У [14] підкреслюється, що молекулярні зв'язки в асоціатах води менш стійкі порівняно зі зв'язками між атомами кисню та водню у складі самої молекули води, а тому вони порівняно легко руйнуються від короткохвильових електромагнітних збуджень.

Зв'язана вода в живих системах являє собою шар гідратної води, що складається з багатьох (до десятків) молекулярних прошарків води [14], які утворюють водневі зв'язки як з полярними (гідрофільними) групами білків, так і між самими молекулами гідратної води.

Збуджені кластери здатні руйнуватися з власним випроміненням ЕМ енергії. Один з фундаторів сучасної біоенергетики Альберт Сент-Дьєрдьї зазначав [14], що «Біоенергетика — це ніщо інше, ніж особливий розділ хімії води. Вода організується в невід'ємну систему зі структурними елементами клітин, забезпечуючи реалізацію електронних збуджень у вкрай малоїмовірних ситуаціях. У структурованій воді електронні збудження можуть існувати (релаксувати) досить довго для того, щоб забезпечувати можливість переносу енергії збудження в біологічних системах».

У рідкій воді передача й розповсюдження коливальної енергії може відбуватися різним чином [15]. Наприклад, при зіткненні молекули води із збудженою модою на певному коливальному рівні з молекулою з незбудженим квантовим станом коливальної енергії енергія збудження може передаватися від першої молекули до другої. Але найбільш імовірним способом передачі енергії між молекулами води є випромінювально-поглинальний, коли одна молекула випромінює квант енергії, а інша поглинає його й далі, у свою чергу, випромінює. Коливальні кванти енергії молекул води можуть переходити в енергію водневих зв'язків, і навпаки.

Особливо корисним для практичного застосування є розгляд наявності у воді дрібно розмірних (мікро, нано) дисперсних частинок, які складаються з оксидів кремнію, алюмінію, а також з алюмосилікатів. Енергія зв'язку молекул води з поверхнею таких частинок досягає 220—230 кДж/моль, що обумовлює їхню сильну гідратацію, що, у свою чергу, призводить до сильної деформації молекул води і суттєвого збільшення накопиченої ними коливальної енергії [16].

Гідратовані кремнійвмісні частинки мінералів від зіткнення з молекулами води на межі розділу або ж, перевипромінюючи кванти поглинутого ними світла, підвищують загальний рівень коливальної енергії всього об'єму води. Така вода здатна активуватися, поглинаючи енергію зовнішнього збудження (наприклад, ЕМ випромінення).

Розчинення у воді солей супроводжується структурною перебудовою води в розчині між асоціатами води у складі структурних оболонок йонів та асоціатами молекул в об'ємі води (кластерами об'ємної води).

Розчинені гази також по-різному впливають на величину коливального збудження молекул води. Нейтральні молекули газів, не пов'язані хімічною взаємодією з молекулами води, приймають при зіткненнях з молекулами води кінетичну

енергію молекул води тим більше, чим менша молекулярна маса молекули газу. Тому такі молекули газу забирають з молекул води частину їхньої кінетичної енергії і перетворюють її у тепло. Якщо маса молекули розчиненого у воді газу набагато більша за масу молекули води, то молекула води при зіткненні відштовхуватиметься від неї, як від твердої стінки. В такому разі молекули води зберігатимуть від перетворення в тепло свою кінетичну енергію.

Розчинені у воді гази можуть витіснити з порожнин в асоційованій воді наявні там молекули вільної води. Звільнені таким чином молекули води можуть брати участь у добудові кластерних структур води. Молекули газів з великою масою «розпирають» зсередини кристалічну структуру води, в порожнині якої молекула газу знаходиться. Це призводить до зменшення амплітуди коливань молекул води, які складають її кристалічну структуру. Посилення деформації кристалічної структури води призведе до суттєвого підвищення коливальної енергії води в розчині [17].

Перехід коливальної енергії розчину в кінетичну енергію молекул середовища (тобто в тепло) може також відбуватися за рахунок постійного перевипромінювання неоднакових квантів енергії між молекулами газу та води.

Якщо розчинені у воді гази є реакційно здатними — це H_2 , O_2 , CO_2 , то, зважаючи на їхню участь у хімічних реакціях у середовищі, їхній вплив на накопичення коливальної енергії в розчині буде суттєвим. Розчинення у воді кисню й азоту посилює поглинання водою ультрафіолетового випромінювання [14; 18].

Вода у складі гідратних оболонок біомолекул є посередником у передачі ЕМ випромінювання НВЧ і ВВЧ діапазонів гідратованим біомолекулам [1]. Вільні молекули води також поглинають ЕМВ мм-діапазону та частково передають його молекулам гідратної води біомолекул [18]. Перебудова гідратних структур білків під дією зовнішнього ЕМВ призводить до переходу молекул білка з функціонально пасивного стану до функціонально активного [19; 20].

Опромінена вода зберігає надбану активність протягом трьох місяців (ефект «пам'яті»). Експериментально опромінювали дистильовану і мінеральну воду, розчини лікарських препаратів, чай, каву та інші напої. В усіх випадках головним носієм корисної інформації, наведеної ЕМВ ВВЧ, є вода [21].

У [23], ще в 1989 р., видатний український фізик, академік О. С. Давидов розвинув теорію переносу енергії збудження в білкових макромолекулах за участю квантових квазі-частинок, названих ним солітонами. Так було показано, що енергія збудження біомолекул має квантово-механічну природу (хвильовий пакет електромагнітних хвиль), що пояснює слабку ймовірність переходу енергії солітонів в енергію хаотичного теплового руху.

На сьогодні досліджено не теплове надслабке власне електромагнітне випромінювання кліткових структур людини, що є результатом внутрішньоклітинних біохімічних процесів. Це випромінювання, на думку авторів [21], промодульоване власною ритмікою біологічного об'єкта [15]. Відомо, що власна біологічна ритміка відіграє визначальну роль у функціонуванні всього організму [22]. Взаємодія зовнішнього ЕМВ з випромінювачем внутрішнього ЕМВ може порушувати власну біоритміку біоб'єкта.

Структурній організації біомолекул клітин притаманні різноманітні коливальні, вібраційні й обертальні ступені свободи. Це надає можливість біомолекулам поглинати та випромінювати електромагнітні хвилі в певному діапазоні частот.

Ці процеси є невід’ємними складовими процесів життєдіяльності, проте на частотах збуджуючого опромінення, рівних або кратних власним резонансним частотам біомолекул, зовнішнє ЕМП може небезпечно концентруватися за рахунок синхронізації з власними частотами [22]. Отже, частота зовнішнього збуджуючого ЕМП має надто важливе значення. При імпульсній модуляції ефективність біоефекту буде спостерігатися при найбільшій тривалості імпульсів. При амплітудній або частотній модуляції резонансна взаємодія біологічного середовища з падаючим на нього ЕМВ виникає з певною періодичністю, рівній частоті модулюючих імпульсів.

Успіхи в дослідженнях закономірностей набуття водою, модифікованої фізичними безреагентними чинниками, особливого стану підвищеної хімічної та біологічної активності, дали змогу перейти від теоретико-емпіричних оцінок змін структурно-енергетичного стану модифікованої води [24] до практичного застосування активованої води в медико-гігієнічній сфері [25; 26], а також до вдосконалення ряду промислових технологій [26], включаючи вдосконалення технології підвищення якості виробництва питної води та харчової продукції [27].

Висновки

Аналіз наявної науково-технічної інформації, а також результати наших досліджень достеменно свідчать про зміни структурно-енергетичного стану води під дією зовнішнього електромагнітного випромінювання. Особливої уваги заслуговує чутливість ендогенної води живих організмів до ЕМ хвиль наднизької інтенсивності в мм діапазоні довжин хвиль. Саме в цьому діапазоні працюють прилади бездротового зв’язку, постійно наповнюючи простір перебування сучасної людини на виробництві, транспорті, побуті тощо. Досліджені структурні зміни у воді, опроміненої мобільним телефоном, свідчать про високу ймовірність впливу біологічного відгуку кліткових біосередовищ на такі зовнішні збудження, що робить актуальним подальші дослідження фізико-хімічних і медико-біологічних наслідків взаємодії живих організмів з наростаючим навантаженням на людину від зовнішніх джерел біологічно неіндиферентної електромагнітної енергії.

Література

1. Потапов А. А. Явление диэлектрической поляризации в бесконечно разбавленных водных растворах. *Наука и мир*. 2016. Том 1, № 12(40). С. 13—18.
2. Петров Н. В. Решение проблемы изменения климата Земли с позиции закона сохранения жизни в космосе. *Ecology and development of society*, 2015. № 4. С. 15—20.
3. Захаров С. Д., Денисов В. И., Зюзин Н. В., Мосягина И. Н. Структурная совместимость гидратных оболочек как критерий взаимного распознавания реагирующих биомолекул. *Биофизика*. 2012. Том 57(6). С. 939—944.
4. Рой Р. Р., Тиллер У. А., Белл А., Гувер М. Р. Структура жидкой воды — новый взгляд с точки зрения материаловедения и потенциальная применимость к гомеопатии. *Materials Research Innovations*. Desember 2005. Vol. 9, issue 4. P. 577—608.
5. Игнатов И., Мосин О. В. Изотопный состав воды и долголетие. *Вестник евразийской науки*. 2013. № 1(14).
6. Somlyai G., Jancsó G., Jáklı G., Vass K., Barna B., Lakics V., Gaál T. Naturally occurring deuterium is essential for the normal growth rate of cells. *FEBS letters*. 1993. 317(1—2), P. 1—4. doi:10.1016/0014-5793(93)81479-j).
7. Петров С. В., Масато Х., Рубец Д. И., Терещенко О. Н., Бондаренко С. Г. Плазменно дуговая очистка воды. *Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті*. 2014. № 1. С. 47—60.

8. Бахир В. М. Электрохимическая активация. Новые разработки и перспективы. *Водоснабжение и канализация*. 2012. № (5—6). С. 65—74.
9. Прилуцкий В. И., Бахир В. М. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия. 1995.
10. Колягин Г. А., Корниенко В. А. Электровосстановление кислорода до пероксида водорода в газодиффузионных электродах в кислых растворах. *Журнал Сибирского федерального университета. Химия*. 2009. С. 33—39.
11. Гудков С. В. Механизм образования активных форм кислорода под действием физических факторов и их генотоксическое действие. Введение диссертации (автореферата) докт. биологических наук. 2012. 270 с.
12. Чехашкина Ксения Владимировна Исследование упругих свойств многокомпонентной липидной мембраны при экстремальных изгибных деформациях. Дисс. канд. физ-мат наук. Москва 2018. 120 с.
13. Большак Ю. В., Українець А. І., Маринін А. І., Святненко Р. С. Вивчення впливу КВЧ-опромінення води на її структурно-енергетичний стан і можливі біологічні наслідки процесу. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2019. Т. 25, № 5. С. 216—225.
14. Сент-Дьердьи А. Биоэлектроника: Исследование в области клеточной регуляции, защитных механизмов и рака: Пер. с англ. Мир. 1971.
15. Мышкин В. Ф., Власов В. А., Хан В. А., Шиян Л. Н., Польшенко В. С. Структура и свойства воды, облученной СВЧ излучением. *Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Физика*. 2012. С. 38—50.
16. Тарасевич Ю. И. Аксененко Е. В. Взаимодействие молекул воды с гидратными и гидрофобными поверхностями коллоидных частиц. *Химия и технология воды*. 2015. Т. 37, № 5. С. 409—419.
17. Head-Gordon T., Johnson M. E. Tetrahedral structure or chains for liquid water. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2006. 103(21), 7973—7977.
18. Пискарев И. М., Иванова И. П., Самоделкин А. Г., Иващенко М. Н. Инициирование и исследование свободно-радикальных процессов в биологических экспериментах: монография Н. Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2016. 140 с.
19. Лошицкий П. П. Взаимодействие биологических объектов с физическими факторами. Киев: НТУ «Киевский политехнический институт». 2009. С. 272.
20. Девятков Д., Голант М. Б., Бецкий О. В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: «Радио и связь», 1991, С. 160.
21. Лошицкий П. П. Терапевтические частоты КВЧ терапии. *Электроника и связь*. 2002. № 7. С. 20—21.
22. Загускин С. А. Ритмы клетки и здоровье человека. 2009. 316 с.
23. Давыдов А. С. Солитоны в молекулярных системах. Киев: Наук. думка, 1984. 288 с.
24. Українець А. І., Большак Ю. В., Святненко Р. С., Прохоренко Ж. І. Застосування фізично зміненої (активованої) води для підвищення ефективності технологій харчового виробництва та поліпшення якості продукції. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2018. Т. 24, № 5. С. 219—224. doi: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/30040>.
25. Українець А. І., Большак Ю. В., Маринін А. І., Святненко Р. С., Позняковський С. В. Теоретико-емпірична оцінка мін структурноенергетичного стану фізично зміненої води та їх біологічних наслідків. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О. І. Черевко. Харків: ХДУХТ, 2019. Вип. 1(29). С. 172—184. doi: <http://elib.hduht.edu.ua/jspui/handle/123456789/4324>.
26. Українець А. І., Большак Ю. В., Маринін А. І., Святненко Р. С. Окисно-відновний баланс питної води — показник її якості та фізіологічної повноцінності. *Харчова промисловість*. 2018. № 24. С. 6—14. doi: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/30042>.
27. Маринін А. І., Большак Ю. В., Святненко Р. С., Штепа Д. В. Дослідження особливостей фізико-хімічних показників води, обробленої безреагентним електрохімічним методом. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2020. № 2(4). С. 103—109. doi: [10.20998/2413-4295.2020.02.13](https://doi.org/10.20998/2413-4295.2020.02.13).