

### ЕКСТРАПОЛЯЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ З НИЖЧИХ МОДЕЛЬНИХ ГЕТЕРОТРОФІВ НА ВИЩІ

**О. А. Сакун**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: s\_oksana\_08@mail.ru

Коротко проаналізовано дослідження вчених щодо вивчення дії магнітного поля на організм людини. Установлено системи організму, які є найбільш чутливими до впливу електромагнітного випромінювання. Визначено відсутність нормування магнітного поля для людини та об'єктів природно-заповідного фонду на законодавчому рівні. Показано результати експериментального дослідження впливу магнітного поля на *Drosophila melanogaster* L. та *Daphnia magna* Straus. Наведено гранично допустимі рівні електромагнітного випромінювання для модельних організмів. Описано вплив електромагнітного випромінювання на людський організм, зазначено фізіологічні зміни в людському організмі під дією магнітного поля. Охарактеризовано психологічні особливості реакції людей на одночасний вплив шуму та електромагнітного випромінювання, описано зміни у пізнавальних процесах учнів та студентів.

**Ключові слова:** магнітне поле, електромагнітне випромінювання, репродуктивність, геном, гомологія.

### ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ С НИЖШИХ МОДЕЛЬНЫХ ГЕТЕРОТРОФОВ НА ВЫСШИЕ

**О. А. Сакун**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: s\_oksana\_08@mail.ru

Коротко проанализированы исследования ученых по изучению воздействия магнитного поля на организм человека. Установлены системы организма, являющиеся наиболее чувствительными к действию электромагнитного излучения. Определено отсутствие законодательного нормирования магнитного поля для человека и объектов природно-заповедного фонда. Показаны результаты экспериментального исследования влияния магнитного поля на *Drosophila melanogaster* L. и *Daphnia magna* Straus. В виде таблицы приведены предельно допустимые уровни электромагнитного излучения для модельных организмов. Описано влияние электромагнитных излучений на человеческий организм, указано физиологические изменения в человеческом организме под действием магнитного поля. Охарактеризованы психологические особенности реакции людей на одновременное воздействие шума и электромагнитного излучения, описаны изменения в познавательных процессах учеников и студентов.

**Ключевые слова:** магнитное поле, электромагнитное излучение, репродуктивность, геном, гомология.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** У цілому фахівці виділяють чотири фізіологічні системи органів людини, які найбільше піддаються дії електромагнітного випромінювання: ЦНС, імунну, ендокринну й статеву. Звідси діапазон захворювань досить широкий – від функціональних розладів ЦНС до розвитку пухлин і лейкозів [1]. Згідно з недавно отриманими даними саме електромагнітне поле є головною причиною «синдрому хронічної втоми». Уперше подібний діагноз з'явився недавно, наприкінці 80-х років ХХ ст. [2]. Дослідники США та СРСР встановили канцерогенні властивості електромагнітного випромінювання (ЕМВ), виявлено функціональні зрушення з боку ендокринної системи – підвищення функціональної активності щитовидної залози. Вплив ЕМВ автотранспорту на людину досліджували С.Є. Селіванов, В.В. Філенко, А.В. Бажинов, Е.Н. Будянська; С.Ю. Шевченко розглянув вплив енергетичного обладнання на навколишнє середовище; Г.А. Кураєв, В.Б. Войнов, Ю.М. Моргал описали шкоду від персональних комп'ютерів; Я.А. Савицька, В.В. Паслін провели аналіз впливу мобільних телефонів на живі об'єкти.

Механізм поглинання енергії досить складний. Під дією ЕМВ можуть виникати галюцинації [3]. Найбільш чутливими до дії ЕМП є ЦНС (суб'єктивні відчуття при цьому – підвищена стомлюваність, головні болі і т.п.) та нейроендокринна

система [4]. Не виключається, що висока чутливість ЦНС до випромінювання може бути обумовлена фізико-хімічними змінами на рівні мембрани. З порушенням нейроендокринної регуляції пов'язують ефект з боку ССС, кровоносної системи, імунітету, обмінних процесів, репродуктивної функції та ін.. Вплив на імунну систему виражається в зниженні фагоцитарної активності нейтрофілів, зміні компліментарної активності сироватки крові, порушенні білкового обміну, пригніченні Т-лімфоцитів, зниженні реакцій процесів збудження, зменшенні активності гіпоталамуса. Можливі зміни частоти пульсу, судинних реакцій. Пресман А.С. на основі експериментальних і теоретичних досліджень виділяє декілька процесів, що відбуваються в організмі під дією електромагнітного поля (ЕМП). Перший процес полягає в тому, що суспендовані частинки вугілля, крохмалю і молока, еритроцити і лейкоцити шикуються в ланцюжки, розташовані паралельно електричним силовим лініям. Другий ефект – «діелектричне насичення» в розчинах білків та інших біологічних макромолекул під дією високоінтенсивних ЕМП надвисоких частот. Пресман припускає, що під дією таких полів усі поляризовані бічні ланцюжки макромолекул орієнтуються в напрямку електричних силових ліній, і це може призводити до розриву водневих зв'язків і інших вторинних внутрішньо- і міжмолекулярних зв'язків, до зміни зони гідратації,

від якої залежить розчинність молекул. Такі ефекти можуть викликати денатурацію або коагуляцію молекул, що підтверджується експериментально. Третій ефект зумовлений дією сил Лоренца в змінних полях на іони в електроліті. При цьому дії сил Лоренца в клітині будуть піддаватися не тільки іони електроліту, але і вільні метаболіти в іонізованій формі. Найбільший інтерес представляють ефекти резонансного поглинання ЕМП різних частотних діапазонів у біологічних середовищах.

З ЕМП пов'язують і процес акселерації. Встановлено, що клінічні прояви впливу радіохвиль найбільш часто характеризуються астеничними, астено-вегетативними і гіпоталамічними синдромами [4]. В останні роки з'являються повідомлення про можливість спричинення ЕМВ злоякісних захворювань, найбільше число випадків припадає на пухлини кровотворних тканин і на лейкоз зокрема. Підхід до лімітування електромагнітного випромінювання країн світу значно відрізняється від нормування у країнах колишнього Радянського Союзу. Так, гранично допустимий рівень (ГДР) електромагнітного забруднення в європейських країнах становить 0,2–0,3 мкТл, що значно нижче за ліміти Росії (5 мкТл) [5]. В Україні згідно з «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань (239–96)» існують лише тимчасові ГДР на житлових територіях (5 мкТл) та у зелених зонах загалом – 20 мкТл. Отже, у нашій країні майже відсутня чітка система нормування гранично допустимих рівнів електромагнітного випромінювання, у томі числі й для екосистем охоронних територій.

Саме тому метою роботи було визначити та обґрунтувати гранично допустимі рівні ЕМВ (за магнітною складовою) для біоти.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Як модельні організми використано *Drosophila melanogaster* L. та *Daphnia magna* Straus. Дослідження ґрунтувалися на використанні авторської методики визначення ступеня негативного впливу шуму та магнітного поля на тест-об'єкти [6].

Дафнія дуже добре пристосована до середовища мешкання і відгукується на зміни умов середовища зміною процесів метаболізму, поведінки і циклу розвитку. Дафнія – точний індикатор стану навколишнього середовища. Такі властивості роблять дафнію перспективним модельним організмом в новій області – геноміки середовища (Environmental Genomics), вважають учені. На ній можна буде вивчати, як гени взаємодіють із середовищем. Таким чином, вона може стати генним індикатором забруднення. Дафнія – добрий сенсор, так як експресія багатьох її генів змінюється залежно від складу навколишнього середовища. «Розшифровка генетичного коду прісноводних рачків-дафній показала, що у них більше генів, ніж у всіх інших тварин, причому ці рачки виявилися генетично ближче до людини, ніж інші безхребетні», – йдеться в статті журналу *Science* учасниками міжнародного наукового проекту *Daphnia Genomics Consortium*.

*Drosophila melanogaster* L. використовують для моделювання важких нервових захворювань, напри-

клад, хвороби Паркінсона, Альцгеймера та інших. Плодова мушка стала об'єктом для досліджень оксидативного стресу, імунологічних тестів, діабету, раку, передозування наркотиками і багато іншого. Цю маленьку мушку використовують, як модель, адже всі живі організми на Землі побудовані за однією загальною генетичною схемою [7]. Розуміння генетичних процесів, наприклад, транскрипції або реплікації у плодівих мушок, можна екстраполювати на інші еукаріоти, включаючи людину. Близько 75 % людських генних хвороб є і в Дрозофілі, а більше 50 % білків цієї мухи гомологічні білкам вищих гетеротрофів.

Незважаючи на те, що плодова мушка має досить просту будову організму, вона має такі ж молекулярні механізми, як і всі інші тварини [8]. Наприклад, на основі імунітету Дрозофіли вчені намагаються розробити антибактеріальні препарати нового покоління. Імунна система цієї комахи, формує дві відповіді на інфекцію – гуморальну (гормональну) та клітинну. Антибактеріальні пептиди синтезуються в жировому тілі мухи дрозофіли, яке вважається гомологом печінки людини.

У 2007 році професор біологічних наук університету Міссурі Трой Зарс із командою виявили, що ген дрозофіли дуже схожий на версію людського гена *Forkhead Box P* (FoxP), з'ясували, що він відіграє найважливішу роль у поведінковому, або оперантному, навчанні. Концептуально нездатність дрозофіл навчатися схожа з порушенням комунікації у людей. Наступні тести підтвердили структурні зміни в мозку дрозофіл, що свідчить про те, що поведінкове навчання залежить саме від FoxP [8]. Група дослідників з університету Оклахоми, розробляючи нову методику вивчення функціонування мозку людини, в якості піддослідних тварин використовувала мушок роду *Drosophila*. Як стверджують дослідники, отримані результати в майбутньому можуть бути застосовані в клінічних умовах для вивчення того, як працює мозок людей, які страждають від неврологічних захворювань. Учені в лабораторії Binga Zhanga, професора кафедри зоології університету Оклахоми, вирішили використовувати в якості об'єктів свого дослідження плодівих мушок, так як у цих організмів велика кількість генів, які так само активно використовуються в людському організмі. Професор Чжан і група студентів використовували методику «реверсивного інжинірингу». Учені використовували стабільну структуру гомеоблоків для пошуку гомеозисних генів в інших геномах. Едді де Робертс виявив серед генів жаби такі, в яких містилася послідовність нуклеотидів, що нагадує гомеоблок. Учений встановив, що точно так само, як і у дрозофіли, в геномі миші ці гени були об'єднані в кластери (відмінність полягала в тому, що було виявлено чотири кластери гомеозисних генів) і, більш того, у кластері гени були організовані в тому ж порядку: спереду – «ген голови», ззаду – «ген хвоста». Гомеозисні гени мухи і миші були подібними. Так, перший ген у кластері у дрозофіли, названий *lab*, у точності був схожий на перші гени трьох кластерів в геномі миші: *ag* та *di*, – і всі наступні гени в кластері відповідали своїм аналогам у

обох геномах [9]. Є, звичайно, і відмінності. У геномі миші 39 *Hox*-генів, організованих у чотири кластери, і в кінці кожного кластера є по п'ять додаткових генів, яких немає у дрозофіли. Кластери також відрізняються між собою. Деякі гени представлені в одних кластерах і відсутні у інших. Схожість гомеозисних генів мухи і миші все ж дозволяє припустити аналогічність реакції мишей на дію магнітного поля. Джон Меддокс, назвав це відкриття найважливішим за останні роки. У геномі людини теж є *Hox*-кластери. Їх стільки ж, скільки у миші, і один з них – кластер 3 – лежить на хромосомі 12. Разючу схожість було виявлено між іншими генами, які беруть участь в управлінні розвитком ембріона. Дві пари генів миші, контролюючих розвиток мозку – *Ofos* і *Emx*, – у точності відповідають генам дрозофіли, які контролюють розвиток голови мухи. Ген *Drosophila melanogaster* L., який управляє розвитком ока мухи, виявився ідентичним відповідному гену миші *rax-6* [10].

Геноми миші і людини настільки схожі, що все сказане вище також можна віднести до людини. У всіх предків одні і ті ж гени виконують певну роботу. Звичайно, є відмінності, інакше нас не можна було б відрізнити від мух. Але разючі зовнішні відмінності виявилися результатом незначних варіацій основного механізму. Наприклад, у мухи є два гени,

які керують диференціацією спинної (дорзальної) і черевної (вентральної) частин тіла. У жаб, мишей і, з високою часткою ймовірності, у людини є точно такі ж гени. «Текст» одного гена – *BMP4* – нагадує «текст» декапентаплегального гена дрозофіли, а інший ген – *chordin* – відповідає короткому гастрюлярному гену. Схожість між генами розвитку виявилася настільки вражаючою, що вчені змогли поставити експерименти, які раніше ніхто не міг навіть уявити. Виявилось можливим мутагенезу один із гомеозисних генів дрозофіли і замінити його геном людини. З яйцеклітини розвинулася нормальна муха. *Hox*-ген з генома людини виявився комплементарним гену мухи. Точно так само комплементарними виявилися мишачі гени *Otx* і *Emx*. Чужі регуляторні гени працювали настільки добре, що за зовнішнім виглядом практично неможливо відрізнити, в яких мушках працювали власні гени.

У ході досліджень [11, 12] для різних рівнів електромагнітної індукції проаналізовано активність модельних організмів залежно від тривалості впливу, оцінено репродуктивність у перерахунку на одну особину, встановлено відсоток смертності. На підставі отриманих результатів визначено умовні гранично допустимі рівні впливу електромагнітного випромінювання на біоту, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Гранично допустимі рівні ЕМВ

Рівні ЕМВ	Рівні індукції, мкТл	Зміст реакції піддослідних організмів	<i>Daphnia magna</i> Straus				<i>Drosophila melanogaster</i> L.			
			Активність		Репродуктивність, на 1 особину	Летальність, у %	Активність		Репродуктивність, на 1 особину	Летальність, у %
			Короткочасний вплив	Довготривалий вплив			Короткочасний вплив	Довготривалий вплив		
Надчутливість	>34	Різкі перепади активності від повної загальмованості до «панічного» збудження з великим відсотком смертності	0–5	0–5	0–20	>85	0,5–5	0,4–5	32–58	>60
Нестерпності	17,2–34	Максимальна збудженість переходить у стан загальмованості, до нормального стану повертаються не всі	0,7–4,9	0,6–4,8	15–24	74	0,5–4,9	0,7–4,6	92–121	53
Межі можливостей	8,8–17,2	Різкі коливання активності - від станів збудженості до загальмованості.	1–4,9	0,7–4,7	32–47	50	1–4,8	1,1–4,5	121–180	46
Високого впливу	5,2–8,8	Активність коливається від зниженого стану до збудження.	1,4–4,7	1–4,6	51–57	43	1,5–4,8	1,3–4	163–215	23,3
Підвищеного впливу	1,5–5,2	Частота та різкість перепадів активності зростає, змінюється репродуктивність.	2,9–4,8	1,5–4,3	53–65	17	1,8–4,6	1,5–3,7	191–207	20
Допустимо високого	0,3–1,4	Невеликі перепади активності та репродуктивності.	2,8–4,2	2,6–4	63–81	10	2,8–4,4	2,7–3,6	197–202	13
Норми	0,1–0,3	Стабільний стан піддослідних організмів.	3,1–3,8	2,8–3,4	76–84	0–3	2,9–3,4	2,8–3,2	193–210	0–3
Допустимо низького	<0,1	Поодинокі відхилення від стабільного стану.	2,8–3,2	2,7–3,1	73–86	0–3	2,9–3,5	2,6–3,2	196–202	0–3

Установлено, що гранично допустимі рівні шуму для тест-об'єктів і людини співпадають. Можна припустити, що гранично допустимі рівні впливу ЕМВ, отримані для модельних організмів будуть аналогічними для людини.

Вважається, що кора головного мозку, а також проміжний мозок особливо чутливі до впливу поля. Магнітне поле (МП) здатне проникати без спотворення і загасання не тільки через повітря, а й через воду, скло, папір, дерево, тканину та інші немагнітні

матеріали. На відміну від електричного поля і ультразвукових коливань магнітне випромінювання порівняно вільно пронизує живі тканини. Біологічні тканини, що відносяться переважно до діаманетиків, послаблюють зовнішнє МП (від часток відсотка до 5 %). Ганецьки підтверджує схожість будови мозку дрозозфіли і людини: у дрозозфіли мозок укладено в тверду оболонку, утворену екзоскелетом комахи, і ізолюваний від останньої тонкої рідинної прошарком, нейрони практично ідентичні. Це дозволяє припустити, що вплив на активність дрозозфіли, зміни її реакції можна з певними уточненнями екстраполювати на людину, ссавців.

Ступінь біологічного впливу ЕМП на організм людини залежить від частоти коливань, напруженості та інтенсивності поля, режиму його генерації (імпульсне, безперервне), тривалості впливу.

За ступенем найбільшого ризику можливі ефекти, залежні від величини індукованого струму, на яку впливають зміни тих чи інших параметрів МП промислової частоти, що представлено на рис. 1.

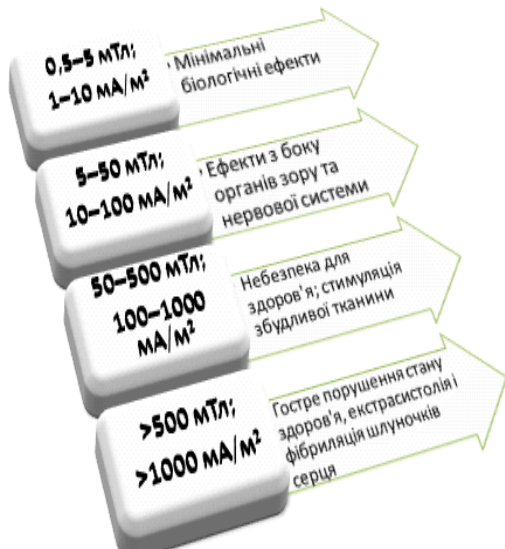


Рисунок 1 – Імовірнісні біологічні ефекти, викликані магнітним полем промислової частоти при чотиригодинному впливі (за Грачовим М.М., 2005 р.)

В організмі людей [4] відбуваються зміни від незначних знижень показників артеріального тиску до больових відчуттів (табл. 2). Поля надвисоких частот можуть впливати на очі, призводити до виникнення катаракти, а помірних – до зміни сітківки ока за типом ангіопатії. У результаті тривалого перебування в зоні дії ЕМП наступають передчасна втомлюваність, сонливість або порушення сну, з'являються часті головні болі, розлад ЦНС. Багаторазові опромінення малої інтенсивності можуть призводити до стійких функціональних розладів ЦНС, стійких нервово-психічних захворювань, зміни кров'яного тиску, уповільнення пульсу, трофічних явищ (випадання волосся, ламкості нігтів і т.п.). МП промислової частоти в організмі людини викликають різноманітні біологічні ефекти: регенерацію нервової тканини, зміни біохімічних процесів у клітині.

Таблиця 2 – Фізіологічні зміни в людському організмі під дією ЕМВ (за М.М. Грачовим, 2005 р.)

Інтенсивність ЕМВ, Вт/см²	Спостережувані зміни
600	Больові відчуття в період опромінення
200	Пригнічення окисно-відновних процесів
100	Підвищений артеріальний тиск із подальшим його зниженням; у випадку впливу – стійка гіпотензія
40	Відчуття тепла, розширення судин, при опроміненні 0,5–1 год. спостерігається підвищення тиску на 20–30 мм рт. ст.
20	Стимуляція окислювально-відновних процесів у тканинах
10	Астенізація після 15 хв. опромінення, зміна біоелектричної активності головного мозку
8	Невизначені зрушення з боку крові із загальним часом опромінення 150 год, зміна часу згортання крові
6	Електрокардіографічні зміни, зміни в рецепторному апараті
4–5	Зміна артеріального тиску при багаторазових опроміненнях, нетривала лейкопенія, еритропенія
3–4	Ваготонічна реакція з симптомами брадикардії, уповільнення електропровідності серця
2–3	Виражений характер зниження артеріального тиску, коливання об'єму серця
1	Зниження артеріального тиску, тенденція до зростання пульсу, незначні коливання об'єму крові серця, зниження офтальмотону при щоденному впливі протягом 3,5 місяців
0,4	Слуховий ефект
0,3	Зміни з боку ЦНС при хронічному впливі протягом 5–10 років
0,1	Електрокардіографічні зміни
до 0,05	Зниження артеріального тиску при хронічному впливі

Узагальненим показником, що характеризує вплив МП на живий організм, може слугувати енергія МП:

$$W = \frac{1}{2} \int \frac{B^2}{\mu_0} dV,$$

де  $B$  – індукція МП, Тл,  $V$  – об'єм об'єкта, м<sup>3</sup>;  $\mu$  – відносна магнітна проникність;  $\mu_0$  – магнітна постійна.

При тривалому й інтенсивному опроміненні за межами адаптаційних можливостей організму вступають у дію механізми активного захисту. Їх називають компенсаторними, коли регулювання біологічних процесів здійснюється центральною нервовою системою. Однак ці можливості також не безмежні,

вони обмежуються виснаженням захисних резервів організму [13].

У результаті психодіагностики уваги учнів і студентів за коректурною пробою встановлено, що у п'ятикласників точність уваги під час дії шуму та електромагнітного випромінювання становить 34,2 %, що практично на 13 % нижче уваги в стані спокою. Починаючи з семикласників, середній показник кількості переглянутих рядків за однаковий час вище, а середній показник пропусків і помилок нижче. В учнів сьомих і дев'ятих класів показник точності уваги під час дії стрес-факторів у порівнянні зі станом спокою знизився на 3–3,5 %, що підтверджує хоч і незначний, але негативний вплив шуму та електромагнітного випромінювання на увагу дитини. Під дію стрес-факторів студенти проявили зниження уваги на 7 %, що, на нашу думку, зумовлено впливом шуму та електромагнітного випромінювання на головний мозок та нервову систему в цілому. Аналогічні показники зниження продуктивності пам'яті зареєстровано у всіх вікових групах опитаних [14].

**ВИСНОВКИ.** Результати аналізу вивчення впливу ЕМВ на організм людини, показали, що постійний вплив техногенного ЕМП призводить до невідповідності функцій організму його структурі. Механізм впливу ЕМВ на біологічні системи до цих пір остаточно не вивчений. Існує кілька робочих гіпотез, що пояснюють біологічний вплив ЕМП на молекулярному, клітинному і органно-тканинному рівнях організації живої речовини. Як правило, вони засновані на постулаті індукування струмів в тканинах і безпосередній дії поля на клітини (головним чином, на мембранні структури в результаті порушень роботи т. зв.  $K^+Na^+$  насоса). Передбачається, що ЕМП змінює швидкість дифузії речовин через плазмалемму та інші біомембрани, конформацію біополімерів, електронну структуру радикалів.

Таким чином, визначено, що високу екологічну небезпеку становлять рівні зі значенням понад 7,6 мкТл. Під час постійної дії магнітного поля понад 17 мкТл спостерігається загибель тест-об'єктів. Ідентичну реакцію біоти зафіксовано при короткочасному впливі індукції магнітного поля близькій до 250 мкТл.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Григорьев Ю.Г., Хейфец Л.И., и др. Электромагнитные поля и здоровье человека. – М.: РУДН, 2002. – 177 с.
2. Болілий О.С. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища та його вплив на організм людини. Сайт матеріалів конференції «Соціум. Наука. Культура» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://intkonf.org/boliliy-os-elektromagnitne-zabrudnennya-navkolishnogo-seredovischa-ta-yogo-vpliv-na-organizm-lyudini/>
3. Michaelson S.M. Microwave biological effects: an overview // Proc. IEEE. – 1980. – № 1/68. – PP. 40–49.
4. Грачев Н.Н. Воздействие электромагнитных полей Земли на организм человека: учебный курс «Средства и методы защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://psiteror.ru/p/content/content.php?content.263>.
5. Семенов А.В. Обоснование предельно допустимых норм на индукцию магнитных полей промышленной частоты для человека // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Вып. 1 (321). – С. 197–200.
6. Сакун О.А. Визначення ступеня негативного впливу шуму та магнітного поля на тест-об'єкти // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип. 3/2014 (86). – С. 149–154.
7. Tonomuki Y., Shima T., Kimura K., Susuki M. The biological effects on microwave irradiation on drosophila // Zool. Sci. – 1991. – № 8. – PP. 11–24.
8. Grzegorz Redlarski, Bogdan Lewczuk, Arkadiusz Żak. The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and Forecasting Changes. BioMed Research International– 2015 [Електронний ресурс]. – Access mode: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/234098>
9. A homologous protein coding sequence in Drosophila homeotic genes and its conservation in other metazoans / McGinnis W., Garber R.L., Wirz J., Kuroiwa A., Gehring W.J. – Cell, 1984. – Vol. 37, iss. 2. – PP. 403–408.
10. Мэтт Ридли. Геном [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.redov.ru/biologija/genom/>
11. Сакун О.А. Экологическая опасность влияния магнитного поля промышленной частоты на тест-объекты // Междунар. сборник научных статей «Экологические проблемы постсоветского пространства». – Липецк, 2014. – № 1. – С. 104–109.
12. Никифоров В.В., Чорний О.П., Сакун О.А. Зміна активності тест-об'єктів під короткотривалою одночасною дією шуму та магнітного поля від симетричного та асиметричного асинхронного двигунів // Інженерні та освітні технології. – 2015. – Вип. 1 (9). – С. 46–54. – Режим доступу: <http://eetecs.kdu.edu.ua>.
13. Козловська Т.Ф., Ткачов Ю.М., Солошич І.О. Прогностична оцінка ступеня екологічного ризику від впливу фізичних чинників навколишнього середовища // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2007. – Вип. 1/2007 (42), част. 1. – С. 108–112.
14. Сакун О.А., Баєв Б.С. Вплив шуму на особистість під час навчально-виховного процесу: Матеріали I Всеукр. наук.-практ. конференції мол. вчених та студентів з міжн. участю, 08–09 жовт. 2014 р., Дніпропетровськ / Сучасні проблеми викладання та наукових досліджень біології у ВНЗ України. – Дніпропетровськ, 2014. – С. 257–259.

**EXTRAPOLATION OF THE RESULTS OF THE MAGNETIC FIELD EFFECT FROM THE MODELLING LOWER HETEROTROPHS TO THE HIGHER HETEROTROPHS**

**O. Sakun**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: s\_oksana\_08@mail.ru

The scientists' research of studying the effect of the magnetic fields on the human body has been briefly analyzed. There has been established the systems of the body that are the most susceptible to the effects of the electromagnetic radiation. We have determined the absence of a legal valuation of the magnetic field for the person and the nature reserve fund. The results of experimental studying of the effect of the magnetic field on *Drosophila melanogaster* L. and *Daphnia magna* Straus have been presented. The maximum allowable level of the electromagnetic radiation for the model organisms has been given in the table. We have described the similarity of *Drosophila* and the human brain. The genome similarity of *Drosophila melanogaster* L., mice and other mammals, including humans has been characterized. We have described the effect of the electromagnetic radiation on the human body and described the physiological changes in the human body under the influence of the magnetic field.

**Key words:** magnetic field, electromagnetic radiation, reproduction, genome, homology.

REFERENCES

1. Grigoriev, Y.G., Heifetz, L.I. (2002), *Electromagnitnyi polya u zdorovya cheloveka* [Electromagnetic fields and human health], RUDN, Moscow, Russia.
2. Bolily, O.S. (2015), "Electromagnetic pollution and its effects on the human body", The web-site of the conference "Society. Science. Kultura", available at: <http://intkonf.org/bolily-os-elektromagnitne-zabrudnennya-navkolishnogo-seredovischa-ta-yogovpliv-na-organizm-lyudini/> (accessed March 23, 2015).
3. Michaelson, S.M. (1980), "Microwave biological effects: an overview", *Proc. IEEE*, vol. 1, no. 68, pp. 40–49.
4. Grachev, N. (2010), Effects of electromagnetic fields on the human body of the Earth: training course "means and methods of protection against electromagnetic and ionizing radiation", available at: <http://psiterror.ru/p/content/content.php?content.263> (accessed March 23, 2015).
5. Semenov, A.V. (2012), "Justification of the maximum allowable induction of the magnetic fields with industrial frequency for human", *Transactions of the Tomsk Polytechnic University*, vol. 1, no. 321, pp. 197–200.
6. Sakun, O. (2014), "Determination of the affect rate of noise and magnetic field on a test object" // *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 3 (86), pp. 149–154.
7. Tonomuki, Y., Shima, T., Kimura, K., Susuki, M. (1991), "The biological effects on microwave irradiation on drosophila", *Zool. Sci.*, vol. 8, pp. 11–24.
8. Redlarski, G., Lewchuk, B., Žak, A. (2015), "The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and Forecasting Changes", *BioMed Research International*, available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/234098> (accessed March 23, 2015).
9. McGinnis, W., Garber, R., Wirz, J., Kuroiwa, A., Gehring, W. (1984), "A homologous protein coding sequence in *Drosophila* homeotic genes and its conservation in other metazoans", *Cell*, vol. 2, no. 37, pp. 403–408.
10. Ridley, M. (2012), *Genome*, available at: <http://www.redov.ru/biologija/genom/> (accessed March 23, 2015).
11. Sakun, O. (2014), "Environmental Hazards of the magnetic field of industrial frequency on the test objects", *International collection of scientific articles "Ecological problems of post-Soviet space"*, no. 1, pp. 104–109.
12. Nykyforov, V., Chorny, O., Sakun, O. (2015), "Changes in the activity of the test object to a short simultaneous actions noise and magnetic field of symmetric and asymmetric induction motors", *Engineering and Educational Technologies*, vol. 1, no. 9, pp. 46–54, available at: <http://eetecs.kdu.edu.ua> (accessed March 23, 2015).
13. Kozlovska, T., Tkachov, Y., Soloshyc, I. (2007), "Prognostic assessment of environmental risk from the effects of physical environmental factors", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 1, no. 42, pp. 108–112.
14. Sakun, O., Baev, B. (2014), "Effect of noise on the individual during the educational process", *Suchasni problemy vykladannya ta naukovykh doslidjen u VNZ Ukrainy. Materialy I Vseukrainskoi naukovopractychnoi konferentsii molodykh uchenykh i studentiv* [Modern problems of teaching and research biology in high school in Ukraine: Material of the first Ukrainian. conference of students and young researches], Dnipropetrovsk, October 08–09, 2014, pp. 257–259.

Стаття надійшла 27.02.2015.