

2. Peresenceva L. Fullerene-like carbon formation during hydrate cellulose fibers carbonization / L. Peresenceva, L. Vyshniykov, G. Oleinik. // Abstract Book II International Conference on Modern Achievements of Science and Education, Netanya, Israel, 25 Sep. – 2 Oct. 2008. – P. 21 –23.
3. Богуслаєв О. В. Діагностика лопаток ГТД звуковим методом / О. В. Богуслаєв, О. В. Мозговий, С. В. Мозговий, А. Я. Качан, А. В. Тітов // Вісник двигунобудування, 2004. – № 1. – С. 148 – 150.
4. Будова та механізм утворення неорганічної складової гібридних полімерів на основі сполук алюмінію та поліфеніленів. С. 10-11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25918/1/Golovchuk_magistr.pdf.
5. Вишняков Л.Р., Мозговий О.В., Синайський Б.М. Переселенцева Л.М., Морозова В.М. Вплив вуглецевих наночастинок на розсіяння механічної енергії полімерними вуглекомполімерами // Наукові нотатки. Зб. наук. праць. – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – В. 32. – С. 58-62.
6. Вишняков Л.Р., Переселенцева Л.Н., Коханый В.А. Углеродные частицы-анионы для модифицирования полимерных композитов/ Материалы 29-й Межд. НПК и блиц-выставки «Композиционные материалы в промышленности» (Славполикком-2009), Ялта, 1-5 июня 2009. С.17-19.
7. Вишняков Л.Р., Синайский Б.Н., Яременко О.П., Петропольский В.С., Демиденко З.Н. Полимерные гибридно-армированные композиты для лопастей малых ветродвигателей // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні, 2009. – №2. – С. 41- 45.
8. Вишняков Л. Р. Демпфирующие свойства гибридных полимерных композиционных материалов на основе углеродных и базальтовых волокон / Л. Р. Вишняков, А. В. Мозговой, Б. Н. Синайский, В. П. Мороз // Композитные материалы. Международный научно-технический сборник. Днепропетровск : ДГАУ, 2010. – Т.4. – №1. – С. 58 – 60.
9. Головин И. С. Внутреннее трение и механическая спектроскопия металлических материалов : учеб. / И. С. Головин. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. – 247 с.
10. Гуняев Г.М., Ильченко С.И., Комарова О.А. и др. Технология и эффективность модифицирования углепластиков углеродными наночастицами // Конструкции из композиционных материалов, № 4, 2004. –С.77-79.

MECHANICAL DISSIPATION ENERGY OF POLYMER CARBON PLATES WITH CARBON NANO MODIFIERS

Annotation. *Conducted studies of the loss of mechanical energy by polymeric carbon plastics have shown the positive effect of nano modifiers on increasing the physical and mechanical characteristics of composites.*

Keywords. *Composite materials, carbon plates, nano modifiers, carbon nanotubes, carbon tissue, mechanical energy dissipation.*

Дарія Поліщук, Вікторія Думенко

БІОФІЗИЧНІ МЕХАНІЗМИ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Анотація. *У статті описано частотні діапазони електромагнітних випромінювань побутових приладів, характеристики електромагнітних полів; проаналізовано біофізичні механізми впливу неіонізуючих електромагнітних випромінювань на організм людини, подано аналіз сучасних наукових статей присвячених експериментальним дослідженням змін функціонуванні органів і систем.*

Ключові слова: *електромагнітне випромінювання, частотний діапазон, фізичні механізми.*

Сучасна людина використовує побутові прилади, які є джерелами електромагнітного випромінювання різних частот. Досить важливою проблемою, якій присвячена велика кількість досліджень, є біофізичні та біомедичні чинники впливу на організм людини неіонізуючих випромінювань. Ця проблематика залишається досить актуальною, оскільки ще недостатнього досліджені біофізичні зміни у функціонуванні організму при тривалому впливові електромагнітних випромінювань. До факторів електромагнітної природи, які несуть потенційну небезпеку для здоров'я людини відносять:

- ✓ постійні електричні і магнітні поля;
- ✓ змінні електромагнітні поля (ЕМП) в діапазоні частот від 1 Гц до 300 ГГц;
- ✓ електромагнітні поля промислової частоти 50/60 Гц (ЕМП ПЧ)
- ✓ електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазона (ЕМВ РЧ) від 10 кГц до 300 ГГц.

Побутові прилади є джерелами ЕМП ПЧ. Джерелами електромагнітної енергії радіочастотного і мікрохвильового діапазонів в навколишньому середовищі є антенні системи мобільного зв'язку, ПК.

Існує така номенклатура діапазонів згідно регламенту радіозв'язку:

30-300 кГц	НЧ
300-3000 кГц	СЧ
3-30 МГц	ВЧ
30-300 МГц	ДВЧ
300-3000 МГц	УВЧ
3-30 ГГц	НВЧ
30-300 Гц	НЗВЧ

Для оцінки електромагнітних полів використовують величини: напруженість електричної складової, індукцію магнітної складової, потому густину енергії.

На частотах вище 1 МГц вважають, що негативну дію на організм спричиняє тепло, яке виділяється при протіканні струму в тілі людини, характеристикою якого є кількість енергії dW , яка виділяється в масі тіла dm за інтервал часу dt . Так як приріст виділеної енергії dW за інтервал часу dt є потужністю, то вводять поняття поглиненої питомої потужності електромагнітної енергії в одиниці маси dm (Specific Absorption Rate - SAR).

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{dm} \right) = \frac{dP}{dm} \quad (1)$$

SAR виражається в одиницях (Вт/кг).

Сучасні мобільні телефони працюють на частотах від 450 МГц до 1,9 ГГц.

Випромінювання телефонів значно нижче допустимого в Європі $SAR = 2$ Вт/кг [1].

Біофізичні механізми впливу електромагнітного випромінювання на організм людини пов'язані з тепловим ефектом, нетепловим ефектом.

Електромагнітні взаємодії визначають багато мікро- і макроскопічних явищ – взаємодію між ядрами і електронами, хімічні зв'язки, структуру молекул, різні типи внутрішньоклітинних взаємодій, міжклітинні зв'язки, біологічні ритми. Визначальна роль електромагнітної природи багатьох біологічних процесів означає, що зовнішні ЕМП можуть в ряді випадків виступати як джерела електромагнітних перешкод, що знижують надійність життєвих процесів людини.

Одним із механізмів взаємодії зовнішніх електромагнітних полів з біологічними об'єктами є наведення внутрішніх полів і електричних струмів, величина і розподіл яких в тілі людини залежить від параметрів, таких як розмір, форма, анатомічна будова тіла, електричні і магнітні властивості тканин, а також від ряду характеристик ЕМП (частота, інтенсивність, модуляція).

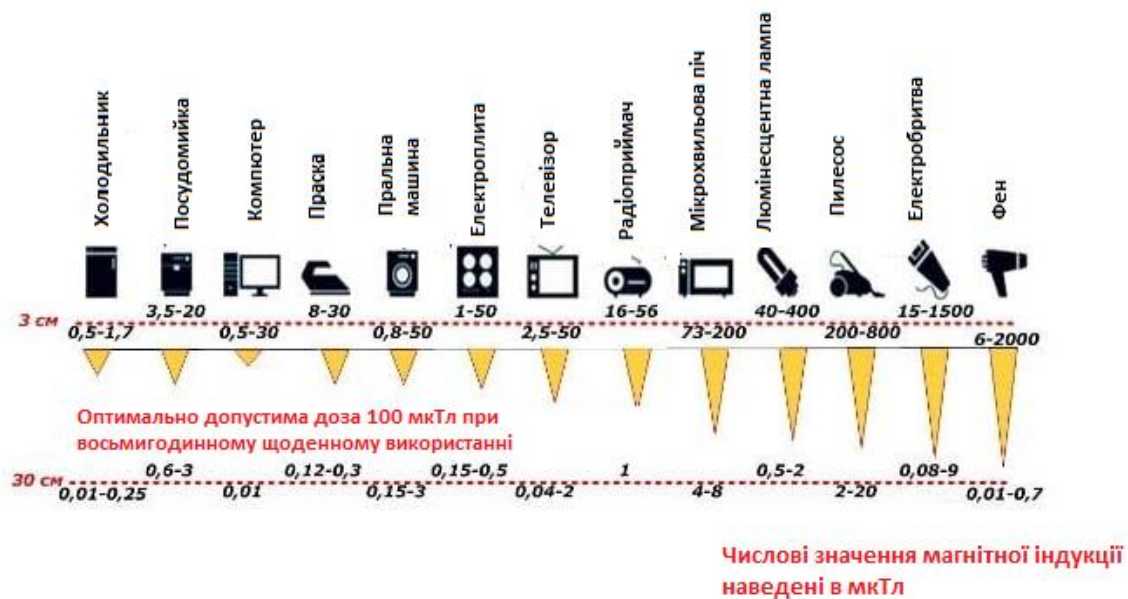


Рис. 1. Значення магнітної індукції ЕМВ побутових приладів

Згідно з сучасними уявленнями, за механізмом дії ЕМП наднизькочастотного і низькочастотного діапазонів (до 10 - 30 кГц), основну небезпеку для організму становить вплив наведеного електричного струму на структури (нервову, м'язову тканини). Параметром, який визначає ступінь дії, є густина наведеного в тілі вихрєвого струму. При цьому, для електричних полів зазначеного діапазону частот характерне слабке проникнення в тіло людини, для магнітних полів - організм практично прозорий. Густини наведеного струму (j) можуть бути розраховані за формулами:

$$j = k \cdot f \cdot E, \quad (2)$$

де f - частота, E – напруженість ЕП, k - коефіцієнт, різний для різних тканин;

$$j = p \cdot R \cdot \sigma \cdot f \cdot B, \quad (3)$$

де B - магнітна індукція, σ - провідність тканини.

Ще один із біофізичних механізмів дії ЕМВ є резонансний ефект в руйнуванні молекул ДНК, РНК.

Мішенню для НВЧ-випромінювання є молекула, що володіє електромагнітними властивостями. Це, перш за все, молекули води. Живий організм людини в основному, як відомо, (на 95% в дитинстві і на 60% в старості) складається з води. Всі речовини при розчиненні у воді утворюють гідратні оболонки. Слабкі ЕМП низької частоти змінюють метастабільні структури в воді, що різко знижує концентрацію іонів калію і веде до утворення активних вільних радикалів.

Ряд досліджень пов'язаних з впливом ЕМВ мобільних телефонів. Та Міжнародне агентство по дослідженню раку розглядає мобільні телефони та інші джерела ЕМП та неіонізуючих випромінювань як можливий канцероген. В особливу групу ризику виділяють дітей та підлітків.

Було проведено експериментальні дослідження з впливом ЕМВ телефонів (SAR 2, 20 і 200 мВт/кг) щоденно протягом 2 год і на 50 добу спостерігалась значна зміна нейронів у багатьох структурах мозку мишей, причому отримана пряма залежність між кількістю змінених нейронів в тканинах мозку і величиною питомої поглиненої енергії. На основі цих та інших багаточисленних досліджень Міжнародна експертна комісія в рамках шведського Комітету по радіаційному захисту прийшла до висновку, що тривале опромінювання ЕМВ мобільного телефону при SAR 1,5 Вт/кг і вище може привести до пошкодження реакції нейронів [2,3].

При використанні мобільного телефону з потужністю 0,6 Вт і робочою частотою 900 МГц питома енергія поля в головному мозку складає від 120 до 230 мкВт/ см² при нормі 100 мкВт/ см²

У таблиці подано вплив ЕМВ на організм людини.

Фізіологічні показники впливу ЕМВ на людину Питома потужність випромінювання, мкВт/см ²	Вплив на організм	Ким підтверджено вплив
1	Порушення імунної функції	Fesenko E. E., Novoselova E. T.
1	Порушення сну, пам'яті	Eltiti S.[4]
1,3-5,7	Новоутворення	Dolk H.[5]
1,25	Порушення репродуктивної функції	Pyrpasopoulou A.[6]
1,5	Порушення сну, пам'яті	Salford L.G.[7]
2,5	Порушення кальцієвого обміну	Wolke

Вплив електромагнітних випромінювань визначається факторами:

- ✓ Об'ємом поглиненої енергії;
- ✓ Тривалістю дії;
- ✓ Віком людини і станом її здоров'я;
- ✓ Факторами зовнішнього середовища;
- ✓ Областю опромінення.

Важливо відзначити, що у випадках багатфакторних впливів на організм людини велика роль розвитку синдрому взаємного додавання. Біологічний ефект НВЧ-діапазону ЕМВ має властивість накопичуватися, що є однією із причин розвитку віддалених наслідків.

При нормуванні біологічної дії електромагнітних випромінювань Всесвітня Організація Охорони Здоров'я вважає, що в умовах неоднозначності або невизначеності впливів на біологічні об'єкти електромагнітних полів та випромінювань необхідно керуватися принципом ALARA (As Low As Reasonable – настільки низький, наскільки це розумно досяжно) [8].

Висновки. Аналіз характеристик побутових джерел ЕМВ та біофізичних механізмів дії на організм електромагнітних випромінювань, а також результатів експериментальних досліджень свідчить про те, що при перевищенні допустимих норм ЕМВ можуть призводити до порушень у функціонуванні органів і систем людини, особливо нервової, серцево-судинної системи. Тому необхідно зменшувати тривалість впливу, виключати ефект додавання, тобто не вмикати одночасно багато приладів.

Список використаних джерел

1. Одинаев Ф.И., Одинаев Ш.Ф., Шафиев Ш.И., Шутова С.В. Электромагнитные излучения и здоровье человека // Вестник ТГУ, т.20, вып.6, 2015. – С. 1714 -1717
2. Salford L., Brun A., Eberhardt J., Malmgren L., Persson B. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones // Environ. Health Perspect. 2003. V. 111, N 71. P. 881-883.
3. Salford L., Nittby H., Brun A., Grafström G., Eberhardt J., Malmgren L., Persson B. Non-thermal effects of EMF upon the mammalian brain: the Lund experience //The Environmentalist. 2007. V. 27, N 4. P. 493-500.
4. Eltiti S. et al. Does short-term exposure to mobile phone base station signals increase symptoms in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields? A double-blind randomized provocation study //Environmental Health Perspectives. – 2007. – Т. 115. – №. 11. – С. 1603.

5. Dolk H. et al. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain I. Sutton Coldfield transmitter //American Journal of Epidemiology. – 1997. – Т. 145. – №. 1. – С. 1-9.
6. Pyrpasopoulou A. et al. Bone morphogenetic protein expression in newborn rat kidneys after prenatal exposure to radiofrequency radiation //Bioelectromagnetics. – 2004. – Т. 25. – №. 3. – С. 216-227.
7. Salford L. G. et al. Non-thermal effects of EMF upon the mammalian brain: the Lund experience //The Environmentalist. – 2007. – Т. 27. – №. 4. – С. 493-500.
8. Establishing a dialogue on risks from electromagnetic fields. - Geneva: World Health Organization, 2004. – 67 p.

BIOPHYSICAL MECHANISMS OF INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF HOUSEHOLD APPLIANCES ON THE HUMAN BODY

Abstract. *This article describes frequency ranges of electromagnetic radiation of household devices, characteristics of electromagnetic fields; The biophysical mechanisms of non-ionizing electromagnetic radiations on the human body are analyzed, analysis of modern scientific articles devoted to experimental research of changes in the functioning of organs and systems is presented.*

Key words: *electromagnetic radiation, frequency range, physical mechanisms.*

Леонід Рудюк, Микола Моклюк

ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГІЙ В КУРСІ ФІЗИКИ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ

Анотація. *У статті розглянуто можливості використання методу аналогій під час вивчення фізики в закладах загально середньої освіти, значення аналогій в історії розвитку наукових досліджень. Описано якості, в яких може виступати аналогія як метод наукового пізнання в освітньому процесі. Запропоновано класифікацію аналогій за видами та їх властивостями. Представлено приклади застосування методу аналогій для вивчення різних розділів фізики.*

Ключові слова: *курс фізики, навчальний процес, аналогія, види аналогій, учні, метод пізнання.*

Людині властивий процес мислення, що вимагає не тільки розуму, але і багатой уяви. Розвиток мислення в учнів, формування культури мислення є найважливішою складовою особистісного, розвиваючого і культурологічного підходів в освіті. Одним із способів мислення людини є умовивід за аналогією. Використання аналогій робить процес навчання цікавим і творчим, сприяє інтеграції знань і розвитку особистості дитини.

Подібність різних об'єктів і їх властивостей, явищ і їх причин, а також їх розмаїття роблять можливим застосування аналогій в різних науках, таких як фізика, математика, астрономія, медицина, хімія тощо.

На користь застосування аналогії у фізиці «для відкриття істини» говорять такі слова Д. Дідро [1]: «У фізиці всі наші знання ґрунтуються тільки на аналогії: якби схожість наслідків не давала нам можливість визначати їх причини, що сталося б з наукою?.. Що сталося б з медициною ... без цього принципу аналогії? Якби одні і ті ж засоби, які застосовуються в однакових випадках, не давали можливість нам розраховувати на однаковий успіх, як можна було б лікувати хвороби?»

В історії фізики описується низка прикладів успішного використання аналогій такими видатними вченими, як А. Ампер, Ш. Кулон, Дж. Максвелл, І. Ньютон, Г. Ом, М. Умов, М. Фарадей та іншими. На пояснювальну функцію аналогій вказували І. Мандельштам, С. Вавілов, О. Йоффе, Я. Френкель, Е. Фермі та інші вчені-фізики, що займались педагогічною діяльністю [3].

«Під фізичною аналогією, - писав англійський фізик Дж. К. Максвелл, - я розумію ту часткову схожість між законами двох яких-небудь галузей науки, завдяки якій одна являє собою ілюстрацію іншої» [4].