Оцінювання впливу електромагнітного випромінювання мобільного телефону на біоту та організм людини

Марія Малиновська,
Володимир Погребенник

Кафедра екологічної безпеки та аудиту, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: vpohreb@gmail.com

The paper evaluated the effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the biota and human health. The aim is to assess the impact of electromagnetic radiation emitted by mobile phones on the human body . The process of interaction of electromagnetic radiation with living organisms in a given phase . We consider thermal and netermichnyy effects of mobile phones on the human body . The dependence of complaints of mobile phone users from the total duration of calls during the day : the longer the conversation , the longer the period of headaches , fatigue . The level of radiation emitted by mobile phones. Posted significance level of radiation for 70 types of mobile phones , including models of firm Alcatel, LG, Motorola, Nokia, Samsung, Sony Ericsson and HTC. Developed recommendations on the type of mobile phone.

Ключові слова – електромагнітне випромінювання, мобільний телефон, біота, організм людини

I. Вступ

Останнім часом мобільна мережа почала стрімко розвиватися. І це проявляється не тільки на Заході, але й у нас на Україні, де мобільний зв'язок, нарешті, перейшов в категорію товарів народного споживання". В Європі, кількість "мобільних" користувачів за останній рік збільшилась вдвічі. І, звісно, стала з'явля-тися загроза здоров'ю.

Метою роботи є оцінювання впливу електромагнітних випромінювань (ЕМВ) мобільного телефону на організм людини.

II. Взаємодія ЕМВ з живими організмами

Процес взаємодії ЕМВ із живими організмами може бути подано у вигляді фаз.

1-а фаза – поглинання енергії ЕМВ клітинами живого організму у вигляді розриву міжмолекулярних з'єднань і руйнування ДНК [1-4].

2-а фаза – перетворення енергії ЕМВ у хімічну енергію з утворенням іонів і вільних активних радикалів.

3-а фаза – розвиток радіохімічних реакцій у живому організмі, що опромінюється.

Вільні радикали – це з'єднання із загубленими електронами, що мають вільну орбіту. Вільне місце в радикалах може зайняти будь-яка речовина, наприклад кисень. У цьому випадку кисень уже не зможе циркулювати в організмі й забезпечувати подих. Вільні радикали мають велику силу, що ушкоджує клітини, стінки тканини. Отже, вільні радикали є вкрай шкідливими для будь-якого живого організму. Початковою ланкою в розвитку біохімічних перетворень при впливі ЕМВ є первинна інактивація (позбавлення активності) ферментів (основних каталізаторів і стимуляторів обміну речовин) вільними радикалами. У жирах під впливом радикалів відбуваються ланцюгові реакції окислювання, що супроводжуються вивільненням вільних жирних кислот, що володіють токсичними властивостями. Дія ЕМВ призводить до розпаду молекул нуклеотидів, білків, що входять до складу ДНК, гнобленню синтезу й активації розпаду інших білків. Інакше кажучи, ЕМВ порушує обмін речовин – головний процес для підтримки життя в організмі. Порушення обміну речовин супроводжується вивільненням особливих речовин – гістаміна (сильного алергену), гемолизина (руйнуючого кров'яні клітки), різних токсинів. Ці біохімічні порушення відбуваються усередині й поза клітинами й призводять до морфологічних змін (від грец. morphe – «форма»): різних деформацій, порушенням будови й зовнішнього вигляду клітин і тканин. Ступінь всіх вище вказаних порушень залежить від радіочутливості клітин і тканин: чим вища радіочутливість, тим сильніше ушкодження від ЕМВ. Особливо чутливі до ЕМВ органи, де відбувається активне розмноження клітин: кров, лімфа, кишківник, статеві органи. На тлі електромагнітного впливу в організмі змінюється внутрішнє середовище за рахунок скупчення всіляких токсинів (процес токсемії). Токсемія проявляється головним болем, запамороченнями, підвищеною стомлюваністю, зниженням працездатності, пам'яті, уваги, схильністю простудним захворюванням, стресам, нестійкістю артеріального тиску, чутливістю до метеорологічних змін, підвищеною кровоточивістю, ослабленням статевої функції. Токсемія призводить до подальших руйнувань клітин і тканин, порушенню регуляції, особливо нервової й гормональної (ендокринної). Нейроендокринні зміни відіграють значну роль у формуванні механізму адаптації живого організму до умов навколишнього середовища й забезпечують відносну сталість внутрішнього середовища організму (артеріального тиску, частоти пульсу, дихання, рівня гемоглобіну й т.д.). При впливі ЕМВ на організм ця стабільність порушується за рахунок нейроендокринних «поломок». Вплив ЕМП мобільних телефонів на ендокринну функцію полягає насамперед у впливі на шишкоподібну залозу й підвищенні в крові рівня гормону мелатоніна. Шишкоподібна залоза (епіфіз) виконує регулюючу функцію всього організму.

ЕМВ порушує обмін речовин – головний процес для підтримки життя в організмі. Особливо чутливі до ЕМВ органи, де відбувається активне розмноження клітин: кров, лімфа, кишківник, статеві органи. На тлі електромагнітного впливу в організмі змінюється внутрішнє середовище за рахунок скупчення всіляких токсинів.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Інформація від чутливих кліток сітківки надходить в епіфіз нервовими шляхами. Ці клітини сильно реагують на інформацію й впливають на вироблення мелатоніну. Порушення цього ритму, внаслідок впливу ЕМП мобільних телефонів може викликати серйозні захворювання, зокрема утворення пухлини. Кришталик ока погано поповнюється кров'ю і тому особливо чутливий до дії електромагнітного випромінювання.

Термічний та нетермічний ефекти впливу мобільних телефонів на організм людини.

Електромагнітна енергія поглинається тілом людини і, перетворюючись на теплову, розігріває тіло й окремі органи. На принципі розігрівання предметів за рахунок електромагнітної енергії базується робота мікрохвильової печі. Щоправда, потужність випромінювання в печах значно вища, ніж у стільникових телефонів. Проте треба враховувати, що антена – основний випромінювач телефону – знаходиться зовсім поряд із головним мозком, на який, власне, й діє електромагнітне поле. У результаті температура окремих ділянок мозку підвищується. Це несприятливий ефект для будь-яких органів. До речі, все нормування мікрохвильового випромінювання від стільникових телефонів, базується лише на термічному ефекті.

Нетермічний ефект (або інформаційний ефект). Процес дії випромінювання стільникового телефону на мозок, так званий інформаційний ефект вивчений поки що недостатньо. Суть його полягає в наступному: мобільні телефони стандарту GSM здійснюють передавання інформації імпульсами, частота пульсації яких становить 216,6 Гц. Отже, другою частотою, яка створюється стільниковим телефоном, є частота: 217/26 = 8,35 Гц. Деякі види мобільних апаратів здатні генерувати третю частоту – 2 Гц. Ось у цьому наборі низькочастотних випромінювань і прихована одна з небезпек мобільного зв'язку. Згадані частоти стільникових апаратів збігаються з частотами власної, природної біоелектричної активності головного мозку людини, які реєструються на електроенцефалограмі. Так, частота 217 Гц збігається з так званим гамма-ритмом мозку, 8,35 Гц - із альфа-ритмом, а 2 Гц - з дельта-ритмом. Такі зміни помітні на електроенцефалограмі й не зникають тривалий час після завершення розмови. Абстрактне мислення пов'язане саме з альфа-ритмом мозку, під час сну переважає дельта-ритм, а гамма-хвилі відповідають активній діяльності людини.

Дослідження впливу мобільних телефонів на біоту та організм людини. В Англії заборонили продаж мобільних телефонів для дітей після того, як на 45% зросла кількість дітей з пухлинами мозку. У Швейцарії школи оснащено сенсорами, які перевіряють, чи не несе учень телефон у клас. В деяких країнах вже заборонено користування мобільним телефоном молодим людям до 21 року. Проте не всі люди однаково сприймають випромінювання від мобільних телефонів. Є підвищена, знижена і середня радіочутливість [4]. Більшість людей – до 80%, належать до середньої групи. Решта або до підвищеної або до зниженої чутливості. Люди зі зниженою радіочутливістю можуть не реагувати на потужне випромінювання, тоді як з підвищеною – відчути втому й головокружіння вже після однієї телефонної розмови. Учені проводили експерименти на людських клітинах ендотелія, що відрізняються один від одного генетично. З'ясувалося, що в обох групах клітин зменшився синтез білка, причому ці зміни були різними й залежали від будови ДНК.

На кожному квадратному сантиметрі поверхні мобільного телефону живуть десятки тисяч бактерій. Телефони створюють сприятливе середовище для росту й розмноження бактерій.

Нещодавно шведські учені повідомили сенсаційні результати свого дослідження щодо впливу мобільних телефонів на здоров'я людей. На думку доктора Лейфа Селфорда, випромінювання мобільних телефонів руйнує важливі клітини головного мозку, що «відповідають» за пам'ять і здібність до навчання. Відмиранням саме цих клітин характеризується хвороба Альцгеймера. *"Добровільне опромінення мозку мікрохвилями від мобільного телефону - це найбільший біологічний експеримент над людиною"* - професор Лейф Селфорд [6].

Шведські учені досліджували більше 900 чоловік у віці від 20 до 80 років, що страждали злоякісними пухлинами головного мозку. З'ясувалося, що 85 чоловік були дуже активними користувачами мобільних телефонів (стільниковим зв'язком вони користувалися давно й постійно). У більшості пухлини виникали на тій стороні голови, до якої пацієнти прикладали слухавку.

Також проведено масштабне дослідження користувачів стільниковими телефонами серед жителів Швеції й Норвегії. Опитали 6379 людей – користувачів телефонами GSM і 5613 NMT у Швеції й 2500 – у Норвегії. Дослідники зробили дуже важливий висновок: тривалість розмов мобільним телефоном прямо впливає на тривалість скарг: чим довше триває розмова, тим довше період головних болів, підвищеної стомлюваності. Коефіцієнти проявів тих або інших скарг, мінімальне значення яких склало 0,93, максимальне – 5,36 (табл. 1).

ТАБЛИЦЯ 1

ЗАЛЕЖНІСТЬ СКАРГ КОРИСТУВАЧІВ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕФОНІВ ВІД ЗАГАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ РОЗМОВ У ДЕНЬ

Скарги	Тривалість розмови протягом дня		
	2-15 хв. в день	15-60 хв. В день	> 60 хв. в день
Втома	1,38 (1,0 – 1,089)	1,98 (1,41 – 2,77)	1,68 (0,93 – 3,02)
Головні болі	1,64 (1,12 – 2,39)	2,83 (1,90 – 4,20)	2,68 (1,53 – 5,36)

За словами дослідників італійської Національної ради [7-9], випромінювання стільникових телефонів

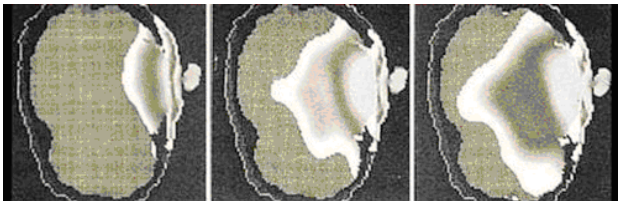
Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

викликає розвиток лейкемії. Протягом доби клітини лейкемії опромінювали радіохвилями частотою 900 Мгц і потужністю 1 міліват. Через добу після початку експерименту в деяких клітинах лейкемії почали активізуватися гени, відповідальні за самогубство. В результаті кількість таких загиблих клітин серед опромінених зросла на 20% порівняно з іншою групою клітин, які не піддавалися опромінюванню.

Іспанські вчені стверджують, що навіть користування мобільним телефоном протягом 2 хвилин може змінити ритм біоелектричної активності головного мозку в дітей і цей змінений ритм зберігається протягом наступних 2 годин і більше після закінчення користування телефоном.

Російські дослідники з Інституту біофізики вважають, що електромагнітні поля можуть дати поштовх для розвитку раку в дітей. Поглинання електромагнітної енергії в голові дитини є значно вищим, ніж у дорослого, тому що мозкова тканина дітей має більшу проникність, менший розмір голови, кістки черепа тонші [5].

На рис. 1, а) показано мозок дорослої людини, на рис. 1, б) – 10-ти річної дитини, а на рис.1, в) – 5-ти річної.



а) б) в)

Рис. 1. Вплив ЕМВ на мозок людини

У дітей, що живуть поблизу теле– і радіовеж, станцій мобільного зв'язку, рівень хронічних хвороб у 2 рази більший норми і в 2,5 рази більша кількість гострих захворювань [4].

Дослідники з Угорщини встановили наявність зв'язку між розвитком пухлини (раку) головного мозку в молодих людей 20–29 років, які використовували мобільні телефони з дитячого віку.

Про те, що випромінювання від мобільних телефонів викликає зміни в мозку, пишуть і фінські дослідники. За показниками лікарів з берлінської університетської клініки імені Бенджамина Франкліна, електромагнітні хвилі, що випромінюються мобільними телефонами, руйнують хромосоми людини.

Професор біохімії Каліфорнійського університету Рос Аді переконаний: *«Уперше за історію людства ми тримаємо біля голови досить потужний радіопередавач»*. Згідно з його дослідженням, «електромагнітні поля, що створюються стільниковими телефонами, взаємодіють із клітинами головного мозку. Ця взаємодія може змінювати здатність мозку до сприйняття і опрацювання інформації». *«Не можна виключати можливість відкладених ефектів, за яких можуть бути порушені механізми росту мозкових клітин, зокрема, існує вірогідність вірогідність виникнення раку та лейкемії»,* - твердить Рос Аді. Професор вважає також, що робота стільникового телефону в безпосередній близькості від голови може впливати на обмін речовин у мозку, зокрема на метаболізм кальцію. А кальцій бере участь у синтезі ДНК і регулює життєвий цикл клітин. Існують припущення, що електромагнітне випромінювання може призводити до розривів у ланцюгах ДНК. При цьому саме випромінювання не руйнує ДНК, а лише уповільнює або блокує процес «ремонту» зіпсованих елементів.

У Німеччині проводилися досліди над мишами. Піддослідні миші опромінювалися радіохвилями, подібними до тих, які випромінюються мобільним телефоном, далі проводилося дослідження їхньої сперми (у першу чергу саме сперма реагує на різного роду випромінювання), і результати були невтішними – структура сперми мишей змінювалася. Далі провели подібні досліди, але використали електромагнітне випромінювання (мобільний телефон, крім радіохвиль, випромінює ще й електромагнітні), подібне до випромінювання мобільних телефонів. Внаслідок другого експерименту сперма мишей піддалася ще більшим змінам і порушенням.

Також проводилося дослідження мозку щурів, їх протягом 25 місяців опромінювали електромагнітними хвилями, інтенсивністю 480 мкВт/см^2. І із 100 опромінених щурів у 16 були виявлені злоякісні пухлини. На рис. 2, а) зображено мозок щура, якого не було опромінено, а на рис. 2, б) – мозок щура, якого регулярно опромінювали (видно уражені ділянки у вигляді темних крапок).

а) б)

Рис. 2. Вплив ЕМВ на мозок щурів

Учені Норвегії й Данії, обстеживши користувачів мобільного зв'язку, прийшли до висновку, що користувачі мобільних телефонів частіше інших скаржаться на головні болі, запаморочення, сонливість, нестійкий настрій, дратівливість. Дослідники з Норвегії й Данії також установили, що електромагнітні хвилі мобільних телефонів сприяють розвитку напруги імунної системи.

Випромінювання мобільних телефонів може представляти серйозну небезпеку для вагітних, – вважає професор Інституту біофізики Мінохоронздоров'я Росії Юрій Григор'єв.

Крім несприятливого впливу ЕМП мобільних телефонів, є низка інших негативних моментів – шумові ефекти й вібрація. Використання мобільних телефонів може призвести до порушень слуху і вестибулярного апарату. Акустичні (звукові) сигнали викликають легкі форми пухлин нерва.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Дослідження, проведене у Швеції, показало, що ризик виникнення таких пухлин зростає в 2 рази в людей, які користуються мобільними телефонами. Шведи стверджують, що пухлини слухового нерва виникають в 100 тис. чоловік у рік і можуть призвести до глухоти. Щороку у Великобританії приблизно в 4700 чоловік виявляється пухлина мозку, розвиток якої пов'язане з використанням мобільних телефонів. Число людей – користувачів мобільного зв'язку, у яких з'явилася пухлина мозку, за останні 30 років збільшилося на 45%. Шведські вчені також затверджують, що тривале використання телефону – протягом 10 і більше років – істотно збільшує ризик появи різних захворювань слухового нерва аж до доброякісної пухлини слухового нерва. Вони досліджували взаємозв'язок використання мобільних телефонів і випадків виникнення патологій слухового нерва. У роботах, що проводилися у Швеції, брали участь 150 добровольців, що мають неврилеммому слухового нерва, і 600 здорових людин. Ризик виникнення доброякісної пухлини майже подвоївся для тих, хто почав користуватися мобільним телефоном 10 років тому, ще до того, як їм поставлений діагноз. Якщо мобільний телефон постійно прикладається до однієї й тієї ж частини голови, ризик зростає в 4 рази [9].

Наведемо ще один приклад шкідливої дії електромагнітного випромінювання. Вченими було проведено такий дослід [1], в дві одноразових склянки поклали однакову кількість зерен пшениці і залили водою. Одну склянку поставили на модем від комп'ютера, а другу – за 1 метр від нього. Зранку модем підключали до комп'ютера, а в вечері відключали. Так минуло три дні, за цей час модем накачав 15 мегабайт. Було видно, що зерна проросли (рис. 3, б), і в тій склянці, яка стояла на модемі, зелені паростки були набагато меншими (рис. 3, а).

а) б)

Рис. 3. Вплив ЕМВ на паростки пшениці

За даними вчених в порівнянні з будь-якою іншою технікою (телевізор, комп'ютер, тощо) – мобільний телефон є найшкідливішим, бо створює в момент розмови високий рівень потоку електромагнітних випромінювань поблизу голови людини: середній рівень щільності потоку потужності на відстані 5 см від антени (0,2 – 0,5 Вт/см) в 5-10 раз більший, ніж щільність теплового потоку Сонця в ясний день на широті Москви. Низькочастотний сигнал батареї електроживлення – близько 2 Гц, а пікова величина створюваного цим сигналом магнітного поля складає приблизно 6 мкТл (при нормі до 0,2), а це майже ЛЕП на поясі.

Рівень випромінювання мобільних телефонів.

Проблема біологічної безпеки мобільних телефонів в нашій країні досить актуальна і зростає з кожним днем. Проблема ґрунтується в тому, що включений мобільний телефон являється постійним джерелом СВЧ випромінювання.

Треба звернути увагу, що людина практично всю свою історію прожила за умов природного фону радіовипромінювання. І організм людини призвичаєний до природного фону. За потужністю радіовипромінювання Земля стала в багато разів яскравіше Сонця, але основна доля цієї потужності приходиться на порівняно низькі частоти, до яких людина адаптована. Значно шкідливішим є високочастотне випромінювання сантиметрового діапазону. Мобільний зв'язок знаходиться поки що на самому початку цього діапазону, але поступово просувається далі (GSM 1800, 1900).

На сьогодні світові стандарти, які регламентують безпеку мобільних телефонів, характеризують рівень випромінювання параметром SAR (Specific Absorption Rates – коефіцієнтом питомого поглинання), який вимірюється в ватах на кілограм. Ця величина визначає енергію електромагнітного поля, яка виділяється у тканинах за одну секунду.

Основним параметром, з допомогою якого оцінюють рівень випромінювання електромагнітного поля в мобільному телефоні є питома міра поглинання SAR (Specific Absorption Rate) – складова Європейського стандарту ENV 50166-2. Її можна розрахувати за формулою [7]:

$$SAR=dW/\rho dV. \qquad (1)$$

На основі вище наведеного стандарту ENV 50166-2 для електронного обладнання рівень SAR визначається в діапазоні від 10 кГц до 300 ГГц. Максимальний рівень SAR 2 Ват/кг, причому всі значення окремих рівнів повинні бути усереднені в 6 – хвилинному проміжку часу, протягом якого абонент схильний до дії електромагнітного поля [7].

Наведемо графік напруженості електричного поля в залежності від рівня SAR (рис. 1).

На основі розрахункових даних напруженості електричного поля E і обмежених значень напруженості електричного поля E_A можна визначити максимальну експозиційну дозу:

$$T_{EXP}=6\ E_A/E. \qquad (2)$$

Максимальна експозиційна доза є граничним часом, при якому під час телефонного дзвінка не буде перевищений граничний ліміт експозиційної дози.

Результат розрахунку напруженості електричного поля E і максимальної експозиційної дози T_{EXP} для вибраних рівнів SAR наведемо на рис. 2.

Аналогічно можна визначити експозиційну дозу і для відповідних рівнів SAR.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

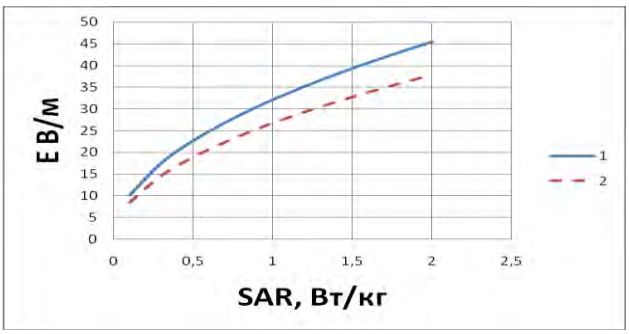


Рис. 1. Залежність напруженості електричного поля Е від рівня SAR: 1 – 900 МГц; 2 – 1800МГц.

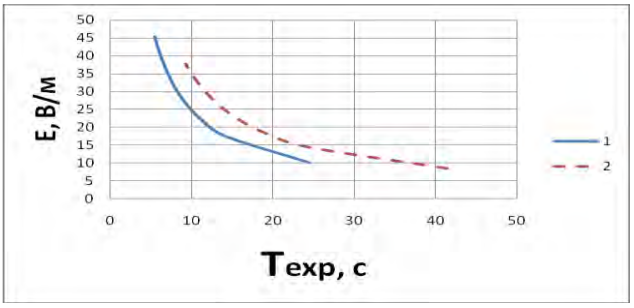


Рис. 2. Залежність напруженості електричного поля E від максимальної експозиційної дози T_{EXP} для вибраних рівнів SAR в діапазоні 900 МГц - 1800 МГц

Графік залежності експозиційної дози від питомої щільності середовища SAR = (0,1-2,0) (Вт/кг) подано на рис. 3.

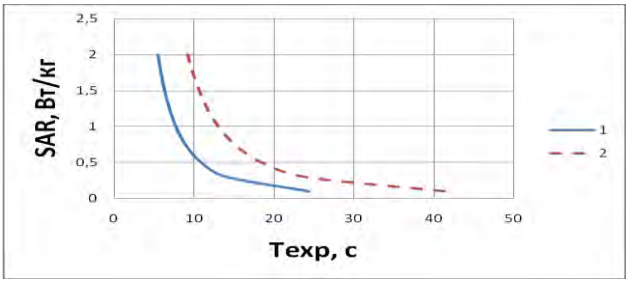


Рис. 3. Залежність експозиційної дози від питомої щільності середовища

У Європі допустиме значення випромінювання складає 2 Вт/кг. В США обмеження сильніші: федеральна комісія по зв'язку (FCC) сертифікує лише ті мобільні апарати, SAR яких не перевищує 1,6 Вт/кг. Такий рівень випромінювання не призводить до суттєвого нагрівання тканин, стверджують спеціалісти фінського центру радіаційної і ядерної безпеки. Як повідомлялося раніше, проведені в цьому науковому інституті дослідження показали, що рівень SAR у 28 протестованих моделей телефонів знаходяться в межах від 0,45 до 1,12 Вт/кг.

Експерти зазначають, що російські вимоги фактично встановлюють сильніші обмеження на потужність передавачів мобільних телефонів, ніж рекомендують норми Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я.

На основі стандарту ENV 50166-2 для електронного обладнання рівень SAR визначається в діапазоні від 10 кГц до 300 ГГц. Максимальний рівень SAR 2 Ват/кг, причому всі значення окремих рівнів повинні бути усереднені в 6 – хвилинному проміжку часу, протягом якого абонент схильний до дії електромагнітного поля [7].

Безпосереднім джерелом випромінювання в мобільному телефоні є штиркова антена. Всі інші джерела випромінювання (сам передавач, генератор частоти тощо) настільки малопотужні, що їх можна не брати до уваги. В сучасних апаратах антени стараються зробити коротше або взагалі сховати під корпусом телефону. Але чим менша довжина антени, тим більша так звана "добротність". За рахунок поглинання головою частини збереженої енергії знижується "добротність" антени і покращується приймання, отже мозок виступає як частина антени.

За даними вчених в порівнянні з будь-якою іншою технікою (телевізор, електроплита і навіть комп'ютер) – мобільний телефон найшкідливіший, бо створює в момент розмови високий рівень потоку електромагнітного випромінювання поблизу голови: середні рівні щільності потоку потужності на відстані 5 см від антени (0,2-0,5 Вт/см) в 5-10 раз більші, ніж щільність теплового потоку Сонця в ясний день на широті Москви.

Наведемо табл. 2, в якій вкажемо найрозповсюджені типи мобільних телефонів і відповідно їхнє значення SAR.

При користуванні мобільним телефоном варто прислухатись до таких порад [9]:

– не тримайте телефон близько до тіла (краще тримати окремо, наприклад, в портфелі чи сумці);

– коли надсилаєте СМС, тримайте телефон якомога далі від тіла;

– на ніч вимикайте телефон або не тримайте телефон поруч з головою;

– не використовуйте мобільний у транспорті (тролейбус, автобус, автомобіль, особливо метро), оскільки в цьому випадку випромінювання мобільного телефону зростає;

– не грайте в ігри, використовуючи телефон;

– не тримайте телефон близько до вуха, поки встановиться зв'язок;

– використовуйте засоби захисту від електромагнітного випромінювання мобільного телефону [15, 16].

Висновок

Розглянуто термічний та нетермічний ефекти впливу мобільних телефонів на організм людини.

Подано значення рівнів випромінювання для 70 типів мобільних телефонів, зокрема, моделей фірм Alcatel, LG, Motorola, Nokia, Samsung, Sony Ericsson та HTC і розроблено відповідні рекомендації щодо вибору типу мобільного телефону.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

ТАБЛИЦЯ 2

ТИПИ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕФОНІВ І ЇХ ЗНАЧЕННЯ РІВНЯ SAR

Виробник	Модель	Рівень SAR (Вт/кг)
Alcatel	715	0.35
LG	C1100	1.12
LG	G5300i	0.427
LG	KE970 – Shine	0.43
LG	KU970	0.43
LG	KG130	0.52
LG	7100	0.32
LG	8110	1.07
Motorola	E1070	0.89
Motorola	V3	0.62
Motorola	V500	1.19
Motorola	V620	0.82
Nokia	5100	0.48
Nokia	6020	0.52
Nokia	6021	072
Nokia	6111	0.84
Nokia	6267	0.31
Nokia	6290	0.47
Nokia	6600	0.80
Nokia	6800	0.61
Nokia	6810	0.82
Nokia	6820	0.72
Nokia	7250i	0.60
Nokia	7260	0.51
Nokia	7270	0.46
Nokia	8210	1.00
Nokia	8310	0.82
Nokia	8800i	0.50
Nokia	8810	1.14
Nokia	8910	0.52
Nokia	9300i	0.29
Nokia	9500	0.49
Nokia	E51	1.40
Samsung	E530	0.696
Samsung	E600	0.981
Samsung	E630	0.506
Samsung	E700	0.733
Samsung	E760	0.94
Samsung	E770	0.915
Samsung	F210	0.20
Samsung	F490	0.411
Samsung	U600	0.48
Sony Ericsson	CMB-M25	0.88
Sony Ericsson	K550i	1.25
Sony Ericsson	K700	0.48
Sony Ericsson	K810i	1.31
Sony Ericsson	S828	0.77
Sony Ericsson	T630	0.88
Sony Ericsson	T2265	0.26
Sony Ericsson	T650	1.8
Sony Ericsson	V800	1.05
Sony Ericsson	Z208	0.94
Sony Ericsson	Z610i	1.32
Sony Ericsson	W610i	1.31
Sony Ericsson	W660i	1.27
Sony Ericsson	W880i	1.45
Sony Ericsson	W950i	1.35
HTC	TYTN11	0.38

Література

[1] Gotovskyy Yu.V., Perov Yu.F. Ekekromagnitnaya bezopasnost v ofise i doma (videodispleynye terminaly i sotovye telefony). [Electromagnetic Safety in the office and home (s video display terminals Call Mobile phones)]. M.: "Imedys" Publ., 1998. – 176 p.

[2] Derzhavni sanitarni normy i pravyla zakhystu naselennya vid vplyvu elektromagnitnykh vyprominyuvan. Zatverdzheno nakazom MOZ Ukrainu vid 01.08.96 r. №239. [Public health regulations protecting people from exposure to electromagnetic radiation]. Kyiv Publ., 1996, 28 p. – Approved by the Ministry of Health of Ukraine from 01.08.96, № 239.

[3] Pavlenko A.R. Kompyuter, mobilnuy… zdorove? Reshenye problemu. [Computer, mobyl ... health? Addressing problems]. – K.: Base, Publ. 2007. – 240 p.

[4] Celenec: Expozicia EMP v pasmu vysokych kmitočtů (10 kHz – 300 GHz). – Bruxelles, CELENEC, 1995. – 44 s.

[5] Osina O. Mobilne telefony, aktualny problem sučasnosti / O. Osina. Nove poznatky v oblasti medicinskych vied a ošetrovateľstva. – Fakulta zdravotnictva Katolickej univerzity, Ružomberok, 2006. – 34 s.

[6] Santiny R. Symptoms Experienced by Users of Digital Cellular Phones: A Study of a French Engineering School / Electromagnetic Biology and Medicine. – 2002. – № 21. – P. 81–88.

[7] Matoushek Z**.**, Yakub Y**.**, Chostronek M**.** Uroven elektomagnitnogo izlucheniya mobilnykh telefonov. [Level Electromagnetic radiation of mobile phones]. – M.: Visnuk NAU – Proceedings of the NAU, 2009. – № 2.

[8] Syneok S.V. Sredstva zaschitu ot szlucheniya mobilnykh telefonov // [Funds protection from radiation of mobile phones] // Spiral zaschitu zdorovya. – Spiral protection of health Publ. – M., 2002. – S. 36–39.

[9] Malynovska M.I., Pohrebennyk V.D. Vpluv vuprominyvannya mobilnogo telephony na organizm lyudyny // Materialu 2-go mizharodnogo kongresu «Zakhust navkolushnogo seredovuscha. Energooschadnist. Zbalansovane pryrokorystyvan-nya. [Effect of mobile phone radiation on the human body]. Proceedings of the 2nd Congress of the international "Environmental Protection. Energy saving. The balanced nature", Lviv, 2012. – S. 125.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua