

ЗАХИСТ ВІД ВПЛИВУ НЕІОНІЗУЮЧИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

Охарактеризовано джерела природного та штучного неіонізуючого електромагнітного випромінювання. Сьогодні людство знаходиться в оточенні електромагнітних полів, які різні за частотою та напруженістю. Штучно створені поля виявилися небезпечними для здоров'я людини. Клініко-фізіологічні та епідеміологічні дослідження свідчать, що електромагнітне випромінювання впливає на розвиток серцево-судинних та алергічних захворювань, підвищує частоту онкозахворювань і генетичних змін тощо. Різноманітно охарактеризовано засоби захисту від електромагнітного випромінювання. Надано необхідні рекомендації, у тому числі стосовно захисту жилих приміщень від електромагнітного випромінювання.

Ключові слова: неіонізуюче електромагнітне випромінювання, джерела, засоби захисту, екрануючі матеріали, побутові прилади

Охарактеризованы источники естественного и искусственного неионизирующего электромагнитного излучения. Человечество находится в окружении электромагнитных излучений, которые отличаются по частоте и мощности. Искусственно созданные электромагнитные поля оказались опасными для здоровья человека. Клинико-физиологические и эпидемиологические исследования показывают, что электромагнитное излучение влияет на развитие сердечно-сосудистых и аллергических заболеваний, повышает частоту онкозаболеваний и генетических изменений и т. д. Разносторонне охарактеризованы средства защиты от электромагнитного излучения. Предоставлены необходимые рекомендации, в том числе по защите жилых помещений от электромагнитного излучения.

Ключевые слова: неионизирующее электромагнитное излучение, источники, средства защиты, экранирующие материалы, бытовые приборы.

Natural and artificial sources of the non-ionizing electromagnetic radiation (EMR) are described. Nowadays humanity is surrounded by the electromagnetic fields with different frequency and intensity. The artificially created fields are extremely dangerous for people health. The clinical, physiological and epidemiological studies show that the EMR play a role in the development of cardiovascular and allergic diseases, blood diseases, increase a frequency of cancer diseases and genetic changes and so on. The means for the protection from the EMR of household devices and wirework are versatile described. The necessary recommendations are provided, including for the protection of the residential premises from the EMR.

Key words: non-ionizing electromagnetic radiation, sources, protection, screening materials, household devices.

Неіонізуюче електромагнітне випромінювання (ЕМВ) продукується джерелами природного (електромагнітні поля (ЕМП) Землі, радіовипромінювання планет, Сонця та інших зірок, галактик, різних інших космічних об'єктів) та штучного (антропогенного) походження (теле- та радіостанції, системи супутникового зв'язку, стільниковий зв'язок, комп'ютери, електропобутова техніка, лінії електропередач тощо) [1; 2].

Енергонасиченість побуту людей стрімко зростає. Електроніка підступає все ближче: комп'ютер, телевізор, відео система, мікрохвильова піч, радіотелефон – ось далеко не повній перелік технічних пристроїв, з якими людина постійно

взаємодіє. Людина вже поставлена в такі умови, за яких вона значний час знаходиться під впливом штучних полів, створених електронними системами та системами електропостачання [3].

Таким чином, сьогодні людство існує в океані електромагнітних полів, які різні за частотою та напруженістю. Широко обговорюється в науковій літературі, яку небезпеку людям створюють джерела найрізноманітніших електромагнітних випромінювань [1; 3; 4], оскільки штучно створені поля, якими оточила себе людина, виявилися надзвичайно небезпечними для здоров'я. Досліди, проведені в США та Швеції показали, що штучні електромагнітні поля, які в сотні разів слабші від природного поля

Землі, можуть бути небезпечними для здоров'я. Високочастотні випромінювання можуть іонізувати атоми та молекули соматичних клітин і порушувати в них біохімічні процеси. Електромагнітні коливання довгохвильового спектра здатні нагрівати та надавати молекулам теплового руху [1; 5].

Клініко-фізіологічні та епідеміологічні дослідження свідчать, що ЕМВ відіграють певну роль у розвитку серцево-судинних та алергічних захворювань, хвороб крові, підвищення частоти онкозахворювань і генетичних змін, хвороб Паркінсона та Альцгеймера, зміни поведінки тощо. Функціональні зрушення, зумовлені впливом ЕМВ, є оборотними, якщо припинити опромінення, але ця оборотність не є безмежною і, зазвичай, визначається інтенсивністю опромінення, тривалістю впливу, а також індивідуальною особливістю організму [5]. Тому профілактика професійних захворювань повинна передбачати, поряд з розробкою технічних засобів захисту, організаційні заходи.

Для зменшення впливу ЕМВ на персонал та населення, яке знаходиться в зоні його дії, потрібно вживати захисні заходи. Тому важливою є розробка методів і засобів захисту, які знижують інтенсивність ЕМВ до рівнів, що не перевищують гранично допустимих. Захист від впливу ЕМВ забезпечується вибором конкретних методів і засобами з урахуванням економічних показників, простоти та надійності експлуатації.

Організація цього захисту передбачає:

- 1) оцінку рівнів інтенсивності ЕМВ на робочих місцях та їх зіставлення з чинними нормами;
- 2) вибір необхідних заходів і засобів захисту, які забезпечують ступінь захищеності в заданих умовах;
- 3) організацію системи контролю над захистом.

За своїм призначенням захист може бути колективним, який передбачає заходи для групи персоналу, або індивідуальним – для кожного працівника окремо. Останні використовуються тоді, коли застосування колективного захисту неможливе або недоцільне. Вони можуть забезпечувати загальний захист або захист окремих частин тіла (локальний). В основі колективного та індивідуального захисту лежать організаційні, інженерно-технічні та санітарно-профілактичні заходи [4; 5; 6].

До організаційних заходів, насамперед, належать: додержування правил безпеки експлуатації приладів; забезпечення оптимальних варіантів розміщення об'єктів, які є джерелами ЕМВ; вибір раціональних режимів роботи обладнання; врахування поширення ЕМВ в умовах конкретного рельєфу місцевості; обмеженість часу перебування в зонах із підвищеним рівнем опромінення; обладнання робочих місць на відстані від джерела опромінення, яке забезпечує зниження його інтенсивності до безпечного рівня тощо.

Щоб зменшити взаємодію між собою випромінювальних пристроїв, Міжнародною комісією з радіочастот регламентовані смуги радіодіапазону, які визначені для кожного типу випромінювальних пристроїв – радіомовлення (у т. ч. і супутникового),

телебачення, радіолокації, радіонавігації та ін. Регламентовані також і робочі діапазони частот радіоапаратури, випромінювання якої не поширюється на значні відстані. Так, для промислового технічного обладнання, медичної апаратури виділені частоти 13,56; 27,12; 40,68 МГц та близькі до них, в УВЧ і НВЧ діапазонах виділені діапазони 433 і 915 МГц; 2,45; 5, 8 і 22, 185 ГГц. До організаційних заходів також належать використання засобів наочного попередження про наявність того чи іншого випромінювання, висвітлення відомостей стосовно основних запобіжних заходів. Велике значення має об'єктивність інформації про рівні інтенсивності випромінювання на робочих місцях та чітка уява про їхній можливий вплив на здоров'я працівників.

Інженерно-технічні заходи використовуються в тих випадках, коли вичерпана ефективність організаційних. Найефективнішим є екранування джерела випромінювання радіопоглинальними або радіовідбивними матеріалами, використання спеціальних конструкцій або природних перешкод. Для професійних працівників існують індивідуальні засоби захисту, до яких належать спеціальні окуляри, а також маски, шлеми, фартухи, бахіли, рукавиці, костюми тощо на основі металізованих матеріалів.

Санітарно-профілактичні заходи передбачають, насамперед, контроль виконання санітарно-гігієнічних нормативів, розробку умов безпечної праці, обов'язковий медичний огляд при прийомі на роботу з наступним періодичним таким оглядом для виявлення можливих ранніх захворювань, відсторонення від роботи при виражених змінах стану здоров'я тощо. Вплив випромінювання не повинен викликати навіть тимчасового порушення стану здоров'я як в найближчий, так і у віддалений час у працівника та його нащадків.

Характеристика екрануючих матеріалів.

Основними принципами добору є наскрізне і диференціальне затухання, а також радіопоглинання [4; 7]. Наскрізне затухання зумовлене проникненням ЕМВ через матеріал і визначає кратність захисту. Найбільше воно притаманне суцільним металевим екранам. Для конкретних санітарно-гігієнічних цілей вибір товщини екрануючого матеріалу не має принципового значення і визначається лише економічними міркуваннями. Тому вибирають, як правило, тонку металеву фольгу завтовшки кілька сотих часток міліметра. Широке застосування мають також екрани з металевої сітки. Для визначення ступеня поглинання (затухання) ЕМВ радіочастот та НВЧ від товщини металів використовують номограми. Захисні властивості від ЕМВ мають будівельні матеріали та конструкції з них.

Захист від ЕМВ, який оснований на принципі радіопоглинання, використовується в основному при обкладанні місць стикування внутрішньої поверхні шаф із генеруючою та підсилювальною ЕМВ апаратурою; при закладці щілин між деталями хвилепровідних структур, які не можуть бути з'єднані зварюванням чи пайкою тощо. Радіопоглинальні матеріали повинні максимально поглинати ЕМВ в

широкому діапазоні довжин хвиль, мати мінімальну відбивну здатність, характеризуватися відсутністю шкідливих випаровувань, невеликими габаритами та вагою, бути вогнебезпечними.

Максимальним радіопоглинанням і мінімальним відбиттям володіють матеріали з вічковою, пірамідальною або шпильковою поверхнею. Радіопоглинальні матеріали за електричними і магнітними властивостями поділяють на діелектричні та магніодіелектричні; за гасінням електромагнітних хвиль – інтерференційного типу (гасіння за рахунок інтерференції) та ті, в яких електромагнітна енергія перетворюється в теплову за рахунок наведення розсіяних струмів, магнітогітерезисних або височастотних діелектричних втрат; за робочим діапазоном – вузько- та широкодіапазонні. Як правило, той бік радіопоглинального матеріалу, що не опромінюється, покривається радіовідбивним покриттям. Наслідком цього є значне посилення радіоекрануючих властивостей.

Поширені радіопоглинальні матеріали – це резинові килими (В2, Ф2, ВКФ-1 та ін.), магніодіелектричні пластини (ХВ та ін.) на основі поролону (Б-2, БР-3, ВРГМ та ін.), текстоліт графітований тощо. Поглинання електромагнітної енергії лежить в основі використання так званих поглиначів потужності, які застосовуються замість відкритих випромінювачів. Поглинальні потужності – це відрізки коаксіальних або хвилеводних ліній, що заповнені поглинальним матеріалом, в якому поглинена енергія ЕМП перетворюється в тепло. Такими матеріалами можуть бути чистий графіт або в суміші з цементом, гумою, керамікою, піском тощо, вода, дерево. Для зниження рівня потужності ЕМВ у тракті використовуються також атенюатори – прилади, які містять радіопоглинальні матеріали або сконструйовані таким чином, що здатні викликати затухання електромагнітних хвиль. У деяких випадках для захисту від зовнішнього ЕМВ використовують радіовідбивні матеріали – листовий алюміній, латунна сітка тощо, у приміщеннях металізовані шпалери та штори, металеві сітки на вікнах та ін.

Використання для захисту від ЕМВ лісонасаджень також базується на радіопоглинанні. Захисний ефект лісонасаджень найбільше виражений, коли вони знаходяться в безпосередньому наближенні до об'єкта захисту. Розрахунок захисного ефекту лісонасаджень проводять за спеціальними номограмами [8].

Індивідуальні засоби захисту. Ці засоби бувають тотальними (комбінезони в комплекті з шоломами, масками, капюшонами, бахілами, рукавицями) або локальними (фартухи, капюшони, маски, шоломи, окуляри та ін.). Вони використовуються, як правило, при аварійних ситуаціях, виконанні ремонтних робіт у зоні опромінення в разі неможливої зупинки апаратури, яка генерує ЕМВ, випробовуванні радіовипромінювальних засобів тощо [4; 7].

Для виготовлення індивідуальних засобів захисту від ЕМВ використовують екрануючі тканини. У їхній основі лежать металізовані нитки з характерним розміщенням у вигляді ґратки. У захисних тканинах із

відкритою металізацією на бавовняні нитки накручується металева фольга, внаслідок чого тканина має металевий блиск. Хоча такі тканини мають достатні екрануючі властивості, але вони не знайшли широкого використання через те, що людина в такому комбінезоні в електричних полях відчуває легке поколювання електричним струмом. Більш широко використовуються тканини, у яких металевий мікропровід вплітається в бавовняні нитки. Такі тканини в діапазоні частот хвиль 0,6-10 ГГц послаблюють ЕМВ у кілька сотень разів.

На більш низьких і високих частотах ступінь захисту зменшується, нижня частотна межа для екрануючих тканин становить 0,3-0,6 ГГц, що пояснюється появою резонансних змін величини наскрізного затухання при співрозмірності довжини хвилі випромінювання з розмірами одягу. Верхня межа радіозахисної дії обмежена кількома десятками ГГц, що зумовлено недостатнім контактом між провідниками тканини. З метою підвищення ефективності захисту від ЕМВ місця швів просякаються електропровідним клеєм. Захисні маски виготовляють з будь-якого світлопрозорого матеріалу із включенням у нього радіовідбивних структур: напилення металу, плівки з оксидів металів, покриття з металізованих сіток тощо. Форму і розмір маски вибирають такими, щоб величина дифракційного затухання на рівні очей була не менша за величину затухання захисного матеріалу. Внутрішню поверхню перфораційних отворів для дихання та теплообміну по всій товщині маски покривають радіозахисним матеріалом. Для забезпечення необхідної ефективності захисту шлеми, фартухи, куртки, бахіли, рукавиці тощо виготовляють з урахуванням усіх вимог зменшення як наскрізного, так і дифракційного затухання.

Слід враховувати можливість виникнення резонансних ефектів, які притаманні різним нерівностям на виробі, розміри яких кратні довжині хвилі випромінювання.

Для виготовлення захисного скла окулярів використовують різні матеріали залежно від ступеня їх оптичної прозорості та захисних властивостей. Поширеним є скло, покрите оловом двоокисом, що забезпечує затухання електромагнітних хвиль у діапазоні від 6-20 ГГц до 20 дБ при прозорості 73 %; золота плівка завтовшки 11 нм – від 6,4 дБ (частота 5,9 ГГц) до 21 дБ (18,8 ГГц) при прозорості 4,9 %, мідна сітка (8 вічок/см) у діапазоні частот від 6-20 ГГц до 30 дБ при прозорості 50 %.

Захист від ЕМВ побутових приладів та електропроводки. Побутові електроприлади є джерелом магнітного поля промислової частоти (50 Гц). Воно може бути шкідливим при рівні магнітної індукції не менше 0,2 мТл, якщо опромінення відбувається не менше 8 год на добу протягом кількох років [1].

Люди, які проживають у малометражних кімнатах, перебувають у безпосередній близькості від електропроводки та електроприладів. Зазвичай, електричне поле житлового будинку в середньому становить від 1 Вт/м до 10 Вт/м. Але існують ділянки, де цей

показник може бути завищений. Найпростіший спосіб знизити дію ЕМВ – це віддалити джерело. При віддаленні джерела ЕМВ на подвійну відстань напруженість ЕМВ знижується в 4 рази. Потрібно так розташувати у квартирі чи будинку побутові електричні прилади, щоб шкідлива дія ЕМВ не досягала дивану, ліжка, обіднього столу – ті місця, де людина проводить багато часу. Від холодильника, який оснащений системою no frost, електромагнітні випромінювання відчуються на відстані 1,5 м від дверцят, тому не варто подовгу перебувати поблизу його. Якщо у будинку електрична плита, то не можна при готуванні обіду стояти до неї впритул. Від мікрохвильової печі найбезпечніша відстань – 1,5 м. До працюючої від мережі пральної машини краще не підходити ближче, чим на 1 м.

Спальне місце краще розміщувати на відстані не менше 10 см від стіни, в якій іде електричний провід. Краще таку проводку заземлити або замінити на екрановану. Поли з електричним підігрівом не потрібно розташовувати під спальним місцем і їх потрібно ще заземляти. При купівлі електричних побутових приладів потрібно звертати увагу на матеріал, з якого виготовлений їх корпус, адже металевий корпус буде поглинати ЕМВ.

Стосовно комп'ютера, то потрібно обмежити роботу на ньому до 2-х годин на добу, а для дітей до 30-40 хв. Окрім комп'ютера, у квартирі будь-якої людини, знаходиться телевізор, радіотелефон та інші побутові прилади. Дивитися телевізор треба на безпечній відстані – не менш 2 метрів. Краще не встановлювати комп'ютер, телевізор, радіотелефон у спальні – у місці, де повинен бути повноцінний відпочинок. Уночі відключати всі електричні прилади від електричної мережі. Ну й найголовніше, необхідно якнайшвидше позбутися старої техніки – її електромагнітне випромінювання набагато вище, чим у сучасної.

Для зменшення впливу випромінювання електропроводки та електрообладнання необхідно виконувати такі рекомендації [5]:

1) бажано не перебувати поруч із довгими проводами під напругою;

2) не згортати проводи в кільця, оскільки це збільшує інтенсивність випромінювання (ефект магнітного диполя);

3) не залишати виделку в розетці при вимкненому приладі, оскільки провід живлення є додатковим джерелом електричного поля;

4) доцільно заземляти металеві корпуси електроприладів;

5) рівень електричного поля суттєво зменшується при збігу «нульового» проводу мережі живлення і загального проводу схеми електроприладу у вилці;

6) не рекомендується розміщувати електроприлади в кутах кімнат будинків залізобетонних конструкцій, оскільки в цьому випадку рівень випромінювання значно зростає через зворотне відбиття від сторін кута (кутове відбиття); це особливо стосується холодильників, а також телевізорів та інших приладів, які містять електронно-променеві трубки;

7) у промислових і житлових приміщеннях рівень ЕМВ від електропроводів можна знизити, якщо живлення електроприладів буде здійснюватися не безпосередньо від мережної розетки, а через «нейтралізатор».

Окрім цього, існують і інші засоби захисту жилих приміщень від ЕМВ. Так, розроблено спеціальні екрануючі фарби для захисту стін, стелі, підлоги та інших поверхонь від дії ЕМВ. Фахівці рекомендують застосовувати її в тих кімнатах, де людина проводить найбільше часу (спальня, дитяча, вітальня і т. д.). Ця фарба екологічно безпечна, водостійка та має добрі звукоізолюючі властивості. Її можна застосовувати як у середині, так і ззовні приміщення, вона має коефіцієнт ослаблення ЕМП 40 дБ (99,99 %). Також вона легко наноситься на грубі та нерівні поверхні, має високий рівень адгезії з різними типами поверхонь і покриттів.

Для квартир, які розташовані в новобудовах, рекомендують застосовувати спеціальну екрануючу металеву сітку, зроблену з корозійностійкої нержавіючої сталі і призначену для екранування високочастотних електромагнітних випромінювань та малих електричних полів. Щоб був ефект, таку сітку потрібно заземлювати. Вона має загасання 40 дБ (99,99 % ефективності екранування) на частоті 1 ГГц, розмір сітки – 1,00 мм, діаметр дроту – 0,16 мм, щільність – 260 г/м². Для монтажу такої сітки застосовують спеціальний дисперсійний клей, який теж має екрануючі властивості стосовно ЕМП.

Для екранування вікон від ЕМП застосовують гардини, штори та тюлі зі спеціальних екрануючих тканин. Вона забезпечує ослаблення високочастотного і низькочастотного ЕМП до 35 дБ (99,97 %) на частоті 1 ГГц. Тканина не боїться складок, легко миється, прозора для сонячного світла і забезпечує ослаблення високочастотного та низькочастотного ЕМП до 25 дБ (99,7 %) на частоті 1 ГГц. Цю тканину застосовують для пошиття тюлів, балдахинів на ліжка.

Таким чином, у статті представлено найрізноманітніші засоби захисту від ЕМВ, використання яких значно знизить його вплив на людину. Причому, постійно проводиться розробка та модифікація нових засобів захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ісаєнко В. М. Екологічна біохімія : навч. посібник / В. М. Ісаєнко, В. М. Войціцький, С. А. Олійник. – К. : Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 440 с.
2. Екологічна біохімія та її місце в системі екологічної освіти / В. М. Войціцький, В. М. Ісаєнко, Ю. Д. Бабенюк, С. В. Хижняк, В. М. Ільїн, С. А. Олійник // 6-а міжнародна міждисциплінарна науково-практична конференція «Сучасні проблеми науки та освіти» (30 квітня – 9 травня 2005 р., Алушта). – Харків. – 2004. – С. 84

3. Кутлахмедов Ю. О. Радиобіологія : підр. / Ю. О. Кутлахмедов, В. М. Войціцький, С. В. Хижняк. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2011. – 543 с.
4. Житецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Житецький, В. С. Джигірей, О. В. Мельников. – [вид. 2-е, стереотипне]. – Львів : Афіша, 2000. – 347 с.
5. Грачев Н. Н. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачев, Л. О. Мырова. – М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2005. – 320 с.
6. Хижняк С. Стійкість та адаптація організмів до техногенних змін довкілля / С. Хижняк, В. Войціцький, О. Кисіль // Міжнарод. наук.-прак. конфер. Київ-Харків-Крим, 2 вересня 2004. – С. 35.
7. Войналович О. В. Довідкові матеріали з охорони праці у схемах, таблицях і графіках / О. В. Войналович. – К. : ВЦ НУБіП України, 2012. – 128 с.
8. Кутлахмедов Ю. О. Основи радіоекології / Ю. О. Кутлахмедов, В. І. Корогодін, В. К. Кольтовер. – К. : Вища шк., 2003. – 319 с.

Рецензенти: Дружина М. О., д. б. н.;
Жирнов В. В. д. м. н.

© Мельничук С. Д., Хижняк С. В., Морозова В. С.,
Сисолятін С. В., Мідик С. В.,
Войціцький В. М., 2014

Дата надходження статті до редколегії 20.05.2014 р.

МЕЛЬНИЧУК Сергій Дмитрович – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НААН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Український навчально-науковий інститут якості біоресурсів та безпеки життя, м. Київ.

Коло наукових інтересів: якість і безпека сільськогосподарських ресурсів, вплив іонізуючих випромінювань на здоров'я людини.

ХИЖНЯК Світлана Володимирівна – доктор біологічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ.

Коло наукових інтересів: якість і безпека сільськогосподарських ресурсів, вплив іонізуючих випромінювань на здоров'я людини.

МОРОЗОВА Валерія Сергіївна – кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Українська лабораторія якості і безпеки продукції агропромислового комплексу, м. Київ.

Коло наукових інтересів: якість і безпека сільськогосподарських ресурсів, вплив іонізуючих випромінювань на здоров'я людини.

СИСОЛЯТІН Сергій Володимирович – старший науковий співробітник, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Українська лабораторія якості і безпеки продукції агропромислового комплексу, м. Київ.

Коло наукових інтересів: якість і безпека сільськогосподарських ресурсів, вплив іонізуючих випромінювань на здоров'я людини.

МІДИК Світлана Вікторівна – кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Українська лабораторія якості і безпеки продукції агропромислового комплексу, м. Київ.

Коло наукових інтересів: якість і безпека сільськогосподарських ресурсів, вплив іонізуючих випромінювань на здоров'я людини.

ВОЙЦІЦЬКИЙ Володимир Михайлович – доктор біологічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Українська лабораторія якості і безпеки продукції агропромислового комплексу, м. Київ.

Коло наукових інтересів: якість і безпека сільськогосподарських ресурсів, вплив іонізуючих випромінювань на здоров'я людини.