

## ГІГІЄНА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

### ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ WI-FI ЗАСОБАМИ, ТА МЕДИКО-ПРОФІЛАКТИЧНІ ВИМОГИ ДО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ЗАКЛАДІВ

*Полька Н.С., Думанський В.Ю., Біткін С.В., Думанський Ю.Д., Нікітіна Н.Г., Сердюк Є.А.,  
Галак С.С., Зотов С.В., Платонова А.Г., Томашевська Л.А., Дідик Н.В., Безверха А.П.  
ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ*

**Вступ.** В Україні згідно з Концепцією Державної цільової програми, схваленою 27 серпня 2010 р. №1702 Кабінетом міністрів України, намічено впровадити інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів. Програмою передбачено стовідсоткове забезпечення загальноосвітніх навчальних закладів сучасними навчальними комп'ютерними комплексами та надання всім загальноосвітнім навчальним закладам швидкого доступу до Інтернету з використанням сучасних технологій під'єднання до доступу високоефективних освітніх ресурсів. В той же час слід звернути увагу на те, що одним із чинників засобів ІКТ є електромагнітне випромінювання, яке може впливати на стан здоров'я учнів при виконанні учбового процесу. В зв'язку з цим дана обставина викликає занепокоєність вчених та батьків учнів, особливо з приводу використання у навчальному процесі засобів бездротового зв'язку типу Wi-Fi, які є джерелами електромагнітного випромінювання. Приймаючи до уваги викладене нами було заплановано провести гігієнічну оцінку різних типів сучасної комп'ютерної техніки та засобів бездротового зв'язку Wi-Fi в лабораторних умовах та в умовах загальноосвітніх навчальних закладів; розробити фізичну модель електромагнітного поля для подальшого її застосування при вивченні впливу на організм піддослідних тварин електромагнітного випромінювання, що створюється радіоелектронним пристроєм Wi-Fi; провести експериментальні біолого-гігієнічні дослідження впливу на

функціональний стан організму піддослідних тварин електромагнітного випромінювання, що створюється радіоелектронним пристроєм Wi-Fi; на основі виконаних досліджень розробити для загально-освітніх закладів гігієнічний норматив на електромагнітне випромінювання, що створюється пристроєм Wi-Fi.

**Мета** намічених досліджень полягала у науковому обґрунтуванні заходів з охорони здоров'я учнів та вчителів від впливу електромагнітного випромінювання, що створюється засобами бездротової мережі WI-FI.

Для вирішення цієї мети були використані: фізико-математичні (теоретичні розрахунки та інструментальні виміри ЕМВ); радіофізичні (визначення рівнів випромінювання), біологічні, аналітичні, статистичні методи досліджень.

Предметом досліджень було електромагнітне випромінювання УВЧ-діапазону з розширеним спектром випромінювання таких типів, які створюється точками доступу та терміналами мережі WiFi.

**Загальні положення, функції та призначення обладнання бездротових мереж типу IEEE 802.11x Wi-Fi.**

Бездротові мережі передачі даних (IEEE 802.11x), у тому числі засоби Wi-Fi, ще у 1985 році за рішенням Федеральної комісії зв'язку США (FCC-Federal Communications Commission) були відкриті для громадського використання без державного ліцензування у вигляді кількох смуг радіочастотного діапазону [1-5]. Для роботи в цих смугах радіотехнічні пристрої повинні підтри-

мувати технологію «spread spectrum» (розширеного спектру). Ця технологія «розкидає» радіосигнал по широкому діапазону частот, роблячи його менш сприйнятливим до інтерференції та ускладнює перехоплення інформації. У 1999 році була створена незалежна міжнародна організація Wi-Fi Alliance. Назва «Wi-Fi» походить від організації Wi-Fi Alliance (колишня назва WFA – Wireless Ethernet Compatibility Alliance – альянс із забезпечення сумісності бездротових рішень Ethernet). В подальшому ця організація прийшла до висновку, що зазначений термін занадто довгий і складний для запам'ятовування споживачем і тому він був перейменований на «Wi-Fi», який розшифровувався як Wireless Fidelity» (точність безпроводної передачі інформації). На сьогодні під терміном Wi-Fi розуміється будь-який стандарт, що входить до стандартів 802.11. На даний час пристроями Wi-Fi комплектується сучасні ноутбуки, які намічено широко використовувати в навколишньому процесі загальноосвітніх закладів.

В основу стандарту Wi-Fi покладена стільникова архітектура, його мережа може складатися як з одного, так і декількох осередків. Кожен стільник управляється базовою станцією, так званою точкою доступу (Access Point, AP), яка разом з робочими станціями користувачів утворює базову зону обслуговування (Basic Service Set, BSS). Точки доступу багатостільникової мережі взаємодіють між собою через розподільчу систему (Distribution System, DS). Вся інфраструктура, що включає точки доступу і розподільчу систему утворює розширену зону обслуговування (Extended Service Set).

**Результати досліджень.** За результатами огляду світової літератури та власних досліджень встановлено, що обладнання Wi-Fi є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої (2,4 ГГц) та надвисокої частоти (5,1 ГГц), яке поширюється у навколишньому середовищі у вигляді шумоподібного сигналу, який на відкритій території дозволяє здійснювати передачу даних на віддаль до 10 км, а в умовах міської забудови до 5 км. В зв'язку з цим можна очікувати, що під час роботи обладнання Wi-Fi певна частина населення що знаходиться в місцях розміщення зовнішніх антен Wi-Fi, підпадає

під вплив електромагнітного випромінювання ультрависокої частоти (2400 МГц).

Ці антени частіше всього розміщуються на територіях населених місць (на вежах, дахах громадських, офісних, житлових та в інших будівлях), а внутрішні антени, як свідчать матеріали огляду літератури, розміщуються в службових, офісних, громадських, учбових та інших приміщеннях.

Антени Wi-Fi випромінюють електромагнітну енергію, рівень якої залежить від потужності передавача Wi-Fi, місця розміщення антен, висоти їх встановлення, діаграми спрямованості у горизонтальній та вертикальній площині. Матеріали літератури та власних досліджень свідчать, що даний фактор є небайдужим для здоров'я населення [6;7;8] і тому потребує гігієнічного регламентування. При цьому доведено, що антени засобів Wi-Fi, які розміщуються в приміщеннях, створюють електромагнітне випромінювання, яке може поширюватися на відстані 50–100 м в залежності від місць їх встановлення (коридори, вестибюлі, службові, охоронні, офісні, учбові та інші приміщення). В наведених технічних матеріалах звертається увага, що в безпосередній близькості антен створюється відносно високий рівень електромагнітного випромінювання, який може негативно впливати на стан здоров'я людини. В зв'язку з цим не рекомендовано знаходитися біля антен Wi-Fi [6].

За результатами власних фізико-гігієнічних досліджень встановлено, що комп'ютер з вбудованим пристроєм Wi-Fi є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої частоти (2400 МГц), рівень якого регламентується «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання», ДСНіП №239-96, згідно яких в діапазоні ультрависоких частот встановлено гранично допустимий рівень 3 В/м або 2,5 мкВт/см<sup>2</sup>.

При виконанні цих досліджень був використаний метод вимірів рівнів ЕМВ, принцип якого полягав в наступному.

Комп'ютер розміщувався в безеховій камері для виконання безпосередніх вимірів рівнів ЕМВ. Комп'ютер за допомогою програмного забезпечення та роутера, який розміщувався за територією безехової камери

вводився в робочий режим. Для одержання максимальної потужності випромінювання вбудованого в комп'ютер пристрою Wi-Fi безехова камера екранувалась зовнішніми захисними пристроями до отримання максимального рівня ЕМВ.

Визначення максимальних рівнів випромінювання від комп'ютерів з вбудованими пристроями Wi-Fi проводились в період встановлення реального з'єднання роутера з пристроєм Wi-Fi при максимальному завантаженні трафіка.

Виміри рівнів ЕМВ, створюваного комп'ютером з вбудованим пристроєм Wi-Fi виконані за допомогою аналізатора спектру FSH6 з ізотропною системою RFEX для ЕМФ.

Поряд з наведеними інструментальними дослідженнями нами були проведені розрахункові дослідження з розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від внутрішніх антен (роутерів) Wi-Fi, що були розміщені у навчальних класах загальноосвітніх закладів. За результатами цих досліджень встановлено, що рівень електромагнітного випромінювання на віддалі 0,1–0,3 м від антен пристрою Wi-Fi (роутера) на висоті 0,6 м над рівнем підлоги складав 30,7–7,6 мкВт/см<sup>2</sup>; зі збільшенням відстані він поступово знижувався і на віддалі 0,7 м складав 1,6 мкВт/см<sup>2</sup>. Починаючи з віддалі 0,7 м від антени Wi-Fi розрахункові рівні ЕМВ практично співпадали з вимірними і складали наступні рівні для кожного окремого засобу Wi-Fi:

- для антени з коефіцієнтом підсилення 0 дБі на висоті 0,7 м від рівня підлоги на відстанях 0,7–2 м від антени - 0,63–0,05 мкВт/см<sup>2</sup>;
- для антени з коефіцієнтом підсилення 3 дБі на висоті 0,7 м від рівня підлоги та на тих же відстанях – 3,3–0,1 мкВт/см<sup>2</sup>;
- для антени з коефіцієнтом підсилення 6 дБі на висоті 0,7 м від рівня підлоги та на тих же відстанях – 5,5–0,2 мкВт/см<sup>2</sup>.

Розрахунки розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від роутерів проводилися за методикою, викладеною в Методичних вказівках [9]. Отримані розрахункові та інструментальні дані показали, що сумарний рівень ЕМВ в навчальних класах, обладнаних точками доступу Wi-Fi (роуте-

рами), коливався в межах 0,3–3,0 В/м або 0,25–2,5 мкВт/см<sup>2</sup>.

В цілому результати досліджень, проведених в лабораторних умовах та в умовах загальноосвітніх закладів, де використовувалися комп'ютери з вбудованими Wi-Fi пристроями та Wi-Fi роутери, показали, що рівень електромагнітного випромінювання на робочих місцях учнів та вчителя не перевищував або дорівнював гранично допустимого рівня ЕМВ – 3 В/м або 2,5 мкВт/см<sup>2</sup>. Але даний норматив, який встановлений Державними нормами (ДСНіП №239-96), є тимчасовий і діє він до розробки індивідуального норматива, в даному разі до розробки норматива [10] на Wi-Fi випромінювання.

Для вирішення цього питання нами були проведені необхідні спеціальні біологічно-гігієнічні дослідження, які в подальшому нададуть можливість відповісти на питання наскільки безпечно для здоров'я дитини використання Wi-Fi технологій в загальноосвітніх закладах. З метою вирішення цього питання, нами була розроблена фізична модель електромагнітного поля та опромінююча система, які дозволили урахувати реальні умови впливу на учнів загальноосвітніх закладів Wi-Fi випромінювання, а саме:

- динамічний діапазон змін інтенсивності діючого фактору у відповідності до реальних умов розподілу рівнів ЕМВ в класах, обладнаних комп'ютерними технологіями;
- фізичні характеристики ЕМП (структура, поляризація, модуляція, частота, спектр сигналу), які були максимально наближені до реальних умов впливу Wi-Fi випромінювання;
- час опромінювання та його періодичність;
- стійкість розробленої моделі до зовнішніх вад.

Гігієнічна оцінка впливу електромагнітного випромінювання, що створюється Wi-Fi засобами, проводилась за рядом біологічних показників [11], які характеризують функціональний стан піддослідних тварин:

- обмін речовин (вміст глюкози, білка, аспартатамінотрансферази, аланін амінотрансферази, альбуміну, холестерина в сироватці крові; сечовини, креатоніну, лужної фосфатази, амілази в плазмі крові; глутатіону в тканинах печінки та мозку; фонового,

- спонтанового та залежного МДА в тканинах печінки та мозку;
- периферійний склад крові (кількість лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів, гранулоцитів, еритроцитів, гемоглобіну);
- поведінкові реакції (загальна горизонтальна активність – ЗГА; направлена горизон-

тальна активність – НГА; вертикальна активність – ВА; інтегральний показник активності – ПА) піддослідних тварин. Умови експериментальних біологічних досліджень представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Умови проведення біолого-гігієнічного експерименту.

Об'єкт дослідження	Білі щури лінії Wistar, з розрахунку по 35 тварин в кожній групі
Експеримент	Хронічний експеримент: тривалість впливу фактору – 3 місяці. Період післядії тривалістю 30 діб.
Режим впливу	Частота – 2400 МГц; Потужність передавача - 0,1Вт; Опромінення безперервне стандартним сигналом WiFi 802.11n (передача даних) Рівень в місці опромінення від 1 до 3 мкВт/см <sup>2</sup>
Рівень впливу фактору (ГПЕ)	I група піддослідних тварин (контрольна) – 0 годин/добу; II група піддослідних тварин – 2 години/добу; III група піддослідних тварин – 4 години/добу; IV група піддослідних тварин – 6 годин/добу

За результатами хронічного експерименту виявлено не суттєве змінення рівня глюкози ( $5,94 \pm 0,18$  проти контролю  $5,92 \pm 0,11$ ), вмісту загального білка в сироватці крові ( $6,70 \pm 0,32$  проти контролю  $6,54 \pm 0,21$ ), які хвилеподібно коливались протягом експерименту в усіх групах тварин; зростання вмісту аспаратамінотрансферази (АСТ) в плазмі крові ( $63,86 \pm 1,46$  проти контролю  $62,32 \pm 1,05$ ). Зазначені зміни були недостовірними. Достовірні зміни глутатаміну в тканинах печінки відмічено тільки в 4-ій групі тварин ( $0,09 \pm 0,01$  проти контролю  $0,15 \pm 0,01$ ), а фонового МДА в другій групі ( $8,32 \pm 0,77$  проти контролю  $12,38 \pm 1,57$ ). Серед інших показників характеризуючих обмін речовин, достовірних змін не виявлено. Дослідження впливу Wi-Fi випромінювання на стан периферійної крові суттєвих змін серед гематологічних показників не виявили, за винятком кількості моноцитів та гранулоцитів. Ці показники в період післядії в другій та четвертій групі тварин достовірно були підвищеними. Так в 2-й групі кількість моноцитів збільшилась в 1,5 рази ( $0,44 \pm 0,02$ ) про ти контролю ( $0,32 \pm 0,04$ ), в четвертій групі кількість моноцитів збільшилась майже в 2 рази. Аналогічні результати були до-

сягнені й по кількості гранулоцитів. Доведено, що у піддослідних тварин під дією Wi-Fi випромінювання виникають маловиражені зміни серед показників поведінкових реакцій, які вказують на виникнення процесів гальмування або збудження та їх фазності. Вони можуть бути розцінені як загальні неспецифічні реакції на дію даного фактору.

З метою встановлення гігієнічного нормативу на Wi-Fi випромінювання матеріали біологічних досліджень впливу Wi-Fi випромінювання на піддослідних тварин були оброблені за допомогою стандартних статистичних методів.

Обробка результатів досліджень проводилась по кожному досліджуваному показнику спеціалізованими модулями програмного пакету STATISTICA (data analysis software system), version 10, StatSoft, Inc., 2011, www.statsoft.com, в тому числі модуля планування та аналізу експерименту, модулів підгонки та моделювання, загальної моделі дисперсійного та коваріаційного аналізу ANOVA/MANOVA, компонентів дисперсії та змішаної моделі ANOVA/ANCOVA.

В проведених нами дослідженнях суттєвого впливу на організм піддослідних тварин електромагнітного випромінювання за-

собів Wi-Fi не встановлено. Сумарна вірогідність дії Wi-Fi випромінювання по досліджуваним показникам не перевищує 29%. Але, не дивлячись на низький рівень адекватності отриманих моделей ( $R^2=0,05-0,2$ ), по деяким показникам встановлено достовірний вплив Wi-Fi випромінювання.

В зв'язку з цим був виконаний прогноз тривалості добового опромінювання по екстремальним (сідловим) точкам кожного досліджуваного показника, результати якого наведено на рис. 1.

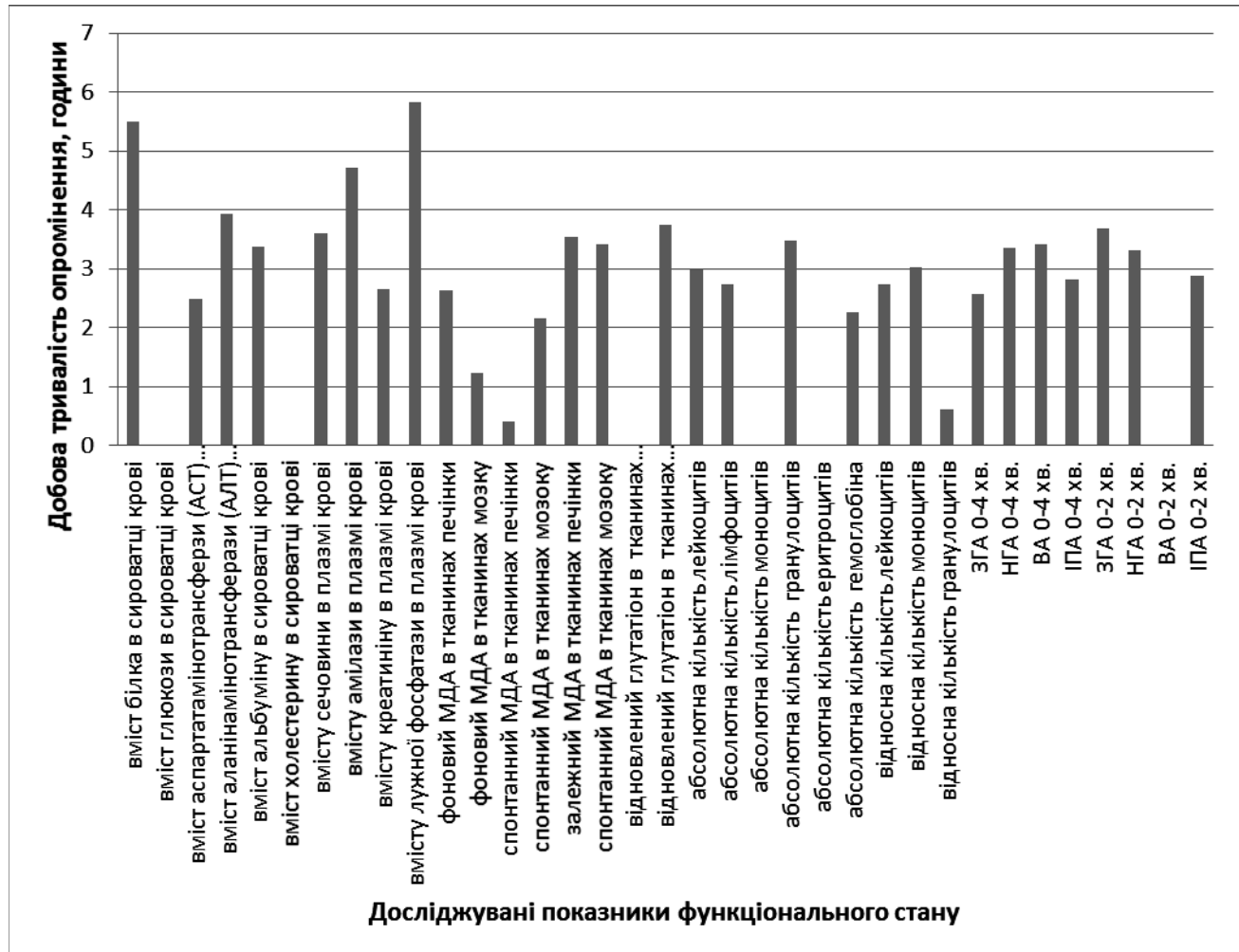


Рисунок 1. Прогнозована тривалість добового опромінювання в екстремальних точках.

Розподіл значень екстремальних точок має середнє значення  $M=2,98$  годин, стандартне відхилення  $\sigma=1,09$  годин. Рекомендоване значення тривалості добового опромінювання  $T$  знаходиться на рівні вірогідності  $p=0,05$  і визначається за стандартним рівнянням  $T=M-1,96 \cdot \sigma$ ,  $T=0,85$  годин.

Для запобігання можливості шкідливої дії ЕМВ засобів Wi-Fi на здоров'я учнів, рекомендується обмежити час його дії до 0,85 годин на добу або 50 хвилин на добу.

Таким чином на основі гігієнічно-біологічних, фізичних, математичних досліджень з урахуванням технічних параметрів

засобів Wi-Fi обґрунтовано гігієнічний норматив навантаження Wi-Fi випромінювання на учнів та вчителя загальноосвітніх закладів, який базуються на гігієнічному нормативі  $2,5 \text{ мкВт/см}^2$  ( $3 \text{ В/м}$ ) з обмеженням сумарного добового впливу Wi-Fi випромінювання 50 хвилинами на добу. З метою забезпечення захисту учнів та вчителя від впливу електромагнітного випромінювання, що створюється Wi-Fi засобами необхідно впровадити в загальноосвітні заклади наступні медико-профілактичні заходи, які викладені нижче.

**Медико-профілактичні вимоги до організації навчального процесу в класах з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних засобів: ноутбуки з вбудованими Wi-Fi пристроями; Wi-Fi роутери.**

1. Комп'ютери з вбудованими Wi-Fi пристроями в навчальних закладах повинні розміщуватися в окремих приміщеннях з природним освітленням та організованим обміном повітря. Площа на одного учня, який працює за комп'ютером, повинна складати не менше 4,5 кв.м., об'єм – не менше 20 куб.м. Площа учбових приміщень з комп'ютерною технікою повинна розраховуватися на півкласу учнів, але не більш як 12 учнів.

Таблиця 2.

Частота електромагнітного випромінювання	Гранично допустимий рівень
50 Гц	500 В/м
30-300 КГц	25 В/м
0,3-3 МГц	15 В/м
3-300 МГц	3 В/м

4. При проведенні вимірів рівнів електромагнітного поля точка вимірів повинні бути розташовані навколо ноутбука по окружності із центром посередині ноутбука. Відстань від умовної поверхні ноутбука до тестового зонду (антени вимірювального приладу) повинна бути 10; 20; 30; 50 см. Контрольні виміри на цих відстанях проводяться в період встановлення реального з'єднання роутера з Wi-Fi пристроєм комп'ютера та при максимальному завантаженні рафіка. Перед проведенням тестових вимірів рівнів електромагнітного поля необхідно провести виміри фонових рівнів ЕМП з тим, щоб їх урахувати при гігієнічній оцінці комп'ютера.

5. Виміри рівнів електромагнітного поля, що створюється комп'ютерами з вбудованими Wi-Fi пристроями допускається проводити безпосередньо в класах загальноосвітніх закладів.

6. Контроль рівнів електромагнітного випромінювання, що створюється комп'ютерами (ноутбуками), виконується виробником при перевірці якості даного приладу, установками санітарно-епідеміологічної служби

2. При будівлі нових і реконструкції діючих загальноосвітніх шкіл, висота приміщень (від підлоги до стелі), в яких передбачено використання комп'ютерів в навчальному процесі, повинна мати не менше 3,6 м, а площа і робоче місце учнів – 4,5 кв.м.

3. Комп'ютери (ноутбуки) з вбудованими Wi-Fi пристроями є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання ультрависокої (2400 МГц) частоти. Напруженість електромагнітного поля на відстані 0,3 м від усіх поверхонь ноутбука не повинна перевищувати значень приведених в таблиці 2.

Міністерства охорони здоров'я України при здійсненні вибіркового санітарного нагляду за комп'ютерною технікою заводу-виробника та при ввезенні в Україну імпортової продукції.

7. Для створення необхідних гігієнічних умов робочого місця учня, обладнаного комп'ютером (ноутбуком), необхідно забезпечити відповідність конструкції елементів робочого місця та їх взаємного розташування з ергономічними вимогами та з урахуванням характеру виконуваної діяльності технічних засобів, форм організації праці, морфофункціональних та росто-вікових особливостей дітей та підлітків.

Основним обладнанням робочого місця учня та вчителя є комп'ютер, робочий стіл, стілець (крісло). Екран відеомонітора комп'ютера в залежності від висоти символів рекомендується розміщувати на відстані 400-800 мм від очей користувача.

8. Wi-Fi роутери (Інтернет пристрої), які входять до складу інформаційно-комунікаційних технологій, також є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання ультрависокої частоти. Вони

використовуються в навчальному процесі загальноосвітніх закладів для передачі даних (завдань, пояснень, тощо) учням через комп'ютер (ноутбук з вбудованим пристроєм Wi-Fi), та для отримання відповіді на поставлені вчителем питання.

9. З метою запобігання негативного впливу на здоров'я учнів і вчителя Wi-Fi роутери в шкільних класах повинні розміщуватися на безпечній відстані від учнів та вчителя. Ця відстань визначається розрахунковим та інструментальним методами на основі чинного гігієнічного нормативу електромагнітного поля для умов загальноосвітніх закладів. При цьому допускається розміщувати Wi-Fi роутери під стелею, на стінах шкільних класів, а також поза їх територіями – в коридорах загальноосвітніх закладів. Навколо Wi-Fi роутера в кожному окремому випадку на основі відповідного гігієнічного нормативу необхідно встановлювати захисні зони в межах яких забороняється знаходження школярів.

10. З метою створення безпечних умов праці учнів безперервна робота з комп'ютером, обладнаним Wi-Fi пристроєм, повинна бути не більше:

- для учнів X–XI класів на першій годині занять до 30 хвилин, а другій годині занять – 20 хвилин;
- для учнів VIII–IX класів до 20–25 хвилин;
- для учнів VI–VII класів до 20 хвилин;
- для учнів II–V класів – 15 хвилин.

Заняття учнів загальноосвітніх закладів з використанням засобів ІКТ повинні проводитися обов'язково в присутності вчителя. Вчитель, який має вищу педагогічну освіту і який прийшов інструктаж з техніки безпеки при роботі з персональним комп'ютером, несе відповідальність за безпеку дітей.

11. З метою забезпечення виконання медико–профілактичних вимог до розміщення та використання комп'ютерної техніки, створення безпечних умов навчання учнів і праці вчителів загальноосвітніх закладів необхідно на кожному комп'ютерний кабінет, клас розробити і ввести в дію Санітарний паспорт.

В цьому документі необхідно зазначити наступне:

- назву навчального закладу;
- адресу навчального закладу;
- місце розміщення комп'ютерного кабінету або класу;
- розміри кабінету, класу, де розміщена комп'ютерна техніка (площа, висота приміщення, поверх);
- вентиляційні, мікрокліматичні умови;
- освітленість приміщення комп'ютерного кабінету, класу;
- робочі місця учнів (кількість та інше);
- тип комп'ютерів, їх кількість;
- тип роутерів, їх кількість, місце розташування;
- тип меблів комп'ютерних кабінетів, класів;
- режим роботи кабінету, класу;
- план–схема розміщення комп'ютерів (роутерів) в класі, кабінеті;
- матеріали розрахунків рівнів ЕМП від роутерів;
- результати вимірів рівнів ЕМП від комп'ютерів та роутерів;
- результати вимірів рівнів шуму;
- висновок спеціаліста санітарно-епідеміологічної служби за результатами обстеження комп'ютерних кабінетів, класів;
- рекомендації щодо нормалізації мікрокліматичного, шумового, освітлюючого, електромагнітного стану приміщень, комп'ютерних кабінетів та класів.

### Висновки

1. В найближчий час, згідно з концепцією Державної цільової програми всі загальноосвітні навчальні заклади будуть забезпечені сучасними навчальними комп'ютерними комплексами та швидким доступом до Інтернету. В зв'язку з цим виникли питання як може вплинути на стан здоров'я учнів, так як відомо, що засоби інтернету, в тому числі засоби Wi-Fi є джерелами електромагнітного випромінювання, яке не байдуже для здоров'я людини.

2. За результатами аналітичного розгляду літератури з питань впливу Wi-Fi випромінювання на стан здоров'я людини та технічних характеристик засобів Wi-Fi встановлено, що

питання, які стосуються охорони здоров'я учнів від впливу електромагнітного випромінювання, створюваного обладнанням Wi-Fi на сьогодні залишається майже не вирішеним і тому потребує поглибленого вивчення.

3. Матеріали досліджень комп'ютерної техніки, які проводилися в лабораторних умовах, показали, що сучасні комп'ютери з вбудованими Wi-Fi пристроями є джерелами електромагнітного випромінювання ультрависокої частоти (2400 МГц), рівень якого від більшості з обстежених комп'ютерів не перевищував гігієнічного нормативу 3 В/м або 2,5 мкВт/см<sup>2</sup> обумовленого Державними нормами і правилами захисту здоров'я населення від впливу електромагнітних випромінювань, ДСНіП №239-96.

4. Wi-Fi роутери, які розміщуються в класах, або поза територією класу і які використовуються в навчальному процесі для передачі даних (завдань, пояснень, тощо, створюють електромагнітне випромінювання, рівень якого коливається від 0,2 до 30 мкВт/см<sup>2</sup>. Максимальний рівень спостерігався на відстані 0,1-0,3 м ввід роутера.

Безпечна для здоров'я учнів та вчителя віддаль від Wi-Fi роутера встановлюється розрахунковим методом з визначення рівня ЕМВ в кожному конкретному випадку на основі чинного гігієнічного нормативу ЕМВ.

5. Проведені біологічні дослідження не виявили суттєвого впливу на організм піддослідних тварин електромагнітного випромінювання засобів Wi-Fi. Сумарна вірогідність дії Wi-Fi випромінювання по досліджуваним показникам (біохімічним, гематологічним, поведінковим) не перевищувала 29%, але по деяким показникам в екстремальних (сідлових) точках по розрахунковим даним встановлені достовірні зміни.

6. В цілому на основі біологічних, фізичних, гігієнічних, математичних досліджень з урахуванням радіотехнічних нормативів засобів Wi-Fi, обґрунтовано гігієнічний норматив у вигляді навантаження Wi-Fi випромінювання на учнів та вчителя загальноосвітніх закладів, який базується на гігієнічному нормативі 2,5 мкВт/см<sup>2</sup> або 3 В/м з обмеженням сумарної добової дії Wi-Fi випромінювання 50 хвилин на добу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Описание беспроводных стандартов [Электронный ресурс] – Режим доступа: // <http://lmk80.narod2.ru/>. - <http://lmk80.narod2.ru/>.
2. Proposed TGac Draft Amendment. IEEE 2011 [Электронный ресурс].
3. Quantenna Launches World's First 802.11ac Gigabit-Wireless Solution for Retail Wi-Fi Routers and Consumer Electronics [Электронный ресурс] – Режим доступа: // [http://www.quantenna.com/pressrelease-11\\_15\\_11.html](http://www.quantenna.com/pressrelease-11_15_11.html).
4. Broadcom Launches First Gigabit Speed 802.11ac Chips - Opens 2012 CES with 5th Generation (5G) Wi-Fi Breakthrough [Электронный ресурс] – Режим доступа: // <http://www.prnewswire.com/news-releases/broadcom-launches-first-gigabit-speed-80211ac-chips---opens-2012-ces-with-5th-generation-5g-wi-fi-breakthrough-136728148.html>.
5. BUFFALO DEMONSTRATES 802.11AC TECHNOLOGY AT CES [Электронный ресурс] – Режим доступа: // <http://www.buffalotech.com/about-buffalo/news-and-press/press-releases/buffalo-demonstrates-80211ac-technology-at-ces>.
6. Баджинян С.А. Электромагнитная безопасность человека. Категория: АРЗНИ – 03.07.2005 / Новость от: admin/19-07.2013. Научный центр радиационной медицины и ожогов. –М. – 5 с.
7. Карпенер Д.О. МД заботы о биологических эффектах беспроводных технологий в школах. Растущая озабоченность Wi-Fi радиационного воздействия на детей. Категория: Wi-Fi радиация.
8. Галицкий Л. Беспроводные сети создают новую коммуникационную инфраструктуру / Л. Галицкий // Труды ЕСТ'94, Экотренд, 1994.



9. Методические указания по определению уровней электромагнитного поля средств управления воздушным движением гражданской авиации ВЧ-, ОВЧ-, УВЧ- и СВЧ-диапазонов. – М., 1988. – 44 с.
10. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань : № 239-96. – К., 1996. – 24 с.
11. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка «науково обґрунтованих гігієнічних вимог до використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальній діяльності дітей і підлітків». – К., 2014, – 266 с.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ,  
КОТОРОЕ СОЗДАЕТСЯ WI-FI СРЕДСТВАМИ, И МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ  
ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ**

*Полька Н.С., Думанский В.Ю., Биткин С.В., Думанский Ю.Д., Никитина Н.Г., Сердюк С.А.,  
Галак С.С., Зотов С.В., Платонова А.Г., Томашевская Л.А., Дидык Н.В., Безверхая А.П.*

*Объект исследования: портативная компьютерная техника, Wi-Fi роутеры, учебные помещения, влияние Wi-Fi излучения, на подопытных животных (белые крысы).*

*Цель работы: научное обоснование мероприятий по охране здоровья учеников и учителя от влияния электромагнитного излучения, которое создается устройствами Wi-Fi.*

*Методы исследования; гигиенические, физико-математические, радиофизические, биологические, статистические.*

*Установлены основные закономерности пространственного распределения уровня электромагнитного излучения от разных типов компьютеров с вмонтированными устройствами Wi-Fi. Обнаружено, что обследованные компьютеры создают электромагнитное поле ультравысокой частоты (2400 МГц), уровень которого на рабочих местах учеников составляет 0,2-3 В/м и не превышает государственный гигиенический норматив – 2,5 мкВт/см<sup>2</sup>.*

*Wi-Fi роутеры, которые используются в учебном процессе, создают электромагнитное излучение, уровень которого колеблется от 0,2 до 30 мкВт/см<sup>2</sup>. Максимальный уровень наблюдался на расстоянии 0,1-0,3 м от Wi-Fi роутера. Безопасное расстояние от Wi-Fi роутера определяется расчетным методом на основе действующего гигиенического норматива.*

*Биологические исследования не выявили существенного влияния на организм подопытных животных Wi-Fi излучения. Вероятность действия Wi-Fi излучения по исследуемым показателям (биохимические, гематологические, поведенческие) не превышал 29%.*

*На основе биологических, физических, гигиенических, математических исследований обоснован гигиенический норматив на Wi-Fi излучения и медико-профилактические требования к использованию Wi-Fi устройств в общеобразовательных школах.*

**HYGIENIC CHARACTERISTICS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION,  
WHICH CREATES A WI-FI DEVICE AND PREVENTIVE REQUIREMENTS  
FOR THEIR USE IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN SECONDARY SCHOOLS**

*N. Polka, V. Dumanskiy, S. Bitkin, Yu. Dumanskiy, N. Nikitina, E. Serdyuk,  
S. Galak, S. Zotov, A. Platonova, L. Tomashevskaya, N. Didyk, A. Bezverkha*

*The object of study: portable computer technology, Wi-Fi routers, classrooms, the impact of Wi-Fi radiation in experimental animals (white rats).*

*Objective: scientific basis of measures to protect the health of students and teachers from the effects of electromagnetic radiation, which is to create a device Wi-Fi.*

*Research methods; hygiene, physical and mathematical, radio physical, biological, and statistical.*

*The basic patterns of distribution in the environment the level of electromagnetic radiation from various types of computers with installed devices Wi-Fi. It was found that examined the computers creates the electromagnetic field of ultrahigh frequency (2400 MHz), the level of which the students in the workplace is 0.2-3 V/m and does not exceed the state hygienic standard – 2.5  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .*

*Wi-Fi routers that are used in the educational process, create electromagnetic radiation levels from 0.2 to 30  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . The maximum level was observed at a distance of 0.1-0.3 m from the Wi-Fi router. The safety distance from the Wi-Fi router is determined by calculation based on the state hygienic standard.*

*Biological studies revealed no pronounced effect on the organism of experimental animals Wi-Fi radiation. Chance of Wi-Fi access radiation investigated indices (biochemical, hematological, behavioral) does not exceed 29%.*

*Based on the research (biological, physical, hygiene, mathematics) was established health standard on Wi-Fi radiation and preventive requirements for using Wi-Fi devices in schools.*

УДК 613.644:621.311.22

## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЛОАГРЕГАТА АЦКС-670 РЕКОНСТРУИРОВАННОГО ЭНЕРГОБЛОКА №4 СТАРОБЕШЕВСКОЙ ТЭС**

*Соловьев А.И.*

*ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев*

**Вступление.** Изучение перспектив развития энергетического сектора Украины, свидетельствует о том, что основой электроэнергетической системы Украины были и останутся тепловые электростанции (ТЭС) [1]. Развитие теплоэнергетики прогнозируется с преимущественным использованием угольных ТЭС, на которых предусматривают реконструкцию путем внедрения технологий сжигания дешевого низкокачественного угля, антрацитового шлама в котлоагрегатах с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС). Украина одна из первых среди стран СНГ, где в рамках пилотного проекта по заказу ПАО «ДОНБАССЭНЕРГО» вместо морально устаревшего пылеугольного котлоагрегата ТП-100, фирмой Lurgi Lentjes AG (теперь LL Plant Engineering, Германия), была проведена реконструкция Старобешевской ТЭС на энергоблоке №4 по ЦКС-технологии сжигания твердого топлива. На ТЭС был установлен «под ключ» и прошел

гарантийные испытания в феврале 2011 г. новый ЦКС-котлоагрегат (АЦКС-670). На сегодняшний день энергоблок №4 Старобешевской ТЭС имеет самые высокие в Украине технико-экономические и экологические показатели [2]. Особенностью этой технологии есть то, что основное и вспомогательное оборудование должно соответствовать требованиям и удовлетворять целям, для которых выбрана данная технология: эффективное сжигание высокозольных твердых топливных углей марки АРШ, АШ (отсев); отходов углеобогащения марки А (антрацит – шлам) и их смесей.

При работе основного энергетического оборудования – котлоагрегата АЦКС-670, вспомогательное оборудование, обеспечивающее собственные нужды котла, а именно: вентиляторы первичного и вторичного воздуха, дымосос, воздухоподушки, компрессоры, и др., – генерируют повышенные уровни производственного шума. Вопросам