

ГІГІЄНИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО РОЗМІЩЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТРАНКІНГОВОГО ОБЛАДНАННЯ (БАЗОВІ СТАНЦІЇ, ПЕРСОНАЛЬНІ РАДІОТЕЛЕФОНИ ТРАНКІНГОВОГО ЗВ'ЯЗКУ)

Безверха А.П.

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Актуальність. Радіаційне забруднення, що сталося внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС створило додаткове енергетичне навантаження на населення. Воно збільшило біологічне значення ряду факторів навколишнього середовища, в тому числі і електромагнітного. Впливу цього чинника постійно зазнає значна частка населення міст та селищ України. Одними із джерел електромагнітного випромінювання в сучасних населених місцях є засоби транкінгового зв'язку [1].

Засоби транкінгового зв'язку впливають на загальний стан електромагнітного забруднення, рівень якого за останні роки збільшився в декілька разів за рахунок стрімкого розвитку мережі радіотехнічних засобів. Вважають, що за кожні десять років рівень «електромагнітного забруднення» навколишнього середовища, особливо у великих містах, збільшується в 10-15 разів. Це вказує на те, що значення цього фактору, особливо на території України, де населення отримало додаткове радіаційне навантаження, суттєво збільшилось, і в зв'язку з цим виникла об'єктивна причина для розробки ряду заходів по забезпеченню захисту населення від електромагнітного випромінювання і від його сумісного впливу з іонізуючою радіацією [2].

Мета досліджень. Наукове обґрунтування заходів по охороні здоров'я населення від впливу електромагнітного випромінювання, що створюється засобами транкінгового зв'язку на радіаційно-забруднених і незабруднених територіях України; вдосконалення існуючих і створення нових наукового обґрунтованих гігієнічних вимог, щодо розміщення і експлуатації засобів транкінгового зв'язку.

Методи досліджень: математичний розрахунок, виміри рівнів електромагнітного

поля та іонізуючого випромінювання, біологічні методи дослідження.

Для досягнення зазначеної мети виконані розрахунки та виміри електромагнітного та іонізуючого випромінювання від радіотехнічних та іонізуючих джерел. Визначені параметри електромагнітного та іонізуючого випромінювання, що створюється засобами транкінгового зв'язку, визначений стан електромагнітної обстановки в місцях розміщення базових станцій транкінгового зв'язку, дана гігієнічна оцінка електромагнітному випромінюванню, що створюється засобами транкінгового зв'язку, виконані біолого-гігієнічні дослідження для визначення гігієнічних нормативів на сумісну та ізолювану дію електромагнітного випромінювання, підготовлені нормативно-методичні проекти по удосконаленню гігієнічної регламентації електромагнітного випромінювання, що створюється засобами мобільного зв'язку.

Транкінгова система зв'язку складається з базової станції, пульта диспетчера та абонентських терміналів (рухомих малогабаритних радіостанцій). В залежності від використовуваного стандарту діапазон робочих частот транкінгового зв'язку простягається від 130 до 920 МГц. Аналіз даних літератури та результати власних досліджень показали, що електромагнітне поле в залежності від діапазону частот має різне біологічне значення і тому нормується за частотою [3].

Встановлено, що під впливом електромагнітного випромінювання транкінгового мобільного зв'язку знаходиться значна частка населення, що працює і постійно використовує цей вид зв'язку на радіаційно забруднених і незабруднених територіях України. Зокрема, в установах охоронної служби, міліції, автоінспекції, залізничного, повітряного, автомобільного транспорту, швидкої медичної допомоги, містобудівництва, торго-

вельної мережі, міністерства оборони, міністерства надзвичайних ситуацій та в інших державних, комерційних та приватних організаціях.

Джерелами електромагнітного випромінювання транкінгового зв'язку є антени базових станцій та рухомі (носимі та возимі) радіостанції (термінали). Носимі та возимі радіостанції транкінгового зв'язку є суттєвими джерелами електромагнітного випромінювання, рівень якого в залежності від типу радіостанції та її частотного діапазону коливається від 4 до 120 В/м. Найбільші рівні електромагнітного поля рееструються в безпосередній близькості від радіостанції, тобто біля антени. При збільшенні відстані рівень ЕМП помітно знижується і на відстані 50 см від радіостанції він становить від 4 до 25 В/м, в залежності від типу радіостанції. Під впливом даного фактору людина знаходиться протягом 2-4 годин на добу.

Результати виконаних досліджень показали, що радіостанції транкінгового

зв'язку є специфічним джерелом електромагнітного випромінювання, дія якого має переривчастий локальний характер, тобто воно в різні періоди часу локально впливає на окремі органи людини. У зв'язку з цим, всі існуючі нормативи на електромагнітне випромінювання не можуть бути використані, тому що усі вони розроблялися без врахування часу і локальної дії цього фактору.

Враховуючи викладене фахівцями нашої установи (Біткін С.В., Думанський В.Ю., Галак С.С.) для постановки біолого-гігієнічного експерименту була розроблена фізична модель опромінюючої системи ОС-192, яка дозволила отримати електромагнітне поле, що за своїми параметрами (напруженості, частоті, переривчасті) відповідає характеристикам електромагнітного поля, створюваного радіостанцією транкінгового зв'язку [4]. Умови експериментальних досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристика умов проведення експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження	Білі безпородні шури в кількості 350 істот
Режим впливу	Хронічний експеримент тривалістю 5 місяців (4 міс. – вплив фактору; 1 міс. – період післядії)
Режим опромінення протягом доби	Мінімальний – 50 В/м*40 хв, Середній – 50 В/м*80 хв, Максимальний – 50 В/м*120 хв,
Частота	192 МГц

В ході експериментальних досліджень встановлено, що електромагнітне випромінювання, створюване мобільними радіостанціями транкінгового зв'язку викликає зміни поведінкових реакцій тварин. Визначено, що в залежності від стану центральної нервової системи організму тварин вплив даного фактору на поведінкові реакції може бути у вигляді пригнічення (гальмування), або активації (збудження) та їх фазності. Зазначені зміни можуть бути охарактеризовані як загальні неспецифічні адаптаційні реакції організму на дію електромагнітного випромінювання. Аналіз результатів досліджень з вивчення біоефектів при дії ЕМП 192 МГц свідчив про зміни функціонального стану

організму при різних рівнях навантаження даного фактору – 2000, 4000 та 6000 В/м*хв. Так встановлено, що порушення біохімічного гомеостазу, яке проявляється змінами метаболічних показників, а саме характером та ступеню вираженості біоефектів знаходився в залежності від часу та рівня діючого фактору. Зміни інтенсивності процесу перекисного окислення ліпідів супроводжувались змінами ферментативної активності антиоксидантної системи. Підвищення активації процесів перекисного окислення ліпідів призводило до функціональної напруги антиоксидантного захисту та до порушення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, що зумовлює пошкодження дисбалансу метаболіч-

них процесів в організмі під впливом електромагнітного навантаження. У динаміці хронічного експерименту виявлено незначний вплив ЕМП на активність ферменту лужної фосфатази у сироватці крові піддослідних тварин. В першій половині експерименту показники лужної фосфатази у всіх дослідних групах суттєво не відрізнялися від контрольної групи. Але через 3 місяці дії електромагнітного фактору спостерігалось підвищення рівня під впливом навантаження 6000 В/м·хв.

Дія електромагнітного поля у зазначених навантаженнях проявлялась підвищенням рівня ЦіК в сироватці крові, змінами функціональної активності моноцитів, посиленням кисневозалежного внутрішньоклітинного метаболізму та зниженням функціонального резерву моноцитів, а також наявністю позитивних реакцій на специфічний антиген в залежності від діючого рівня ЕМП та терміну дії.

Результати цитологічного аналізу кісткового мозку у динаміці чотирьох місяців опромінення щурів відображали активацію захисно-адаптивних реакцій системи крові, про що свідчить, збільшення кількості клітин імунної системи – лімфоцитів та плазмоцитів. Чисельність плазматичних клітин виявилась найбільш високою у групі тварин, експонованих впродовж 4 місяців, а також через місяць після закінчення опромінення. Динаміка кількісного зменшення нейтрофільних гранулоцитів віддзеркалює їх залежність від режиму експозиції (найнижчі показники є характерними для максимальної 6000 В/м·хв експозиції). Повного відновлення гранулоцитопоезу через один місяць після дії не відбувалось. В популяції нейтрофілів під впливом ЕМП (всіх експозицій) підвищувалась, в порівнянні з контролем гіперсегментація ядер і вакуолізація цитоплазми.

Найбільш вагомими змінами периферичної крові опромінених щурів у порівнянні з контролем характерні для концентрації гемоглобіну, яка знижувалась на всіх етапах опромінення при всіх режимах дії ЕМП, а також для загальної кількості лейкоцитів, яка підвищувалась відносно контролю. Динаміка зміни чисельності лейкоцитів, свідчить про адаптаційний характер лейкоцитарних реакцій.

Впродовж першого місяця дії ЕМП спостерігалось підвищення кількості лейкоцитів при всіх режимах опромінення. Експозиції 2, 3 та 4 місяці призводили до збільшення лейкоцитів лише в умовах більш високих експозицій – 4000 та 6000 В/м·хв.

Щомісячне зважування піддослідних щурів дає нам змогу зробити висновок, що усі чотири групи (піддослідні та контроль) розвивались майже однаково і суттєвих відхилень від контролю не виявлено. Електромагнітне поле частотою 192 МГц суттєво не впливає на ріст і розвиток молодого організму щурів.

Результати епідеміологічного дослідження виявили зміни в стані здоров'я користувачів, описані в зарубіжній літературі як «синдром головного болю» при дії ЕМП, створюваного мобільними терміналами. Матеріали цих досліджень та аналіз даних літератури стосовно цього питання, дозволили класифікувати виявлену симптоматику як явище неврастенічного синдрому (F 48.0, клас V відповідно до міжнародної класифікації хвороб) [5,6]. Найбільш чутливими до дії ЕМП, створюваного транкінговими терміналами є вікові групи людей: 20-29 та 30-39 років (кореляційний коефіцієнт складає 0,68-0,85 та 0,64-0,78 відповідно). При аналізі розподілу неврастенічного синдрому за статевими групами відзначалась тенденція збільшення частоти неврастенічного синдрому серед чоловіків, які користуються мобільними терміналами транкінгового зв'язку. При використанні мобільного (рухомого) терміналу більше 2-х років не встановлена явна залежність між частотою неврастенічного синдрому та тривалістю використання терміналів, але виявлено, що найбільш чутливими до тривалості використання мобільних терміналів транкінгового зв'язку є такі вікові групи, як 40-49 років та 50 і більше [7].

На основі виконаних фізичних, біологічних, епідеміологічних досліджень розроблено гігієнічний норматив на електромагнітне випромінювання, створюване транкінговою радіостанцією, у вигляді допустимого навантаження, яке визначається для кожного типу радіостанції, в залежності від рівня ЕМП та часу його впливу на користувача терміналу, за формулою 1.

$$t_{\text{час}} = \frac{\text{ДБЕ}}{\text{ЕМП}_{(\text{max})}} \quad (1)$$

де: $t_{\text{час}}$ – максимальний час використання мобільного терміналу за добу, хвилин або годин;
 ДБЕ – добова безпечна експозиція ЕМП, (В/м) хвилин, або мкВт/см²*год;
 ЕМП_(max) – максимальний рівень випромінювання терміналу, В/м або мкВт/см².

Безпечний час використання терміналу (радіотелефону) транкінгового зв'язку протягом доби встановлюється в залежності від частоти та визначається за формулою 2:

$$192 \text{ МГц } t \text{ (хвилин)} = \frac{2000}{E_{(\text{max})}} \quad (2)$$

На основі отриманих результатів досліджень, розроблені:

- гігієнічні нормативи для населення на електромагнітне випромінювання, що створюється базовими станціями транкінгового зв'язку;
- санітарно–гігієнічні вимоги до розміщення та експлуатації базових та рухомих радіостанцій транкінгового зв'язку;
- вимоги до проведення контролю рівнів електромагнітного поля, створюваного обладнанням транкінгового зв'язку, в тому числі носимими та возимими радіостанціями.

Перелічене викладено в проекті «Державних санітарних правилах і нормах розміщення та експлуатації радіотехнічного обладнання мобільного зв'язку», який розроблений фахівцями Інституту гігієни сумісно з іншими фахівцями науково–практичних установ.

Практичні рекомендації.

З метою охорони здоров'я населення від впливу електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними засобами транкінгового зв'язку, пропонуються наступні практичні рекомендації:

1. Базові станції транкінгового зв'язку дозволяється розташовувати в населених місцях при умові дотримання діючого в Україні гігієнічного нормативу.

2. З метою захисту населення від ЕМВ навколо базових станцій транкінгового зв'язку при перевищенні гігієнічного нормативу необхідно встановлювати санітарно-захисні зони та зони обмеження забудови, які в обов'язковому порядку повинні враховуватися при проектуванні, будівництві житлових, громадських, лікувальних та інших

будівель в місцях розташування базових станцій транкінгового зв'язку.

3. При умові дотримання даного гігієнічного нормативу допускається розміщення антен базових станцій стандарту 192 МГц на дахах житлових, громадських, виробничих та інших будинків. Передавачі базових станцій, що не створюють побічного електромагнітного випромінювання, або рівень якого не перевищує гігієнічного нормативу, допускається розміщувати на дахах та в окремо відгороджених недоступних для населення приміщеннях горищ, технічних поверхів житлових, громадських та інших будинків.

4. Базові станції транкінгового зв'язку стандарту 192 МГц та їх антени, що проектується та будуються, з метою зниження соціальної напруги населення рекомендується розміщувати на віддалі не менше 100 м від дитячих, шкільних, лікувальних та лікувально-профілактичних закладів та установ.

5. На дахах, де рівень електромагнітного випромінювання, що створюється передавальними антенами, перевищує гігієнічний норматив, необхідно створити умови по обмеженню доступу населення на такі дахи та встановлювати на них санітарно-захисні зони з відповідними попереджувальними знаками.

6. Для забезпечення радіозв'язку в підземних, наземних екранованих, частково екранованих спорудах та приміщеннях допускається розміщення та експлуатація базових станцій транкінгового зв'язку та їх антен при умові дотримання гігієнічних нормативів для населення.

7. З метою запобігання психологічного стресу серед медичного персоналу, хворих лікувальних установ та учнів шкіл, в зв'язку з можливим їх опроміненням, що створюються внаслідок роботи базових станцій транкінгового зв'язку, не рекомендується розміщувати такі станції на дахах лікувальних, лікувально-профілактичних, дитячих та шкільних закладів і установ.

8. Гігієнічна оцінка електромагнітного випромінювання, що створюється терміналом транкінгового зв'язку, повинна проводитися спеціалістами санітарно-епідеміологічної служби за допомогою інструментального метода досліджень з використанням спеціального стенду, який повинен бути розташований в радіоекранованій камері.

Кожна модель терміналу повинна мати «Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи» про її відповідність або невідповідність діючим в Україні для населення нормативним документам з питань гігієнічного регламентування електромагнітних випромінювань. У «Висновку» повинно бути вказано який час є безпечним для використання радіотелефоном.

9. Безпечний час використання терміналу транкінгового зв'язку стандарту 192 МГц встановлюється за формулою 1.

10. В зв'язку з тим, що організм дитини найбільш уразливий до дії різних факторів, в тому числі і до електромагнітного випромінювання, а також приймаючи до уваги, що при використанні терміналу транкін-

гового зв'язку електромагнітне випромінювання впливає безпосередньо на мозок, який у дитини знаходиться в стадії постійного розвитку, не рекомендується дітям до 6 років використовувати термінали, а дітям до 14 років рекомендується обмежити час використання терміналом до 30 хвилин на добу.

11. Межі санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови в місцях розміщення радіотехнічних об'єктів та засобів повинні визначатися тільки розрахунковим методом для кожного конкретного об'єкту та засобу в залежності від:

- гранично допустимого рівня ЕМП;
- потужності та кількості передавачів;
- висоти встановлення та коефіцієнта підсилення антени;
- діаграми спрямованості антени у вертикальній та горизонтальній площинах;
- рельєфу місцевості.

Ці зони в подальшому можуть уточнюватися на підставі інструментальних вимірів.

12. Санітарно-захисна зона повинна встановлюватися для кожного конкретного радіотехнічного об'єкту, засобу. Забороняється використовувати її територію під розширення радіотехнічного об'єкту.

13. Лікувально-профілактичні оздоровчі дитячі дошкільні і шкільні заклади, будинки для інвалідів і літніх людей рекомендується розміщувати на ділянках, де рівень ЕМВ на 50% нижче гранично допустимого для населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Думанский Ю.Д. Электромагнитное загрязнение навколишнього середовища – сучасна гігієнічна проблема (підсумки та перспектива досліджень) / Ю.Д. Думанский, А.М. Сердюк, Б.Ю. Селезньов // Гиг. насел. мест. – К., 2003. – Вып.41. – С.195-204.
2. Гугалов К.Г. Новые возможности транкинговой связи / К.Г. Гугалов, Д.Ю. Любомудров // Вестник связи. 1996. – №1. – С. 27-28.
3. Тамаркин В.М. Транкинговые системы радиосвязи / В.М. Тамаркин, В.Б. Громов, С.И. Сергеев и др. – М.: МЦНТИ, ООО «Мобильные коммуникации». 2000. – 166 с. (Серия изданий «Связь и бизнес»).
4. Биткин С.В. Экологический мониторинг – как система санитарно-гигиенического контроля электромагнитной обстановки / С.В. Биткин, В.Ю. Думанский // Гиг. насел. мест. – К., 2000. – Вып.37. – С. 243-248.
5. Chia S.E. Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: a community study / S.E. Chia, H.P. Chia, J-S. Tan // Environmental Health Perspectives. 2000. – Vol.108, 11. – P. 1059-1062.

6. Hocking B. Preliminary report: symptoms associated with mobile phone use // Occupational Medicine. 1998. – Vol.48, 6. – P. 357-360.
7. Безверха А.П. Обробка та результати психодіагностичного опитувальника для оцінки стану здоров'я населення під дією електромагнітного випромінювання терміналів транкінгового зв'язку // Гиг. насел. мест. – К., 2007. – Вып.49. – С. 273-281.

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗМЕЩЕНИЮ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТРАНКИНГОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ (БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ, ПЕРСОНАЛЬНЫЕ РАДИОТЕЛЕФОНЫ
ТРАНКИНГОВОЙ СВЯЗИ)**

Безверхая А.П.

Одними из источников электромагнитного излучения в современных населенных местах являются средства транкинговой связи. Установлено, что под влиянием электромагнитного излучения транкинговой мобильной связи находится значительная часть работающего населения и постоянно использует этот вид связи на загрязненных и незагрязненных территориях Украины.

На основе выполненных физических, биологических, эпидемиологических исследований разработан гигиенический норматив на электромагнитное излучение, создаваемое транкинговой радиостанцией, а также даны практические рекомендации по охране здоровья населения от воздействия электромагнитного излучения, создаваемого радиотехническими средствами транкинговой связи.

**HYGIENIC STUDY REQUIREMENTS FOR PLACING AND USE RADIO EQUIPMENT
EQUIPMENT TRUNKING (BASE STATIONS, PERSONAL CORDLESS TELEPHONE
TRUNKING COMMUNICATION)**

A. Bezverkha

One of the sources of electromagnetic radiation in modern vehicles is populated places trunking communication. It is established that exposure to electromagnetic radiation trunking mobile communication is a significant proportion of the population that is working and constantly uses this type of communication contaminated and uncontaminated areas of Ukraine.

On the basis of the physical, biological, epidemiological studies designed hygienic standard on electromagnetic radiation generated trunked radio, and practical recommendations to protect human health from exposure to electromagnetic radiation generated by radio equipment trunking communication.

Куратор розділу – д. мед. наук, проф. Думанський Ю.Д.