

цей среде, установлено, что эти факторы влияют на биохимические, иммунологические, гематологические, физиологические показатели состояния организма подопытных животных, обоснованы и предложены мероприятия по минимизации влияния этих факторов на человека в условиях населённых мест.

**HEALTH PROTECTION OF THE POPULATION
FROM THE EFFECT OF THE JOINT ACTION OF THE MAGNETIC FIELD
OF INDUSTRIAL FREQUENCY - 50 HZ AND NITROSAMINES (ON)**

*I. Chernichenko, V. Dumansky, N. Nikitina, E. Serdyuk, L. Sovertkova, N. Balenko,
O. Litvichenko, L. Tomashevskaya, L. Grigorenko, S. Bitkin, Yu. Dumansky, A. Bezverkha*

Object of research: magnetic field of industrial frequency (50 Hz), carcinogenic substances (nitrosamines).

Objective: to determine the features of functional changes in the body under the action of a magnetic field - 50 Hz against a background of different levels of loading of chemical carcinogens.

Research methods: calculation, instrumental, mathematical, toxicological, physiological, immunological, biochemical, hematological.

For the first time, the sanitary-hygienic characteristics of the conditions under which the population is exposed to the influence of the combined action of the magnetic field and nitrosamines are given. It is shown that the magnetic field is 50 Hz and nitrosamines are carcinogenic-dangerous environmental factors and are characterized by a violation of the immune system, a general toxic effect on the human body and experimental animals.

Based on the results of the research, a review of the literature on the effect of the magnetic field - 50 Hz and nitrosamines on the human body and experimental animals - was prepared, the main sources of these factors, methods for their determination in the environment, found that these factors affect biochemical, immunological, hematological, physiological indicators of the state of the organism of experimental animals, and measures to minimize the influence of these factors on humans in conditions of populated areas are justified and proposed.

**ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ,
ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ ЗАСОБАМИ ТРАНКІНГОВОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Безверха А.П.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

На сьогодні найбільш поширеними джерелами електромагнітного забруднення, як на території України, так і на території інших країн світу є засоби мобільного зв'язку, в тому числі транкінгового.

Транкінговий зв'язок – це система рухомого радіозв'язку, яка заснована на тих же принципах, що і звичайні радіотелефонні мережі [1,2].

Транкінговий радіозв'язок знайшов широке впровадження в системах: залізничного, автомобільного, повітряного руху, в автоінспекції, міліції, військових підрозділах, будівельно-монтажних та інших установах і організаціях.

Система транкінгового зв'язку, а саме базові станції (БС), є потенційним джерелом ЕМП ДВЧ та УВЧ-діапазону, рівень випромінювання якого залежить перш за все від потужності БС, а також від типу, висоти і місця розміщення її антени. Випромінювання від базової станції може впливати на стан електромагнітної обстановки отже і на стан здоров'я населення. В цьому плані не менше значення має абонентський термінал, який також випромінює електромагнітну енергію, що може безпосередньо впливати на здоров'я абонента.

Транкінговий зв'язок є досить сильним фізичним подразником, який може ви-

кликати за певних умов функціональні і органічні порушення з боку нервової, серцево-судинної, кровотворної, ендокринної і інших систем організму.

Транкінгова система складається з базової станції, пульта диспетчера і абонентських терміналів [3].

Схема транкінгового зв'язку представлена на рисунку 1.

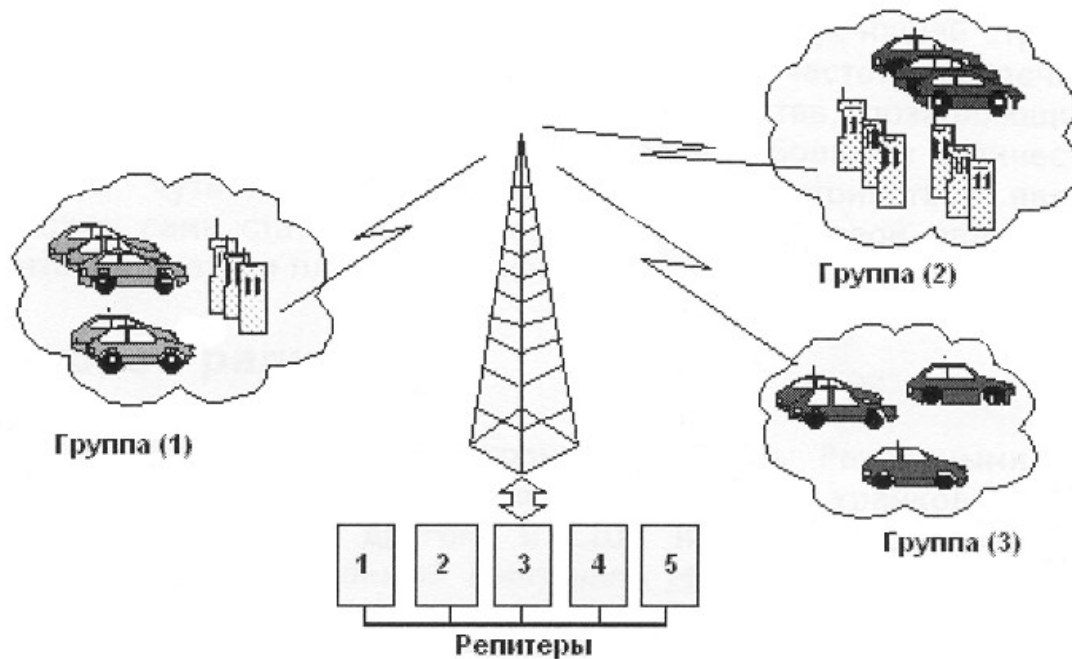


Рисунок 1. Схема транкінгового зв'язку.

Мета даної роботи полягала у визначенні небезпечних рівнів електромагнітного випромінювання, що створюється базовими станціями (БС) та абонентськими радіотерміналами транкінгового мобільного зв'язку.

Для досягнення зазначеної мети були:

- виконані понад 4000 розрахунків та вимірів електромагнітних джерел;
- визначені параметри електромагнітного випромінювання;
- розроблено понад 12 карт розподілу електромагнітного забруднення;
- визначено стан електромагнітної обстановки в місцях розміщення 12 базових станцій;
- визначено рівень електромагнітного випромінювання від 24 мобільних станцій транкінгового зв'язку;
- розроблена фізична модель для проведення біолого-гігієнічних досліджень впливу на організм випромінювань, що створюються мобільними радіостанціями транкінгового зв'язку.

Результати досліджень показали, що джерелом електромагнітного випромінюван-

ня базової станції транкінгового зв'язку є її антена, яка може розміщуватися як окремо, так і поряд з іншими антенами. Частіше всього їх встановлюють на вежах телецентрів, ретрансляторів, радіорелейних щоглах. Антени також можуть встановлюватися як на спеціальних вежах, так і на дахах будинків. В останньому випадку прийомопередавачі розміщуються в службових приміщеннях, або в спеціально вигорджених будівлях.

Антени базових станцій на прилеглій до них території на висоті 2 м від поверхні землі і на відстанях 1-200 м від них створюють електромагнітне поле, рівень якого знаходиться в межах $1,2-0,045 \text{ мкВт/см}^2$. З підвищенням висоти рівні електромагнітного поля значно підвищуються і можуть перевищувати гігієнічний норматив для населення 10 мкВт/см^2 .

Для забезпечення роботи транкінгового зв'язку використовуються абонентські радіостанції, які виробляються рядом іноземних компаній. Найбільш відомими з них є Motorola, Nokia, Ericson, Smar Trunk Systems та інші.

Абонентські радіостанції є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання ультра-високочастотного діапазону (136-900 МГц).

Рівень електромагнітного поля на відстані 5 см від них залежить від типу радіостанції її потужності та коливається в межах 110 до 300 мкВт/см². Результати цих досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати досліджень рівнів електромагнітного поля, створюваного мобільними радіостанціями транкінгового зв'язку.

№ п/п	Тип станції	Вид станції	Потужність радіостанції, Вт	Відстань від антени радіостанції, см	Рівень ЕМП, мкВт/см ²
1.	TK 2107	носіма	5	5	201
2.	TK 2107	носіма	5	10	125
3.	TK 2107	носіма	5	30	12,4
4.	TK 2260	носіма	5	5	199
5.	TK 2260	носіма	5	10	127
6.	TK 2260	носіма	5	30	12,1
7.	GP 68 Motorola	носіма	5	5	232
8.	GP 68 Motorola	носіма	5	10	139
9.	GP 68 Motorola	носіма	5	30	12
10.	TK-278	носіма	5	5	204
11.	TK-278	носіма	5	10	131
12.	TK-278	носіма	5	30	14
13.	1С-Г310	возима	25	5	300
14.	1С-Г310	возима	25	10	250
15.	1С-Г310	возима	25	30	117
16.	УС-F14VPIГ	носіма	5	5	203
17.	УС-F14VPIГ	носіма	5	10	124
18.	УС-F14VPIГ	носіма	5	30	12
19.	УС-F11	носіма	5	5	210
20.	УС-F11	носіма	5	10	130
21.	УС-F11	носіма	5	30	12
22.	УС-F3СТ	носіма	5	5	216
23.	УС-F3СТ	носіма	5	10	122
24.	УС-F3СТ	носіма	5	30	13
25.	УС-F30 LT	носіма	5	5	180
26.	УС-F30 LT	носіма	5	10	110
27.	УС-F30 LT	носіма	5	30	10

На основі анкетного опитування було встановлено, що середня тривалість однієї радіотелефонної розмови становить 5-7 хвилин. На протязі доби транкінговий радіотелефон в середньому використовується 2 години на добу.

На основі цього нами було визначено енергетичне навантаження, що створюється мобільними транкінговими радіостанціями на організм людини на протязі доби по наступній формулі:

$$W = \frac{E^2}{377} \cdot T \cdot Bm \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^2, \quad (1)$$

$$\text{де} \quad ГПЕ = \frac{E^2}{377}, \text{мкВт} / \text{см}^2; \quad (2)$$

$$\text{або} \quad W = ГПЕ \cdot T, \text{мкВт} \cdot \text{год} / \text{см}^2, \quad (3)$$

де W – енергетичне навантаження, $\text{мкВт} \cdot \text{ч} / \text{см}^2$;
 E – напруженість ЕМП, В/м;
 T – тривалість опромінення ЕМП на протязі доби, годин;
 $ГПЕ$ – густина потоку електромагнітної енергії, $\text{мкВт} / \text{см}^2$.

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Енергетичне навантаження електромагнітної енергії, створюваної мобільними транкінговими радіостанціями, на організм користувачів на протязі 2-х годин.

№ п/п	Тип станції	Вид станції	Потужність радіостанції, Вт	Енергетичне навантаження, $\text{Вт} \times \text{год} / \text{м}^2$
1.	ТК 2107	носіма	5	4020
2.	ТК 2260	носіма	5	3980
3.	GP 68 Motorola	носіма	5	4640
4.	ТК-278	носіма	5	4080
5.	1С-Г310	возима	25	6000
6.	УС-F14VPG	носіма	5	4060
7.	УС-F11	носіма	5	4200
8.	УС-F3CT	носіма	5	4320
9.	УС-F30 LT	носіма	5	3600

Як свідчать дані таблиці 2 транкінгові мобільні радіостанції створюють енергетичне навантаження на рівні 3600-6000 $\text{Вт} \times \text{ч} / \text{м}^2$. Це вказує на те, що ці радіостанції створюють значне навантаження електромагнітної енергії на організм людини.

Отримані дані були закладені в основу планування біолого-гігієнічних досліджень по встановленню гранично допустимих рівнів електромагнітного випромінювання для користувачів транкінгових мобільних радіостанцій.

Для постановки медико-біологічного експерименту була розроблена фізична модель опромінюючої системи ОС-192, яка дозволила отримати електромагнітне поле, яке за своїми параметрами (напруженості, часто-

ті, переривчасті) відповідає характеристикам електромагнітного поля, створюваного радіостанцією транкінгового зв'язку.

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 експериментальних досліджень вивчення біоефектів при дії ЕМП 192 МГц свідчить про зміни функціонального стану організму при різних рівнях навантаження – 2000, 4000 та 6000 В/м×хв. Встановлено порушення біохімічного гомеостазу, яке проявляється змінами метаболічних показників. Характер та ступінь вираженості біоефектів знаходились 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 призводить до функціональної напруги антиоксидантного захисту до порушення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, що зумовлює пошкодження дисбалансу метаболічних 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 спостерігається підвищення рівня під впливом навантаження 6000 В/м×хв.

Встановлено, що ЕМП у вивчених режимах впливу на стан гуморального та клітинного імунітету у піддослідних тварин, яке проявлялось 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 відображають активацію захисно – адаптивних реакцій системи крові, про що свідчить, збільшення кількості клітин імунної системи – лімфоцитів та плазмодів. Чисельність плазматичних клітин виявилась найбільш високою у групі тварин, експонованих впродовж 4 місяців, а також через місяць після закінчення опромінення. Дина-

міка кількісного зменшення нейтрофільних гранулоцитів віддзеркалює їх залежність від режиму експозиції (найнижчі показники є характерними для максимальної експозиції). Повного відновлення гранулоцитопоезу через один місяць після дії не відбувається. В популяції нейтрофілів під впливом ЕМП (всіх експозицій) підвищується, в порівнянні з контролем гіперсегментація ядер і вакуолізація цитоплазми.

Найбільш вагомі зміни периферичної крові опромінених щурів у порівнянні з контролем характерні для концентрації гемоглобіну, яка знижується на всіх етапах опромінення при всіх режимах дії ЕМП, а також для загальної кількості лейкоцитів, яка підвищується відносно контролю. Динаміка зміни чисельності лейкоцитів, свідчить про адаптаційний характер лейкоцитарних реакцій. Впродовж першого місяця дії ЕМП спостерігається підвищення кількості лейкоцитів при всіх режимах опромінення. Експозиції 2, 3 та 4 місяці призводять 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» [4] 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).

Встановлено, що найбільш чутливими до дії ЕМВ, 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 відзначається тенденція збільшення частоти неврастенічного син-

дрому 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 [5].

На основі виконаних фізичних, біологічних, епідеміологічних досліджень розроблений гігієнічний норматив на електромагнітне випромінювання, створюване транкінговою радіостанцією, з урахуванням максимального рівня ЕМП та часу його впливу на користувача який визначається за формулою:

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

де $t_{\text{час}}$ – максимальний час використання мобільного терміналу за добу;

ДБЕ – добова експозиція ЕМП (В/м) \times хв

ЕМП – максимальний рівень ЕМП (В/м), що створюється терміналом.

Безпечний час використання терміналу, що працює на частоті 192 МГц, визначається за наступною формулою:

$$T_{\text{час}} = \frac{2000}{\text{ЕМП}_{(\text{max})}} \quad (2)$$

де $t_{\text{час}}$ – максимальний час використання мобільного терміналу за добу;

2000 – добова безпечна експозиція ЕМП (В/м) \times хв;

ЕМП_(max) – максимальний рівень ЕМП (В/м), що створюється терміналом на відстані 5 см від корпусу радіотелефону.

Висновки

Встановлено, що електромагнітне випромінювання, створюване мобільними радіостанціями транкінгового зв'язку викликає зміни поведінкових реакцій тварин. Транкінговий зв'язок впливає на стан центральної нервової системи, імунної, серцево-судинної та інших систем організму. Характер та ступінь вираженості біоефектів знаходяться в залежності від часу та рівня діючого фактору. Найбільш чутливими до дії ЕМВ, створюваного транкінговими терміналами є вікові групи людей: 20-29 та 30-39 років.

На основі виконаних фізичних, біологічних, епідеміологічних досліджень розроблений гігієнічний норматив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Думанский Ю.Д., Сердюк А.М., Селезньов Б.Ю. Электромагнитное загрязнение окружающей среды современная гигиеническая проблема (подсумки та перспектива досліджень). // Гиг. насел. мест. К., 2003. Вып.41. С.195-204.
2. Гугалов К.Г., Любомудров Д.Ю. Новые возможности транкинговой связи. // Вестник связи. 1996. №1. С. 27-28.
3. Тамаркин В.М., Громов В.Б., Сергеев С.И. и др. Транкинговые системы радиосвязи. М., МЦНТИ, ООО «Мобильные коммуникации». 2000. 166 с. (Серия изданий «Связь и бизнес»).
4. Гоникман Э.И. Синдром головной боли. Клиника. Акупунктура. // Велигор. М., 2010. 192 с.
5. 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.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ,
СОЗДАВАЕМЫМ СРЕДСТВАМИ ТРАНКИНГОВОЙ СВЯЗИ**

Безверхая А.П.

Установлено, что электромагнитное излучение, создаваемое мобильными радиостанциями транкинговой связи, вызывает изменения поведенческих реакций животных. Транкинговая связь влияет на состояние центральной нервной системы, иммунной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Характер и степень выраженности биоэффектов находятся в зависимости от времени и уровня действующего фактора. Наиболее чувствительными к действию ЭМИ, создаваемого транкинговыми терминалами, возрастные группы людей: 20-29 и 30-39 лет.

На основе выполненных физических, биологических, эпидемиологических исследований разработан гигиенический норматив.

**HYGIENIC EVALUATION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION,
CREATED BY MEANS OF TRUNKING COMMUNICATION**

A.P. Bezverkha

It was established that electromagnetic radiation generated by mobile stations of trunking causes changes in behavioral reactions of animals. Trunking affects the state of the central nervous system, immune, cardiovascular and other systems of the body. The nature and degree of severity of bioeffects are based on the time and level of the active factor. The most sensitive to the action of the EMS created by trunking terminals are age groups of people: 20-29 and 30-39 years.

On the basis of physical, biological, epidemiological studies, a hygienic norm was developed.

УДК 613.165:612.014.44:303.622

**УДОСКОНАЛЕННЯ АНКЕТНОГО ОПИТУВАННЯ ПО ВИВЧЕННЮ
ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ НА ЛЮДИНУ ПРИРОДНОГО
ОСВІТЛЕННЯ ТА ІНСОЛЯЦІЇ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ**

Акіменко В.Я., Стеблій Н.М.

ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Вступ. Не зважаючи на те, що нормування інсоляції, як гігієнічного параметру житла і певних територій, введені в країнах бувшого СРСР ще з 1963 року наукове обґрунтування їх потребує подальшого удосконалення. Особливо це відчувається в боротьбі гігієністів з будівельниками, які прагнуть скасувати ці нормативи, бо вони заважають безперешкодно ущільнювати міську забудову [1].

Станіслав Дарула та співавтори, 2015 р. [2], проаналізувавши стан нормативного та законодавчого забезпечення інсоляції

житлових і громадських будинків в 10 країнах ЄС, прийшли до висновку, що нормативне регулювання цього фактору в ЄС потребує подальшого вдосконалення і втілення в загальноєвропейському масштабі, не зважаючи на те, що в більшості провідних країн ЄС нормативи по інсоляції прийняті після 2000 року.

В СН №2605-82 [3], дія яких, між іншим, скасована Розпорядженням КМ України від 20 січня 2016 року №94-р «Про визнання такими, що втратили чинність, та такими, що не застосовуються на території Ук-