

ГІГІЄНА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ВПЛИВУ ПОЄДНАНОЇ ДІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ – 50 Гц ТА НІТРОЗАМІНІВ (НА)

*Черніченко І.О., Думанський В.Ю., Нікітіна Н.Г., Сердюк Є.А.,
Соверткова Л.С., Баленко Н.В., Литвіченко О.М., Томашевська Л.А., Григоренко Л.Є.,
Біткін С.В., Думанський Ю.Д., Безверха А.П.*

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

1. Загальні відомості про обмеження впливу на населення ЕМП-50 Гц та нітрозамінів по даним літератури та власних досліджень.

В зв'язку з ущільненими умовами міської забудови все гостріше ставиться питання про заміну в населених місцях повітряних ліній (ПЛ) електропередачі з напругою від 10 до 330 кВ на кабельні лінії (КЛ) такої ж напруги.

Дане питання в аспекті охорони здоров'я населення ні в Україні, ні в інших країнах світу майже не розглядалось, не дивлячись на те, що обладнання кабельних ліній є джерелами магнітного, електричного поля, шуму, елегазу, які можуть суттєво впливати на стан здоров'я населення. На сьогодні електричне поле, шум та елегаз в гігієнічному аспекті унормовані державними санітарно-епідеміологічними документами України та Росії і тому ці чинники не потребують додаткового обґрунтування. В світі до останнього часу не існувало для населення науково обґрунтованого нормативу на магнітне поле промислової частоти (50 Гц). На даний час в світі є тільки рекомендації щодо регламентування магнітного поля [1], згідно з якими для населення рекомендовані наступні допустимі рівні цього фактору:

- Нідерланди – 0,4 мкТл (в місцях знаходження дітей);
- Швеція – 1 мкТл (в місця довготривалого перебування людей);
- Ізраїль – 1 мкТл (для загального населення);
- Ірландія – 16 мкТл (для житлової забудови);

– Росія – 50 мкТл (для житлової забудови).

Зазначені допустимі рівні не мають біолого-гігієнічного обґрунтування, а також вони не ураховують умови розміщення і експлуатації ліній електропередачі. Тому їх не можна використовувати як нормативні значення для населених місць.

Приймачі це до уваги науковцями Інституту громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України були виконані дослідження з вирішення цього питання [2].

Дана робота була присвячена санітарно-гігієнічній характеристиці умов розміщення та експлуатації високовольтних кабельних ліній електропередачі напругою 110-330 кВ та їх обладнанню, а також гігієнічній характеристиці електричного, магнітного поля та хімічним речовинам, що виникають в наслідок експлуатації кабельних ліній та їх обладнання в умовах ущільненої міської забудови.

За результатами досліджень:

- встановлено закономірності просторового розподілу у навколишньому середовищі рівнів електричного, магнітного поля промислової частоти (50 Гц), що створюються в процесі експлуатації кабельних ліній 110-330 кВ;
- проведено порівняння отриманих рівнів електричного, магнітного поля, з діючими гігієнічними нормативами та рекомендаціями;
- розроблено заходи по мінімізації впливу на населення електричного, магнітного поля для умов міської забудови;
- встановлено закономірності розподілу шуму, розроблені засоби щодо його міні-

- мізації в місцях розміщення електричних підстанцій та трансформаторів, які широко використовуються в умовах міської забудови;
- визначено основні хімічні речовини, що створюються внаслідок витікання електричного струму, який використовується в системах електричних підстанцій;
 - за результатами досліджень встановлено, що електричне поле до його похідні можуть бути віднесені до хімічних речовин малої токсичності;
 - за результатами біолого-гігієнічних досліджень встановлено, що магнітне поле промислової частоти (50 Гц) впливає на метаболічний гомеостаз, імунологічний та гематологічний стан піддослідних тварин, виявлено особливості реагування різних систем організму в залежності від часу дії та рівня магнітного поля;
 - на основі фізичних, математичних, гігієнічних та біологічних досліджень розроблено та впроваджено в практику гігієнічні нормативи електричного, магнітного поля частотою 50 Гц для різних місцевостей населених та ненаселених місць;
 - рекомендовано ряд заходів та засобів для зниження рівнів електричного, магнітного поля, шуму та продуктів горіння, що створюються в процесі експлуатації високовольтних ліній електропередавання та їх електричних підстанцій;
 - розроблено гігієнічні, інженерно-технічні вимоги до розміщення та експлуатації високовольтних кабельних ліній електропередавання та їх електричних підстанцій, трансформаторів та іншого електроенергетичного обладнання в умовах ущільненої міської забудови.

Результати виконаної роботи впроваджено:

- в систему Державної санітарно-епідеміологічної служби України при вирішенні питань з охорони здоров'я населення та працівників електропідстанцій від шкідливого впливу зазначених вище чинників електроенергетичних установок;
- в систему електроенергозабезпечення України при проектуванні КЛ, електричних

підстанцій, трансформаторних підстанцій, відкритих та закритих розподільчих електроенергетичних пристроїв;

- в систему містобудівництва при вирішенні питань щодо безпечного для здоров'я населення розміщення в міській забудові повітряних та кабельних високовольтних ліній та їх обладнання.

Крім вищепереліченого слід звернути увагу, що в умовах населених місць дія електричного, магнітного поля супроводжується впливом на населення канцерогенів, до яких відносяться нітрозаміни та їх попередники [3].

Основними антропогенними джерелами надходження нітрозамінів та їх попередників в оточуюче середовище є такі галузі промисловості:

- хімічна, шумова, шкіряна, металургійна, метаболічна;
- азотовмісні добрива, пестициди;
- відходи агропромислових комплексів;
- виробництво азотовмісних мінеральних добрив, аміаку;
- виробництво азотної кислоти, амінів та амінових кислот;
- лікарські препарати;
- викиди автотранспортних засобів.

Нітрозаміни (НА) часто застосовуються як розчинники та каталізатори процесів полімірації, вони також є компонентами ракетного палива.

Результати проведених досліджень, що викладені у розділі 12 даного звіту показали, що формування канцерогенного (нітрозамінного) навантаження на організм людини відбувається, як за рахунок зовнішнього забруднення довкілля (повітря, ґрунту, води, продуктів харчування), так і за рахунок ендогенного синтезу канцерогенних нітрозамінів із попередників (у повітрі – це оксиди азоту, аміни та амідні, а в харчових продуктах, ґрунті, воді – нітрати та нітритні сполуки).

На даний час для населення встановлені наступні гігієнічні нормативи, канцерогенних нітрозамінів, представлені в таблицях 1-2.

Таблиця 1. Гранично допустимі концентрації (ГДК) N-нітрозамінів (N-нітрозодиметиламін та N-нітрозодіетиламін у повітряному середовищі.

№	Назва середовища	ГДК N-нітрозамінів, нг/м ³	
		N-нітрозодиметиламін	N-нітрозодіетиламін
1.	Атмосферне повітря	50	15
2.	Повітря робочої зони	500	150
3.	Ґрунт	відсутні	відсутні
4.	Вода	відсутні	відсутні

Таблиця 2. Гігієнічні норми вмісту N-нітрозамінів в харчових продуктах.

№	Назва продукту	ГДК суми N-нітрозамінів (N-нітрозодиметиламін та N-нітрозодіетиламін, мг/кг
1.	М'ясо свіже, охолоджене, заморожене; ковбасні вироби з м'яса; консерви з м'яса, м'ясо-рослинні, з м'яса птиці, паштети	0,002
2.	Продукти копчення	0,004
3.	Риба жива, охолоджена, заморожена, солоня, фарш, філе, консерви рибні інша рибна продукція	0,003
4.	Зерно продовольче	0,015
5.	Пиво та інші спиртні напої	0,003

Оскільки лінії електропередачі промислової частоти (50 Гц) не залежно від способу їх прокладання (повітряні або підземні) є джерелами електричного (Е) та магнітного (Н) поля, тому вважаємо за необхідне надати в цій статті гранично допустимі рівні (ГДР)

напруженості електричного поля, які обумовлені Державними санітарними нормами і правилами (ДСНіП №239-96) і які поширюються як на повітряні лінії (ПЛ), так і на кабельні лінії (КЛ) електропередачі, (таблиця 3) [4].

Таблиця 3. Гранично допустимі рівні напруженості електричного поля для населення.

№ п/п	Назва місцевості	ГДР
1.	У середині житлових приміщень	0,5 кВ/м
2.	На території житлової забудови	1,0 кВ/м (цілодобово)
3.	У населеній місцевості, поза зоною житлової забудови	5,0 кВ/м (2 години/добу)
4.	На ділянках перетину ПЛ	10 кВ/м
5.	У ненаселеній місцевості	15 кВ/м
6.	У важко доступній місцевості	20 кВ/м

Водночас з наведеним вважаємо теж за необхідне надаємо запропоновані ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва НАМН України» гігієнічний норматив

для населення магнітного поля промислової частоти (50 Гц), що створюється повітряними та кабельними ЛЕП, які представлені в таблиці 4 [5;6].

Таблиця 4. Гранично допустимі рівні магнітного поля промислової частоти (50 Гц) для населення.

№ п/п	Назва місцевості	Запропоновані ГДР промислової частоти на висоті 0,5 м від поверхні землі або від підлоги
1.	У середині житлових приміщень	0,5 мкТл
2.	На відстані 50 см від стін житлових приміщень та побутових електричних приладів	3 мкТл
3.	На території житлової забудови	1,0 мкТл (цілодобово)
4.	У населеній місцевості (в місці проходження траси)	10 мкТл (2 години/добу)
5.	У ненаселеній місцевості (сільхозтериторії)	20 мкТл (2 години/добу)
6.	У важко доступній місцевості	50 мкТл (для нежитлової місцевості)

2. Загальна характеристика впливу електричного поля 50 Гц на людину по даним літератури та власних досліджень.

Електричне поле, в залежності від його рівня, може здійснювати шкідливий вплив на людину [5].

Розрізняють такі види впливу:

- безпосередній вплив, який проявляється при перебуванні людини в електричному полі (ЕП);
- вплив електричних розрядів (імпульсного струму), що виникають при дотику людини до незаземлених конструкцій, корпусів машин і механізмів на пневматичному ході і до протяжних провідників або при дотику людини, ізолюваної від землі, до рослин, заземлених конструкцій та інших заземлених об'єктів;
- вплив струму, який проходить через людину, яка знаходиться в контакт з ізолюваними від землі об'єктами (великогабаритними предметами, машинами і механізмами, протяжними провідниками), – струму стікання.

Електричне поле, що створюється ЛЕП, ЕП може спричиняти займання або вибух випарів легкозаймистих речовин внаслідок виникнення електричних розрядів при контакті предметів і людей з машинами і механізмами.

Ступінь небезпеки кожного із вказаних факторів зростає зі збільшенням напруженості ЕП.

В місцях проходження ПЛ як під ними, так і на території, що до них прилягає,

біля трансформаторних підстанцій і відкритих та закритих розподільчих пристроїв, що знаходяться під напругою, утворюється електромагнітне поле, яке складається з електричного (Е) а магнітного (Н) полів.

При перебуванні під ПЛ на тілі людини утворюються електричні заряди, котрі утворюють електричний струм в момент торкання людиною землі або заземлених конструкцій.

Одиницею виміру напруженості електричного поля є величина напруги, що приходить на одиницю довжини: Вольт поділений на метр (В/м) або відповідно кіловольт на метр (кВ/м).

Електричне поле промислової частоти є біологічно діючими факторами навколишнього середовища. При систематичній дії рівнями, що перевищують гранично допустимі значення електричне поле викликає зміни функціонального стану нервової, серцево-судинної та ендокринної систем, а також з боку показників обмінних процесів, імунологічної реактивності організму та його репродуктивної функції.

3. Загальна характеристика впливу магнітного поля 50 Гц на людину по даним літератури та власних досліджень [6].

Основною характеристикою магнітного поля являється вектор магнітної індукції В, який визначає силу, діючу на елемент довжини провідника зі струмом І, розміщеного в магнітному полі (сила Ампера).

$$dF = I[dLB] \quad (1)$$

де dF – сила.

Магнітна індукція B вимірюється в теслах (Тл, мТл, мкТл).

Напруженість магнітного поля (H) це векторна фізична величина, що характеризує магнітне поле, утворене електричним струмом, і є незалежна від магнітних якостей середовища.

Кількісні характеристики поля, одиниці вимірів, позначення, які використовуються при характеристиці магнітних полів,

наведені в таблиці 5 з перерахуванням наступних величин.

Вплив магнітного поля промислової частоти (50 Гц) людиною практично не відчувається при напруженостях до 5 кА/м. Але відомо, що магнітне поле змінного струму генерує внутрішні електричні струми. Так, наприклад, зовнішнє магнітне поле з індукцією 3 Тл може індуктувати густину струму 30 мА/м² навколо контуру голови людини.

Таблиця 5. Співвідношення характеристик магнітного поля (перерахункові величини).

Одержана величина	Тл=Вб/м ²	Гс	А/м	Е
Перерахована величина				
Тл-Вб/м ²	1	10 ⁴	7,96 × 10 ⁵	10 ⁴
Гс	10 ⁻⁴	1	79,6	1
А/м	1,257 × 10 ⁻⁶	1,257 × 10 ⁻²	1	1,257 × 10 ⁻²
Е	10 ⁻²	1	79,6	1

- Примітки: 1. Тл – тесла;
 2. Вб – Вебер;
 3. Гс – Гаус;
 4. А – Ампер;
 5. м – метр;
 6. Е – Ерстед.

Густина індукціованого струму використовується як головний параметр при оцінці біологічних ефектів дії на організм магнітного поля. Взагалі вважається, що:

а) при густині індукціованого струму 1-10 мА/м² (індукціованих магнітними потоками, густина якої досягає 0,5-5 мТл при 50/60 Гц) спостерігаються незначні біологічні ефекти;

б) при густині індукціованого струму 10-100 мА/м² (5-50 мТл) при 50/60 Гц відмічаються виразливі біологічні ефекти, в тому числі з боку зору та нервової системи.

Між магнітною індукцією та напруженістю магнітного поля існує взаємний зв'язок, який відповідає наступному співвідношенню, що визначається за формулою (2):

$$B = \mu_0 \cdot H, \quad (2)$$

де $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнітна стала. Якщо B вимірюється мкТл, то $1 \text{ А/м} \approx 1,25 \text{ мкТл}$.

До вводу Міжнародної системи одиниць (СІ) використовувалася система СГСЖ, відповідно якої одиницею напруженості магнітного поля був Ерстед (Е), а магнітної ін-

дукції – Гаус (Гс). В зв'язку з тим, що ці одиниці в ряді документів на сьогодні ще зустрічаються доцільно надати їх співвідношення, яке наведено в таблиці 6.

Таблиця 6. Кількісні характеристики електричного і магнітного полів та одиниці вимірів в системі СІ.

№ п/п	Назва фізичної одиниці	Позначення	Одиниця виміру
1.	Частота	f	Герц (Гц)
2.	Різниця потенціалів, електрорушійна сила	U	Вольт (В)
3.	Електричний заряд	g	Кулон (К)
4.	Електроємність	C	Фарада (Ф)
5.	Напруженість магнітного поля	H	Ампер на метр (А/м)
6.	Електрична індукція	D	Кулон на квадратний метр (К/м ²)
7.	Відносна діелектрична проникливість	ϵ	
8.	Електрична стала	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12}$ (Ф/м)
9.	Сила електричного струму	I	Ампер (А)
10.	Густина електричного струму (поверхнева)	J	Ампер на квадратний метр (А/м ²)
11.	Магнітний потік	Φ	Вебер (Вб)-Вс
12.	Магнітна індукція	B	Тесла (Тл)
13.	Відносна магнітна проникливість середовища	μ	
14.	Магнітна стала	μ_0	$4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м

4. Загальна характеристика впливу на організм нітрозамінів по даним літератури та власних досліджень [7].

Нітрозаміни – це хімічний канцероген. Основним антропогенним джерелом надходження нітрозамінів (НА) в оточуюче середовище (повітря, ґрунт, вода) є такі галузі промисловості як хімічна, гумова, металургійна, металообробна, виробництво пестицидів, мінеральних добрив, аміаку, азотної кислоти, амінів та амінових кислот, лікарських препаратів, косметичних засобів нітрозаміни утворюються з попередників, таких як аміни, нітрити, нітрати, оксиди азоту. Ці сполуки за реакцією нітрузування легко переутворюються в стабільні НА, які в значних концентраціях присутні в природних умовах, і головним чином в атмосферному повітрі. Нітрозаміни широко розповсюджені в оточенні людини, особливо на прилеглих територіях гумової, металургійної, хімічної промисловості. Одиницею виміру НА в атмосферному повітрі є нг/м³. НА та їх попередник и до яких відносяться нітрозодиметаламін (НДМА), нітрозодістиламін (НДЕЛ) є канцерогенним для людини та всіх видів тварин. Ці сполуки викликають розвиток злоякісних

пухлин. основними органами – мішенями при цьому є печінка, різні відділи респіраторного тракту (легені, трахеї, носова порожнина) травхід та нирки.

Крім того вплив на організм людини та піддослідних тварин супроводжується суттєвими змінами з боку нервової, серцево-судинної, імунної, полової систем, а також рядом змін з боку біохімічних, гематологічних показників організму.

При поєднаній дії НА з магнітним полем 50 Гц зазначені зміни в організмі людини та тварин ускорюються та становляться більш виразними.

5. Методичні підходи до розробки заходів щодо мінімізації впливу на населення поєднаної дії магнітного поля 50 Гц та нітрозамінів.

З метою захисту населення від впливу електромагнітного поля промислової частоти (50 Гц рекомендується в місцях розміщення трас ЛЕП та інших електроенергетичних установок встановлювати санітарно-захисні зони.

Санітарно-захисною зоною для ПЛ вважається територія, де на висоті 1,8 м від

поверхні землі перевищуються гранично допустимі рівні електричного та магнітного поля, що наведені в таблицях 13.1; 13.2. Межі санітарно захисної зони в місцях проходження трас КЛ встановлюються за гранично допустимим рівнем магнітного поля – 1 мкТл на висоті 0,5 м над КЛ, тобто на межі санітарно-захисної зони рівень магнітного поля не повинен перевищувати 1 мкТл.

Санітарно-захисна зона для ПЛ та КЛ встановлюється у вигляді земельної ділянки, межі якої поширюються на обидві сторони від ПЛ або КЛ на певну відстань від проекції крайніх фазних проводів на землю, в перпендикулярному до напрямку трас ПЛ або КЛ. Для розрахунку цих зон рекомендується використовувати методику розрахунку та виміри електричного та магнітного поля, які викладені у ДСНІП 239-96 та нормативному документі [6].

Разом з переліченим необхідно звернути увагу на те, що на даний час визначення рівнів впливу окремих чинників навколишнього середовища стало недостатнім, так як в реальних умовах населення потрапляє

під вплив ряду факторів, в тому числі хімічних, фізичних та інших. В зв'язку з цим виникла нагальна необхідність у визначенні і нормуванні навантажень на населення комплексу факторів та у встановленні їх максимально допустимих значень.

При наявності кількох джерел впливу, в тому числі електромагнітних, хімічних, що мало місце в наших дослідженнях при вивченні поєднаної дії магнітного поля – 50 Гц та канцерогенних нітрозамінів, навантаження цих чинників на населення може бути визначено шляхом розрахунку кількісної міри, що виражається коефіцієнтом реального навантаження.

Коефіцієнт реального навантаження на межі санітарно-захисної зони визначається за формулою (3), яка входить до складу методичних рекомендацій «Вибір територій під розміщення промислового, житлового будівництва на основі визначення та гігієнічної оцінки реального навантаження на населення фізичних, хімічних факторів навколишнього середовища [8].

$$K_{реал} = \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{ГДР} \cdot [\%] \quad (3)$$

де $K_{реал}$ – коефіцієнт реального навантаження діючого фактору;

$ГДР$ – гранично допустимий рівень і-го інгредієнта, якщо сукупність їх володіє адитивним впливом;

U_i – значення і-го інгредієнта;

n – кількість інгредієнтів.

Гранично допустимі рівні (ГДР, ГДК) для населення цих чинників (інгредієнтів), що визначені на основі експериментальних біологічних досліджень з залученням наступних біологічних показників, які характеризують функціональний стан організму піддослідних тварин:

- обміну речовин (віст глюкози, білка, аспартаміно трансферази, аланіна, амінотрансферази, альбуміну, холестерину в сироватці крові, сечовини, краконіну, холінес-терина в сироватці крові, сечовини, креатеніну в тканині печінки та мозку, фонового спонтанного та залежного МДА в тканинах печінки та мозку;

- периферійної крові (кількісність лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів, гранулоцитів, еритроцитів);

- поведінкових реакцій (загальна горизонтальна активність – ЗГА, направлена інтегральна активність – ІГА піддослідних тварин);

- нітрозамінів були також використані фізичні, математичні методи досліджень.

На основі проведених досліджень були встановлені санітарно-захисні зони навколо трас повітряних та кабельних ліній електропередачі, а також визначено реальне навантаження електричного, магнітного поля 50 Гц та канцерогенних нітрозамінів на населення, що потрапляло під вплив цих чинників довкілля.

Визначення реального навантаження забезпечує вирішення наступних задач:

- оцінку стану навколишнього середовища з позиції впливу небезпечних факторів на здоров'я людини та встановлення максимально допустимих значень реального навантаження для населення;
- вивчення та оцінку здоров'я населення в залежності від стану навколишнього середовища;
- картографування забруднення навколишнього середовища населених місць з метою визначення місць для житлового та громадського будівництва;
- розробку прогнозів стану навколишнього середовища для перспективного розміщення житлової та іншої забудови;
- визначення спрямованості і черговості розробки комплексу заходів з охорони навколишнього середовища;
- визначення науково-обґрунтованих вимог до розміщення нових об'єктів, споруд в місцях проходження повітряних та кабельних високовольтних ЛЕП.

6. Методика визначення реального аерогенного навантаження канцерогенних речовин на населення [8].

Реальне аерогенне навантаження канцерогенних речовин, що створюється наявними в атмосферному повітрі хімічними канцерогенами, це є кількісна міра впливу цьо-

$$K_{\text{реал}} = 100 \left[\frac{C_{\text{ЖЗ}}}{\text{ПДК}_{\text{АВ}}} \cdot T_{\text{ЖЗ}} + \frac{C_{\text{ВЖ}}}{\text{ПДК}_{\text{АВ}}} \cdot T_{\text{ВЖ}} + \frac{C_{\text{РЗ}}}{\text{ПДК}_{\text{РВ}}} \cdot T_{\text{РЗ}} + \frac{C_{\text{ТР}}}{\text{ПДК}_{\text{АВ}}} \cdot T_{\text{ТР}} + \frac{C_{\text{ЗО}}}{\text{ПДК}_{\text{АВ}}} \cdot T_{\text{ЗО}} \right] \quad (4)$$

де $C_{\text{ЖЗ}}$; $C_{\text{ВЖ}}$; $C_{\text{РЗ}}$; $C_{\text{ТР}}$; $C_{\text{ЗО}}$ – відповідні середні концентрації канцерогенів у повітряному середовищі житлової зони населених місць, у внутрішніх приміщеннях, виробничі зони виробничих приміщеннях

7. Заходи щодо захисту населення від впливу електричного і магнітного поля.

З метою захисту населення від впливу ЕП та МП, що створюються повітряними та підземними кабельними лініями електропередачі встановлюються санітарно-захисні зони.

Санітарно-захисна зона встановлюється на території, де напруженість електричного поля (ЕП) перевищує 1 кВ/м на висоті

го фактору на населення, яка виражена у вигляді відношення реального рівня концентрації канцерогена до його гранично допустимої концентрації за добу.

Для визначення реального навантаження канцерогенних речовин, отриманих населенням із атмосферного повітря, необхідні відповідні натурні спостереження.

Визначення складу канцерогенних речовин у повітряному середовищі населених місць необхідно проводити за діючими Методичними документами. а саме «Методичні рекомендації по організації контролю за складом канцерогенних поліциклічних ароматичних вуглеводів в атмосферному повітрі населених місць». УССР: Київ: 1983.

Кількісним показником реального аерогенного навантаження канцерогенів на організм є коефіцієнт – $K_{\text{реал}}$.

Біологічним еквівалентом реального аерогенного навантаження канцерогенів, дія яких обумовлена сумациєю ефектів всіх складаючих величин, є сумарна доза, що надходить в органи дихання за добу.

Розрахунок $K_{\text{реал}}$ навантажених канцерогенів на людину з урахуванням надходження їх з забрудненням повітря в умовах міського, виробничого та побутового середовища проводиться за наступною формулою (4):

1,8 м, а магнітного поля (Н) – 1 мкТл на висоті 1,8 м під повітряною ЛЕП.

Санітарно-захисна зона для ПЛ встановлюється у вигляді земельної ділянки, межі якої регламентуються по обидві сторони від ПЛ та КЛ на певній відстані від проекції крайніх фазних проводів на землю, в перпендикулярному до ПЛ напрямку.

Санітарно-захисні зони для кабельних ліній встановлюються по ГДР магнітного поля – 1 мкТл на висоті 0,5 м над КЛ. Межі цих зон залежать від класу КЛ, способу її

прокладання, кількості кабелів, глибини і способу їх розміщення під землею. Санітарно-захисна зона встановлюється на території, де рівень МП перевищує відповідний ГДР – 1 мкТл на висоті 0,5 м над КЛ.

Після введення в дію КЛ межі санітарно-захисних зон уточнюються шляхом інструментальних вимірів.

Сільськогосподарські угіддя, що знаходяться в санітарно-захисних зонах ПЛ або КЛ можуть бути використані під вирощування сільськогосподарських культур, які не потребують довгострокової ручної обробки.

Машини і механізми на пневматичному ході, які знаходяться в санітарно-захисних зонах ПЛ повинні бути заземлені. Заземлювачем може бути металевий ланцюг, що з'єднаний з рамою або кузовом машини і торкається землі.

В санітарно-захисних зонах ПЛ напругою 750 кВ і вище при сільськогосподарських роботах повинні використовуватись машини та механізми з металевими кабінами, які екранують людину від дії електричного поля 50 Гц.

На території санітарно-захисних зон ПЛ напругою 750 кВ та вище забороняється проведення сільськогосподарських та інших робіт особам у віці до 18 років.

В санітарно-захисних зонах ПЛ та КЛ забороняється:

- а) будувати житлові, громадські та інші будинки;
- б) розташовувати автозаправні станції або сховища паливно-мастильних матеріалів;
- в) влаштовувати дитячі майданчики, спортивні майданчики для ігор, стадіони, ринки, зупинки громадського транспорту;
- г) розмішувати будь-які споруди і будинки в санітарно-захисних зонах ПЛ та КЛ напругою 110 кВ та вище, а також трансформаторні підстанції, розподільчі підстанції та пристрої всіх класів напруги.

Металевий дріт для підвішування винограду, хмелю тощо, який знаходиться в санітарно-захисних зонах ПЛ, рекомендується розташовувати перпендикулярно до вісі ПЛ. Кожен провідник повинен бути заземлений не менш, ніж у трьох точках. Опір заземлення не нормується.

При проведенні будівельно-монтажних робіт в санітарно-захисних зонах

ПЛ необхідно заземляти протяжні металеві об'єкти (трубопроводи, дроти ліній зв'язку та ін.) не менш, ніж у двох точках, а також на місці проведення робіт.

У місцях перетину автомобільних шляхів з ПЛ та КЛ напругою 110-330 кВ та вище повинні встановлюватись дорожні знаки, які забороняють зупинку транспорту в санітарно-захисних зонах цих ПЛ та КЛ.

При підготовці і виконанні сільськогосподарських та інших робіт поблизу ПЛ та КЛ особи, відповідальні за техніку безпеки, повинні інструктувати працюючих і забезпечувати виконання необхідних заходів щодо захисту від впливу ЕП та МП.

З метою мінімізації впливу на людей електричного та магнітного поля промислової частоти (50 Гц), що має місце на територіях металургійних, гумових, металообробних та інших подібних підприємств та на прилеглих до них територіях рекомендується проводити планову заміну високовольтних (35-330 кВ та вище) ЛЕП на кабельні ЛЕП, останні в меншій мірі є небезпечними для здоров'я людини. кабельні ЛЕП водночас не перевантажують території цих підприємств та населені місця своїм обладнанням (електричні опори та інші електроустановки).

Для зменшення впливу на населення нітрозамінів та інших хімічних чинників необхідно розробити та створити спеціальні технологічні системи, котрі повинні зменшувати викиди нітрозамінів та їх попередників в атмосферне повітря, а також необхідно посилити контроль за такого типу підприємств в частині захисту здоров'я населення від впливу зазначених хімічних чинників.

8. Вимоги до розміщення ПЛ, КЛ та трансформаторних підстанцій (ТП).

Розміщення та експлуатація електроенергетичних об'єктів, в тому числі ПЛ та ТП, повинно відповідати вимогам державним будівельним нормам та санітарним нормам і правилам.

У складі проекту будівництва об'єктів електричних мереж повинен бути розділ з оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) чинників, що створюються при експлуатації цих мереж, у якому повинна бути визначена можлива шкода заподіяна природному і соціальному середовищу в результаті спорудження електроенергетичного

об'єкта та повинні бути визначені наслідки цієї шкоди для природного середовища, життя, здоров'я людей, життя тварин і рослин.

В умовах ущільненої міської забудови, при якій зосереджена значна кількість інженерних і транспортних комунікацій, споруд, доріг, проїздів, зелених насаджень, з метою забезпечення більш якісного захисту населення від впливу електричного і магнітного поля, що створюється КЛ, рекомендується споруджувати КЛ в кабельній каналізації.

Кабельна лінія, що заводиться в житлові, громадські, лікувальні приміщення не повинна створювати перешкод для роботи електронного, в тому числі медичного обладнання та не повинна завдавати загрози для здоров'я людини.

На стадії проектування ПЛ і КЛ рівні електричного і магнітного поля визначаються розрахунковими методами. Ці роботи повинні виконуватися спеціалістами державних органів, установ, закладів, які мають право на проведення таких робіт.

Забороняється розміщувати підземну КЛ на території дитячих або спортивних майданчиків.

Дозволяється розміщення підземної КЛ на території населених місць під проїздною та пішохідною частинами вулиць, доріг та під майданчиками зі штучним покриттям при умові дотримання вимог правил влаштування електроустановок, правил охорони високовольтних електричних мереж та при умові дотримання санітарно-гігієнічних но-

рмативів на електричне та магнітне поле для населення [5;6].

Проектна документація щодо розміщення на території населених місць нових або реконструйованих ЛЕП підлягає обов'язковій державній санітарно-епідеміологічній експертизі.

Будівництво житлових, громадських, лікарняних, дитячих, шкільних будинків та інших споруд в місцях проходження трас ЛЕП 35 кВ та вище здійснюється тільки після отримання позитивного Висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи на проект будівництва.

У громадських будинках та спорудах іншого призначення, як виняток, в житлових будинках, дозволяється розташовувати вбудовані та прибудовані ТП з використанням сухих трансформаторів за узгодженням з органами державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України. Ці ТП не повинні розміщуватися під, над і безпосередньо примикати до житлових приміщень. При розміщенні вбудованих та прибудованих ТП повинні бути виконані вимоги ДСНіП 239-96, нормативів шуму СН 3077-84 [15], ДСН 3.3.6.037-99 [14] і вібрації СН 1304-75, ДСН 3.3.6.039-99 в залежності від призначення приміщень та вимоги щодо регламентації електричних, магнітних полів в населених місцях.

Проектовані та реконструйовані повітряні лінії електропередачі напругою 750 кВ і вище потрібно розміщувати за межами населених пунктів або проводити їх заміну на підземні кабельні лінії.

Висновки

1. В умовах населених місць основними джерелами електромагнітного поля промислової частоти (50 Гц), з точки зору його впливу на населення, є високовольтні 110-750 кВ лінії електропередачі та відкриті розподільні пристрої і трансформаторні підстанції.

2. Рівень магнітного поля при віддаленні від ЛЕП знижується за законом близьким до експоненційного, він залежить від напруги фазового струму, габаритів ЛЕП, відстані від струмонесучих дротів і коливається в межах:

- для ЛЕП 110 кВ від 10,87 до 0,03 мкТл на відстані 0-10 м;
- для ЛЕП 330 кВ від 16,20 до 1,66 мкТл на відстані 0-20 м;
- для ЛЕП 550 кВ від 33,65 до 1,66 мкТл на відстані 0-30 м.

3. Аналіз даних літератури та власних досліджень показав, що основними джерелами надходження нітрозамінів та їх попередників в навколишнє середовище є хімічна, металургійна, металообробна промисловість, а також викиди автотранспорту. Попередниками нітрозамінів є похідні азотистої кислоти: No , No_2 , N_2O_5 , які в значних концентраціях присутні в

природних умовах і, перед усім, в атмосферному повітрі. Їх концентрація, зазвичай, не перевищує гранично допустимих значень.

4. Встановлено, що населення великих міст, в тому числі м. Києва знаходиться під впливом нітрозамінів, які знаходяться в атмосферному та житловому повітря. До організму вони надходять пероральним та інгаляційним шляхом.

5. Доведено, що формування канцерогенного навантаження на населення відбувається як за рахунок зовнішнього забруднення (повітря, ґрунт, вода, продукти харчування), так і в результаті ендogenousого їх синтезу з їжею, лікарняних препаратів, тощо.

6. За результати огляду літератури та власних досліджень встановлено, що населення, особливо великих міст, постійно потрапляє, під вплив магнітного поля частотою 50 Гц та нітрозамінів. Обидва чинники є канцерогенними. В зв'язку з цим виникло питання щодо необхідності експериментального вивчення поєднаної дії цих чинників.

7. Обраний комплекс експериментальних досліджень, направлений на виявлення особливостей біологічної дії МП 50 Гц хімічних факторів (тетрациклін у дозі 20 мг/кг + нітрит натрію у дозі 100 мг/кг) в умовах хронічного експерименту показав, що зі збільшенням терміну дії на організм цих чинників зсуви біохімічних показників мали стійкі статистично достовірні значення. Це, в свою чергу, свідчить про дозо-часову залежність змін біохімічних показників при ізольованій та поєднаній дії досліджуваних факторів. Встановлено, що формування реакцій відповіді організму на ізольований вплив магнітного навантаження та ізольований вплив канцерогенного фактору проявляється напруженням компенсаторно-приспосувальних механізмів в залежності від часу дії факторів.

8. Гематологічні дослідження виявили якісні та кількісні зміни лейкоцитарних та еритроцитарних клітин. Встановлено, що характер і вираженість їх ефектів залежали від діючого фактору, його рівня та часу впливу. З підвищенням навантаження магнітного поля, зміни досліджених показників стають більш вираженими. Найвиразніші зміни спостерігаються в групах тварин, які зазнавали сумісного впливу досліджуваних факторів. При цьому виявлено поступове підвищення кількості лімфоцитів протягом експерименту, в зв'язку з цим можна припустити, що в даному разі відбувається посилення регенераторних процесів в популяції лімфоцитів та активація імунної системи на дію пошкоджуючого фактору, що може привести до вичерпування компенсаторних механізмів та до розвитку патології.

9. Проведені експериментальні дослідження ранніх реакцій організму за показниками ендogenousого синтезу НА та генотоксичного ефекту (мікроядерний тест) у кістковому мозку при поєднаній дії попередників синтезу НА та ЕМП в умовах субхронічного досліду на білих аутбредних щурах показали, що за перорального введення білим аутбредним щурам попередників синтезу нітрозамінів (нітриту натрію та тетрацикліну) ізольовано та у поєднанні із впливом магнітного поля промислової частоти 50 Гц в органах експериментальних тварин (печінка, нирки) ідентифіковано НА ендogenousого походження, що підтверджується відсутністю їх у тварин контрольної групи та після припинення введення попередників. При цьому встановлено, що:

- кількість ендogenousих НА у печінці щурів за поєднаної дії попередників та ЕМП суттєво не відрізнялася від величини цього показника у щурів за умови ізольованого введення попередників, на відміну від нирок, де виявлено зниження їх вмісту за поєднаного впливу;
- наявність клітин з мікроядрами у кістковому мозку спостерігалася у щурів усіх груп. Найнижчі показники (спонтанний рівень) виявлено у щурів інтактної групи. Дещо більша кількість мікроядерних клітин порівняно з контрольною групою спостерігалася у щурів за умов ізольованої дії попередників синтезу НА та ізольованого впливу ЕМП;
- за поєднаної дії досліджуваних факторів встановлено тенденцію до зростання генотоксичного ефекту, що проявилася збільшенням кількості клітин з мікроядрами у кістковому мозку щурів.

10. Результати проведених досліджень показали, що поєднана дія магнітного поля – 50 Гц та нітрозамінів у піддослідних тварин може викликати рак печінки, нирок. Отже з метою профілактики цього захворювання необхідно розробити санітарно-гігієнічні, інженерно-

технологічні заходи щодо мінімізації впливу на населення поєднаної дії магнітного поля – 50 Гц та нітрозамінів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields / National Academy of Science // National Research Council. Washington, DC, National Academy Press, 1996.
2. Гігієнічна оцінка пріоритетних чинників, що виникають при експлуатації кабельних ліній електропередачі та наукове обґрунтування вимог до їх безпеки в умовах сучасної міської забудови. Звіт ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», 2013. К., 176 с..
3. Литвиченко О.М. Наукові снви охорони повітряного середовища від забруднення канцерогенними N-нітрозамінами та попередження онкогенного ризику для населення : автореф. дис. ... докт. біол. наук. К., 1999. 35 с.
4. Державні санітарні норми и правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань : ДСНіП ІТ 239-96. К., 1996. 28 с.
5. Нормативний документ СОУ-ННН 20.179; 2008, Міністерство палива та енергетики України. К., 2008. 24 с.
6. Черниченко І.О., Першегуба Я.В., Литвиченко О.М. Гігієнічна оцінка канцерогенного ризику при комплексному надходженні хімічних речовин до організму. // Довкілля та здоров'я. К., 2010. №2 (53). С. 70-74.
7. Методичні рекомендації по організації контролю за складом канцерогенних поліциклічних ароматичних вуглеводів в атмосферному повітрі населених місць. УССР: К., 1983.
8. Методические рекомендации «Выбор территории по размещению промышленного и жилищного строительства на основе определения и гигиенической оценке реальных нагрузок на население физических и аэрогенных химических факторов окружающей среды». К., 1990.

ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВЛИЯНИЯ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ – 50 ГЦ И НИТРОЗАМИНОВ (НА)

*Черниченко И.А., Думанский В.Ю., Никитина Н.Г., Сердюк С.А.,
Соверткова Л.С., Баленко, Н.В., Литвиченко О.Н., Томашевская Л.А., Григоренко Л.С.,
Биткин С.В., Думанский Ю.Д., Безверхая А.П.*

Объект исследований: магнитное поле промышленной частоты (50 Гц), канцерогенные вещества (нитрозамины).

Цель работы состоит с определения особенностей и критериальных показателей функциональных изменений в организме при действии магнитного поля – 50 Гц на фоне разного уровня нагрузки химических канцерогенов.

Методы исследований: расчётные, инструментальные, математические, токсикологические, физиологические, иммунологические, биохимические, гематологические.

Впервые дана санитарно-гигиеническая характеристика условий, при которых население подвергается влиянию совместного действия магнитного поля и нитрозаминов. Показано, что магнитное поле – 50 Гц и нитроамины относятся к канцерогенно-опасным факторам окружающей среды и характеризуются иммуннодепрессивным характером нарушением иммунной системы, общетоксическим действием на организм человека и подопытных животных.

По результатам исследований подготовлено: обзор литературы относительно влияния на организм человека и подопытных животных магнитного поля – 50 Гц и нитроаминов, установлены основные источники этих факторов, методы их определения в окружаю-

щей 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 NITROSAMINS (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-