

# DETERMINATION OF THE CONTRIBUTION OF A SUBWAY INTO A TOTAL ACOUSTIC LOAD OF THE POPULATION BY MEANS OF THE CALCULATION OF NOISE ENERGY TOTAL DOSE

Semashko P.V., Shkuro V.V., Ocheretiana A.V.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВНЕСКУ МЕТРОПОЛІТЕНУ У СУМАРНЕ АКУСТИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ШЛЯХОМ РОЗРАХУНКУ СУМАРНОЇ ДОЗИ ЗВУКОВОЇ ЕНЕРГІЇ

# В

ростання площ населених пунктів призводить до збільшення часу перебування людини у громадському транспорті. Одним з головних видів міського громадського транспорту є метрополітен. На його частку припадає близько 60% загального обсягу міських пасажирських перевезень. Добовий обсяг перевезення пасажирів у великих містах СНГ дорівнює приблизно 1,5-2 млн. Наприклад, за даними комунального підприємства "Київський метрополітен", середньодобовий обсяг перевезень у 2012 році дорівнює 1,5 млн., у Москві — 9,5 млн., у такому мегаполісі, як Нью-Йорк середньодобовий обсяг перевезень дорівнює 30 млн. [1-3].

Серед багатьох фізичних чинників, діючих на організм людини під час поїздок у мет-

рополітені, найбільш виражені такі фізичні фактори, як шум та вібрація. Так, за даними літератури [4-5], загальний рівень звуку у вагоні метрополітену дорівнює 80-85 дБА.

Багатьма попередніми дослідниками (Сидоренко Ж.Г., 1984; Олешкевич Л.А., 1985; Шабуніна Н.Д., 1989) встановлено негативний вплив короткочасних шумів з рівнями 70-85 дБА на процеси прийому, збереження, переробки та передачі інформації. Було доведено, що шуми з такими рівнями заважають спілкуванню (тест на розбірливість слів), зосередженню (коректурна проба та вирішення простих арифметичних завдань), погіршують короткострокову пам'ять (запам'ятовування груп слів та чисел), підвищують рівні адреналіну, норадреналіну та катехоламінів у крові та сечі, тимчасово збільшують поріг слухової чутливості та підвищують артеріальний тиск, погіршують самопочуття та викликають відчуття втоми, яке у разі тривалого впливу протягом місяців та років має велике значення у розвитку хронічної перевтоми.

Сучасні дослідження підтверджують важливість визначення впливу шуму метрополітену на здоров'я людини [4-7].

Враховуючи стресовий механізм впливу шуму на людину, який передбачає і гормональну перебудову в організмі, яка потребує певного часу, цілком логічно припустити, що всі ці прояви впливу шуму на людину залежать саме від сумарного навантаження, яке людина отримує на роботі, у побуті, на транспорті та на вулиці.

Між тим, аналіз досліджень, присвячених питанню "доза — відгук" під час визначення довготривалого впливу шуму, свідчить про те, що нині враховують лише побутову або виробничу складову навантаження [8-10].

**СЕМАШКО П.В.,  
ШКУРО В.В.,  
ОЧЕРЕТЯНА Г.В.**  
ДУ "Інститут гігієни  
та медичної екології  
ім. О.М. Марзєєва  
НАМН України",  
м. Київ

УДК 613.164:613.644:628.517

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВКЛАДА МЕТРОПОЛИТЕНА В СУММАРНУЮ АКУСТИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ НАСЕЛЕНИЯ ПУТЕМ РАСЧЕТА СУММАРНОЙ ДОЗЫ ЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ**

**Семашко П.В., Шкуро В.В., Очеретяная А.В.**

**Целью** исследований было определение суммарной акустической нагрузки населения, формирующейся в быту, на производстве и при проезде в метрополитене, а также определение вклада отдельных компонентов в ее формирование.

**Методики:** измерения эквивалентных и максимальных уровней звуков, расчеты доз акустической энергии.

**Результаты.** Установлено, что суммарная дневная акустическая нагрузка населения равна  $0,765 \text{ Па}^2 \cdot \text{ч}$ . Вклад метрополитена при этом составляет 39,8%, быта (дневное время) — 18,4%, производства — 41,8%.

**Выводы.** Акустическая нагрузка, которую население получает в метрополитене (приблизительно за полчаса), больше нагрузки, получаемой человеком за день в условиях быта, и приблизительно равна нагрузке для условий шумного производства. При принятии решений по снижению суммарной акустической нагрузки населения, а также в исследованиях по определению влияния шума на здоровье (определении зависимости "доза — эффект") обязательно нужно учитывать вклад транспортного компонента (метрополитена).

**Ключевые слова:** метрополитен, уровни шума, суммарная дневная доза звуковой энергии, формирование дозы звуковой энергии.

© Семашко П.В., Шкуро В.В., Очеретяна Г.В.  
СТАТТЯ, 2013.

**DETERMINATION OF THE CONTRIBUTION OF A SUBWAY INTO A TOTAL ACOUSTIC LOAD OF THE POPULATION BY MEANS OF THE CALCULATION OF NOISE ENERGY TOTAL DOSE**  
**Semashko P.V., Shkuro V.V., Ocheretiana A.V.**

The objective of the investigations was to ascertain a total acoustic load of the population formed in life, in production and at the journey in a subway, and also to determine a contribution of the separate components in its formation.

**Methodologies:** measurements of the equivalent and maximum levels of the sounds, calculations of the acoustic energy doses.

**Results.** It was established that a total daily acoustic load of the population was equal to 0,765 Pa<sup>2</sup>·h. A contribution of a subway makes

up 39,8%, contribution of life (day time) — 18,4%, production 41,8%.

**Conclusions.** Acoustic load obtained by the population in a subway (approximately for 0.5 hour) is more than a load obtained by a human under conditions of life during a day and is about a load under conditions of noisy production. At making a decision on the decrease of the total acoustic load of the population and also in the investigations for the determination of noise impact on the health (determination of dose - effect dependence) it is necessary to take into account a contribution of the transport component (subway).

**Keywords:** subway, noise levels, total noise energy daily dose, formation of noise energy dose.

Так, згідно з [10] під час оцінки акустичного стану території житлових будинків рекомендуються такі критерії оцінки, як Lden, Ldn, Lday, Lnight. Ці критерії рекомендується використовувати для встановлення залежностей "доза — відгук" у разі довготривалих впливів шуму на населення. Слід також зазначити, що реєстрація цих критеріїв здійснюється в одній точці на території поблизу місця проживання, а людина при цьому протягом доби, дня або ночі може перебувати де завгодно. Крім того, добові критерії Lden, Ldn не враховують різну біологічну ефективність шуму залежно від фізіологічної активності, пов'язану з часом доби.

У зв'язку з наведеним вище виникає закономірний інтерес до визначення сумарного акустичного навантаження за певний час (день, ніч, добу...) та внеску окремих компонентів у його формування. Якщо кількісній оцінці цього навантаження в умовах виробництва та побуту приділялась увага [11-12], то для транспортного компонента це питання залишається відкритим. На сьогодні не з'ясовано, чи варто враховувати транспортний компонент акустичного навантаження в управлінні ризиками впливу шуму на здоров'я людини.

Враховуючи сказане вище, **метою** цих досліджень було визначення внеску метрополітену у формування сумарного добового навантаження, яке людина отримує (у побуті, на виробництві та під час користування метрополітеном).

Для досягнення даної мети необхідно було вирішити такі основні завдання: визначити середній час перебування на

ескалаторі, на пероні та середні еквівалентні рівні звуку за цей час; визначити середній час перебування у вагоні під час проїзду між двома станціями та середні еквівалентні рівні звуку у вагоні потягу у тунелі (з відчиненими та зачиненими вікнами) залежно від кількості станцій; визначити середні еквівалентні рівні звуку у вагоні під час руху потягу на поверхні (з відчиненими та зачиненими вікнами); визначити сумарне акустичне навантаження, яке людина отримує під час користування метрополітеном, та внесок окремих компонентів у його формування; порівняти навантаження, яке людина отримує, користуючись метрополітеном, з нормативними навантаженнями для умов виробництва і побуту та з нормативними навантаженнями для умов виробництва і реальним навантаженням у побуті.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили у Київ-

ському метрополітені (Святошинсько-Броварська лінія) у теплий та холодний періоди року. При визначенні навантаження враховували проїзд між 9 станціями (5 станцій розташовано у тунелі, 4 — на поверхні). Дана кількість станцій становить 50% усіх станцій цієї лінії. У процесі розрахунків ми враховували, що акустичне навантаження людини під час користування метрополітеном складається з таких основних компонентів: акустичне навантаження, яке людина отримує на ескалаторах; акустичне навантаження, яке людина отримує на перонах у тунелі; акустичне навантаження, яке людина отримує на перонах, розташованих на поверхні; акустичне навантаження, яке людина отримує у вагонах метрополітену під час руху у тунелі; акустичне навантаження, яке людина отримує у вагонах метрополітену під час руху на поверхні. Розраховуючи навантаження у метрополітені,

Таблиця

**Результати визначення часу впливу та еквівалентних рівнів у метрополітені**

Розташування людини	Середній час впливу, с		Середній LAекв. за час впливу, дБА	
	М	± m	М	± m
Ескалатор	152,9	11,3	75,6	0,5
Перон	105,3	6,7	83,5	1,4
Вагон, тунель, вікна зачинені (один перегін)	151,8	8,4	84,2	0,8
Вагон, тунель, вікна відчинені (один перегін)	157,7	7,4	92,2	0,8
Вагон, поверхня, вікна зачинені (один перегін)	144,8	10,1	76,4	0,7
Вагон, поверхня, вікна відчинені (один перегін)	150,3	10,3	81,4	0,7

*Примітка: Еквівалентний рівень звуку у вагоні під час руху, виміряний за сумарний час впливу, який включав розгін, гальмування та оголошення.*

обов'язково враховували те, що інтенсивність руху поїздів та їхня швидкість залежать від часу доби (години пік), а також те, що поїздки здійснюються протягом доби, як мінімум, в обидва кінці, і те, що рівні звуку у вагонах залежать від пори року (з

відчиненими та зачиненими вікнами вагонів).

Загальна формула розрахунку дози акустичного навантаження:

$$D_{sum} = \sum_{i=1}^n p_i^2 \times t_i$$

Рисунок 1

**Акустичне навантаження під час проїзду у метрополітені (D=0,304 Па<sup>2</sup>· год.). Старі вагони, вікна відчинені**

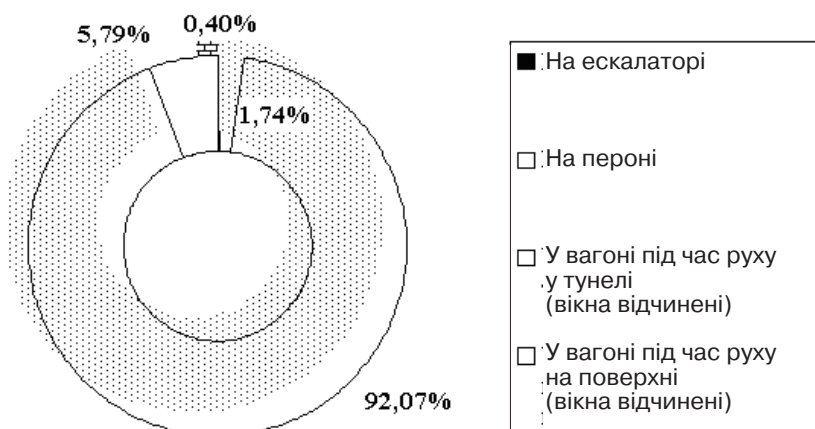


Рисунок 2

**Акустичне навантаження під час проїзду у метрополітені (D=0,056 Па<sup>2</sup>· год.). Старі вагони, вікна зачинені**

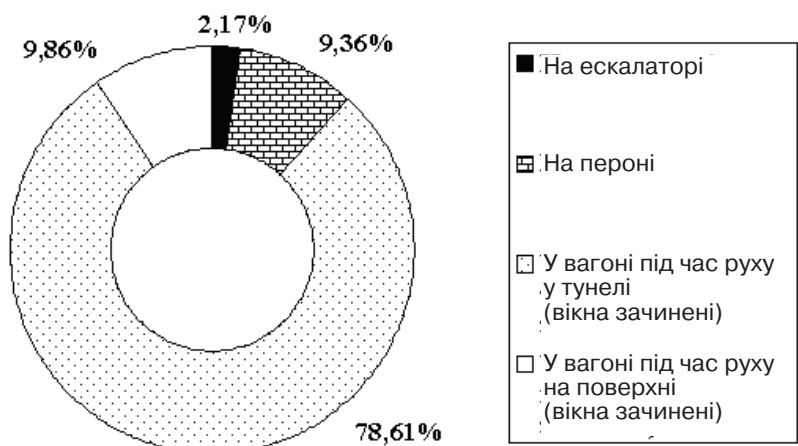
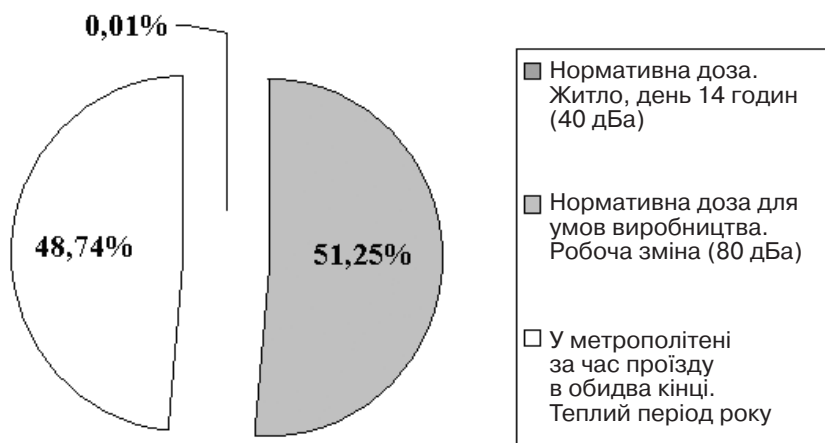


Рисунок 3

**Порівняння акустичного навантаження у метрополітені з нормативними навантаженнями у побуті та на виробництві (теплий період року, D<sub>сум.</sub>=0,624 Па<sup>2</sup>· год.)**



де  $p_i$  — звукові тиски (Па), що відповідають середнім еквівалентним рівням звуку на ескалаторі, на перонах (з відчиненими та зачиненими вікнами вагонів), у вагонах метро (у тунелях та на поверхні);  $t_i$  — час впливу (години) звукових тисків  $p_i$ ;  $n$  — загальне число періодів впливу.

Результати проведених акустичних досліджень у метрополітені представлено у таблиці.

Результати розрахунків акустичного навантаження, яке людина отримує у метрополітені, подано на рис. 1 та 2.

З отриманих результатів, представлених на рис. 1, видно, що найбільший внесок в акустичне навантаження людини під час проїзду у метрополітені у теплий період року (0,304 Па<sup>2</sup>· год.) вносить поїздка у вагоні під час руху у тунелі (92,07%), найменший — під час користування ескалатором (0,4%); у вагоні, який рухається на поверхні, цей внесок становить 5,8%, а під час очікування поїзда на пероні — 1,74%.

Результати, представлені на рис. 2, доводять, що найбільший внесок в акустичне навантаження людини під час проїзду у метрополітені у холодний період року (0,056 Па<sup>2</sup>· год.) робить поїздка у вагоні під час руху у тунелі (78,6%), найменший — на ескалаторі (2,1%). У вагоні, який рухається на поверхні, цей внесок становить 9,86%, а під час очікування поїзда на пероні — 9,4%.

Для доказовості важливості внеску метрополітену у сумарне денне навантаження ми порівняли акустичне навантаження, яке людина отримує у метрополітені, з нормативними навантаженнями у побуті та на виробництві. Результати представлено на рис. 3 та 4.

Як бачимо, результати, наведені на рис. 3, показують, що акустичне навантаження, яке людина отримує під час користування метрополітеном у теплий період року (47,9%), значно перевищують нормативне акустичне навантаження для побуту (0,01%) та приблизно дорівнює навантаженню в умовах шумного виробництва (52%).

Результати, наведені на рис. 4, показують, що акустичне навантаження, яке людина отримує під час користування метрополітеном у холодний період року (15%), значно пе-



ревищують нормативне акустичне навантаження для побуту (0,01%) та менші, ніж навантаження для умов шумного виробництва (майже 85%).

З представлених на рис. 5 результатів бачимо, що внесок метрополітену у сумарне денне акустичне навантаження, яке складається з реального акустичного навантаження у побуті [12], нормативного для умов шумного виробництва та навантаження у метрополітені (9 станцій), у теплий період року дорівнює 39,8%. Водночас, цей внесок для побуту становить 18,4%, а для умов шумного виробництва — 41,8%.

#### Висновки

Вперше встановлено акустичне навантаження, яке населення може отримувати під час поїздки у метрополітені у теплий період року, і внесок окремих компонентів у його формування ( $D_{\text{метро}} = 0,304 \text{ Па}^2 \cdot \text{год.}$ ; на ескалаторі

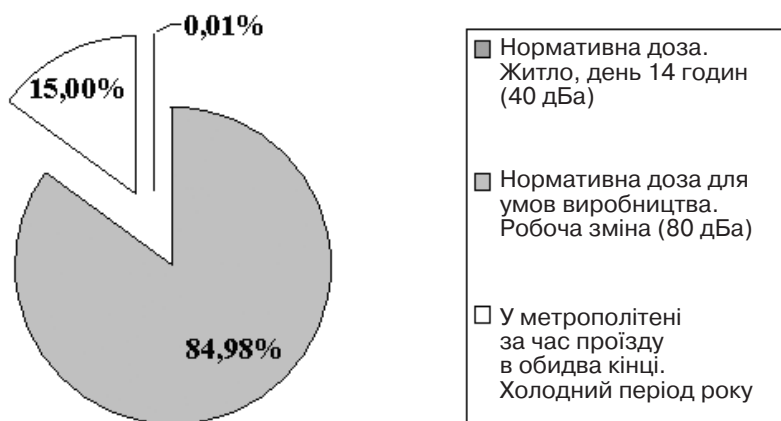
— 0,4%, на пероні — 1,7%, у вагоні (тунель, вікна відчинені) — 92,1%, у вагоні (поверхня, вікна відчинені) — 5,8%).

Вперше встановлено акустичне навантаження, яке населення може отримувати під час поїздки у метрополітені у холодний період року, і внесок окремих компонентів у його формування ( $D_{\text{сум.}} = 0,056 \text{ Па}^2 \cdot \text{год.}$ ; на ескалаторі — 2,2%, на пероні — 9,4%, у вагоні (тунель, вікна відчинені) — 78,6%, у вагоні (поверхня, вікна відчинені) — 9,9%).

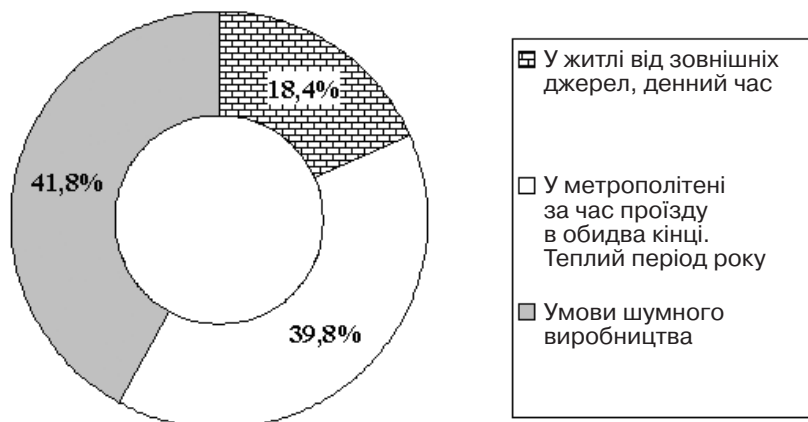
Вперше **встановлено денне сумарне акустичне навантаження** населення з урахуванням метрополітену і внесок окремих компонентів в її формування ( $D_{\text{сум.}} = 0,765 \text{ Па}^2 \cdot \text{год.}$ ; 39,8% — метрополітен, вікна відчинені, 18,4% — побут (денний час), 41,8% — виробництво).

Таким чином, показано, що акустичне навантаження, яке

**Рисунок 4**  
**Порівняння акустичного навантаження у метрополітені з нормативними навантаженнями у побуті та на виробництві (холодний період року,  $D_{\text{сум.}} = 0,376 \text{ Па}^2 \cdot \text{год.}$ )**



**Рисунок 5**  
**Порівняння реальних акустичних навантажень протягом денного часу доби у побуті, у метрополітені та на виробництві ( $D_{\text{сум.}} = 0,765 \text{ Па}^2 \cdot \text{год.}$ )**



населення отримує у метрополітені (приблизно за півгодини), більше за те, яке людина отримує за день у побуті, та приблизно дорівнює дозі для умов шумного виробництва за зміну.

При порівнянні внесків реального акустичного навантаження, яке населення може отримувати у теплий період у метрополітені, з нормативними навантаженнями для умов виробництва та побуту встановлено, що внесок метрополітену дорівнює 47,9%, побуту — 0,01%, шумного виробництва — 52%. Сумарне денне акустичне навантаження при цьому дорівнює  $0,624 \text{ Па}^2 \cdot \text{год.}$

Враховуючи значний внесок метрополітену у сумарне денне навантаження населення, можна зробити висновок про те, що під час прийняття рішень зі зниження цього навантаження, а також у дослідженнях з визначення впливу шуму на здоров'я населення (визначення залежності "доза — відгук") обов'язково треба враховувати транспортний компонент (метрополітен).

Для зменшення акустичного навантаження населення під час користування метрополітеном можна рекомендувати такі заходи: застосування звукопоглинального облицювання захисних конструкцій ескалаторів, підземних вестибюлів та перонів метрополітену; вікна вагонів мають бути глухими з більшою звукоізоляційною спроможністю; вентиляція вагонів метрополітену має бути припливно-витяжною з механічним спонуканням, з застосуванням глушників шуму.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Київський метрополітен [Електронний ресурс]. — Режим доступу — <http://www.metro.kiev.ua/>.

2. Московский метрополитен [Электронный ресурс]. — Ре-

жим доступа — <http://uk.wikipedia.org/wiki>.

3. Нью-Йоркский метрополитен [Электронный ресурс] — Режим доступа — <http://ru.wikipedia.org/>.

4. Pilot Survey of Subway and Bus Stop Noise Levels / R.R.M. Gershon, R. Neitzel, M.A. Barreira, M. Akram; Department of Sociomedical Sciences, Columbia University, Mailman School of Public Health. — New York, 2006.

5. Health and safety hazards associated with subways: a review / R.R.M. Gershon, K.A. Qureshi, M.A. Barrera et al. // J. Urban Health. — 2005. — Vol. 82. — P. 10-20.

6. Smith A. The fifteenth most serious health problem in the WHO perspective. Presentation to IFHOH World Congress, Helsinki, July 2004 [Электронный ресурс]. — Available: [http://www.kuuhonhultolitto.fi/tiedoston\\_katsominen.php?dok\\_id=150](http://www.kuuhonhultolitto.fi/tiedoston_katsominen.php?dok_id=150).

7. Vallet M. Effects of noise on health / M. Valet // Environmental Urban Noise / ed. A. Garcia. — Southampton, UK: WIT, 2001. — P. 63-109.

8. Night noise guidelines for Europe [Электронный ресурс] / WHO. — Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2009. — Режим доступа. — [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf), accessed 7 October 2010).

9. Guidelines for community noise [Электронный ресурс] / WHO. — Geneva: WHO, 1999. — Режим доступа — <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>, accessed 21 July 2010.

10. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise // Official Journal of the European Communities. — 2002. — L 189. — P. 12-25.

11. Суворов Г.А. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций / Г.А. Суворов, Л.И. Шкаринов, Э.И. Денисов. — М.: Медицина, 1984. — 239 с.

12. Семашко П.В. Наукові основи формування акустичного стану житлових приміщень, гігієнічна оцінка та профілактика його порушень: автореф. дис.: спец. 14.02.01 — Гігієна та професійна патологія / П.В. Семашко. — К., 2011. — 40 с.

Надійшла до редакції 14.08.2012.

## BIOCHEMICAL PARAMETERS OF AMNIOTIC FLUID AS INDICATORS THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE PROCESS OF REPRODUCTION

Tomashevskaya L.A., Kravchun T.E., Andrienko L.G.

### БІОХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ АМНІОТИЧНОЇ РІДИНИ ЯК ПОКАЗНИК ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ДОВКІЛЛЯ НА ПРОЦЕСИ ВІДТВОРЕННЯ



ТОМАШЕВСЬКА Л.А.,  
КРАВЧУН Т.Є.,  
АНДРІЄНКО Л.Г.

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

УДК 613.632.3:648.2-577.1

наш час серед глобальних забруднювачів довкілля важливе місце посідають хімічні та фізичні чинники. Основним хімічним фактором забруднення питної води є хлороформ як індикатор усієї групи галогеновмісних сполук, що утворюються у процесі хлорування природних вод джерел водопостачання. А сучасний розвиток і використання електромагнітного випромінювання (ЕМВ) в усіх сферах життєдіяльності людини зумовив виникнення нового несприятливого фізичного фактора — електромагнітного забруднення довкілля. В умовах прогресуючого техногенного забруд-

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АМНИОТИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОЦЕССЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА**  
**Томашевская Л.А., Кравчун Т.Е., Андриенко Л.Г.**

**Цель:** определение особенностей изменений биохимических показателей амниотической жидкости при комбинированном действии хлороформа и электромагнитного излучения на самок крыс для оценки влияния на репродуктивную функцию.

**Материалы и методы.** Эксперимент проведен на самках, которых в предимплантационный период подвергали сочетанному действию ЭМИ и хлороформа. В амниотической жидкости на 20-й день беременности исследовали биохимические показатели.

**Результаты.** Выявлено снижение содержания белка и мочевины, пониженный уровень глюкозы и активности щелочной фосфатазы. Такое напряжение функционального состояния амниотической жидкости может оказывать влияние на антенатальное развитие плода. Амниотическая жидкость является информативным показателем плодово-материнских отношений в пренатальном онтогенезе. Проведенные исследования показали, что уровень биохимического состава амниотической жидкости позволяет определить нарушения формирования метаболических путей в единой системе "мать — амниотическая жидкость — плод" под влиянием вредных факторов окружающей среды, оценить степень неблагоприятного воздействия на процессы воспроизводства и прогнозировать вероятность отдаленных последствий. Кроме того, полученные результаты показали, что эмбриотоксический эффект проявляется при комбинированном действии ЭМИ и хлороформа в предимплантационный период. Такой подход приобретает особое значение при установлении безопасных уровней воздействия факторов в краткосрочных экспериментах.

© Томашевська Л.А., Кравчун Т.Є., Андрієнко Л.Г.  
СТАТТЯ, 2013.