

ENVIRONMENT & HEALTH

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ З ПРОБЛЕМ МЕДИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ГІГІЄНИ,
ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я № 3 (88), 2018

Видання журналу частково підтримується грантом Американського національного інституту здоров'я Міжнародного центру Фогарті та Іллінойським університетом у Чикаго

**Засновник: Державна установа
«Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України»**



Журнал зареєстровано як друкований засіб масової інформації Міносвіти України (Свідоцтво: серія KB № 22556-12456 ПР). Видається з серпня 1996 року.

Журнал зареєстровано як наукове фахове видання
(наказ Міністерства освіти і науки № 996 від 11.07.2017 р.
(медичні та біологічні науки),

в якому публікуються результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів у галузі біологічних та медичних наук.

**Рекомендовано Вченою радою Державної установи
«Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України»**
(протокол № 15 від 20.06.2018 р.).

ШЕФ-РЕДАКТОР: Андрій СЕРДЮК

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ: Булич Є. (Польща), Гончарук В.В., Григорчук Д. (США), Дардинська І. (США), Кімура Шизо (Японія), Литвиченко О.М. (секретар), Муравов І. (Польща), Полька Н.С., Сердюк А.М. (голова), Сичик С.І. (Білорусь), Соболев М. (Швеція), Трахтенберг І.М., Черниченко І.О. (наук. редактор), Чирков С.М., Шевчук Л.М. (Білорусь)

РЕДАКЦІЙНА РАДА: Антомонов М.Ю., Бардов В.Г., Бердник О.В., Бузинний М.Г., Гаркавий С.І., Гозак С.Б., Гульчій О.П., Думанський Ю.Д., Корзун В.Н., Прокопов В.О., Томашевська Л.А., Яворовський О.П.

Літературний редактор: Лантрат В.М. Макет та художньо-технічне редагування: Чирков С.М.
Передполіграфічна підготовка:
Фірма «Деркул» 01042, Київ, вул. Чигоріна, 12.

Підписано до друку 31.08.2018 р. Формат 60x84/8. Друк офсетний. Тираж 300 прим.

**Адреса редакції: 02094, Київ, вул. Попудренка, 50.
Тел.: (044) 559-73-73. www.dovkil-zdorov.kiev.ua**

У разі передруку матеріалів посилання на журнал «Довкілля та здоров'я» обов'язкове.

Надруковано у типографії Видавничого дому «Аванпост-прим», м. Київ, вул. Сурикова, 3.

ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я № 3 (88) 2018

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ З ПРОБЛЕМ МЕДИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ГІГІЄНИ,
ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ FUNDAMENTAL INVESTIGATIONS

**АНДРУЩЕНКО Т.А., ГОНЧАРОВ С.В.,
ДОСЕНКО В.Є.**

Пошук генетичних маркерів розвитку
бронхолегеневої патології – вивчення
поліморфізму *MLH1* (rs1799977) репарації
«невідповідностей» ДНК

4

**ANDRUSHCHENKO T.A., GONCHAROV S.V.,
DOSENKO V.E.**

The search for genetic markers in the
development of bronchopulmonary pathology –
the study of *MLH1* (rs1799977) polymorphism
of the reparation of DNA «Mismatches»

4

**БАЛЕНКО Н.В., ГРИГОРЕНКО Л.Є.,
ДУМАНСЬКИЙ Ю.Д., СОВЕРТКОВА Л.С.,
СЕРДЮК Є.А.**

Імунологічні ефекти як критерій канцерогенної
небезпеки поєднаного впливу ендогенних
нітрозамінів та магнітного поля
промислової частоти

8

**BALENKO N.V., HRYHORENKO L.H.,
DUMANSKYI Yu.D., SOVERTKOVA L.S.,
SERDIUK Ye.A.**

Immunological effects as a criterion
of carcinogenic hazard of joint effect of endogenic
nitrosamines and magnetic field of industrial
frequency

8

ГІГІЄНА ВОДИ ТА ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ WATER AND WATER SUPPLY HYGIENE

**БОНДАРЕНКО Ю.Г., ДЖУЛАЙ О.С.,
РЯБОВОЛ В.М., ХОМЕНКО О.А., КОХАНІЙ О.А.**

Медико-гігієнічна оцінка води поверхневого
джерела централізованого водопостачання
міста Черкаси

16

**BONDARENKO Yu.H., DZHULAI O.S.,
RIABOVOL V.M., KHOMENKO O.A., KOKHANYI O.A.**

Medico-hygienic assessment of water
from centralized water supply surface source of
the city of Cherkasy

16

ЗОРИНА О.В.

Наукове обґрунтування порядку інформування
споживачів щодо якості питної води
з урахуванням вимог європейського
законодавства

22

ZORINA O.V.

Scientific substantiation of the procedure
of customer informing about the quality of drinking
water taking into account the requirements
of european legislation

22

ФАКТОРИ ДОВКІЛЛЯ І ЗДОРОВ'Я ENVIRONMENTAL AND HEALTH FACTORS

**ГРЕБНЯК М.П., ТАРАНОВ В.В.,
ФЕДОРЧЕНКО Р.А.**

Сучасна динаміка здоров'я населення
України у глобальному вимірі

27

**GREBNIAK N.P., TARANOV V.V.,
FEDORCHENKO R.A.**

Modern dynamics of the health
of the population of Ukraine in global dimension

27

**КАРТАШОВА С.С., КАНЕВА Т.В.,
ОМЕЛЬЧЕНКО Е.М., ПОЛЬКА О.О.**

Зовнішні причини смертності в Україні:
стандартизовані ризики та упущена вигода

33

**KARTASHOVA S.S., KANEVA T.V.,
OMELCHENKO E.M., POLKA O.O.**

External causes of mortality in Ukraine:
standardized risks and lost profit

33

**МОГИЛЬНИЙ С.М., МАХНЮК В.М.,
ЗОРИНА О.В., ГОРВАЛЬ А.К.**

До питання гігієнічної безпеки сучасних
автомобільних заправних станцій за ступенем
впливу їх на забруднення довкілля

40

**MOHYLNYI S.N., MAKHNIUK V.M.,
ZORINA O.V., GORVAL A.K.**

To the issue on the hygienic safety of modern
motor filling stations by the level
of their impact on the environment

40

**ТУРОС О.І., ПЕТРОСЯН А.А.,
МАРЕМУХА Т.П., МОРГУЛЬОВА В.В.**

Переваги використання оцінки ризику для здоров'я
населення при обґрунтуванні розмірів
санітарно-захисних зон для теплоенергетичних
об'єктів

45

**TUROS O.I., PETROSIAN A.A.,
MAREMUKHA T.P., MORHULOVA V.V.**

Advantages of the use of risk assessment
for the health of the population at the substantiation
of the sizes of sanitary-and-protective zones
for thermal power objects

45

**СТАНКЕВИЧ В.В., КОСТЕНКО А.І.,
ТРАХТЕНГЕРЦ Г.А.**

Досвід застосування вимог директив ЄС
для визначення ступеня небезпеки
промислових відходів

50

**STANKEVYCH V.V., KOSTENKO A.I.,
TRAKHTENGERZ G.A.**

Experience of the application of existing EU
directives at the determination of the hazard
class of the industrial waste

50

ENVIRONMENT & HEALTH № 3 (88) 2018

SCIENTIFIC JOURNAL IN THE FIELD OF MEDICAL ECOLOGY, HYGIENE,
PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL SAFETY

**ФРИЗЮК М.А., АКСЬОНОВ М.В.,
ФЕДОРЕНКО О.В., СЛІНЧЕНКО В.А.,
ЧУЧУПАЛ І.І.**

Оцінка рівнів радону у дитячих навчальних
закладах м. Кропивницький для впровадження
протирадонових заходів 56

**FRYZIUK M.A., AKSIONOV N.V.,
FEDORENKO O.V., SLINCHENKO V.A.,
CHUCHUPAL I.I.**

Estimation of the radon concentrations
in children's educational institutions
of Kropyvnytskyi city for radon protective actions 56

ГІГІЕНА ДІТЕЙ І ПІДЛІТКІВ



CHILDREN'S AND ADOLESCENTS' HYGIENE

**СЕРДЮК А.М., ГУЛІЧ М.П.,
КОБЛЯНСЬКА А.В., ЛЮБАРСЬКА Л.С.**

Обізнаність та усвідомлення молоддю загрози
для здоров'я поведінкових факторів ризику
розвитку неінфекційних захворювань –
вагома складова реалізації профілактичних
заходів 62

**SERDIUK A.M., GULICH M.P.,
KOBLIANSKA A.V., LIUBARSKA L.S.**

Awareness and understanding of the threats
for the health of the behavioral risk factors
in the development of non-communicable diseases
by the young people as an important component
of the implementation of preventive measures 62

**ЄЛІЗАРОВА О.Т., ГОЗАК С.В.,
СТАНКЕВИЧ Т.В., ПАРАЦ А.М.**

Зв'язок способу життя та фізичного
розвитку сучасних міських підлітків 67

**YELIZAROVA Ye.T., GOZAK S.V.,
STANKEVICH T.V., PARATS A.N.**

Relationship between lifestyle and physical
development among modern urban adolescents 67

ПРОБЛЕМИ ЧОРНОБИЛЯ



CHORNOBYL PROBLEMS

БУЗИННИЙ М.Г., СКРИПКІН В.О.

Дослідження радіоактивного графіту
у лісовій підстилці 71

BUZYNNYI M., SKRYPKIN V.

Seeking for radioactive graphite
in the forest litter 71

ГІГІЕНА ВІЙСЬКОВОЇ МЕДИЦИНИ



HYGIENE OF MILITARY MEDICINE

КАЛЬНИШ В.В., МАЛЬЦЕВ О.В.

Відновлення працездатності та енергетичних
можливостей організму учасників бойових дій
у процесі реабілітації 75

KALNYSH V.V., MALTSEV O.V.

Restoration of working capacity and energetic
opportunities of the organism of ato participants
in the process of rehabilitation 75

До уваги авторів. Від 1 липня 2016 року набрав чинності новий стандарт — ДСТУ 8302:2015. "Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання". Більш детально з основними правилами та особливостями їх складання можна ознайомитися на сайті журналу.

До відома читачів

Журнал "Довкілля та здоров'я" індексується у таких наукометричних базах:
— РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) (Російська Федерація, з листопада 2013 року);
— Index Copernicus International (Польща, з березня 2014 року);
— Cite Factor (США, з квітня 2015 року).

Повні тексти статей та статистику переглядів автори можуть переглянути у

1. Науковій бібліотеці відкритого доступу

"CyberLeninka" (Російська Федерація);

2. Міжнародних відкритих репозиторіях наукової інформації:

— **Google Scholar,**
— **OCLC WorldCat.**

3. Повнотекстових базах наукових журналів з відкритим доступом:

— **Open Academic Journals Index.**

Посилання для перегляду розміщено на офіційному сайті журналу:

(<http://www.dovkil-zdorov.kiev.ua/>) у вкладці "Індексація журналу".

THE SEARCH FOR GENETIC MARKERS IN THE DEVELOPMENT OF BRONCHOPULMONARY PATHOLOGY – THE STUDY OF *MLH1* (rs1799977) POLYMORPHISM OF THE MISMATCH DNA REPAIR

Andrushchenko T.A., Goncharov S.V., Dosenko V.E.

ПОШУК ГЕНЕТИЧНИХ МАРКЕРІВ РОЗВИТКУ БРОНХОЛЕГЕНЕВОЇ ПАТОЛОГІЇ – ВИВЧЕННЯ ПОЛІМОРФІЗМУ *MLH1* (rs1799977) РЕПАРАЦІЇ «НЕВІДПОВІДНОСТЕЙ» ДНК

Б

ронхолегенева патологія (БЛП) професійної етіології посідає провідні позиції у структурі професійних захворювань і лишається вагомою проблемою медицини праці [1]. Нині надзвичайно актуальним є пошук генетичних маркерів до розвитку багатьох мультифакторних захворювань і підвищеної чутливості організму до певних несприятливих факторів. У структурі шкідливих і небезпечних професійних факторів, які зумовлюють розвиток БЛП, наявні такі, що можуть призводити до порушень у системі репарації ДНК: пил фіброгенної дії різного походження, хімічні речовини, фізичні фактори. Це, у свою чергу, може індукувати мутагенез у працівників певних професійних груп.

У клітині існує спеціальний механізм, що підтримує цілісність генетичної інформації і

відновлює «status quo» – це репарація ДНК. Найчастішими джерелами пошкоджень спадкової інформації є ультрафіолетове випромінювання, радіація, хімічні речовини, помилки реплікації, апуринізація і дезамінування [2]. Особливе місце серед клітинних систем посідає репарація «невідповідностей» ДНК-MMR (від англ. Mismatch repair). Завдяки системі MMR можна зберегти генетичну інформацію при попаданні організмів в умови, коли значно підвищується частота мутацій [3]. У результаті помилок за дії ДНК-полімерази, а також при рекомбінації у знову синтезованих ланцюгах ДНК з'являються некомплементарні залишки нуклеозидів: замість канонічних пар G-C і A-T у ДНК з'являються пари G-G, A-A, A-C, G-T, які локально викривляють подвійну спіраль макромолекули.

¹АНДРУЩЕНКО Т.А.,
²ГОНЧАРОВ С.В.,
²ДОСЕНКО В.Є.

¹ДУ «Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва Національної академії медичних наук України», м. Київ
²Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, м. Київ

УДК [575.113: 616.23/24-057] : 005

Ключові слова:
SNP, *MLH1*, бронхолегенева патологія.

ПОИСК ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ РАЗВИТИЯ БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ПАТОЛОГИИ – ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА *MLH1* (rs1799977) РЕПАРАЦИИ «НЕСООТВЕТСТВИЙ» ДНК

¹Андрущенко Т.А., ²Гончаров С.В.,
²Досенко В.Е.

¹ГУ «Институт медицины труда им. Ю.И. Кундиева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев
²Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАН Украины, г. Киев

В статье представлены результаты исследования полиморфизма гена *MLH1* (rs1799977) у шахтеров и работников асбестоцементных заводов с профессионально обусловленной бронхолегочной патологией.

Цель работы – изучить распределение частот генотипов гена *MLH1* (rs1799977) у работников вредных и опасных отраслей промышленности для выявления маркеров риска развития бронхолегочной патологии.

Материалы и методы. У 90 человек с бронхолегочной патологией и 124 респондентов исследова-

ния, которые работали в таких же условиях, но в анамнезе без заболеваний дыхательной системы, методом полимеразной цепной реакции в реальном времени изучен полиморфизм гена *MLH1* (rs1799977) репарации «несоответствий» ДНК.

Результаты. Полученные результаты указывают на значение полиморфизма *MLH1* (rs1799977) в формировании бронхолегочной патологии в определенных профессиональных группах. Установлено, что генотип *MLH1*•A/G – ассоциированный с риском развития бронхолегочной патологии, а генотип *MLH1*•A/A способствует резистентности к развитию данных заболеваний.
Выводы. Установлен генотип, ассоциированный с риском развития бронхолегочной патологии, это гетерозиготы *MLH1*•A/G ($P \leq 0,002$, $\chi^2 = 9,00$; OR=2,32; 95% CI: 1,29-4,21). Также определен генотип, который, возможно, способствует резистентности к развитию данных заболеваний: доминантные гомозиготы *MLH1*•A/A ($P \leq 0,003$, $\chi^2 = 8,73$; OR=0,43; 95% CI: 0,24-0,79).

Ключевые слова: **SNP, *MLH1*, бронхолегочная патология.**

© Андрущенко Т.А., Гончаров С.В., Досенко В.Є. СТАТТЯ, 2018.

№ 3 2018 ENVIRONMENT & HEALTH 4

кули [4]. Оскільки локальний дефект симетричний щодо обох ланцюгів, то виникає додаткова складність з видаленням дефекту ДНК і вирізанням «неправильного» нуклеозиду із знову синтезованого ланцюга, залишаючи вихідний ланцюг інтактним [5]. Видалення помилок реплікації важливе, оскільки більша частина пошкоджень ДНК блокує передачу генетичної інформації наступному поколінню, а решта, якщо їх не видалити, збережеться у геномі нащадків і призведе до драматичних змін у молекулах білків [5].

Від 1993 року досліджувалися гени, локалізовані на 2-й і 3-й хромосомах, які асоційовані з синдромом Лінча (спадковий рак товстої кишки (РТК) та злоякісними пухлинами інших локалізацій. Було з'ясовано, що причиною виникнення РТК є гермінальні мутації генів *MMR* – *MLH1*, *MSH2*, *MSH3*, *MSH6*, *PMS1*, *PMS2* [6]. У результаті помилок реплікації, втрати компліментарності ланцюгів ДНК відбуваються заміни основ, інсерції, делеції та утворюються петлі, які розпізнаються білками *MSH2/MSH6*, *MSH2/MSH3*. Ці білкові комплекси рекрутують до місць з порушеною структурою ДНК, де, у свою чергу, інші білки *MLH1/PMS2*, *MLH1/MLH3* залучають екзо- та ендонуклеази до вирізання аномального фрагмента ДНК, а фактори реплікації – PCNA, ДНК-полімерази відновлюють нормальну структуру ДНК [6]. У міжнародній базі даних зареєстровано 126 поліморфних варіантів (від англ. SNP – single nucleotide polymorphism) генів *MLH1* і *MSH2*, більшість з яких локалізована на інтронній ділянці [7]. Ген *MLH1* (від англ. mutL (*E. coli*) homolog 1), локалізований на 3-й хромосомі, представлений 19 екзонами і 757 кодонами, є геном-супресором групи генів «загального контролю». Гени-супресори зростання пухлин згідно з концепцією, запропонованою американськими онкологами Кінзлером та Фогельштейном, поділяються на дві групи : перша група – «зберігачі клі-



ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

тинного цикла» (від англ. gatekeepers), друга група – «загального контролю» (від англ. caretakers) [6]. *MLH1* кодує відповідний білок, який складається з 756 амінокислот, регулює заміну неправильно спарених основ ДНК та інактивується метилюванням [8]. Отже, враховуючи патогенетичну складову пошкоджень ДНК у розвитку БЛП, пошук маркерів індивідуальної схильності до цієї патології серед поліморфізмів генів *MMR* є актуальним.

Мета роботи – вивчити розподіл частот генотипів гена *MLH1* (rs1799977) у працівників шкідливих і небезпечних галузей промисловості для виявлення маркерів ризику розвитку БЛП.

Методика. У дослідження взято дві категорії працівників шкідливих і небезпечних галузей промисловості України (n=214). Перша категорія – це працівники азбестоцементних заводів (АЦЗ) (n=94), їхній вік – (42,9±5,1) років, шкідливий стаж – (15,8±3,7) років. Друга категорія респондентів дослідження – шахтарі вугільних шахт України (n=120), вік шахтарів – (52,5±5,2) роки, підземний стаж – (22,1±4,3) роки. Для порівняльного аналізу були сформовані групи дослідження і контролю. Групу дослідження склали працівники АЦЗ і шахтарі з БЛП (хронічним бронхітом, хронічним обструктивним захворюванням легенів, пневмоконіозом). Верифікація БЛП відбувалася на підставі результатів дослідження функції зовнішнього дихання і дифузійної здатності альвеоло-капілярної мембрани (DLCo від англ. diffusing capacity of the lung for carbon-

monoxide) під час обстеження у клініці професійних захворювань ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України». Оцінювання результатів дослідження проводили за загальноприйнятими показниками зазначених методів. До контрольної групи увійшли працівники АЦЗ і шахтарі, в анамнезі яких не було БЛП, але їхній стаж та умови праці були співставними з даними респондентів групи дослідження.

Матеріалом для дослідження була венозна кров, яку забирали у стерильних умовах у моновети об'ємом 2,7 мл з антикоагулянтном (калієвою сіллю етилендіамінтетраоцтової кислоти) (11,7 ммоль/л) («Sarstedt», Німеччина). Було створено уніфікований банк генетичного матеріалу осіб, які мали контакт з генотоксичними агентами (пилон фіброгенної дії, хімічними речовинами та фізичними факторами) для оцінки віддалених наслідків впливу техногенних факторів з застосуванням сучасних молекулярно-генетичних технологій. ДНК виділяли із лейкоцитів периферичної крові з використанням наборів «NeoPrep100DNA», «NEOGENE», Україна. За допомогою 7500 Fast Real-time PCR System («Applied Biosystems», США) та TaqManSNP визначали генотипи гена *MLH1* (rs1799977) і проводили аналіз за дискримінацією алелів.

Отримані результати статистично опрацьовували з використанням програм Orion 7.0, Statistica (10), Excel 2000. При цьому вірогідність відмінностей визначали за χ^2 -критерієм, значення $P < 0,05$ вважали достовірним.



Результати та обговорення.

Для вивчення асоціації генотипів гена *MLH1* (rs1799977) з ризиком розвитку БЛП було визначено його частоти.

Так, частота алельних варіантів гена *MLH1* (rs1799977) була у групі контролю такою: А/А – 56,0%; А/Г – 36,0%, Г/Г – 8,0%, відповідно у групі дослідження домінантні гомозиготи А/А – 35,6%, гетерозиготи А/Г – 56,7%, мінорні гомозиготи Г/Г – 7,7% ($P \leq 0,008$). Аналіз частот генотипів гена *MLH1* (rs1799977) у популяції шахтарів і працівників АЦЗ представлено у таблиці 1.

Слід відзначити, що отримані значення частот генотипів були близькими до популяційних частот європеїдів, які, за літературними даними, становлять домінантні гомозиготи – *MLH1*•А/А – 45-55%, гетерозиготи *MLH1*•А/Г – 35-45%, мінорні гомозиготи *MLH1*•Г/Г

– до 10% [6, 8].

Отримані результати вказують на те, що розподіл алельних варіантів частот генотипів гена *MLH1* (rs1799977) суттєво відрізняється у контрольній групі та у групі дослідження (рис.).

За допомогою методу співвідношення шансів (OR) було встановлено генотип, асоційований з ризиком розвитку БЛП, це гетерозиготи *MLH1*•А/Г – 2,32 (1,29-4,21). Також встановлено генотип, який, можливо, сприяє резистентності до розвитку БЛП у працівників шкідливих і небезпечних галузей промисловості, це домінантні гомозиготи *MLH1*•А/А – 0,43 (0,24-0,79); аналіз асоціацій генотипів гена *MLH1* (rs1799977) у популяції шахтарів і працівників АЦЗ представлено у таблиці 2.

Розмір вибірки та відсутність інших молекулярних маркерів

генів репарації ДНК у дослідженні могли б істотно доповнити картину розподілу частот генотипів генів репарації ДНК у популяції шахтарів і працівників АЦЗ.

Тим не менш, наявність достовірних відмінностей навіть при аналізі декількох десятків зразків частот генотипів визначає доцільність подальших досліджень у цьому напрямку.

Таким чином, отримано результати про значення поліморфізму *MLH1* (rs1799977) репарації «невідповідностей» ДНК у формуванні схильності до розвитку БЛП, який раніше розглядався дослідниками виключно як онкомаркер патології різних типів і локалізацій, у тому числі і раку легенів, проте отримані результати вказують на асоціацію між зміненими алелями гена *MLH1* та ймовірністю ризику розвитку БЛП.

Висновки

У результаті дослідження встановлено генотип, асоційований з ризиком розвитку бронхолегеневої патології, це гетерозиготи *MLH1*•А/Г ($P \leq 0,002$, $\chi^2=9,00$; OR=2,32; 95% CI : 1,29-4,21). Також визначено генотип, який сприяє резистентності до розвитку зазначених захворювань: домінантні гомозиготи *MLH1*•А/А ($P \leq 0,003$, $\chi^2=8,73$; OR=0,43; 95% CI : 0,24-0,79).

Таблиця 1

Частотний розподіл генотипів гена *MLH1* (rs1799977) у популяції шахтарів і працівників азбестоцементних заводів

Ген, поліморфізм, відомості про SNP ID	Генотипи					
	Домінантні гомозиготи, %		Гетерозиготи, %		Мінорні гомозиготи, %	
	контроль	дослід	контроль	дослід	контроль	дослід
<i>MLH1</i> (rs1799977)	56,0	35,6	36,0	56,7	8,0	7,7

Таблиця 2

Аналіз асоціацій генотипів гена *MLH1* (rs1799977) у популяції шахтарів і працівників азбестоцементних заводів

Генний поліморфізм	Генотип	OR, 95% CI P, χ^2
<i>MLH1</i> (rs1799977)	А/А	0,43 (0,24-0,79); $P \leq 0,003$; $\chi^2=8,73$
	А/Г	2,32 (1,29-4,21); $P \leq 0,002$; $\chi^2=9,0$
	Г/Г	0,97 (0,32-2,91); $P \leq 0,9$

ЛІТЕРАТУРА

- Измеров Н.Ф. Профессиональные заболевания органов дыхания (Национальное руководство). Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. С. 119-48.
- Андрущенко Т.А., Басанець А.В. Порухення системи репарації ДНК у шахтарів, індуковані дією професійних факторів. *Український*



THE SEARCH FOR GENETIC MARKERS IN THE DEVELOPMENT OF BRONCHOPULMONARY PATHOLOGY – THE STUDY OF *MLH1* (rs1799977) POLYMORPHISM OF THE MISMATCH DNA REPAIR

¹Andrushchenko T.A., ²Goncharov S.V.,
²Dosenko V.E.

¹State Institution «Kundiiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

²Bogomolets Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The results of the research on the polymorphism of *MLH1* (rs1799977) gene in miners and workers of the asbestos cement plants with the occupationally determined respiratory pathology are presented in the article.

Objective: We studied the distribution of the genotype frequencies of *MLH1* (rs1799977) gene in workers of hazardous and harmful industries for the identification of the risk markers of the development of bronchopulmonary pathology.

Materials and methods: With the help of polymerase chain reaction in real time, we studied the

polymorphism of *MLH1* (rs1799977) gene of the repair of DNA «mismatches» in 90 patients with bronchopulmonary pathology and 124 respondents of the research, working under the same conditions, but without respiratory diseases.

Results: The obtained results indicate the importance of *MLH1* (rs1799977) polymorphism in the formation of bronchopulmonary pathology in certain occupational groups. *MLH1*•A/G genotype was associated with the risk of bronchopulmonary pathology, and *MLH1*•A/A genotype stimulated the resistance to the development of mentioned diseases.

Conclusions: We established that genotype: heterozygotes *MLH1*•A/G ($P \leq 0.002$, $\chi^2 = 9.00$; OR=2.32; 95% CI: 1.29-4.21) associated with the development of bronchopulmonary pathology and genotype: dominant homozygotes *MLH1*•A/A ($P \leq 0.003$, $\chi^2 = 8.73$; OR=0.43; 95% CI: 0.24-0.79) probably contributed to the resistance of the development of these diseases.

Keywords: SNP, *MLH1*, bronchopulmonary pathology.

журнал з проблем медицини праці. 2015. № 4 (45). С. 69-78.

3. Vilenchik M.M., Knudson A.G. Inverse radiation dose-rate effects on somatic and germ-line mutations and DNA damage rates. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2000. Vol. 97, № 10. P. 5381-5386.

4. Kuschel B., Auranen A., McBride S., Novik K.L., Antoniou A. Variants in double-strand break repair genes and breast cancer susceptibility. *Hum. Mol. Genet.* 2002. № 11. P. 1399-1440.

5. Жестяников В.Д. Репарация ДНК и ее биологическое значение. Л., 2004. 253 с.

6. Lanza G., Gafa R., Maestri I., Santini A., Matteuzzi M., Cavazzini L. Immunohistochemical pattern of *MLH1/MSH2* expression is related to clinical and pathological features in colorectal adenocarcinomas with microsatellite instability. *Mol. Pathol.* 2002. Vol. 15 (7). P. 741-749.

7. Suter C.M., Martin D.L., Ward R.L. Germline epimutation of *MLH1* in individuals with multiple cancers. *Nat. Genet.* 2004. Vol. 36. P. 497-501.

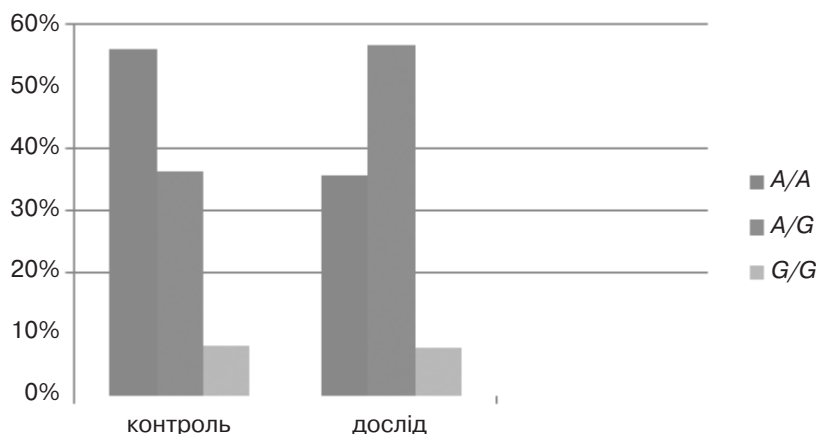
8. Herman J.G. Hypermethylation of tumor suppressor genes in cancer. *Sem. Cancer Biol.* 1999. № 9. P. 359-367.

REFERENCES

- Izmerov N.F. Professionalnye zabolevaniia organov dykhaniiia (Natsionalnoe rukovodstvo) [Professional Diseases of the Respiratory Organs : National Guide]. Moscow : GEOTAR-Media ; 2015 : 119-148 (in Russian).
- Andrushchenko T.A. and Basanets A.V. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*. 2015 ; 4 (45) : 69-78 (in Ukrainian).
- Vilenchik M.M. and Knudson A.G. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2000 ; 97 (10) : 5381-5386.
- Kuschel B., Auranen A., McBride S., Novik K.L. and Antoniou A. *Hum. Mol. Genet.* 2002 ; 11 : 1399-1440.
- Zhestianikov V.D. *Reparatsiya DNK i ee biologicheskoe znachenie* [Reparation of DNA and Its Biological Significance]. Leningrad ; 2004 : 253 p. (in Russian).
- Lanza G., Gafa R., Maestri I., Santini A., Matteuzzi M. and Cavazzini L. *Mol. Pathol.* 2002 ; 15 (7) : 741-749.
- Suter C.M., Martin D.L. and Ward R.L. *Nat. Genet.* 2004 ; 36 : 497-501.
- Herman J.G. *Sem. Cancer Biol.* 1999 ; 9 : 359-367.

Надійшло до редакції 17.05.2018

Рисунок
Частота алельних варіантів гена *MLH1* (rs1799977) у популяції шахтарів і працівників азбестоцементних заводів



IMMUNOLOGICAL EFFECTS AS A CRITERION OF CARCINOGENIC HAZARD OF JOINT EFFECT OF ENDOGENIC NITROSAMINES AND MAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY

Balenko N.V., Hryhorenko L.H., Dumanskyi Yu.D., Sovertkova L.S., Serdiuk Ye.A.

ІМУНОЛОГІЧНІ ЕФЕКТИ ЯК КРИТЕРІЙ КАНЦЕРОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОЄДНАНОГО ВПЛИВУ ЕНДОГЕННИХ НІТРОЗАМІНІВ ТА МАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ

**БАЛЕНКО Н.В.,
ГРИГОРЕНКО Л.Є.,
ДУМАНСЬКИЙ Ю.Д.,
СОВЕРТКОВА Л.С.,
СЕРДЮК Є.А.**

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

УДК 57.083.3 [547.304.1+
613.642.2]

Ключові слова: імунологічні дослідження, нітрозаміни, електромагнітні поля промислової частоти (50 Гц), поєднана дія, щури.

Хімічні сполуки класу нітрозамінів (НА) та низькочастотні електромагнітні поля (НЧЕМП), у тому числі промислової частоти (ЕМППЧ), належать до поширених антропогенних забруднювачів навколишнього середовища, які постійно чинять негативний вплив на здоров'я населення.

Міжнародним агентством з вивчення раку (МАВР) НА визнані як «імовірно» канцерогенні для людини, група 2А, НЧЕМП – як «можливо» канце-

рогенні, група 2В [1, 2]. Особливість небезпеки канцерогенних НА пов'язана з легкістю їх синтезу не тільки екзогенно, а й в організмі живих істот з широко розповсюджених у довкіллі азотовмісних сполук, що містять нітрогрупи (оксиди азоту, нітрити, нітрати тощо) та аміногрупи. Численними дослідженнями, у тому числі проведеними в останні роки, доведено генотоксичність обох факторів [3, 4].

Відомо, що генотоксичний ефект розглядається як базовий показник при оцінці канце-

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ КАК КРИТЕРИЙ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЭНДОГЕННЫХ НИТРОЗАМИНОВ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ
**Баленко Н.В., Григоренко Л.Г., Думанский Ю.Д.,
Соверткова Л.С., Сердюк Е.А.**

ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев

Цель работы – изучить иммунологические эффекты воздействия эндогенных нитрозаминных и их предшественников совместно с электромагнитным полем промышленной частоты (50 Гц).

Материалы и методы исследования. Эксперимент проведен на 160 белых беспородных крысах-самках в возрасте 6-8 недель, разделенных на 4 группы: 1 – интактный контроль; 2 – введение предшественников нитрозаминных (нитрита натрия – 100 мг/кг, тетрациклина – 20 мг/кг веса тела); 3 – облучение магнитным полем 50 Гц, 90 мкТл; 4 – введение предшественников нитрозаминных и облучение магнитным полем 50 Гц. Предшественники давали 1 раз в сутки 5 дней в неделю в течение 3-х месяцев. Облучение магнитным полем осуществляли по 7 часов в сутки в те же сроки в специально оборудованных камерах. Эндогенный синтез нитрозаминных контролировали путем определения их в печени и почках. Состояние иммунной системы оценивали через 1 и 3 месяца после воздействия изучаемых факторов, используя комплекс тестов: определение количества лейкоцитов и их качественного состава, количества Т- и В-лимфоцитов; реакций фагоцитоза, дегрануляции базофилов (по Шелли), торможения распластывания макрофагов. Полученные данные обрабатывали статистически с использованием коэффициента Стьюдента.

Результаты. Установлены более глубокие изменения иммунной системы при сочетанном воздействии эндогенно образующихся нитрозаминных, их предшественников и магнитного поля промышленной частоты по сравнению с изолированным действием этих факторов. Эти изменения проявились в стойкой

супрессии Т- и В-клеточного звеньев, расширении их спектра за счет активации неспецифических факторов и развития слабо выраженных реакций ауто-сенсibilизации и сенсibilизации, гиперчувствительности замедленного типа. Наиболее ранним чувствительным к действию изучаемых факторов было клеточное звено иммунитета, супрессия которого выявлена уже через месяц и стойко наблюдалась в течение всего опыта (3 месяца).

Подтверждена ранее установленная нами взаимосвязь между уровнями ранней супрессии Т-лимфоцитов и генотоксическим эффектом при изолированном и совместном воздействии факторов. Максимальное снижение уровня супрессии отмечено при совместном воздействии факторов и соответствовало максимальной частоте микроядер в костном мозге. Менее выраженная супрессия наблюдалась при изолированном воздействии факторов и сопровождалась более низким уровнем частоты микроядер.

Эти результаты свидетельствуют о возможности использования комплекса ранних показателей иммуносупрессии и генотоксичности как ранних критериев для прогнозирования опасности действия магнитного поля промышленной частоты и химических канцерогенов класса нитрозаминных.

Выводы. Установлено усиление супрессии Т-клеточного звена иммунитета и генотоксического эффекта при сочетанном воздействии уровней эндогенных нитрозаминных, образующихся при введении предшественников их синтеза (нитрита натрия 100 мг/кг, тетрациклина 20 мг/кг веса тела) и магнитного поля промышленной частоты (50 Гц, 90 мкТл) по сравнению с изолированным воздействием, что свидетельствует о большей потенциальной онкогенной опасности совместного влияния канцерогенных нитрозаминных и магнитного поля.

Ключевые слова: иммунологические исследования, нитрозаминные, электромагнитные поля промышленной частоты (50 Гц), совместное воздействие, крысы.

© Баленко Н.В., Григоренко Л.Є., Думанський Ю.Д., Соверткова Л.С., Сердюк Є.А.
СТАТТЯ, 2018.

IMMUNOLOGICAL EFFECTS AS A CRITERION OF CARCINOGENIC HAZARD OF JOINT EFFECT OF ENDOGENIC NITROSAMINES AND MAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY

Balenko N.V., Hryhorenko L.H., Dumanskyi Yu.D., Sovertkova L.S., Serdiuk Ye.A.

State Institution «O.M. Marzeiev Institute for Public Health, National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

Objective: We studied the immunological effects of the exposure of endogenous nitrosamines and their precursors jointly with the electromagnetic field of industrial frequency (50 Hz).

Materials and methods: The experiment was performed in 160 white outbred female rats aged 6-8 weeks divided into 4 groups: 1 – intact control; 2 – introduction of the precursors of nitrosamines (sodium nitrite – 100 mg/kg, tetracycline – 20 mg/kg); 3 – irradiation with magnetic field of 50 Hz, 90 μ T; 4 – introduction of the precursors of nitrosamines and irradiation with magnetic field of 50 Hz. The precursors were introduced once a day, 5 days a week during 3 months. Magnetic field irradiation was carried out for 7 hours daily at the same terms in specially equipped chambers. Endogenic synthesis of nitrosamines was controlled by means of their determination in liver and kidneys. Immune system state was assessed in 1 and 3 months after exposure to studied factors with the help of the complex of the tests: determination of the number of leucocytes and their qualitative composition, a number of T- and B-lymphocytes; reactions of phagocytosis, degranulation of basophiles (after Shelly), inhibition of macrophage spreading. Obtained findings were analyzed statistically with the help of Student's ratio.

Results: The more profound changes in the immune system under joint effect of endogenically formed nitrosamines, their precursors and magnetic field of industrial frequency were established in comparison with the isolated action of these fac-

tors. These changes were manifested in a stable suppression of T- and B-cell chains, expansion of their spectrum due to the activation of unspecific factors and development of mildly expressed reactions of autosensibilization and sensitization, hypersensitivity of delayed type. The cell chain of the immunity was the earliest sensitive one to the effect of studied factors, suppression of the immunity was revealed in a month and was stable for 3 months during the whole experiment.

The correlation, previously established by us, between the levels of early suppression of T-lymphocytes and genotoxic effect, both at isolated and joint factors' effect, was confirmed. The maximum decrease of the level of suppression was noted under joint effect of the factors and complied with the maximum frequency of micronuclei in a bone marrow. The less expressed suppression was observed under isolated effect of the factors and accompanied by the lower level of the frequency of micronuclei.

These results demonstrate the possibility of the use of the complex of early parameters of immunosuppression and genotoxicity as the early criteria for the prognostication of the hazard of the effect of the industrial frequency magnetic field and chemical carcinogens of nitrosamine class.

Conclusion: The increase of the suppression of T-cell chain of the immunity and genotoxic effect was established under joint exposure of the levels of endogenous nitrosamines, forming at the introduction of the precursors of their synthesis (sodium nitrite, 100 mg/kg; tetracycline, 20 mg/kg) and magnetic fields of the industrial frequency (50 Hz, 90 μ T;), in comparison with isolated effect, which indicates a larger potential oncogenic hazard of joint effect of chemical carcinogenic nitrosamines and magnetic field.

Keywords: immunological investigations, nitrosamines, industrial frequency electromagnetic field (50 Hz), joint exposure, rats.

рогенного для людини ризику факторів різної природи (хімічних, фізичних, біологічних), а також використовується як ранній біомаркер ефекту і активних доз канцерогенів [2, 5]. Доведено зв'язок між високою частотою таких показників генотоксичного ефекту, як мікроядра (МЯ), структурні хромосомні аберації у лімфоцитах периферичної крові населення (незалежно від фактора впливу) і збільшенням ризику раку, що стало підставою для використання їх для прогнозу канцерогенного ризику на рівні популяції [3].

Разом з тим експерти МАВР наголошують на необхідності врахування при оцінці канцерогенної небезпеки будь-яких факторів показників інших змін в організмі, пов'язаних з механізмами дії та канцерогенезом, які можуть модифікувати реалізацію генотоксичного і канцерогенного ефектів [2]. Вра-

хування комплексу таких показників, на їхню думку, забезпечує надійність і більш точну оцінку канцерогенної небезпеки факторів, а також сприяє вирішенню питань щодо каузального зв'язку цих факторів з онкозахворюваністю людей, важливих для розроблення ефективних заходів профілактики.

У цьому відношенні особливе значення мають показники стану імунної системи. Значущість комплексу показників генотоксичного ефекту та імунологічних змін за дії хімічних канцерогенів як ранніх критеріїв для прискореної ідентифікації генотоксичних канцерогенів і передбачення їхньої потенційної небезпеки було обґрунтовано також у наших попередніх дослідженнях [6].

Наведені обставини і відсутність даних щодо сумісного впливу канцерогенних НА і

НЧЕМП, необхідних для оцінки реальної небезпеки, були підставою для виконання цих досліджень.

Мета роботи – експериментальне вивчення імунологічних змін за поєднаної дії канцерогенних НА, що утворюються в організмі із хімічних попередників синтезу, і ЕМП промислової частоти (50 ГЦ) та оцінка значущості їх для прогнозування канцерогенної небезпеки.

Матеріали і методи дослідження. Експеримент проведено на білих безпородних щурах, враховуючи їхню чутливість до дії НА та ЕМП і часте використання при вивченні ізолюваного впливу цих факторів на організм.

Для забезпечення ендogenous утворення канцерогенних НА щурам давали попередники синтезу їх (ПНА): нітрит натрію (НН) як нітрозуючий компонент, що містить нітрогрупу, та антибіотик тетрациклін (ТЦ) як

сполуку, що нітрузується і містить аміногрупи.

Загалом у досліді було задіяно 160 щурів-самиць віком 6-8 тижнів, вагою тіла 140.0-154.0 г. Тварини були розподілені порівну на 4 групи:

- 1 – інтактний контроль,
- 2 – введення ПНА,
- 3 – опромінення ЕМППЧ,
- 4 – сумісна дія ПНА і ЕМППЧ.

Попередники НА давали 1 раз на добу, 5 днів на тиждень протягом 90 днів: НН – з питною водою з розрахунку 100 мг/кг ваги тіла, ТЦ – попередньо розчинений у воді з розрахунку 20 мг/кг ваги тіла як домішку до вівсяної каші.

Опромінення щурів здійснювали магнітним полем (МП) з густиною магнітного потоку 90 мкТл у ті ж самі терміни по 7 годин на добу у спеціально обладнаних камерах. Як джерело МП використовували модель опромінюючої системи (МОС-50), яка складається з прямокутних соленоїдів з каркасом з немагнітного матеріалу. Обмотки соленоїдів виконані ізольованим мідним дротом з площиною перерізу 1 мм² (граничний струм 5 А). Соленоїди послідовно були увімкнені у загальну електричну систему. Джерелом струму і

зв'язуючим елементом з електричною мережею живлення був знижуючий трансформатор потужністю 1,5 кВт. Ця система дозволила забезпечити рівень магнітного поля 90 мкТл. Система була вмонтована в екрановану радіочастотну безехову камеру, що забезпечувало низький рівень вторинного випромінювання МП на прилеглих територіях і дотримання вимог безпеки праці обслуговуючого персоналу. Рівні МП у робочих зонах соленоїдних систем вимірювали тесламетром типу EXTECH 480823. Оперативний контроль рівнів МП проводили щоденно. Тварин утримували у стандартних пластикових клітках на стандартному гранульованому кормі з вільним доступом до питної води за температури у приміщенні 18-22°C, вологості повітря 50-60% та природного світлового режиму «день – ніч».

Варто зазначити, що обрані рівні досліджуваних факторів, за результатами попередніх досліджень, були патогенно активними: рівні ендогенних НА, що утворювалися за введення аналогічних доз НН та ТЦ, у хронічному досліді індукували розвиток пухлин, ЕМП – різні біохімічні та інші токсичні порушення [7, 8].

Ендогенний синтез НА контролювали періодичним вимірюванням вмісту N-нітрозодиметиламіну (НДМА) та N-нітрозодіетиламіну (НДЕА) у печінці та нирках щурів хроматографічним методом [7].

Стан імунної системи щурів вивчали у динаміці після впливу досліджуваних факторів протягом одного та трьох місяців. Під час вибору методів

дотримувалися рекомендацій ВООЗ [9] та МОЗ України щодо вивчення імунотоксичної дії ксенобіотиків [10, 11]. У роботі використано мінімальний комплекс тестів, який дозволяє визначити вплив на усі основні ланки імунної системи: визначення вмісту лейкоцитів у периферичній крові та їхнього якісного складу; кількості Т- і В-лімфоцитів (у реакціях спонтанного Е- та ЕАС-розеткоутворення), дослідження реакції фагоцитозу, дегрануляції базофілів (за Шеллі) та гальмування розпластування макрофагів. При визначенні гіперчутливості негайного типу (ГНТ) за Шеллі застосовували як гаптени (ТЦ, НН), так і тканинні антигени (печінку, головний мозок).

Статистичний аналіз отриманих даних проводили загальноприйнятими у медико-біологічних дослідженнях методами з використанням коефіцієнта Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати дослідження стану імунної системи щурів після введення ПНА та дії ЕМППЧ протягом 1 місяця наведено у таблицях 1 і 2.

Так, у щурів, які отримували ПНА (2 група), у цей період суттєвих гематологічних змін не виявлено (табл. 1).

Достовірні зміни стосувалися лише імунологічних показників (табл. 2) і проявилися у зменшенні порівняно з контролем відносної кількості Т- і В-лімфоцитів, що збігається з даними літератури про супресивний вплив НДМА на клітинну та гуморальну ланки імунної системи.

Вплив МП проявився достовірним зниженням відносної

Таблиця 1
Гематологічні показники у щурів за місяць впливу попередників ендогенних нітрозамінів та електромагнітного поля

Група дослідних тварин, фактори	Лейкоцити, 10 ⁹ /л	Паличко-ядерні нейтрофіли, %	Сегментоядерні нейтрофіли, %	Моноцити, %	Лімфоцити		Нейтрофіли	
					%	10 ⁹ /л	%	10 ⁹ /л
1 група, контроль	16,47±1,31	3,57±0,20	18,14±1,22	1,00±0,01	74,29±1,23	12,26±1,05	21,71±1,25	3,57±0,35
2 група, НН, ТЦ	17,37±1,11	3,71±0,52	19,29±0,40	1,00±0,01	73,57±0,90	12,90±0,72	23,00±0,98	4,09±0,41
3 група, ЕМП	16,23±1,62	3,43±0,53	21,43±1,49	1,00±0,01	*70,86±0,91 t=2,24	11,50±1,16	24,86±1,10	4,00±0,40
4 група, НН, ТЦ+ЕМП	14,21±1,17	3,29±0,29	*21,86±0,34 t=2,9	0,86±0,14	*71,29±0,61 t=2,1	10,13±0,83	*25,14±0,55 t=2,51	3,57±0,29

Примітка до таблиць 1-4:

* – вказані вірогідні відмінності порівняно з першою, контрольною групою ($p < 0,05$), $t \geq 2$, 18.

кількості лімфоцитів (табл. 1) та відносної і абсолютної кількості Т-лімфоцитів (табл. 2).

Більш широкий спектр змін виявлено у тварин, які зазнавали поєднаної дії ПНА та МП (4 група). Крім достовірного зниження відносної кількості лімфоцитів (табл. 1), відзначено також зменшення відносної й абсолютної кількості Т- і В-лімфоцитів (табл. 2).

Разом з тим, у цих щурів спостерігалася активація системи неспецифічних факторів захисту організму, що проявилася у збільшенні відсотка нейтрофільних гранулоцитів, у тому числі сегментоядерних (табл. 1).

Вивчення гіперчутливості негайного типу (ГНТ) показало підвищення рівня специфічних антитіл і розвиток слабкопозитивної сенсibiliзації у щурів, які отримували ПНА (2 група) ізольовано або у комбінації з МП (4 група). Про це свідчило збільшення дегранульованих базофілів у щурів 2 групи до тканинного антигену – печінки до $(13,14 \pm 1,14)\%$, що вказувало на слабкопозитивну ауто-сенсibiliзацію порівняно з нормальним рівнем (до 10%), та до $(13,14 \pm 0,74)\%$, $(14,86 \pm$

$0,74)\%$, до гаптенів НН і ТЦ відповідно як прояв слабкопозитивної сенсibiliзації. Ізольоване введення ПНА та сумісне з опроміненням магнітним полем (4 група) призвело до розвитку також гіперчутливості сповільненого типу (ГСТ). При цьому індекс гальмування розпластування макрофагів був $<0,8$ і складав $0,78$ та $0,79$ відповідно, тобто вказував, що реакція позитивна. За роздільного опромінення щурів МП (3 група) дегрануляція базофілів та реакція розпластування макрофагів не спостерігалися.

Результати вивчення імунного стану тварин після трьохмісячного впливу досліджуваних факторів засвідчили стійкий характер та достовірні відхилення деяких гематологічних та імунологічних показників порівняно з такими у тварин контрольної групи (табл. 3 і 4).

Так, за введення ПНА (2 група), як і раніше, спостерігалася зменшення відсотка Т- і В-клітин за одночасного збільшення різниці з аналогічними показниками у тварин контрольної групи, що свідчить про поглиблення супресії клітинної та гуморальної ланок.

Подовження експозиції МП (3 група) проявилася розширенням спектра імунологічних ефектів, а саме: до зареєстрованого наприкінці першого місяця достовірного зменшення загальної кількості лімфоцитів та супресії Т-ланки імунітету за 3 місяці приєднались зміни і у гуморальній ланці імунітету, про що свідчить зниження відсотка В-лімфоцитів. Пригнічення клітинної та гуморальної ланок супроводжувалося активацією неспецифічних факторів захисту організму, на що вказує достовірне збільшення кількості нейтрофільних гранулоцитів та їхньої фагоцитарної активності.

За поєднаного впливу обох факторів (4 група) відзначено

Таблиця 2

Імунологічні показники у щурів за місяць впливу попередників ендогенних нітрозамінів та електромагнітного поля

Група дослідних тварин, фактори	Т-лімфоцити		В-лімфоцити		Кількість	
	%	$\times 10^9/\text{л}$	%	$\times 10^9/\text{л}$	%	$\times 10^9/\text{л}$
1 група, контроль	$42,86 \pm 1,86$	$5,20 \pm 0,41$	$24,00 \pm 0,69$	$2,97 \pm 0,32$	$80,43 \pm 1,15$	$2,89 \pm 0,31$
2 група, НН, ТЦ	$*32,86 \pm 0,24$ $t=4,47$	$4,23 \pm 0,27$	$*21,00 \pm 0,85$ $t=2,74$	$2,72 \pm 0,21$	$79,43 \pm 1,13$	$3,26 \pm 0,36$
3 група, ЕМП	$*33,71 \pm 1,23$ $t=4,10$	$*3,88 \pm 0,41$ $t=2,28$	$22,14 \pm 0,67$	$2,52 \pm 0,23$	$78,86 \pm 1,55$	$3,16 \pm 0,31$
4 група, НН, ТЦ + ЕМП	$*33,00 \pm 1,27$ $t=4,38$	$*3,35 \pm 0,28$ $t=3,73$	$*21,29 \pm 0,75$ $t=3,73$	$*2,16 \pm 0,19$ $t=2,18$	$82,71 \pm 1,23$	$2,94 \pm 0,22$

Таблиця 3

Гематологічні показники у щурів за 3 місяці впливу попередників ендогенних нітрозамінів та електромагнітного поля

Група дослідних тварин, фактори	Лейкоцити, $10^9/\text{л}$	Паличко-ядерні нейтрофіли, %	Сегментоядерні нейтрофіли, %	Моноцити, %	Лімфоцити		Нейтрофіли	
					%	$10^9/\text{л}$	%	$10^9/\text{л}$
1 група, контроль	$14,83 \pm 1,43$	$3,71 \pm 0,29$	$20,29 \pm 1,22$	$1,00 \pm 0,01$	$71,14 \pm 1,40$	$10,49 \pm 0,90$	$24,01 \pm 1,21$	$3,60 \pm 0,45$
2 група, НН, ТЦ	$17,17 \pm 1,51$	$4,29 \pm 0,47$	$22,43 \pm 1,29$	$0,86 \pm 0,14$	$68,29 \pm 0,97$	$11,72 \pm 1,03$	$26,71 \pm 1,08$	$4,63 \pm 0,52$
3 група, ЕМП	$17,46 \pm 1,40$	$4,71 \pm 0,42$	$23,71 \pm 1,17$	$1,00 \pm 0,01$	$*65,57 \pm 1,63$ $t=2,39$	$11,50 \pm 1,05$	$*28,43 \pm 1,23$ $t=2,57$	$*4,91 \pm 0,33$ $t=2,35$
4 група, НН, ТЦ+ЕМП	$17,79 \pm 1,27$	$3,71 \pm 0,42$	$24,00 \pm 1,89$	$0,86 \pm 0,14$	$*66,14 \pm 1,44$ $t=2,49$	$11,83 \pm 1,02$	$27,71 \pm 1,73$	$*4,87 \pm 0,26$ $t=2,44$

більш значне зниження абсолютного та відносного числа Т- і В-клітин порівняно з виявленими змінами у попередній термін. Паралельно зареєстровано, як і за ізольованого впливу МП, збільшення кількості нейтрофілів (у тому числі сегментоядерних) та фагоцитуючих клітин, що може свідчити про активацію факторів системи неспецифічної резистентності організму, ймовірно, спричинено дією ЕМП.

Вивчення ГНТ та ГСТ після впливу факторів протягом 3-х місяців показало посилення алергічних реакцій порівняно з попереднім терміном. Разом з тим, показники алергії не виходили за верхню межу слабко-позитивної реакції, тобто не перевищували 20% дегранульованих базофілів. Так, у щурів, які отримували ПНА (2 група), зберігалася аутосенсibiliзація до тканинного антигену – печінки (дегрануляція базофілів становила $(13,14 \pm 1,14)\%$), сенсibiliзація до гаптенів НН, ТЦ (відсоток дегранульованих базофілів становив $(13,14 \pm 0,74)\%$, $(14,86 \pm 0,74)\%$ відповідно). Під час опромінення МП відзначено розвиток аутосенсibiliзації до тканинного антигена – головного мозку, на що вказує відсоток гранульованих базофілів – $(13,14 \pm 0,74)\%$. За поєднаного впливу досліджуваних факто-

рів додатково до сенсibiliзації до гаптенів НН та ТЦ, яка спостерігалася у попередній термін, розвинулася аутосенсibiliзація до антигенів печінки та мозку. Відсоток дегранульованих базофілів становив відповідно $(15,43 \pm 1,04)\%$ та $(17,14 \pm 0,74)\%$. Як і у попередній термін, означені ефекти у щурів цієї групи супроводжувалися розвитком ГСТ. При цьому індекс гальмування розпластування макрофагів становив 0,79, тобто $<0,8$, коли реакція розглядається як позитивна.

Отже, проведений порівняльний аналіз гематологічних та імунологічних показників у тварин усіх груп за різної тривалості ізольованої та поєднаної дії досліджуваних факторів свідчить про переважно супресивний характер впливу на різні складові імунітету. При цьому стійка імуносупресія з максимальним проявом спостерігалася за поєднаної дії магнітного поля і ПНА.

Спільним і найбільш раннім показником впливу на імунну систему став розвиток супресії Т-клітинної ланки імунітету, що спостерігався і за роздільного, і за сумісного впливу хімічного та фізичного факторів протягом усього дослідження (трьох місяців).

Супресія Т-клітинної ланки у комплексі з показниками генотоксичного ефекту забезпечує більш надійну оцінку онкогенного потенціалу сумісного впливу магнітного поля та ендогенних нітрозамінів, як показали результати наших попередніх досліджень.

На прикладі відомого канцерогена бенз(а)пірену за умов нашкірних аплікацій та перорального введення мишам було встановлено однакові закономірності незалежно від шляху впливу: дозозалежне зростання показників геноток-

сичного ефекту (частоти МЯ у клітинах мішеневих органів – шкіри, передшлунка) та супресії Т-клітинної ланки імунітету (зменшення кількості Т-лімфоцитів) протягом першого місяця впливу, які характеризувалися паралелізмом розвитку, односпрямованістю відносно канцерогенезу (тобто його посиленням) і наявністю достовірного зворотного кореляційного зв'язку між ними. У період між першим та третім місяцями спостерігалася стабілізація кількості МЯ на різних рівнях залежно від дози БП і поглиблення імуносупресії за рахунок пригнічення також гуморальної ланки.

Вказані закономірності спостерігалися тільки онкогенно активних доз БП, які у пізні терміни дослідження індукували у мишей пухлини шкіри та передшлунка, що підтверджувало зв'язок виявлених ранніх показників змін з кінцевим ефектом і їхнє прогностичне значення.

На відміну від БП токсичні сполуки (ацетон, фенол) не викликали генотоксичний ефект, а прояви імуносупресії мали транзиторний характер і на кінець третього місяця відновлювалися до рівня показників в інтактних тварин.

Отримані результати дозволили дійти висновку про значущість комплексу показників поєднаних генотоксичних та імунологічних змін і можливість їх використання як ранніх критеріїв для прискореного тестування хімічних канцерогенів і оцінки їхньої небезпеки у субхронічному досліді тривалістю до 3-х місяців. Такий термін може забезпечити визначення характерних для хімічних канцерогенів ознак – генотоксичного ефекту та імуносупресії, а також диференціювання їх з токсичними сполуками.

Таблиця 4

Імунологічні показники у щурів за 3 місяці впливу попередників ендогенних нітрозамінів та електромагнітного поля

Група дослідних тварин, фактори	Т-лімфоцити		В-лімфоцити		Кількість фагоцитуючих клітин	
	%	$\times 10^9/\text{л}$	%	$\times 10^9/\text{л}$	%	$\times 10^9/\text{л}$
1 група, контроль	$37,14 \pm 1,06$	$3,89 \pm 0,37$	$25,00 \pm 0,98$	$2,62 \pm 0,25$	$76,57 \pm 1,02$	$2,77 \pm 0,35$
2 група, НН, ТЦ	$*30,14 \pm 0,77$ $t=3,81$	$3,53 \pm 0,32$	$*21,00 \pm 1,05$ $t=2,78$	$2,46 \pm 0,25$	$79,71 \pm 1,08$	$3,68 \pm 0,40$
3 група, ЕМП	$*31,57 \pm 1,15$ $t=2,75$	$3,68 \pm 0,43$	$*21,43 \pm 1,0$ $t=2,55$	$2,50 \pm 0,31$	$*84,00 \pm 1,41$ $t=4,27$	$*4,14 \pm 0,32$ $t=2,89$
4 група, НН, ТЦ + ЕМП	$*28,86 \pm 1,06$ $t=4,96$	$3,39 \pm 0,27$	$*22,00 \pm 0,19$ $t=2,50$	$2,62 \pm 0,28$	$*83,29 \pm 0,94$	$*4,03 \pm 0,19$ $t=3,16$

З урахуванням цих даних подібний підхід було використано нами при вивченні поєднаної дії ЕНА і ЕМП промислової частоти. Результати вивчення генотоксичності детально висвітлені раніше [12]. Необхідно підкреслити, що введення ПНА викликало достовірне, порівняно з інтактними тваринами, зростання частоти клітин з МЯ у кістковому мозку, що збігається з даними попередніх досліджень про онкогенну активність рівнів ендогенних НА, які утворюються при введенні НН та ТЦ у тих самих дозах.

У таблиці 5 наведено порівняльні дані генотоксичного ефекту за частотою поліхроматофілних еритроцитів з МЯ (МЯПХЕ) у кістковому мозку та розвитку імуносупресії (кількість Т-лімфоцитів) за 3 місяці за роздільного та сумісного впливу ПНА і ЕМП промислової частоти.

Як можна бачити, кількісні параметри генотоксичного ефекту та імуносупресії, які відображають рівень відхилень від показників тварин контрольної групи за роздільного та сумісного впливу факторів, ілюструють наявність встановленого раніше взаємозв'язку між такими показниками.

На цей час максимальне зниження кількості Т-лімфоцитів з найбільшою різницею з показниками у контролі, тобто максимальний ступінь супресії клітинної ланки імунітету, відзначено за поєднаної дії факторів (4 група) і збігається з максимальним генотоксичним ефектом – найбільшою частотою клітин з МЯ у кістковому мозку щурів.

Менша кількість Т-лімфоцитів порівняно з показниками у

тварин контрольної групи і водночас вищий їхній рівень за величину аналогічного показника у тварин четвертої групи спостерігалися за роздільного впливу обох факторів (2 і 3 групи), що вказувало на менший ступінь супресії. Відповідно нижчими були показники генотоксичного ефекту у тварин цих груп. Тобто зростання супресії залежно від ізолюваної чи поєднаної дії ЕНА, опромінення магнітним полем супроводжувалося відповідним паралельним зростанням генотоксичного ефекту від мінімальних величин (7,00±0,14; 0,12%) за впливу ЕМП 50 Гц, 90 мкТл до максимальних (10,67±0,3; 0,18%) за поєднаної дії факторів.

Отже, результати наших досліджень чітко вказують на сприяння супресії імунної системи посиленню мутацій і взаємозв'язок між ними. З урахуванням доведеної раніше збіжності комплексу ранніх показників імуносупресії і генотоксичного ефекту зі специфічним для канцерогенів кінцевим ефектом (розвитком пухлин) ці результати передбачливо свідчать про потенційно більшу канцерогенну небезпеку поєднаної дії досліджуваних факторів порівняно з ізолюваною дією кожного з них, що можна зобразити як ЕНА + ЕМППЧ > ЕНА > ЕМП.

Крім того, отримані нами експериментальні результати у сукупності з даними літератури про існування взаємозв'язку між частотою МЯ в еритроцитах крові та супресією Т-клітинної ланки й інших компонентів імунітету серед населення [13] вказують на потенційну онкогенну небезпеку сумісного впливу хімічних кан-

церогенів і МП промислової частоти також для людей.

Нині роль імунної системи, зокрема її супресивного стану, у канцерогенезі загальновідома. Разом з тим, механізми впливу зовнішніх факторів різної природи на імунну систему донині залишаються остаточно не з'ясованими.

Зокрема, стосовно канцерогенів хімічної природи доведено, що усі імунотоксичні для гризунів сполуки є для них канцерогенними. Встановлено високу кореляцію між імунотоксичністю та канцерогенністю, проте клітинні основи донині невідомі і потребують подальших досліджень [14]. Припускається, що незалежно від механізмів дії наслідком впливу канцерогенів є порушення балансу між процесами проліферації, диференціювання та апоптозу клітин, що врешті-решт може призвести до пригнічення функції імункомпетентних клітин. Не виключена у цьому роль підвищення внутрішньоклітинного вмісту Ca⁺⁺ у розвиткові імуносупресії, індукованої канцерогенами [15].

Нині відсутня також теорія щодо механізмів впливу НЧЕМП на імунну систему. У цьому аспекті привертають увагу повідомлення стосовно

Таблиця 5

Кількість Т-лімфоцитів у периферичній крові і частота поліхроматофілних еритроцитів з мікроядрами (МЯПХЕ) у кістковому мозку щурів за 3 місяці ізолюваної та поєднаної дії ендогенних нітрозамінів та магнітного поля (50 Гц)

Група	Фактор	Кількість Т-лімфоцитів у середньому у групі			МЯПХЕ / 2000 ПХЕ у середньому у групі		
		абс. x 10 г/л	%	Статистичні параметри	абс.	%	Статистичні параметри
1	інтактний контроль	3,89±0,37	37,14±1,06	-	5,00±0,38	0,08	-
2	НН 100 мг/кг ТЦ 20 мг/кг	3,53±0,32	30,14±0,77	t = 3,81 p<0,05	8,00±5,8	0,13	t = 3,66 p<0,05
3	ЕМП 90 мкТл	3,68±0,43	31,57±3,81	t = 2,75 p<0,05	7,00±0,12	0,12	t = 1,73 p>0,05
4	НН 100 мг/кг ТЦ 20 мг/кг ЕМП 90 мкТл	3,39±0,27	28,86±1,06	t = 4,96 p<0,05	10,67±0,33	0,18	t = 8,50 p<0,001

Примітка: вірогідні відмінності при значенні $t \geq 2,18$.

дії високочастотних ЕМП та деяких хімічних сполук на імунну систему, які викликають біо-ефекти, подібні до індукованих НЧЕМП.

Так, висловлюється припущення, що радіочастотні ЕМП викликають порушення гомеостазу кальцію, що, у свою чергу, призводить до порушень тимус-опосередкованих механізмів імунного захисту [16]. Це, на нашу думку, може бути справедливим і щодо впливу НЧЕМП на імунну систему.

У зв'язку з наявністю подібних ефектів, таких як активація вільнорадикальних процесів, зростання переокисного окиснення ліпідів (ПОЛ) та продуктів ПОЛ, супресія функції антиоксидантої системи за впливу НЧЕМП на організм [8] і детергентів заслугове на увагу концепція біологічної дії ксенобіотиків на організм тварин, висунута Н.Г. Щербань і співавторами [17]. Концепція ґрунтується на результатах особистих експериментальних досліджень біохімічних механізмів структурно-функціональних порушень в організмі за тривалого впливу детергентів.

Авторами сформульована концептуальна модель імунопатогенетичних механізмів супресії клітинного та гуморального імунітету, яка полягає у тому, що детергенти та інші ксенобіотики у разі надходження до організму викликають комплекс порушень (стимулюють вільнорадикальні процеси, ПОЛ, модулюють розвиток оксидативного стресу, виснажують антиоксидантну систему, знижують окисне фосфорилювання і біоенергетику), наслідком чого є порушення ядерно-цитоплазматичної структурно-метаболическої взаємодії, яка лежить в основі пригнічення синтезу білків, ДНК, РНК та клітинного і гуморального імунітету. Автори наголо-

шують, що порушення процесів окиснення і фосфорилювання у системі дихальних ланцюгів переносу протонів та електронів є одним з провідних факторів порушення метаболізму і пригнічення клітинного та гуморального імунітету під впливом досліджуваних ксенобіотиків.

Враховуючи наведені дані, логічно припустити, що пригнічення клітинної та гуморальної ланок імунної системи під впливом МП у нашому досліді можуть розвиватися внаслідок подібних порушень в організмі тварин.

При вивченні біохімічних змін за дії МП промислової частоти (50 Гц) з різними рівнями навантаження (10 мкТл, 30 мкТл, 90 мкТл) активація вільнорадикальних процесів, ПОЛ та зростання продуктів ПОЛ, найбільш стабільні і суттєві за одночасного пригнічення функції антиоксидантної системи були зареєстровані на рівні 90 мкТл [8].

Разом з тим, очевидна відмінність МП від факторів хімічної природи є підставою думати, що незважаючи на подібність індукованих ними ефектів конкретні механізми їх формування за впливу фізичних і хімічних факторів можуть бути різними. З'ясування та уточнення механізмів дії ЕМППЧ потребує цілеспрямованих досліджень на різних рівнях.

Висновки

1. Встановлено більш значущі зрушення у різних ланках імунної системи щурів за дії попередників синтезу НА – нітриту натрію, тетрацикліну та онкогенно активних рівнів ендогенно утворених нітрозамінів у поєднанні з опроміненням магнітним полем промислової частоти 90 мкТл порівняно з ізольованим впливом цих факторів, які проявилися пригніченням клітинної й гуморальної ланок імунітету, розширенням спектра імунних розладів за рахунок активації факторів неспецифічного захисту і розвитку алергічних реакцій (гіперчутливості негайного та сповільненого типів).

2. Показано, що найбільш раннім показником, чутливим до дії досліджуваних факторів, є розвиток супресії Т-клітинної ланки імунітету, який реєструється вже за один місяць впливу і поглиблюється з подовжен-

ням терміну дії до трьох місяців.

3. Шляхом порівняння властивої для дії канцерогенів реакції організму – розвитку супресії (клітинної ланки) та специфічного для них генотоксичного ефекту (за показником частоти мікроядер у поліхроматофільних еритроцитах кісткового мозку) у щурів після трьохмісячного ізольованого та сумісного впливу ендогенних нітрозамінів, попередників їх синтезу, і магнітного поля встановлено взаємозв'язок між вивченими показниками, що підтверджує можливість їх використання у комплексі як ранніх критеріїв для прогнозування потенційної онкогенної небезпеки факторів хімічної та фізичної природи.

4. Виявлено посилення супресії Т-клітинної ланки імунітету і зростання генотоксичного ефекту за поєднаної дії рівнів ендогенних нітрозамінів, що утворюються з їхніх попередників, і магнітного поля порівняно з ізольованою дією кожного з цих факторів, що свідчить про потенційно більшу онкогенну небезпеку їхнього сумісного впливу на організм.

ЛІТЕРАТУРА

1. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Non-ionizing Radiation. Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Lyon : IARC, 2013. Vol. 102. P. 143-88.
2. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Chemical Agents and Related Occupations. Lyon : IARC, 2012. Vol. 100. 576 p.
3. Maes A., Verschaev L. Genetic damage in humans exposed to extremely low-frequency electromagnetic fields. *Arch. Toxicol.* 2016. Vol. 90. № 10. P. 2337-2348.
4. Томилин Н.В., Филько О.А., Храброва А.В. и др. Сравнительное экспериментальное исследование мутагенного и цитотоксического действия нитрозодиметилamina в условиях острого и субхронического введения с помощью микроядерного теста на ретикулоцитах и лимфоцитах периферической крови белых крыс. *Экспериментальная токсикология.* 2017. Т. 18. С. 382-394.
5. Demetriou C.A., Raaschou-Nielsen O., Loft S. et al. Biomarkers of ambient air pollu-

tion and lung cancer: a systematic review. *Occup. Environ. Med.* 2012. Vol. 69. P. 619-627.

6. Черниченко І.О., Баленко Н.В., Остах О.М. Обґрунтування критеріальної значущості комплексу генотоксичних та імунологічних показників для експрес-оцінки канцерогенів навколишнього середовища. *Довкілля та здоров'я*. 2013. № 2. С. 4-8.

7. Черниченко І.О., Баленко Н.В., Соверткова Л.С., Литвиченко О.М. Порівняльна характеристика ендogenous синтезу канцерогенних нітрозамінів залежно від дизайну експерименту. *Довкілля та здоров'я*. 2017. № 2. С. 8-13.

8. Дідик Н.В. Вплив магнітного поля промислової частоти на стан прооксидантних та антиоксидантних показників в організмі піддослідних тварин. *Довкілля та здоров'я*. 2017. № 2. С. 13-16.

9. Principles and methods for assessing direct immunotoxicity associated with exposure to chemicals. Geneva : WHO, 1996. 390 p.

10. Проданчук М.Г., Жмінко П.Г., Зінченко Д.В. та ін. Дослідження імунотоксичної дії потенційно небезпечних хімічних речовин при їх гігієнічній регламентації: методичні рекомендації. *Збірник нормативних документів з охорони здоров'я*. 2002. № 8 (31). С. 149-168.

11. Оценка влияния факторов окружающей среды на иммунологическую реактивность организма: методические рекомендации / НИИ общей и коммунальной гигиены им. А.Н. Марзеева. К., 1988. 23 с.

12. Черниченко І.О., Думанський Ю.Д., Баленко Н.В., Соверткова Л.С., Бабій В.Ф. та ін. Дослідження мікроядер у кістковому мозку щурів за поєднаної дії ендogenous нітрозамінів та електромагнітного поля промислової частоти (50 Гц). *Довкілля та здоров'я*. 2017. № 4. С. 4-7.

13. Ильинских Н.Н., Новицкий В.В., Ванчугова Н.Н., Ильинских И.Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск, 1992. 340 с.

14. Luster M.I., Portier C., Pait D.G. et al. Risk assessment in immunotoxicology. *Fundam.*

Appl. Toxicol. 1992. Vol. 18. P. 200-210.

15. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Risks of Human Health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food / Scientific Committee on Food. Brussels, Belgium, 2002. 84 p.

16. Anghileri L.J., Mayayo E., Domingo J.L., Thouvenot P. Evaluation of health risks caused by radio frequency accelerated carcinogenesis: the importance of processes driven by the calcium ion signal. *Eur. J. Cancer Prev.* 2006. Vol. 15 (3). P. 191-195.

17. Щербань Н.Г., Мясоедов В.В., Шевченко Е.А., Кривонос К.А., Васенко А.Г. Биохимические механизмы структурно-функциональных нарушений в организме экспериментальных животных под влиянием токсических химических веществ. *Экология и промышленность*. 2010. № 4. С. 12-15.

REFERENCES

1. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Non-ionizing Radiation. Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Lyon : IARC; 2013 ; 102 : 143-88.

2. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Chemical Agents and Related Occupations. Lyon : IARC ; 2012 ; 100 : 576 p.

3. Maes A. and Verschaeve L. *Arch. Toxicol.* 2016 ; 90 (10) : 2337-2348.

4. Tomilin N.V., Filko O.A., Khrabrova A.V. et al. *Ekspierimentalnaia toksikologija.* 2017 ; 18 : 382-394 (in Russian).

5. Demetriou C.A., Raaschou-Nielsen O., Loft S. et al. *Occup. Environ. Med.* 2012 ; 69 : 619-627.

6. Chernychenko I.O., Balenko N.V. and Ostash O.M. *Dovkillia ta zdorovia.* 2013 ; 2 : 4-8 (in Ukrainian).

7. Chernychenko I.O., Balenko N.V., Sovertkova L.S. and Lytychenko O.M. *Dovkillia ta zdorovia.* 2017 ; 2 : 8-13 (in Ukrainian).

8. Didyk N.V. *Dovkillia ta zdorovia.* 2017 ; 2 : 13-16 (in Ukrainian).

9. Principles and Methods for Assessing Direct Immunotoxicity Associated with Exposure to Chemicals. Geneva : WHO; 1996 : 390 p.

10. Prodanchuk M.G., Zhminko P.G., Zinchenko D.V. et al. *Zbirnyk normatyvnykh dokumentiv z okhorony zdorovia.* 2003 ; 8 (31) : 149-168 (in Ukrainian).

11. Marzeiev Research Institute of Common and Municipal Hygiene. Otsenka vliiyaniya faktorov okruzhayushchey sredy na immunologicheskuyu reaktivnost organisma: metodicheskie rekomendatsii [Assessment of the Effect of the Environmental Factors on the Immunological Reactivity of the Organism : Methodical Recommendations]. Kyiv ; 1988 : 23 p. (in Russian).

12. Chernychenko I.O., Dumanskyi Yu.D., Balenko N.V., Sovertkova L.S., Babii V.F., Kondratenko O.Ye., Lytychenko O.M., Serdiuk Ye.A. and Nikitina N.G. *Dovkillia ta zdorovia.* 2017 ; 4 : 4-7 (in Ukrainian).

13. Ilinskikh N.N., Novitskiy V.V., Vanchugova N.N. and Ilinskikh I.N. Mikroyadernyi analiz i tsitogeneticheskaya nestabilnost [Micronuclear Analysis and Cytogenetic Instability]. Tomsk, Russia ; 1992 : 340 p. (in Russian).

14. Luster M.I., Portier C., Pait D.G., White K.L. Jr, Gennings C., Munson A.E. and Rosenthal G.J. *Fundam. Appl. Toxicol.* 1992 ; 18 : 200-210.

15. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Risks of Human Health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food / Scientific Committee on Food. Brussels, Belgium ; 2002 : 84 p.

16. Anghileri L.J., Mayayo E., Domingo J.L. and Thouvenot P. *Eur. J. Cancer Prev.* 2006 ; 15 (3) : 191-195.

17. Shcherban N.G., Miasoedov V.V., Shevchenko E.A., Krivonos K.A. and Vasenko A.G. *Ekologija i promyshlennost.* 2010 ; 4 : 12-15 (in Russian).

Надійшло до редакції 17.04.2018

MEDICO-HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER FROM CENTRALIZED WATER SUPPLY SURFACE SOURCE OF THE CITY OF CHERKASY

Bondarenko Yu.H., Dzhulai O.S., Riabovol V.M., Khomenko O.A., Kokhany O.A.

МЕДИКО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВОДИ ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА ЧЕРКАСИ

В

ода є одним з основних об'єктів довкілля. Важливим напрямком використання води є забезпечення населення доброякісною питною водою. Джерелами централізованого водопостачання є поверхневі, підземні та атмосферні води. Найбільш широко у централізованому водопостачанні населення використовуються поверхневі води, у тому числі водосховища. Основним централізованим джерелом водопостачання населення України є р. Дніпро. Створення на Дніпрі каскаду гідроелектростанцій та водосховищ зумовило поступовий розвиток багатьох складних екологічних проблем. З шести великих Дніпровських водосховищ Кременчуцьке і Каховське мають водообмін 2-4 рази на рік і належать до типу озерних.

Джерелом централізованого водопостачання м. Черкаси є Кременчуцьке водосховище. У літній період на більшій частині акваторії Кременчуцького водосховища встановлюється озерний режим. За високої температури повітря спостерігається інтенсивне «цвітіння» води, виникає скупчення водо-

ростей, а подальше розмноження їх має негативні наслідки для санітарно-біологічного стану води, внаслідок чого виникає дефіцит кисню у нижніх горизонтах води та у нічні години. Утворюються різноманітні органічні та неорганічні речовини, у тому числі й токсичні, що значно погіршує якість води водосховища [1].

Зарегульований Дніпро виконує роль не лише основного джерела іригації значних територій, водопостачання міст і промислових підприємств, а також є резервуаром, до якого надходять стічні промислово-комунальні води та забруднення, які потрапляють з площі водозабору [8]. Скид у поверхневі водойми забруднених вод в умовах уповільненого водообміну призводить до накопичення донних відкладень, розвитку у них анаеробних процесів, накопичення органічних речовин, збільшення мінералізації води та бактеріальної мікрофлори, що сукупно погіршує якість води та антропогенну евтрофікацію водосховищ.

Зазвичай це проявляється у масовому розвитку синьо-

**БОНДАРЕНКО Ю.Г.,
ДЖУЛАЙ О.С.,
РЯБОВОЛ В.М.,
ХОМЕНКО О.А.,
КОХАНІЙ О.А.**

ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України», м. Черкаси
УДК:614.777:628.113(477.46)

Ключові слова: поверхневі джерела централізованого водопостачання, вода, органолептичні показники, загально-хімічні показники, мікробіологічні показники, показники радіаційної безпеки, моніторингові дослідження, здоров'я населення, класи якості води.

МЕДИКО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ИСТОЧНИКА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ г. ЧЕРКАССЫ

Бондаренко Ю.Г., Джулай А.С., Рябовол В.М., Хоменко О.А., Коханій Е.А.

ГУ «Черкасская областной лабораторный центр Министерства здравоохранения Украины», г. Черкассы

Цель работы: осуществить медико-гигиеническую оценку качества воды в поверхностном централизованном источнике водоснабжения г. Черкассы и сравнить ее с результатами проведенных исследований за 2004-2008 годы.

Материалы и методы. Осуществлена оценка качества воды поверхностного источника водоснабжения г. Черкассы с учетом гигиенического значения и по химическому составу: органолептические показатели, общесанитарные химические показатели, микробиологические показатели, показатели радиационной безопасности, токсикологические показатели химического

состава воды (приоритетные), органические — пестициды хлорорганические (сумма).

Результаты. Вода в поверхностном централизованном источнике водоснабжения г. Черкассы по уровню загрязненности относится к II классу и определяется как умеренно загрязненная и соответствует результатам исследований, проведенных в 2004-2008 годах.

Выводы. Освещена проблема использования р. Днепр, в частности Кременчугского водохранилища, как источника поверхностного централизованного водоснабжения. Осуществлен поиск новых методов обеззараживания и обработки воды. Создана единая система мониторинга и влияния показателей качества воды на организм человека.

Ключевые слова: поверхностные источники централизованного водоснабжения, вода, органолептические показатели, общехимические показатели, микробиологические показатели, показатели радиационной безопасности, мониторинговые исследования, здоровье населения, классы воды.

© **Бондаренко Ю.Г., Джулай О.С., Рябовол В.М., Хоменко О.А., Коханій О.А.**
СТАТТЯ, 2018.

зелених водоростей, що суттєво погіршує органолептичні показники води. При водокористуванні в умовах підвищеної трофності водосховищ наявність невеликої кількості їх у питній воді може відображатися на захворюваності населення, загостренні хронічних хвороб.

Якість води у водосховищах оцінюється відповідно до додатку 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я № 173 від 19.06.1996 р., а якість води у джерелах централізованого водопостачання – за ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правил вибирання».

Низька якість води у водосховищах та відповідно джерелах централізованого водопостачання може призвести до обмеження водокористування через неприємні органолептичні властивості води, негативний вплив шкідливих хімічних речовин, які накопичуються у планктоні і потім харчовими ланцюгами через риби та інші продукти потрапляють до організму людини.

Джерела водопостачання потребують здійснення постійного нагляду, який передбачає три основні етапи:

□ еколого-гігієнічний моніторинг водосховища, на якому розміщене джерело водопостачання;

□ еколого-гігієнічний моніторинг джерела водопостачання;

□ еколого-гігієнічний моніторинг водопідготовки та водопровідної мережі.

Мета роботи: здійснити медико-гігієнічну оцінку якості води у поверхневому централізованому джерелі водопостачання м. Черкаси та порівняти її з результатами проведених досліджень за 2004-2008 роки.

Матеріали та методики. Здійснено оцінку якості води поверхневого джерела водопостачання м. Черкаси з урахуванням гігієнічного значення та за хімічним складом: *органолептичні показники* (запах, забарвленість, каламутність), *загальносанітарні хімічні показники* (сухий залишок (мінералізація), сульфати, хлориди, магній, жорсткість (твердість



ГІГІЄНА ВОДИ ТА ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ

загальна), лужність, водневий показник, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, перманганатна окиснюваність ($KMnO_4$), окиснюваність біхроматна (ХСК) $K_2Cr_2O_7$, фосфор фосфатів); *мікробіологічні показники* (загальне мікробне число (ЗМК), загальні коли форми (лактозопозитивні кишкові бактерії), індекс БГКП, патогенні бактерії (сальмонели), колифаги, індекс); *показники радіаційної безпеки* (стронцій-90 – ^{90}Sr , цезій-137 – ^{137}Cs); *токсикологічні показники хімічного складу води* (пріоритетні) (неорганічні – фториди (F^-), залізо загальне (Fe), ванадій (V), кадмій (Cd), кобальт (Co), миш'як (As), мідь

(Cu), молібден (Mo), нікель (Ni), свинець (Pb), селен (Se), цинк (Zn); *органічні – пестициди хлорорганічні (сума) (ДДТ-із., у-ГХЦГ, гептахлор, алдрин), феноли леткі, нафтопродукти (загальні, вуглеводневі)*

Результати досліджень. Кольоровість – природна властивість води, що залежить від наявності у ній гумінових речовин, які вимиваються у воду із ґрунту під час формування поверхневих та підземних водойм та надають воді забарвлення від жовтого до коричневого. Невелика кількість гумінових речовин утворюється безпосередньо у поверхневих водоймах внаслідок мікробіологічного руй-

Рисунок 1

Динаміка зміни показника кольоровості води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

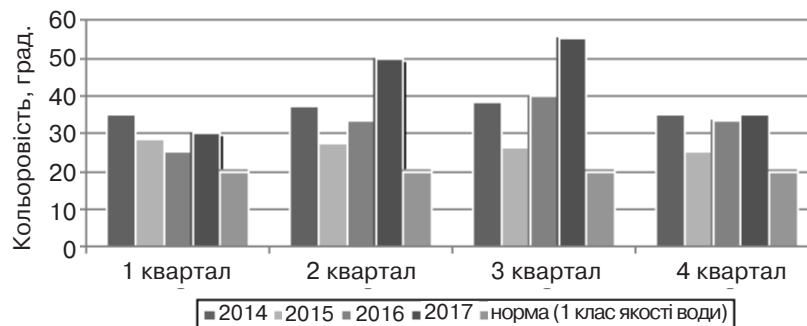


Рисунок 2

Динаміка зміни показника температури води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально



нування водоростей. Що більше у воді гумінових речовин, то інтенсивніше забарвлення води.

Динаміку зміни показника забарвленості води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси наведено на рисунку 1, з якого видно, що кольоровість води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси підвищується у другому і третьому кварталах і за показником, визначеним ДСТУ 4808:2007 (від 50° до 55°), належить до II класу. Підвищення кольоровості у літній період може бути зумовленим багатьма причинами: підвищенням температури води влітку, прискорен-

ням процесів евтрофікації водоймища і, як наслідок, забрудненням води речовинами органічного походження. Підвищення забарвлення і кольоровості води може свідчити про її забруднення промисловими стічними водами. Переконливих даних про вплив води з високою кольоровістю на здоров'я людини у літературі немає. Але відомо, що внаслідок дії гумінових кислот так само, як і підвищується проникність стінки кишечника для деяких важких металів та сульфат-іону.

Протягом року спостерігається підвищення забарвленості (кольоровості) у літній період так само, як і підвищення температури води. Ці показники взаємопов'язані, але провідним фактором серед них є температура. Це зумовлено її впливом на розчинність газів і парціальний тиск летких органічних речовин, які надають воді запаху (наприклад фенолів). Динаміку зміни показника коливання температури води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси наведено на рисунку 2.

Аналіз цих змін протягом 4-х років свідчить, що найвищою температури вода у джерелі водопостачання сягає у 3 кварталі. У цей період розпочинається масове цвітіння синьо-зелених водоростей та збагачення води токсичними речовинами – продуктами їхньої життєдіяльності. Значна кількість завислих речовин та забарвленість можуть бути пов'язаними з частим коливанням рівня води водосховища, незначною швидкістю руху води тощо.

Температура впливає на швидкість і глибину процесів очищення та знезараження води на водозабірних станціях. Гігієнічне значення температури полягає у впливі на процеси прояснення, знебарвлення і знезараження води, від чого залежать її органолептичні властивості, безпечність за епідеміологічними і токсикологічними показниками.

На літній період припадає також коливання таких показників, як перманганатна та біхроматна окиснюваність і концентрація розчиненого кисню. Збільшення перманганатної окиснюваності понад 9 мг/л та біхроматної до 22 мг/л є результатом забруднення джерела води легкоокислюваними речовинами органічного та мінерального походження (рисунки 3 і 4).

Таким чином, останні чотири роки відзначається постійне забруднення води у джерелі водопостачання м. Черкаси легкоокислюваними органічними сполуками.

До зменшення концентрації розчиненого кисню призводить бурхливий розвиток водоростей з подальшим їх відмиранням, що спостерігається під час евтрофікації водойм через надмірне надходження біогенних речовин. У джерелі водопостачання м. Черкаси визначається стійке зниження вмісту розчиненого кисню протягом останніх 4-х років у другому і третьому кварталах і залишається у межах половини норми – не менше 4 мг O_2 /дм³. У першому і третьому кварталах розчинений кисень перебуває у близьких до норми межах – 6-7 мг O_2 /дм³.

Забруднення води органічними речовинами призводить до підвищення БСК_п. БСК_п менше за 1,3 мг O_2 /дм³ у воді дуже

Динаміка зміни показника окиснюваності перманганатної у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

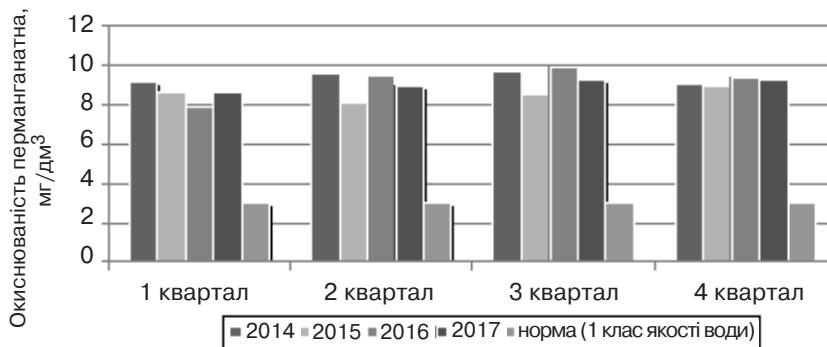


Рисунок 3

Динаміка зміни показника окиснюваності біхроматної у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

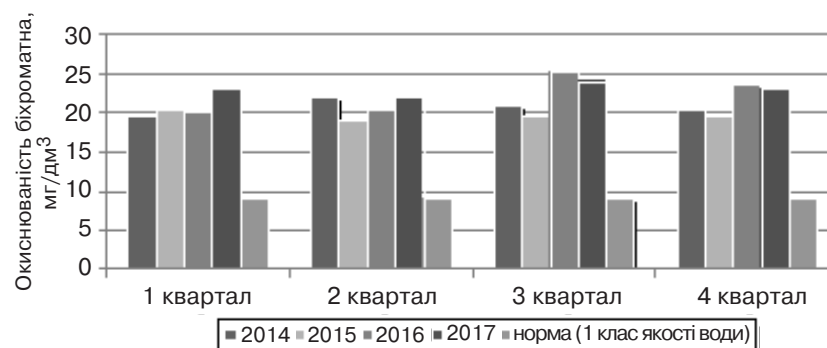


Рисунок 4

MEDICO-HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER FROM CENTRALIZED WATER SUPPLY SURFACE SOURCE OF THE CITY OF CHERKASY
Bondarenko Yu.H., Dzhulai O.S., Riabovol V.M., Khomenko O.A., Kokhanyi O.A.
State Institution «Cherkasy Region Laboratory Centre, Ministry of Health of Ukraine»

Objective: We aimed to carry out medico-hygienic assessment of water quality in the surface centralized source of water supply in the city of Cherkasy and compared it with the results of performed studies for 2004-2008.

Materials and methods: We carried out the assessment of water quality of the surface water source of the city of Cherkasy taking into account the hygienic value and by chemical composition: organoleptic parameters, general sanitary chemical standards, microbiological parameters, radiation safety parameters, toxicological parameters of water chemical composition (foreground), organic

– organochlorine pesticides (sum).

Results: The water in the surface centralized source of water supply in Cherkasy according to the level of contamination belongs to class II and is defined as moderately polluted and complies with the results of the studies carried out in the period of 2004-2008.

Conclusions: The problem of the use of the Dnipro river and the Kremenchuk water-storage basin as a source of centralized water supply, search of the new means for water decontamination and treatment, formation of a single monitoring system, and impact of water quality parameters on human organism were highlighted.

Keywords: surface sources of centralized water supply, water, organoleptic parameters, general chemical parameters, microbiological parameters, radiation safety parameters, monitoring investigations, health of the population, classes of water.

чистих водойм, у воді відносно чистих водойм – понад 2,5 мг O_2 /дм³, у воді забруднених водойм – понад 5 мг O_2 /дм³.

Аналіз значень БСК_п води у джерелі водопостачання м. Черкаси за 4 роки (рис. 5) свідчить про те, що вода належить до другого класу (ДСТУ 4808:2007). Цей показник пов'язаний з перманганатною окиснюваністю та розчинним киснем, які вказують на суттєву забрудненість води водоймища органічними рештками, а пік розмноження синьо-зелених водоростей у серпні має суттєво впливати на показник БСК_п у 3 кварталі.

Бактеріологічні показники якості води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки мають тенденцію до сезонного коливання (рис. 6).

Так, індекс ЛКП коливається від >500 до 6200. Певна тенденція до збільшення бактеріологічного забруднення води спостерігалася у літні місяці протягом 2016-2017 років у другому та третьому кварталах. Значне збільшення індекса ЛКП спостерігалось у четвертому кварталі 2017 року, що можна пояснити теплою осінньою погодою. Наявності патогенних мікроорганізмів та гельмінтів за останні 10 років у воді централізованого джерела водопостачання м. Черкаси не виявлено.

Особливостями води у джерелі водопостачання міста Черкаси є низька жорсткість. Воду умовно можна назвати м'якою (у межах 3,2-4,6 мг-

екв/дм³) та маломінералізованою (табл.).

Порівнюючи показники концентрації заліза у воді з нормативом для джерела водопостачання (ДСТУ 4808:2007), можна сказати, що вода у джерелі водопостачання характеризується високою концентрацією заліза, а саме джерело за цим

показником належить до II класу якості води. Найвища концентрація встановлена у 3 кварталі 2017 року (500 мг/дм³). Динаміку зміни показника концентрації заліза у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси наведено на рисунку 7.

Заліза гідроксид (III), що

Рисунок 5
Динаміка зміни показника БСК_п у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

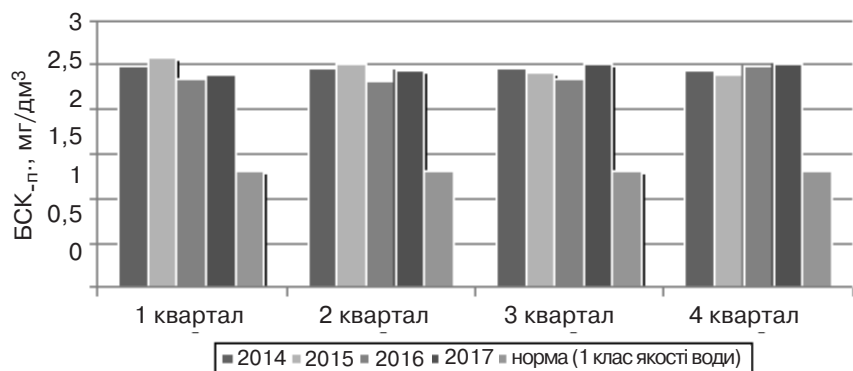
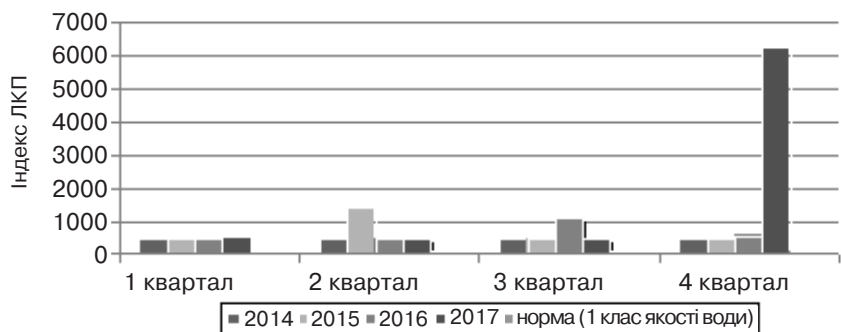


Рисунок 6
Динаміка зміни показника індекса ЛКП у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально



становить 50 мг/дм³ (II клас якості води).

Надлишок марганцю в організмі може викликати порушення всмоктування заліза, а кальцій, фосфор і залізо уповільнюють засвоєння марганцю.

Основними симптомами надлишку марганцю в організмі є втрата апетиту, галюцинації, зниження активності, м'язові болі, млявість, стомлюваність, сонливість, погіршення пам'яті, депресія, порушення м'язового тону, атрофія м'язів, енцефалопатія, ураження легень тощо.

При цьому концентрація магнію перевищує норматив в 1,5 рази (II клас якості води).

У разі надлишку магнію людина відчуває невтомну спрагу, спостерігається сухість слизових оболонок. У жінок надлишок магнію в організмі проявляється характерними симптомами: порушенням менструального циклу, посиленням проявів ПМС, а також сухістю шкіри.

Динаміка змін показників стронцію-90 та цезію-137 у джерелі водопостачання не перевищує показники, нормовані ДСТУ 4808:2007 (<2 Бк/дм³) і визначається у межах 0,15 Бк/дм³.

міститься у поверхневих водних джерелах, погано розчиняється й утворює у воді коричневі пластівці, що зумовлює її кольоровість і каламутність. За значного вмісту заліза через зазначені перетворення вода набуває жовто-коричневого забарвлення, стає каламутною.

Аналіз динаміки коливань концентрації заліза протягом 4-х років показує незначні сезонні коливання зі збільшенням концентрації у літній період. У таких концентраціях, які впливають на органолептичні показники води, залізо не має ані фізіологічного, ані, тим паче, токсикологічного значення.

Концентрація марганцю у воді джерела водопостачання

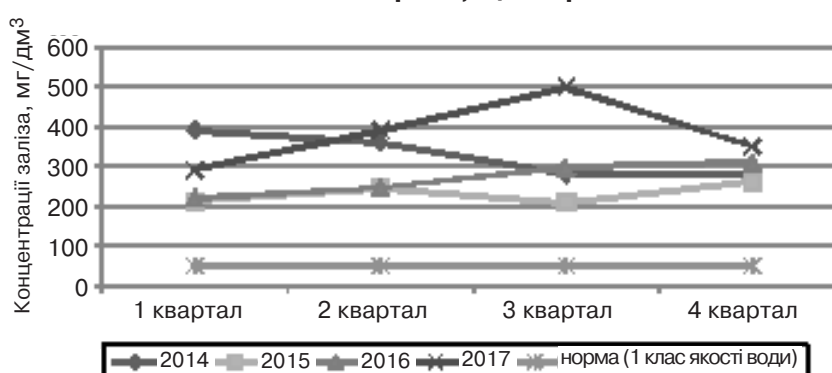
Таблиця

Показники жорсткості та мінералізації води джерела централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки

Сухий залишок, мг/дм ³				Норма	Рік
Квартал					
1	2	3	4		
263	261	252	249	400	2014
255	266	248	240	400	2015
267	280	276	261	400	2016
270	266	289	274	400	2017

Рисунок 7

Динаміка зміни показника концентрації заліза у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально



В організмі людини фтор виконує низку важливих функцій: забезпечує міцність і твердість кісткової тканини, правильний ріст скелета, волосся та нігтів, формування дентину та зубної емалі, бере участь у кровотворенні, сприяє засвоєнню заліза, виведенню із організму солей і радіонуклідів.

Фториди до організму людини надходять переважно з питною водою. Фізіологічно оптимальною концентрацією фтору у питній воді для здоров'я населення є <700 мкг/дм³.

Недостатнє надходження фтору до організму людини спричиняє розвиток таких захворювань, як карієс зубів, остеомієліт щелепних кісток, хроніосепсис, ревматизм, різні захворювання травної системи через погіршення розжовування їжі та сповільнення її евакуації із шлунка.

У поверхневому джерелі водопостачання м. Черкаси концентрація фторидів становить 200 мкг/дм³, що у 3,5 рази менше фізіологічно оптимальної дози.

Згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів (ДСТУ 4808:2007) вода у централізованому джерелі водопостачання м. Черкаси характеризується помірним ступенем забруднення та належить до II класу якості води.

Сезонні та річні коливання загальносанітарних хімічних та мікробіологічних показників значно ускладнюють процеси очистки води і потребують додаткових ефективних методів її обробки.

На Дніпровській водозабірній станції для знезараження води використовується рідкий хлор. Для успішного знезараження води хлором, серед інших умов, необхідне максимальне очищення води від завислих частинок, що захищають мікроорганізми від поверхневої дії хлору. У процесі знезараження води хлор взаємодіє з органічними речовинами і деякими недоокисненими неорганічними солями, що містяться у воді. При знезараженні кольорової води із відкритих водойм передбачається за санітарними нормами використання 3,0-5,0 мг/дм³ активного хлору. Вода у джерелі водопостачання характеризується

значними показниками кольоровості, збільшення якої спостерігається у літній сезон і корелює з підвищенням температури води.

Позначаючись на процесах хлорування води, температура може опосередковано негативно вплинути на здоров'я населення за рахунок прискорення реакцій утворення тригалометанів та інших хлорованих вуглеводнів. Тому при знезараженні води хлором виникають проблеми захисту населення під час споживання такої води від побічних продуктів хлорування, які є небезпечними для здоров'я людини. Встановлено залежність утворення хлорорганічних сполук від кольоровості води у місці водозабору [3, 4].

Для дозування хлору використовується складне обладнання, яке працює від електрики, що призводить до великих витрат. Останнім часом на теренах України у господарську діяльність починають впроваджувати нанотехнології.

Необхідно детально вивчити та дослідити можливості використання нанотехнологій у сучасних системах знезараження води централізованих поверхневих та підземних джерел водопостачання з різними ступенями її якості.

Висновки

Вода у поверхневому централізованому джерелі водопостачання м. Черкаси за рівнем забрудненості належить до II класу, визначається як помірно забруднена і відповідає результатам досліджень, проведених у 2004-2008 роках [8].

Встановлено сезонну динаміку коливань кольоровості, температури, перманганатної окиснюваності та біхроматної окиснюваності вмісту розчинного кисню у воді, підвищену мікробіологічну забрудненість.

Підвищення температури води у літній період зумовлює складності з визначенням хлорпотреби під час знезараження, оскільки температура понад 25°C сприяє утворенню побічних продуктів хлорування, токсичних і небезпечних для здоров'я людини.

Встановлено необхідність моніторингових досліджень поверхневих централізованих джерел водопостачання.

Потребує розроблення та вивчення питання можливості впровадження нових сучасних технологій знезараження води, можливо, з використанням нанотехнологій.

Виникає нагальна потреба вивчити питання щодо фторування питної води, яка подається мешканцям міста Черкаси, з урахуванням того, що динаміка змін показників стронцію-90 та цезію-137 у джерелі водопостачання не перевищує показники, нормовані ДСТУ 4808:2007 (<2 Бк/дм³) і визначається у межах 0,15 Бк/дм³, що значно нижче нормативних показників.

Необхідно внести зміни до ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правил вибирання» з визначення у воді поверхневих централізованих джерел водопостачання антибіотиків, стимуляторів росту тощо, які надходять до водоймищ зі стічними водами, а також розробити новий нормативний документ щодо визначення якості води у поверхневих водоймах у зв'язку з відміною СанПін № 4630-88 «Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения».

ЛІТЕРАТУРА

1. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Валявська Г.І. Санітарно-гігієнічні умови використання Дністровського водосховища для господарсько-питних цілей. *Довкілля та здоров'я*. 2006. № 4 (39). С. 36-40.

2. Прокопов В.О., Чичковська Г.В., Зоріна О.В. Хлорорганічні сполуки у питній воді: фактори та умови їх утворення. *Довкілля та здоров'я*. 2004. № 2 (29). С. 71-73.

3. Прокопов В.О., Бардик Ю.В., Чичковська Г.В. та ін. Вміст та поведінка хлорорганічних сполук у мережах питної води м. Києва. *Довкілля та здоров'я*. 2003. № 3 (26). С. 18-21.

4. Загальна гігієна з основами екології: підручник / за ред. В.А. Кондратюка. Тернопіль : Укрмедкнига, 2003. С. 97-104.

5. Гончарук Є.Г., Бардов В.Г., Гаркавий С.І., Яворовський О.П. та ін. Комунальна гігієна : підручник. К. : Здоров'я, 2003. 724 с.

6. Бондаренко Ю.Г., Білик Л.І., Олексієнко М.М. та ін. Теоретико-методичні основи екологічного аналізу систем водопостачання та водовідведення. Черкаси : Вертикаль, 2004. 142 с.

7. Бондаренко Ю.Г., Білик Л.І., Лега Н.Ю. Водопостачання та водовідведення. Черкаси : Вертикаль, 2006. 228 с.

8. Бондаренко Ю.Г., Хоменко І.В., Білик Л.І., Загоруйко Н.В. Медико-екологічна оцінка води поверхневого джерела централізованого водопостачання м. Черкаси. *Довкілля та здоров'я*. 2010. № 3. С. 30-35.

REFERENCES

1. Stankevych V.V., Tarabaro-va S.B. and Valiavska G.I. *Dovkillia ta zdorovia*. 2006 ; 4 (39) : 36-40 (in Ukrainian).

2. Prokopov V.O., Chychkovska G.V. and Zorina O.V. *Dovkillia ta zdorovia*. 2004 ; 2 (29) : 71-73 (in Ukrainian).

3. Prokopov V.O., Bardyk Yu.V., Chychkovska G.V. et al. *Dovkillia ta zdorovia*. 2003 ; 3 (26) : 18-21 (in Ukrainian).

4. Kondratiuk V.A. (ed.) *Zahalna hihiena z osnovamy ekolohii: pidruchnyk [General Hygiene with the Foundations for Ecology: Textbook]*. Ternopil : Ukrmedknyha ; 2003 : 97-104 (in Ukrainian).

5. Honcharuk Ye.H., Bardov V.G., Harkavyy S.I., Yavorovskyy O.P. et al. *Komunalna hihiena : pidruchnyk [Communal Hygiene : Textbook]*. Kyiv : Zdorovia ; 2003 : 724 p. (in Ukrainian).

6. Bondarenko Yu.G., Bilyk L.I., Oleksienko M.M. et al. *Teoretyko-metodychni osnovy ekolohichnoho analizu system vodopostachannia ta vodovidvedennia [Theoretical-and-Methodical Foundations for Ecological Analysis of Water Supply and Drainage Systems]*. Cherkasy : Vertykal ; 2004 : 142 p. (in Ukrainian).

7. Bondarenko Yu.G., Bilyk L.I. and Leha N.Yu. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia [Water Supply and Drainage]*. Cherkasy : Vertykal ; 2006 : 228 p. (in Ukrainian).

8. Bondarenko Yu.G., Khomenko I.V., Bilyk L.I. and Zahoruiko N.V. *Dovkillia ta zdorovia*. 2010 ; 3 : 30-35 (in Ukrainian).

Надійшло до редакції 12.04.2018

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE PROCEDURE OF CUSTOMER INFORMING ABOUT THE QUALITY OF DRINKING WATER TAKING INTO ACCOUNT THE REQUIREMENTS OF EUROPEAN LEGISLATION

Zorina O.V.

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПОРЯДКУ ІНФОРМУВАННЯ СПОЖИВАЧІВ ЩОДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗАКОНОДАВСТВА

З

ЗОРИНА О.В.

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

УДК 614.777 : 366.6

Ключові слова: вода питна, європейське законодавство, інформування споживачів, індикаторні показники.

набуттям чинності угоди про асоціацію Україна зобов'язується поступово наблизити своє законодавство до законодавства ЄС у встановлені терміни. Так, для Директиви 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною, передбачено

□ прийняття національного законодавства та визначення повноважного органу (органів);

□ встановлення європейських нормативів щодо якості питної води;

□ створення європейської системи моніторингу якості природних та питних вод;

□ створення механізму надання інформації споживачам.

Ця робота виконувалася у рамках проекту «Підтримка України в апроксимації європейського законодавства» («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis») «APENA projekt» з

метою імплементації в Україні Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною (зі змінами 2015 року).

Мета: наукове обґрунтування та розробка основних критеріїв оцінки та алгоритму прийняття рішень для інформування споживачів щодо якості питної води та стану питного водопостачання на підставі вимог європейського законодавства.

Матеріали. Проведено аналіз європейської та української нормативної документації щодо якості питних вод і необхідності інформування споживачів, оцінку анкетного опитування населення різних населених пунктів України щодо якості водопровідної питної води (загалом 658 анкет).

Методи: бібліографічний, соціологічний (анкетування), санітарно-гігієнічні та експертної оцінки.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОРЯДКА ИНФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Зорина О.В.

ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев

Цель: научное обоснование и разработка основных критериев оценки и алгоритма принятия решений для информирования потребителей о качестве питьевой воды и состоянии питьевого водоснабжения на основании требований европейского законодательства.

Материалы: проведены анализ европейской и украинской нормативной документации по качеству питьевых вод и необходимости информирования потребителей, оценка анкетного опроса населения разных населенных пунктов Украины относительно качества водопроводной питьевой воды (658 анкет).

Методы: библиографический, социологический

(анкетирование), санитарно-гигиенические и экспертной оценки.

Основные результаты. В статье впервые унифицированы и схематично представлены алгоритмы проведения порядка информирования потребителей о качестве питьевой воды и состоянии питьевого водоснабжения в соответствии с требованиями Директивы 98/83/ЕС о качестве воды, предназначенной для потребления человеком, с целью скорейшего налаживания в стране механизма информирования потребителей и предупреждения использования водных источников, качество которых не контролируется. Впервые в стране предложено ввести унифицированные формы предоставления информации потребителям питьевой воды и определены условия их информирования. Разработаны критерии оценки качества питьевой воды в случае сверхнормативного содержания «индикаторных показателей».

Ключевые слова: вода питьевая, европейское законодательство, информирование потребителей, индикаторные показатели.

© Зорина О.В. СТАТТЯ, 2018.

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION
OF THE PROCEDURE OF CUSTOMER INFORMING
ABOUT THE QUALITY OF DRINKING WATER
TAKING INTO ACCOUNT THE REQUIREMENTS
OF EUROPEAN LEGISLATION
Zorina O.V.

State Institution «O.M. Marzeyev Institute for Public Health, NAMSU», Kyiv

Objectives: We scientifically substantiated and developed the basic criteria for the assessment and algorithm of the decision-making for informing of the consumers about quality of drinking water and state of drinking water supply, based on the requirements of European legislation.

Materials and methods: We analyzed European and Ukrainian normative documents on the quality of drinking water and the need for informing of the consumers and evaluated the questionnaire survey of the population on the quality of tap water (658 questionnaires) in different settlements of Ukraine.

We used bibliographic, sociological (questioning), sanitary-and-hygienic methods and method of expert assessment.

Results: This paper is the first to unify and to show schematically the algorithms of the procedure of customer informing about the quality of drinking water and the state of drinking water supply according to the requirements of Directive 98/83/EU on drinking water quality for human consumption in order to establish the customer information mechanism and to prevent the use of water sources without quality control. First in the country, we proposed to introduce the unified forms for informing of the customers of drinking water and defined the conditions of informing. Criteria for drinking water quality assessment in case of the over-standard content of «indicator parameters» were developed.

Keywords: drinking water, European legislation, customer informing, indicator parameters.

Результати досліджень та їх обговорення. На сьогодні в Україні споживачі різних видів питних вод не мають доступу до отримання об'єктивної інформації щодо її якості. За нашою ініціативою у ДСанПіН 2.2.4-171-10 вперше було зобов'язано виробників

фасованих питних вод вказувати на етикетці її вид, склад, фактичні значення показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води, вид вихідної води, місцезнаходження підземного джерела питного водопостачання, номер і глибину свердловини тощо;

питних вод із пунктів розливу оформляти листок для споживачів з зазначенням інформації щодо виду, складу, виду вихідної води, місцезнаходження підземного джерела питного водопостачання, номера і глибини свердловини тощо;

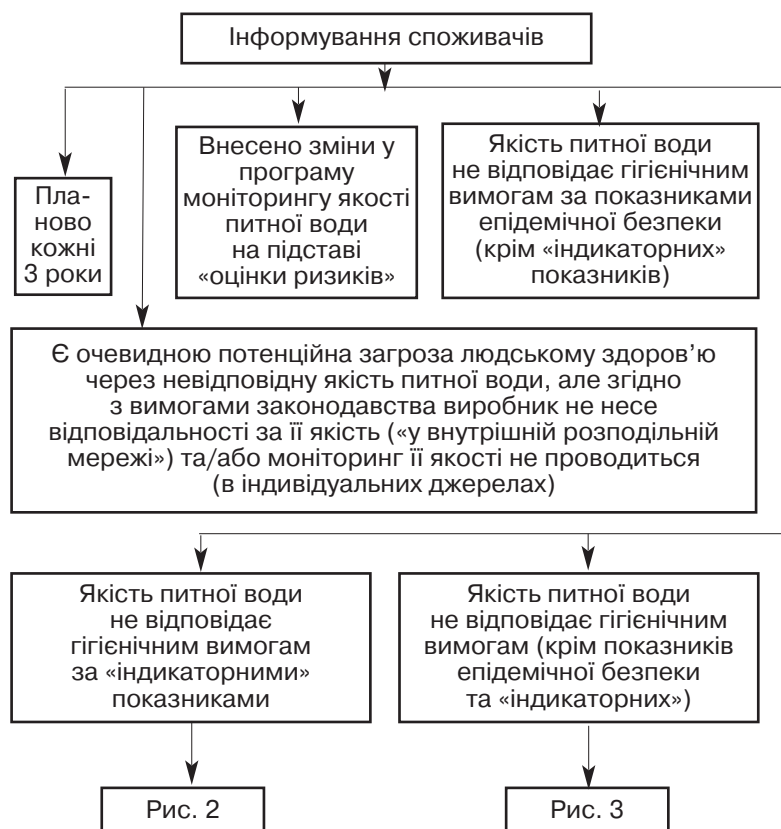
питної води із бюветів, колодязів чи каптажів джерел у разі невідповідної якості питної води та неможливості її споживання вивішувати інформаційну табличку «Вода для пиття непридатна».

Результати проведеного нами соціологічного дослідження протягом 2013-2015 років шляхом анкетного опитування сільського та міського населення різних областей України (658 осіб різного віку та статі) щодо самостійної оцінки споживачами якості питних вод підтвердили таке. Водопровідну воду для споживання використовують 55,1% опита-

них, воду із бювета, колодязя та індивідуальних свердловин – 21,3%, фасовану – 14,8%, доочищену із пунктів розливу – 8,8% респондентів. Серед опитаних 70% оцінюють якість водопровідної питної води в їхніх населених пунктах незадовільною. Серед основних причин відзначали неприємні органолептичні властивості – хлорний запах, незвичайний

смак, каламутність [1]. Нами виявлено необізнаність споживачів щодо негативного впливу на їхнє здоров'я питної води з сухим залишком менше 100 мг/л [2-7]. Отже, анкетне опитування підтвердило, що споживачі, оцінюючи якість питної води, опираються лише на суб'єктивні органи чуття, не володіють об'єктивною інформацією та мають недовірливе

Рисунок 1
Порядок проведення інформування споживачів щодо стану питного водопостачання згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС



ставлення до якості водопровідної питної води.

Відповідно до рекомендацій ВООЗ споживачам питної води слід надавати інформацію про якість питної води та її вплив на їхнє здоров'я, спираючись на розроблені правила подання. Згідно з Директивою 98/83/ЄС існують певні умови інформування споживачів (рис. 1).

Планово кожні три роки компетентний орган повинен публікувати звіт про якість питної води з метою інформування споживачів (рис. 1). Кожен звіт має містити, як мінімум, усі окремі випадки постачання води, що перевищують 1000 м³/добу у середньому або обслуговують понад 5000 осіб, охоплювати три календарні роки і бути оприлюдненим протягом одного календарного року після закінчення звітного періоду.

Разом з першим звітом видається другий – про заходи з поліпшення якості питної

води, що були вжиті та плануються.

Інформацією, доступною для громадськості, має стати короткий виклад результатів «оцінки ризику» (рис. 1), що проводиться з метою визначення можливості внесення змін до порядку моніторингу якості питної води у пунктах відповідності, наприклад, за стандартом EN 15975-2. Належні програми моніторингу (на підставі оцінки ризиків або без неї) розроблятимуться компетентними органами, розглядатимуться на постійній основі, оновлюватимуться або будуть пролонгованими кожні п'ять років.

Інформування споживачів проводиться також у випадках, коли погіршується якість питної води у зовнішній або внутрішній водопровідній мережі шкіл, лікарень тощо, а також у тих, що належать виробникам питної води. Нами розроблені уніфіковані форми для інформування (табл.).

Згідно з Директивою 98/83/ЄС у випадку понаднормативного вмісту індикаторного (-их) показника (-ів) (рис. 1) компетентний орган повинен вирішити, чи становить відповідна якість питної води певний ризик для здоров'я споживачів, та інформувати їх у випадку можливого негативного впливу (рис. 2).

Такий підхід, на нашу думку, зумовлений несуттєвою бар'

єрною здатністю традиційних споруд водопровідних станцій щодо цих показників, їхньою органолептичною ознакою шкідливості або непрямим впливом на здоров'я споживачів. У Директиві відсутній алгоритм прийняття рішень щодо безпеки питної води у разі наднормативного вмісту індикаторних показників. На підставі багаторічних досліджень якості усіх видів питних вод та вивчення їхнього впливу на здоров'я споживачів нами визначено, що у разі прийняття відповідних рішень необхідно брати до уваги такі критерії оцінки (рис. 2): частоту і кратність перевищення показником гігієнічного нормативу (необхідно враховувати, що суттєвість перевищення нормативу оцінюється для кожного показника індивідуально), клас небезпеки і його лімітуючу ознаку шкідливості, кількість показників у наднормативних концентраціях, причини їх наявності у воді, відсутність негативного впливу на показники епідемічної безпеки, фонові концентрації у воді джерела, місцеві умови, фактичну захворюваність споживачів з цієї причини (за епідеміологічними дослідженнями) та інше. Крім того, слід прийняти за орієнтовні такі чинні нині гігієнічні нормативи: для амонію – 2,6 мг/л; алюмінію – 0,5 мг/л; натрію – 200 мг/л; заліза – 1,0 мг/л; марганцю – 0,5 мг/л; хлоридів – 350 мг/л; сульфатів – 500 мг/л; сухого залишку – 1500 мг/л, кольоровості – 35 градусів, каламутності – 3,5 НОК. Рішення щодо можливості підняття нормативу для індикаторного (-их) показника (-ів) має прийматися у кожному конкретному випадку за визначених науково обґрунтованих умов.

У випадку, коли якість питної води не відповідає гігієнічним вимогам (крім показників епідемічної безпеки та «індикаторних») (рис. 1), слід застосувати розроблений нами алгоритм (рис. 3).

Компетентний орган надає консультаційну допомогу споживачам щодо якості питної води та заходів, які вони самостійно можуть вжити, з метою попередження захворюваності через невідповідність якості питної води нормативним вимогам у разі погіршення

Таблиця

Уніфіковані форми для інформування споживачів та умови їх застосування (Директиви 98/83/ЄС)

Уніфіковані форми	Умови інформування
Про заборону використання питної води: «Не використовувати для будь-яких цілей, у тому числі для пиття, приготування їжі, чищення зубів, купання, прийняття душу, прання тощо».	– якість питної води не відповідає гігієнічним вимогам за «індикаторними» показниками (рис. 2) або
Про необхідність обмеженого використання питної води: – «кип'ятити перед споживанням, приготуванням їжі, чищенням зубів, частіше проводити мийку та дезінфекцію побутової санітарної техніки»; – «не використовувати для пиття і приготування їжі, чищення зубів. Можливо використовувати для купання, прийняття душу, в унітазах тощо».	– якість питної води не відповідає гігієнічним вимогам (крім показників епідемічної безпеки та «індикаторних») (рис. 3) або – якість питної води не відповідає гігієнічним вимогам за показниками епідемічної безпеки (крім «індикаторних» показників).

якості питної води у зовнішній або внутрішній розподільній мережі, що не належить виробнику питної води (крім лікарень, шкіл тощо) (рис. 3). Згідно з Директивою 98/83/ЄС «внутрішня розподільна мережа» – мережі, арматура на них, прилади та обладнання, засоби обліку та регулювання споживання житлово-комунальних послуг, які розміщені між крапками, що зазвичай використовуються споживачем, та зовнішньою розподільною мережею, але лише у тому разі, якщо вони не перебувають у межах відповідальності водопостачальника згідно з вимогами законодавства.

У випадку, коли питна вода із систем питного водопостачання, призначених для особистого використання, і продуктивністю менше 10 м³ на добу у середньому (або питну воду використовують менше 50 осіб) не надходить з комерційною метою або для громадського використання, то моніторинг якості такої води може не проводитися. У такому випадку споживачі зазначеної питної води мають бути поінформованими про це і про заходи, які можуть бути прийняті для захисту їхнього здоров'я у разі забруднення питної води.

Таким чином, на сьогодні актуально є розробка механізму надання інформації споживачам питної води з метою попередження випадків використання вододжерел, якість яких не контролюється, та заборону споживання населенням забрудненої води.

Висновки

1. Підтверджено результатами соціологічного дослідження (658 анкет), проведеного у різних населених пунктах України, що споживачі, оцінюючи якість питної води, спираються лише на суб'єктивні органи чуття, не володіють об'єктивною інформацією та мають недовірливе ставлення до якості водопровідної питної води.

2. Вперше у країні з метою імплементації європейського законодавства уніфіковано та доопрацьовано алгоритм прийняття рішень для інформування споживачів щодо якості питної води та стану питного водопостачання; розроблено критерії оцінки якості питної води у разі понаднормативно-

го вмісту індикаторного (-их) показника (-ів) з метою прийняття управлінських рішень та розв'язання кризи у сфері централізованого питного водопостачання. За рекомендаціями ВООЗ запропоновано уніфіковані форми надання інформації споживачам у випадку невідповідної якості питної води та визначено умови їх застосування.

3. Визначено основне завдання роботи механізму надання інформації споживачам – викликати довірливе ставлення споживачів до виробників питної води та попередити випадки використання вододжерел для питних потреб, якість яких не контролюється.

ЛІТЕРАТУРА

1. Липовецька О.Б. Якість водопровідної питної води за результатами анкетного опитування населення. *Український науково-медичний журнал*. 2014. № 4 (83). С. 64-65.
2. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. К.: Медицина, 2016. 400 с.
3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для спо-

живання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 / МОЗ України. Київ, 2010. 55 с.

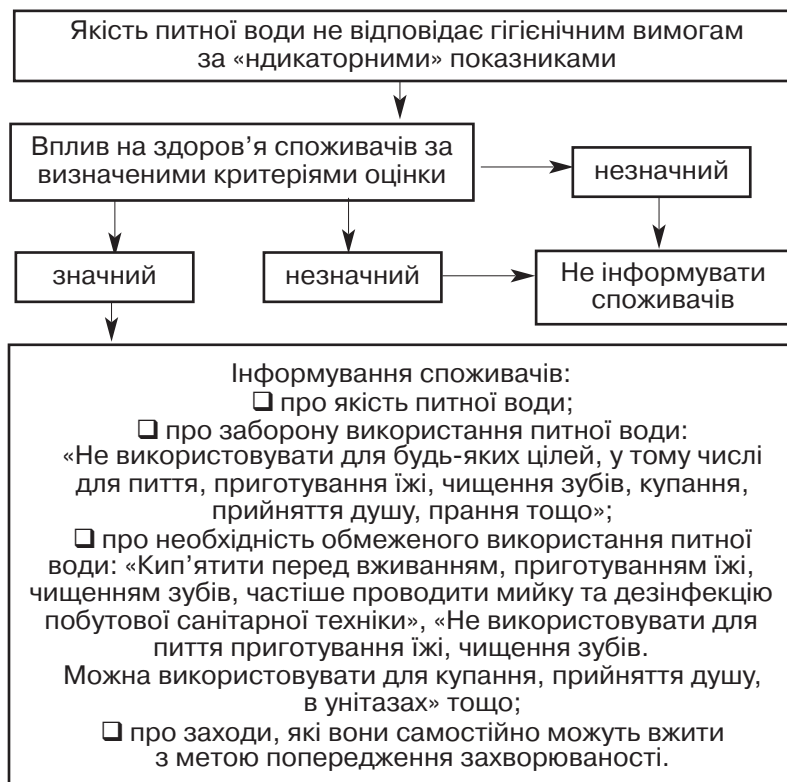
4. Зуев Е.Т., Фомин Г.С. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности : монография. Москва, 2003. 320 с.

5. Грищенко Н.С., Фрог Н.П. О новых подходах решения проблемы обеспечения населения питьевой водой. *Збірник доповідей Міжнародного конгресу ЕТЕВК-2005*. К., 2005. С. 243-247.

6. Гончарук В.В. Концепция выбора перечня показателей и их нормативных значений для определения гигиениче-

Рисунок 2

Порядок проведення інформування споживачів у разі невідповідності якості питної води гігієнічним вимогам за «індикаторними» показниками



води. 2007. № 4 (29). С. 297-356.

7. Комунальна гігієна / за ред. Є.І. Гончарука та ін. К.: Здоров'я, 2006. 792 с.

8. Шестопапов В.М., Овчиннікова Н.Б. Перша українська класифікація мінеральних вод. *Вода і водоочисні технології*. 2003. № 3 (7). С. 34-42.

9. Schmoll O., Howard G., Chilton J. and Chorus I. (Eds.) *Protecting Groundwater for Health : Managing the Quality of Drinking-water Sources*. London : WHO; 2006 : 175 p. URL : <http://www.who.int/>

[water_sanitation_health/publications/PGWsection1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/PGWsection1.pdf)

REFERENCES

1. Lypovetska O.B. *Ukrainskyi naukovo-medychnyi zhurnal*. 2014 ; 4 (83) : 64-65 (in Ukrainian).

2. Prokopov V.O. *Pytna voda Ukrainy: medyko-ekolohichni ta sanitarno-hihienichni aspekty [Drinking Water of Ukraine: Medico-Ecological and Sanitary-and-Hygienic Aspects]*. Kyiv : Medytsyna; 2016 : 400 p. (in Ukrainian).

3. *Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoi dlia spozhyvannia liudynoiu : DSanPiN 2.2.4-171-10.* [Hygienic Requirements to Drinking Water for Human Consumption]. Kyiv ; 2010 : 55 p. (in Ukrainian).

4. Zuev E.T. and Fomin G.S. *Pitievaia i mineralnaia voda. Trebovaniia mirovykh i evropeiskikh standartov k kachestvu i bezopasnosti [Drinking and Mineral Water. Requirements of the World and European Standards to the Quality and Safety]*. Moscow ; 2003 : 320 p. (in Russian).

5. Grishchenko N.S. and Frog N.P. *O novykh podkhodakh resheniya problem obe-specheniya naseleniya pitievoy vodoy [On the New Approaches to the Solution of the Problem in the Supply of the Population with Drinking Water]*. In : *Zbirnyk dopovidei Mizhnarodnoho konhresu ETEBK-2005 [Reports Collection of the International Kongress ETEVK-2005]*. Kyiv ; 2005 : 243-247 (in Russian).

6. Goncharuk V.V. *Khimiia i tekhnolohiia vody*. 2007 ; 4 (29) : 297-356 (in Russian).

7. Goncharuk Ye.I. (ed.) *Kommunalnaya gigigena : uchebnik [Communal Hygiene : Textbook]*. Kyiv : Zdorovia ; 2006 : 792 p. (in Russian).

8. Shestopalov V.M. and Ovchynnikova N.B. *Voda i vodoochysni tekhnolohii*. 2003 ; 3 (7) : 34-42. (in Ukrainian).

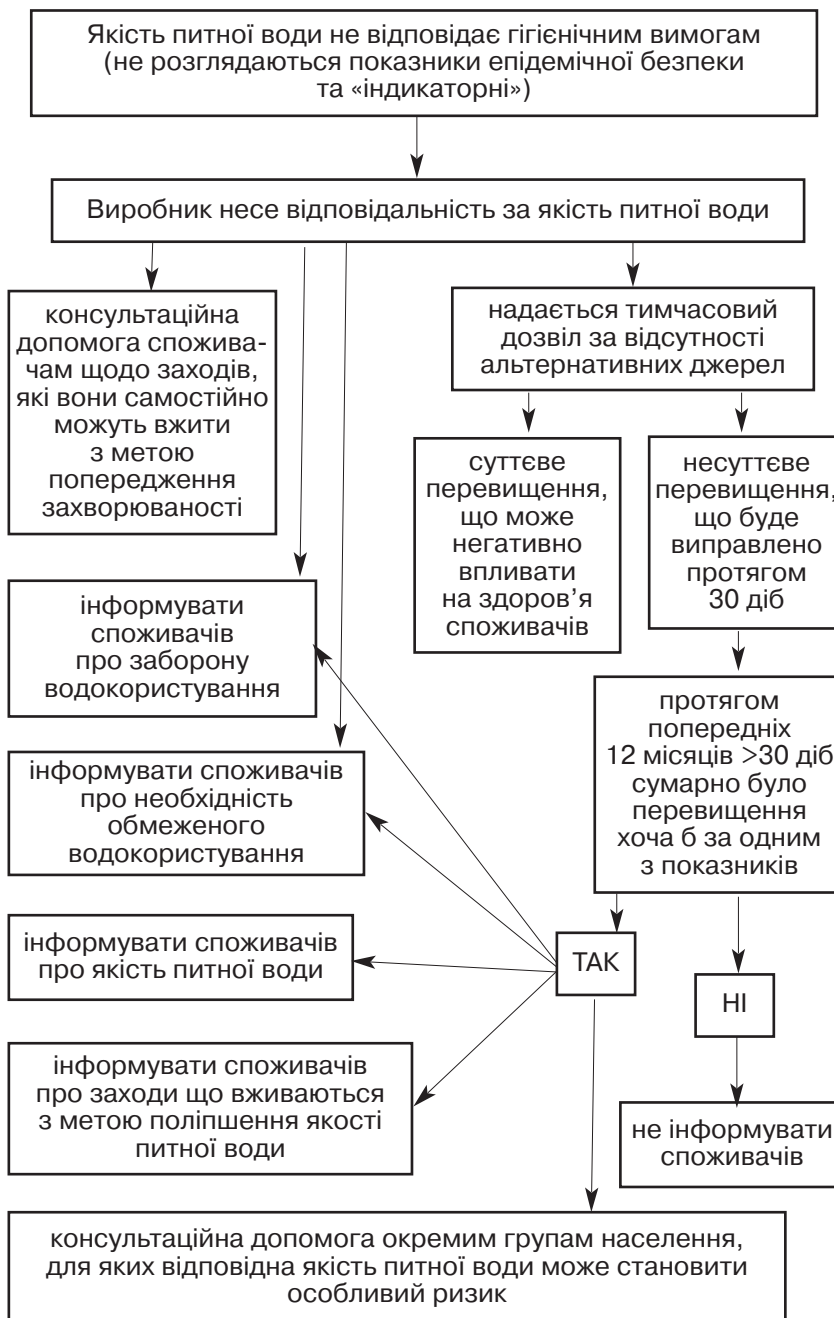
9. Schmoll O., Howard G., Chilton J. and Chorus I. (Eds.) *Protecting Groundwater for Health : Managing the Quality of Drinking-water Sources*. London : WHO ; 2006 : 175 p. URL : http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/PGWsection1.pdf

Надійшло до редакції 08.05.2018

ских требований и контроля за качеством питьевой воды в Украине. *Хімія і технологія*

Порядок проведення інформування споживачів у разі невідповідності якості питної води гігієнічним вимогам (крім показників епідемічної безпеки та «індикаторних»)

Рисунок 3



MODERN DYNAMICS OF THE HEALTH OF THE POPULATION OF UKRAINE IN GLOBAL DIMENSION

Grebniak N.P., Taranov V.V., Fedorchenko R.A.

СУЧАСНА ДИНАМІКА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ У ГЛОБАЛЬНОМУ ВИМІРІ

В

**ГРЕБНЯК М.П.,
ТАРАНОВ В.В.,
ФЕДОРЧЕНКО Р.А.**

Запорізький
державний
медичний
університет,
м. Запоріжжя

УДК 614.1: 314.144
(477)

Ключові слова:
здоров'я
населення
України,
смертність,
тривалість життя,
медико-соціальні
фактори.

ходження України у міжнародне медичне поле на тлі реформування системи охорони здоров'я диктує необхідність кардинальної зміни підходу до управління здоров'ям як ключового чинника соціально-економічного розвитку. Міжнародний досвід свідчить про найвищу перспективність поліпшення громадського та індивідуального здоров'я шляхом узгодженої діяльності усіх галузей держави. На перший план виступають стратегічні завдання визначення пріоритетів в охороні здоров'я у глобальному вимірі та встановлення національних особливостей його стану [1, 2, 6, 10, 11].

Оцінка стану здоров'я населення є однією з головних передумов планування лікувально-профілактичних заходів, обґрунтування форм і методів діяльності мережі закладів охорони здоров'я, оцінки ефективності роботи щодо збереження й зміцнення здоров'я населення [2, 4-6].

Мета дослідження – аналіз стану популяційного здоров'я населення України порівняно з показниками Європейського регіону та світу загалом.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведене на підставі даних ВООЗ, щорічних звітів ЮНЕЙДС, Державного комітету статистики України за 1990-2016 роки [3, 5, 9, 10, 12, 13]. Оцінка стану популяційного здоров'я на національному, європейському і світовому рівнях здійснювалася за показниками ВООЗ (смертність, тривалість життя, захворюваність, поширеність хвороб, медико-соціальні фактори), основними вимогами до яких є валідність, специфічність, чутливість, надійність, репрезентативність, зрозумілість, доступність [3, 11]. Використано такі методи: аналітичний, статистичний, системного підходу, порівняльного аналізу. Статистичну обробку здійснювали відповідно до загальноприйнятих методів варіаційної статистики.

Результати та їх обговорення. Україна серед європейських держав відрізняється прискореними темпами депопуляції та її масштабністю. При цьому в останні десятиліття реєструється від'ємний режим відтворення населення, тобто нетто-коефіцієнт менше 1,0 (все менше

СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ В ГЛОБАЛЬНОМ
ИЗМЕРЕНИИ

Гребняк Н.П., Таранов В.В., Федорченко Р.А.
*Запорожский государственный медицинский
университет, г. Запорожье*

Цель исследования – анализ популяционного здоровья населения Украины в сравнении с показателями Европейского региона и мира в целом.

Материалы и методы. Исследование проведено на основании данных ВОЗ, ежегодных отчетов ЮНЭЙДС, Государственного комитета статистики Украины за 1990-2016 годы. Оценка состояния популяционного здоровья на национальном, европейском и мировом уровнях осуществлялась по показателям ВОЗ (смертность, продолжительность жизни, заболеваемость, распространенность болезней, медико-социальные факторы), основными требованиями которых являются валидность, специфичность, чувствительность, надежность, репрезентативность, понятность, доступность. Использованы следующие методы: аналитический, статистический, системного подхода, сравнительного анализа.

Результаты. Установлено, что современному состоянию популяционного здоровья населения Украины свойственны выраженные негативные тенденции. Медико-демографическая ситуация характеризуется сверхвысокой смертностью, низким уровнем ожидаемой продолжительности жизни и демографическим постарением населения.

Выводы. Смертность населения Украины значительно выше уровня Европейского региона и характеризуется ее ростом в последние годы, особенно от инфекционных заболеваний и ВИЧ/СПИДа. Гендерной спецификой смертности в стране являются более высокие ее уровни у мужчин, а также низкая ожидаемая продолжительность жизни. К национальным особенностям медико-социальных факторов риска для здоровья населения относятся высокие уровни потребления крепких алкогольных напитков, распространенность курения на фоне стабильно низкого финансирования охраны здоровья.

Ключевые слова: здоровье населения Украины, смертность, продолжительность жизни, медико-социальные факторы.

© Гребняк М.П., Таранов В.В., Федорченко Р.А. СТАТТЯ, 2018.

дівчаток доживають до віку матерів, в якому вони були народжені). Слід зазначити, що трансформація вікової структури в Україні наближає «кризу старіння». Протягом 1990-2016 років індекс старіння (співвідношення осіб старше 65 років і 100 дітей віком до 15 років) зріс майже удвічі. Україна входить до складу 30 найстаріших держав світу. Зокрема, 22,1% населення – старше працездатного віку, а це за індексом старіння шкали ООН – дуже старе населення [10]. За результатами аналізу, материнська смертність в Україні протягом 2001-2010 років вища за європейський рівень, але значно нижче світового (табл. 1).

Коефіцієнт материнської смертності, зумовленої обтяженою вагітністю або її веденням, у державі перевищував європейські значення в 1,3-1,6 рази ($p < 0,05$). За усередненими даними материнської смертності за 2010-2012 роки Україна посідає 9-10 місце серед 53 європейських країн. Її основними причинами були екстрагенітальна патологія та кровотечі. Однією з передумов вказаного може бути «постаріння» материнства. Зокрема, останнім часом інтенсивність народжуваності жінками віком 35-39 років зросла майже втричі.

Аналогічний характер також мали стандартизовані за віком коефіцієнти смертності усього населення через загальні причини. В Україні рівні смертності через неінфекційні захворювання та травми були суттєво вищими порівняно з Європейським регіоном і світом загалом. Підтвердженням вказаного є стандартизований за віком коефіцієнт передчасної смертності людей віком 30-69 років через основні неінфекційні хвороби. Так, смертність через чотири хвороби (серцево-судинні захворювання, рак, цукровий діабет, хронічні респіраторні хвороби) в Україні перевищувала середньоєвропейський рівень на 262,9 вип./100 тис. ($p < 0,05$).

Загальною закономірністю сучасної динаміки вказаних показників було зниження їх рівня в усіх державах. Особливістю динаміки смертності через інфекційні захворювання в Україні, на відміну від Європейського регіону та світу, є її зростання в 1,5 рази ($p < 0,05$). Це зумовило те, що стандартизований за віком коефіцієнт смертності в Україні нині майже в 2 рази вищий за середньоєвропейський. Загальний коефіцієнт смертності усього населення в Україні також залишається одним з найвищих в Європі та світі. Особливо він

високий у сільській місцевості (17,1-17,9‰).

Протягом 2014-2016 років основними причинами смерті в Україні були хвороби системи кровообігу (920,3-989,8 вип./100 тис.), новоутворення (184,9-195,1 вип./100 тис.). Специфічною рисою стандартизованих за віком коефіцієнтів смертності населення у віці 30-70 років є вищий рівень смертності через новоутворення (на 4 вип./100 тис. порівняно з Європою та на 20 вип./100 тис. у світі). Коефіцієнт смертності через серцево-судинні захворювання у державі також перевищив аналогічні показники у 2,0 рази ($p < 0,05$). При цьому чоловіки відносно молодого віку (30-44 роки) вмирають у 6 разів частіше, ніж в ЄС, тобто вмирають значно раніше. В Україні також вищим за середньоєвропейський рівень був коефіцієнт смертності внаслідок хронічних респіраторних захворювань (в 1,8 рази, $p < 0,05$) за нижчого світового рівня (у 2,2 рази, $p < 0,05$). Вказане зумовило вірогідно вищий стандартизований коефіцієнт смертності через усі причини (в 1,9 рази) порівняно з середньоєвропейським та середньосвітовим (в 1,6 рази) рівнями. Встановлені особливості коефіцієнтів смертності в Україні свідчать, що її населення не доживає до «ракового» віку, а вмирає раніше з інших причин.

Таблиця 1

Смертність населення

Показник	Україна		Європейський регіон		Світ загалом	
	2001 р.	2010 р.	2001 р.	2010 р.	2001 р.	2010 р.
Коефіцієнт материнської смертності (на 100 тис. новонароджених)	35	32	27	20	320	210
Стандартизовані за віком коефіцієнти смертності через загальні причини (на 100 тис. населення)						
Інфекційні захворювання	61	94	62	51	275	230
Неінфекційні захворювання	881	823	590	532	612	573
Травми	130	112	79	63	93	78
Коефіцієнт смертності (на 100 тис. населення)						
ВІЛ/СНІД	19	49	11	11	30	25
ТБ серед ВІЛ негативного населення	21	18	8	5	21	14
Розподіл причин смерті серед дітей до 5 років (%)						
Пневмонія	16	12	14	12	18	18
Недоношеність	17	16	20	21	12	17
Родова асфіксія	7	8	9	9	9	10
Неонатальний сепсис	4	4	3	4	8	6
Вроджені аномалії	24	28	17	17	4	7
Травми	9	9	6	6	3	5
Інші захворювання	23	23	31	31	46	37

Непрямим доказом також є висока питома вага хворих з занедбаними стадіями злякисних новоутворень в Україні серед вперше захворілих (58-60%) порівняно з 5-7% в ЄС.

Вкрай негативним явищем у державі є сучасна динаміка коефіцієнта смертності через ВІЛ/СНІД (темп зростання – 2,6 рази). Внаслідок чого цей показник 2010 року перевищив середньоєвропейський (у 4,4 рази) та середньосвітовий рівні (у 2,0 рази). Тягар епідемії ВІЛ-інфекції в Україні посилюється поєднанням її патології з туберкульозом. Протягом 2006-2016 років цей показник зріс у 2,7 рази, а за розрахунками ВООЗ – у 4,2 рази.

Загальною світовою закономірністю сучасної динаміки коефіцієнта смертності через туберкульоз серед ВІЛ-негативного населення є його зниження. Проте в Україні вона мала лише характер тенденції. Внаслідок вказаного коефіцієнт смертності в Україні став найвищим порівняно з Європейським регіоном (у 3,6 рази) та світом (в 1,3 рази). Захворюваність на туберкульоз в Україні протягом останніх років також була вищою, ніж в Європі в 1,4-2,1 рази. Понадвисока смертність через туберкульоз в Україні зумовлена високими рівнями захворюваності, значною питомою вагою соціально незахищених верств населення, мультирезистентних форм туберкульозу та регіональними його особливостями й складом населення [6, 9]. Так, захворюваність на туберкульоз в Україні протягом останніх років вища за середньоєвропейський рівень в 1,4-2,1 рази. Між тим, за розрахунками експертів, реальна захворюваність на туберкульоз в Україні становить 91,1 вип./100 тис., що вище офіційного рівня в 1,3 рази. Вказане виносить за межі реальності досягнення мети глобальної стратегії ВООЗ «Покласти кінець ТБ», якою передбачено зниження до 2035 року рівня захворюваності менше 10 вип./100 тис. Серед вперше захворілих понад дві третини складають особи із соціально незахищених верств. Захворюваність серед сільського населення переважає міське в 1,3 рази. За рівнем поширеності мультирезистентних форм туберкульозу наша



ФАКТОРИ ДОВКІЛЛЯ І ЗДОРОВ'Я

країна посідає перше місце в Європейському регіоні та 4-те місце у світі. Україна належить до 27 держав світу, в яких зосереджено 85% усього тягара мультирезистентних форм [3, 12, 13]. Загалом первинна хіміорезистентність збудників туберкульозу до основних протитуберкульозних препаратів становить 25-30%, вторинна – 70%.

Розподіл втрачених років життя за загальними причинами в Україні відповідає європейській структурі – неінфекційні захворювання (70-73%), травми (17-20%), інфекційні захворювання (10-12%). Особливістю розподілу втрачених років життя у світі є домінування інфекційних захворювань (51%) на тлі менш значної питомої ваги неінфекційних захворювань (35%).

У формуванні рівня смертності населення особливе місце належить дітям до 5 років. При цьому в Україні вона у 25 разів вища, ніж у країнах з найнижчими показниками в Європі. На стандартизовані показники смертності дітей до 5-річного віку також суттєво впливає дохід населення. Зокрема, у країнах з доходами нижче середніх він у 26,9 разів вищий за середньоєвропейський рівень.

Структурі причин смертності серед дітей до 5 років протягом 2000-2010 років властива відносна стабільність, за винятком зростання питомої ваги через вроджені аномалії в Україні (на 16,7%) і у світі (на 7,5%) та недоношеності у світі (на 41,7%). До особливостей структури в Україні також належить значна питома вага смертності через вроджені аномалії – на 11,0% вище, ніж в Європі та на 21%, ніж у світі.

До гендерної специфіки смертності належать більш високі її коефіцієнти у чоловіків в усіх популяціях порівняно з

жінками. При цьому смертність в Україні, що зумовлена статтю, в усіх вікових групах найбільш виражена, а саме: на 28,6% – серед немовлят, на 58,3% – серед дітей до 5-тирічного віку, у 2,6 рази – у віці 15-60 років. Вона вірогідно вища за середньоєвропейське та середньосвітове значення ($p < 0,05$). Особливо значні розбіжності вказаного коефіцієнта реєструються у віці 15-60 років: у 2,6 рази – в Україні, у 2,3 рази – в Європі, в 1,5 рази – у світі). До національних особливостей також належить зростання гендерних тенденцій з віком, тоді як в Європейському регіоні та у світі загалом коефіцієнти смертності немовлят та дітей до 5-тирічного віку суттєво не відрізняються.

Негативні тенденції у смертності в Україні, на думку експертів, зумовлені складним комплексом чинників: кризовим станом системи охорони здоров'я внаслідок глибоких соціально-економічних змін, низьким рівнем життя, знеціненням здоров'я з боку держави й громадян [6, 9].

Високі коефіцієнти смертності в Україні, особливо у чоловіків, детермінують низькі рівні очікуваної тривалості життя (табл. 2).

Так, ймовірність дожити від 15 до 60 років у чоловіків України становить 62%, тоді як у Західній Європі – понад 90%. За рівнем очікуваної тривалості життя Україна перебуває у зоні мінімальних регіональних значень. Зокрема, за очікуваною тривалістю життя при народженні вона посідає 3-4 місце. Відомо, що негативна динаміка, тобто менша очікувана тривалість життя пов'язана з підвищеною смертністю через серцево-судинні захворювання, цукровий діабет, деменції та ожиріння [4, 12, 13]. До вагомих причин змен-

шення очікуваної тривалості життя також належить дохід населення. Зокрема, у країнах ЄС з доходом населення нижче середнього очікувана тривалість життя при народженні менша на 8 років у чоловіків та на 11 років – у жінок. За даними Всесвітнього банку, Україна входить до четвірки європейських країн з рівнем доходів нижче середнього [7]. Динаміка очікуваної тривалості життя при народженні протягом 1990-2011 років в Європейському регіоні та у світі мала тенденцію до зростання на 4-6 років, тоді як в Україні вона була відносно стабільною.

Отже, очікувана тривалість життя у чоловіків при народженні дуже низька за європейськими стандартами, і це її відставання збільшується, сягаючи 7 років. Менш виражене відставання спостерігається у жінок. Основною причиною нижчої тривалості життя є зростання смертності через хвороби системи кровообігу. Специфікою держави є те, що до похилого віку більшість населення має низку різноманітних патологічних відхилень, накопичує хронічні захворювання, що зумовлює збільшення біологічного віку. Внаслідок цього зростає обсяг медико-соціальної допомоги, знижується

якість робочої сили. Показник HALE (очікувана тривалість здорового життя) України був меншим за середньоевропейський (на 11 років у чоловіків та на 6 років у жінок) і середньосвітовий (на 3 роки у чоловіків) рівні. Дещо вищим HALE був у жінок України порівняно зі світовим.

При аналізі медико-соціальних факторів ризику встановлено високу їх поширеність (табл. 3).

На високу поширеність шкідливих звичок вказує значний рівень споживання алкоголю дорослими. Так, середньорічне споживання алкоголю протягом 2001-2011 років становить в Україні 8,5-9,1 л чистого алкоголю, що в 1,5-1,9 рази перевищує середньосвітовий. За рівнем загального споживання алкогольних напоїв Україна входить до першої десятки самих питущих країн світу. Характерною рисою моделі споживання в Україні є акцент на споживання міцних алкогольних напоїв, що суттєвим чином відрізняється від моделі країн ЄС (перевага надається слабоалкогольним напоям з менш шкідливим впливом на здоров'я). Свідченням вагомості алкогольної проблеми у державі є поширеність розладів психіки та пове-

дінки через вживання алкоголю. Так, під профілактичним та диспансерним наглядом через це 2015 року перебувало 1416,1 осіб/100 тис. При цьому пряма алкогольна смертність (отруєння етанолом, алкогольні цирози печінки, алкогольні психози) становить 1,6% від загальної смертності.

Істотну шкоду здоров'ю завдає куріння. Між тим, його поширеність серед чоловіків найвища порівняно з Європейським регіоном та зі світом. Незважаючи на загальну тенденцію його зниження поширеність залишається найвищою (в 1,2 та 1,4 рази відповідно). В Україні палить половина чоловіків. Більш вражаюча та більш сприятлива тенденція – зниження поширеності куріння – спостерігається серед жінок в Україні. Але при цьому палить майже кожна сьома жінка. Слід відзначити, що поширеність куріння в Україні 2016 року зросла на 5% порівняно з 2015. На формування ранньої залежності від тютюну вказує стабільність поширення куріння серед підлітків 13-15 років. В Україні найвища поширеність куріння і серед юнаків, і серед дівчат (у 1,5 рази). Середній вік початку куріння у хлопців – 13-14 років, 11-12 років – у дівчат. Таким чином, тютюнопаління

Таблиця 2

Смертність та очікувана тривалість життя у динаміці 1990-2015 років

Показник	Чоловіки				Жінки			
	1990 р.	2000 р.	2008 р.	2011 р.	1990 р.	2000 р.	2008 р.	2011 р.
Україна								
Коефіцієнт смертності немовлят, ‰	22	20	16	9*	14	13	11	7*
Коефіцієнт смертності дітей до 5 років, ‰	26	24	19		16	14	12	
Коефіцієнт смертності дорослих 15-60 років, на 100 тис.	287	377	399	310	112	136	151	120
Очікувана тривалість життя при народженні, р.	66	62	62	65	75	73	74	76
Європейський регіон								
Коефіцієнт смертності немовлят, ‰	30	14	18	10	24	16	10	-
Коефіцієнт смертності дітей до 5 років, ‰	36	24	15	-	29	19	12	-
Коефіцієнт смертності дорослих 15-60 років, на 100 тис.	215	229	208	183	97	98	90	81
Очікувана тривалість життя при народженні, р.	68	68	71	72	75	77	79	79
Світ загалом								
Коефіцієнт смертності немовлят, ‰	63	55	46	-	60	52	43	-
Коефіцієнт смертності дітей до 5 років, ‰	90	79	68		89	78	65	
Коефіцієнт смертності дорослих 15-60 років, на 100 тис.	246	239	213	190	173	163	146	129
Очікувана тривалість життя при народженні, р.	62	64	66	68	66	68	70	72

Примітка: * – 2015 рік.

MODERN DYNAMICS OF THE HEALTH OF THE POPULATION OF UKRAINE IN GLOBAL DIMENSION
Grebnik N.P., Taranov V.V., Fedorchenko R.A.
 Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia

Objective: We analyzed the population health of the population of Ukraine in comparison with the indicators of the European region and throughout the world.

Materials and methods: The study was carried out on the basis of WHO data, annual reports of UNAIDS, the State Statistics Committee of Ukraine for 1990-2016. The assessment of the state of population health at the national, European and world levels was carried out according to WHO indicators (mortality, life expectancy, incidence, prevalence of diseases, medico-social factors) which main requirements are validity, specificity, sensitivity, reliability, representativeness, intelligibility, accessibility. We used analytical, statistical, system approach, comparative analysis trends methods.

Results: The pronounced negative tendencies were established to be typical for the current state of population health of Ukraine's population. Medico-demographic situation is characterized by an extremely high mortality, a low level of life expectancy and a demographic aging of the population.

Conclusions: The death rate of the population of Ukraine is significantly higher than the level in the European Region and is characterized by its growth last years, especially due to the infectious diseases and HIV/AIDS. A higher death rate in men and a low life expectancy are the gender specificities of mortality in the country. The high levels of the consumption of strong alcoholic beverages, the prevalence of smoking against the background of consistently low financing for health care are the national features of medico-social risk factors for the health of the population.

Keywords: health of the population of Ukraine, mortality, life expectancy, medico-social factors.

залишається однією з головних причин, що сприяють смерті через неінфекційні захворювання.

Формування системи охорони здоров'я визначається достатністю обсягу фінансування галузі медицини. Нині фінансове забезпечення охорони здоров'я здійснюється з трьох джерел: державних (оподаткування), соціальних (цільові внески суспільних фондів медичного страхування) та приватних (особисті кошти фізичних та юридичних осіб). Загальні витрати на охорону здоров'я від внутрішнього валового продукту в Україні в останній період зросли на 0,8% (табл. 4). Проте вони, як і раніше, залишаються значно нижчими, ніж в Європейському регіоні (на 9,3%) та у світі (на 9,2%). При цьому загальні державні витрати на охорону здоров'я у державі нижчі за середньоєвропейські та світові в 1,4 рази.

Частка бюджету на охорону здоров'я протягом 2007-2014 років зменшилася до 50,8%. Питома вага державних витрат у світі вища на 8,9%. В Європі

вона становить три чверті у загальних витратах на охорону здоров'я. Рівень загальних витрат на охорону здоров'я протягом 2007-2014 років в Україні залишався стабільним при зростанні його в Європейському регіоні та у світі. При цьому він був нижчим за середньоєвропейський у 10,9 разів і у 4,6 рази – за світовий. Державні витрати на охорону здоров'я також були меншими, ніж в Європейському регіоні та у світі відповідно у 9,9 та 3,4 рази.

Таким чином, кризові явища у популяційному здоров'ї населення України диктують необхідність нагального реформування системи здоров'я. До пріоритетних завдань з охорони здоров'я у державі належать зниження впливу зовнішніх причин смерті та витіснення смертності через серцево-судинні захворювання у більш пізній вік. Основні профілактичні заходи полягають у першочерговості лікувально-профілактичної роботи у групах ризику, формуванні здорового способу життя, розробці й впровадженні у практику профілактично-оздо-

ровчих технологій, створенні системи гігієнічної донозологічної діагностики захворювань, поліпшенні соціального клімату. Безумовним підґрунтям подолання кризових явищ у здоров'ї населення України є поліпшення екологічної ситуації, створення здорових умов праці, навчання та протидія епідеміям ВІЛ/СНІДу, туберкульозу і гепатиту.

Висновки

1. Смертність населення України значно перевищує рівні Європейського регіону. У державі сформувалася консервативна структура причин смерті зі специфічною рисою поєднання високого рівня смертності через хвороби органів кровообігу (ендогенні причини) з хворобами органів дихання, травмами, інфекційними й паразитарними хворобами (екзогенні причини). Сучасна динаміка смертності в Україні, на відміну від Європейського регіону і світу, характеризується зростанням, а також суттєвим внеском частки інфекційних захворювань та ВІЛ/СНІДу.

Таблиця 3

Медико-соціальні чинники ризику

Показник	Україна		Європейський регіон		Світ	
	2001 р.	2011 р.	2001 р.	2011 р.	2001 р.	2011 р.
Споживання алкоголю дорослими >15 років, л чистого алкоголю	8,5	9,1	9,5	10,1	4,4	6,0
Поширеність куріння серед дорослих >15 років, % чоловіки	65	50	45	41	41	36
жінки	24	13	24	22	9	8
Поширеність куріння серед підлітків 13-15 років, % юнаки	30	30	21	20	18	18
дівчата	22	22	17	15	10	11

2. Гендерною специфікою смертності у державі є більш виражена смертність серед чоловіків в усіх вікових групах порівняно з Європейським регіоном та світом загалом. До національних особливостей смертності чоловіків належать зростання її з віком, а також дуже низька за європейськими стандартами очікувана тривалість їхнього життя.

3. Медико-соціальним факторам ризику для здоров'я населення притаманні високий рівень споживання міцних алкогольних напоїв та значна поширеність куріння серед чоловіків. Рівень витрат на охорону здоров'я в Україні нині перебуває на стабільно низькому рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гребняк Н.П., Агарков В.А., Грищенко С.В. и др. Здоровье населения Украины в глобальном измерении. *Профілактична медицина*. 2012. Т. XII, № 1. С. 128-134.

2. Слабкий Г.О., Лехан В.М., Надутый К.О. та ін. Деякі уроки

реформи охорони здоров'я України. *Україна. Здоров'я нації*. 2014. № 3. С. 7-22.

3. Европейська база даних «Здоров'я для всіх». URL : <http://www.euro.who.int/hfad>.

4. Здоров'я 2020. Основи європейської політики та стратегія для XXI ст. Copenhagen : WHO, Regional Office for Europe, 2013. 224 p.

5. Показники здоров'я населення та використання ресурсів охорони здоров'я в Україні за 2013-2014 роки. Київ : ЦМС МОЗ України, 2015. 328 с.

6. Слабкий Г.О., Дудник С.В., Дудіна О.О., Габорець С.Р. Загальна характеристика стану здоров'я населення України. *Регіональні системи охорони здоров'я України 2014 рік*. Київ, 2015. Ч. I. С. 6-26.

7. Герасименко Г.В. Особливості міжнародного досвіду вимірювання людського розвитку на субнаціональному рівні. *Демографія та соціальна економіка*. 2017. № 1 (29). С. 11-23.

8. Чепелевська Л.А., Орда О.М. Новітні регіональні тенденції

смертності населення України. *Україна. Здоров'я нації*. 2011. № 2. С. 68-73.

9. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2016 рік / МОЗ України, ДУ «УІСД МОЗ України». Київ, 2017. 516 с.

10. Early years, family and education task group: report. European review of social determinants and the health divide in the WHO European Region / B. Jensen, C. Currie, A. Dyson, N. Eisenstadt, E. Melhuish (editors). Copenhagen : WHO Regional Office for Europe; 2013. URL : http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0006/236193/Early-years,-family-and-education-task-group-report.pdf.

11. Improving the lives of children and young people: Case studies from Europe. Vol. 1. Early years. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2013. URL : <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/improving-the-lives-of-children-and-young-people-case-studies-from-europe.-volume-1.-early-years>.

12. World Health Statistics 2013. Part III. Global Health Indicators. Geneva : WHO Press, 2013. 139 p.

13. World Health Statistics 2015. Part II. Global Health Indicators. Geneva : WHO Press, 2015. P. 125-135.

REFERENCES

1. Grebniak N.P., Agarkov V.A., Grishchenko S.V. et al. Zdrovie naseleniia Ukrainy v globalnom izmerenii [Health of the Population of Ukraine in the Global Dimension]. *Profilaktychna meditsina*. 2012 ; XII (1) : 128-134 (in Ukrainian).

2. Slabkyi H.O., Lekhan V.M., Nadutyi K.O. et al. Deiaki uroky reformy okhorony zdorovia Ukrainy [Some Lessons in Health Care Reform in Ukraine]. *Ukraina. Zdrovia natsii*. 2014; 3 : 7-22 (in Ukrainian).

3. European Health for All family of databases. URL : <http://www.euro.who.int/hfad>.

4. Zdrovia 2020. Osnovy yevropeiskoi polityky ta stratehii dlia XXI st. [Health 2020. Fundamentals of European Policy and Strategy for the 21-st Century]. Copenhagen : WHO ; 2013 : 224 p. (in Ukrainian).

5. Ministry of Public Health of Ukraine. Pokaznyky zdorovia

Таблиця 4

Витрати на охорону здоров'я

Показник	Україна	Європейський регіон	Світ
Загальні витрати на охорону здоров'я від валового внутрішнього продукту, %			
2000 р.	5,9	8,4	9,2
2007 р.	6,9	8,8	9,7
2010 р.	7,1		
2014 р.	7,8	9,3	9,2
Загальні державні витрати на охорону здоров'я від загальних державних витрат, %:			
2000 р.	8,4	14,3	14,5
2007 р.	9,2	15,3	15,5
2014 р.	10,8	14,8	15,1
Загальні державні витрати на охорону здоров'я від загальних витрат на охорону здоров'я, %			
2000 р.	48,9	75,3	57,9
2007 р.	57,6	76,0	59,6
2014 р.	50,8	74,4	58,9
Загальні витрати на охорону здоров'я на душу населення, долари США			
2000 р.	38	931	481
2007 р.	210	2035	802
2014 р.	203	2217	941
Державні витрати на охорону здоров'я на душу населення, долари США			
2000 р.	19	701	279
2007 р.	121	1546	478
2011 р.	170	1679	571
Валовий національний дохід на душу населення, міжнародні долари			
1990 р.	5950	11546	4862
2000 р.	3170	15193	6940
2008 р.	7210	22849	10290
2011 р.	7040	25210	11536

naselennia ta vykorystannia resursiv okhorony zdorovia v Ukraini za 2013-2014 roky. [Indicators of Public Health and the Use of Health Care Resources in Ukraine for 2013-2014]. Kyiv ; 2015 : 328 p. (in Ukrainian).

6. Slabkyi H.O., Dudnyk S.V., Dudina O.O., Haborets S.R. Zahalna kharakterystyka stanu zdoroviia naselennia Ukrainy [General Characteristics of the Health Status of the Population of Ukraine]. Rehionalni systemy okhorony zdoroviia Ukrainy 2014 rik. Kyiv ; 2015 (I) : 6 -26 (in Ukrainian).

7. Herasymenko H.V. *Demohrafiia ta sotsialna ekonomika*. 2017 ; 1 (29) : 11-23 (in Ukrainian).

8. Chepelevska L.A. and Orda O.M. *Ukraina. Zdorovia natsii*. 2011 ; 2 : 68-73 (in Ukrainian).

9. Shchorichna dopovid pro stan zdorovia naselennia, sanitarno-epidemichnu sytuatsiiu ta rezultaty dialnosti systemy okhorony zdorovia Ukrainy. 2016 rik [Annual Report on the State of Health of the Population, Sanitary and Epidemiological Situation and Results of the Health Care System of Ukraine. 2016 year]. Ministry of Health of Ukraine ; DU «UISD MOZ Ukrainy». Kyiv ; 2017 : 516 p. (in Ukrainian).

10. Early Years, Family and Education Task Group: Report. European Review of Social Determinants and the Health Divide in the WHO European Region / B. Jensen, C. Currie, A. Dyson, N. Eisenstadt, E. Melhuish (editors). Copenhagen : WHO Regional Office for Europe ; 2013. URL : http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0006/236193/Early-years,-family-and-education-task-group-report.pdf

11. Improving the Lives of Children and Young People: Case Studies from Europe. Vol. 1. Early Years. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe ; 2013. URL : <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/improving-the-lives-of-children-and-young-people-case-studies-from-europe.-volume-1.-early-years>.

12. World Health Statistics 2013. Part III. Global Health Indicators. Geneva : WHO ; 2015 : 139 p.

13. World Health Statistics 2015. Part II. Global Health Indicators. Geneva : WHO ; 2015 : 125 -135.

Надійшло до редакції 24.05.2018

EXTERNAL CAUSES OF MORTALITY IN UKRAINE: STANDARDIZED RISKS AND LOST PROFIT

Kartashova S.S., Kaneva T.V., Omelchenko E.M., Polka O.O.

ЗОВНІШНІ ПРИЧИНИ СМЕРТНОСТІ В УКРАЇНІ: СТАНДАРТИЗОВАНІ РИЗИКИ ТА УПУЩЕНА ВИГОДА

¹КАРТАШОВА С.С.,

¹КАНЕВА Т.В.,

²ОМЕЛЬЧЕНКО Е.М.,

²ПОЛЬКА О.О.

¹Київський національний торгово-економічний університет, м. Київ,

²ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеева НАМН України», м. Київ

УДК 614.1/2: 314.18 : 314.4

Ключові слова: смертність, зовнішні причини смерті, втрачені роки потенційного життя, стандартизована структура, відносний ризик, упущена вигода.

Рівень смертності у різних статевих-вікових групах населення істотно відрізняється і залежить від сполученої дії чинників, серед яких виділяють ендогенні фактори, пов'язані з природним старінням організму, особливостями його фізіології, спадковості, психотипу, та екзогенні, що зумовлені впливом зовнішнього середовища, тобто соціально-економічною та екологічною ситуацією, рівнем розвитку охорони здоров'я, осо-

ВНЕШНИЕ ПРИЧИНЫ СМЕРТНОСТИ В УКРАИНЕ:

СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЕ РИСКИ И УПУЩЕННАЯ ВЫГОДА

¹Карташова С.С., ¹Канева Т.В., ²Омельченко Э.М., ²Полька Е.А.

¹Киевский национальный торгово-экономический университет, г. Киев,

²ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев

По уровню смертности от внешних причин Украина более чем в два раза опережает страны Европейского Союза. Роль внешних причин в нашем государстве недооценивается и недостаточно учитывается при определении приоритетов политики, направленной на снижение смертности и увеличение продолжительности жизни.

Цель исследования заключалась в определении демографических и социально-экономических потерь государства от внешних причин смерти (МКБ-10: V01-Y98), в том числе и по их отдельным нозологиям (МКБ-10: X45, V01-V99, X60-X84).

Материалы и методы. В качестве источников первичной информации использованы данные системы национальных счетов, форм государственной статистической отчетности: ф. С-8 «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти», ф. А-1 «Общие итоги естественного движения» и информация Министерства финансов Украины о значении учетной ставки НБУ.

Результаты. Согласно классической структуре смертности внешние причины занимают третье ранговое место после болезней системы кровообращения и новообразований, в то время как по показателю ПГПЖ – второе, при этом их удельный вес увеличился в 3,7 раза.

Последнее обусловлено тем, что средний возраст умерших от внешних причин в 1,9 раза меньше, чем у тех, кто умер от болезней системы кровообращения. Среди всех внешних причин смерти особое внимание следует уделить ДТП, случайным отравлениям и действию алкоголя, суицидам. Их удельный вес среди внешних причин составляет 50%.

При анализе и оценке структурных сдвигов в классе внешних причин обнаружено увеличение удельного веса суицидов и у женского (на (42,2±1,2)%), и у мужского (на (37,1±0,8)%) населения за 2009-2016 годы.

Проведенное ранжирование областей государства по величине относительного риска определило территории повышенного риска по всем внешним причинам смерти и по отдельным нозологиям (ДТП, суициды, случайные отравления и действие алкоголя). Снижение риска смерти от этих причин до среднего государственного сохранило бы жизни около 7 тысяч человек, при этом только за 2015-2016 годы упущенная выгода государства превысила бы 14 млрд. гривен.

Ключевые слова: смертность, внешние причины, потерянные годы потенциальной жизни, стандартизированная структура, относительный риск, упущенная выгода.

© Карташова С.С., Канева Т.В., Омельченко Е.М.,
Полька О.О. СТАТТЯ, 2018.

бистим способом життя.

До останніх належать зовнішні причини, смерть через які настає «внаслідок фізичного пошкодження, викликаного механічним, тепловим, хімічним або радіаційним впливом, що перевищує поріг фізіологічного спротиву організму, або відсутністю одного чи кількох елементів, важливих для життя (наприклад, кисню)» [1]. Тобто це ті причини, що викликані не хворобами, а різними зовнішніми впливами. Вони можуть бути навмисними (вбивства і самогубства) або ненавмисними (нешасні випадки, пов'язані з транспортним рухом або викликані вогнем; утоплення; отруєння; падіння), виділяють також пошкодження з невизначеними намірами.

Зовнішні причини належать до того класу причин смерті, які у сучасному суспільстві можна усунути. Більш того, зовнішні причини не можна недооцінювати ще й тому, що вони можуть призвести не тільки до смерті, але й до інвалідності. За оцінками ВООЗ, на кожен випадок смерті в Європейському регіоні припадає 32 госпіталізації, 300 звернень у відділення невідкладної допомоги та близько 1000 звернень по допомогу до лікарів загального профілю або спроб самолікування [2].

За рівнем смертності через зовнішні причини Україна країни Європейського Союзу (рис. 1) [3].

При збереженні у подальшому темпів зниження (TZ), що протягом 2009-2015 років складала 2,84 на 10⁵, відповідного населення, нинішнього рівня ЄС ми зможемо досягти не раніше 2030 року.

Таке очікування є небезпечним. Хоча зовнішні причини смерті, разом з багатьма іншими причинами, існували завжди, нинішня ж актуальність їх вивчення зумовлена тим, що у багатьох країнах, до яких, безумовно, належить і Україна, висока смертність саме з причин цього класу є однією з головних перешкод на шляху подовження тривалості життя. Роль зовнішніх причин смерті у нашій державі недооцінюється і недостатньо враховується під час визначення пріоритетів політики, спрямованої на зниження смертності і, як наслідок, подовженню тривалості життя.

Згідно з даними Державної служби статистики [4, 5] за 2005-2016 роки в Україні з зовнішніх причин загинуло 586 тис. осіб, тобто у 3,5 рази більше, ніж через інфекційні хвороби (168 тис. осіб). Проте боротьба з зовнішніми причинами у державі ніколи не дек-

ларувалася як пріоритетна, на відміну, наприклад, від профілактичної вакцинації дитячого населення.

У зв'язку з вищевикладеним **мета роботи** полягала у визначенні демографічних та соціально-економічних втрат держави через зовнішні причини смерті (МКХ-10: V01-Y98) та їх окремі нозології (МКХ-10: X45, V01-V99, X60-X84).

Матеріали та методи. За джерела первинної інформації було використано демографічні щорічники, дані системи національних рахунків та статеві-вікової структури постійного населення, експрес-випусків Державної служби статистики України, форми державної статистичної звітності, а саме: ф. С-8 «Розподіл померлих за статтю, віковими групами і причинами смерті», А-1 «Загальні підсумки природного руху» та інформація Міністерства фінансів щодо значення облікової

Рисунок 1
Стандартизовані показники смертності через зовнішні причини смерті (МКХ-10: V01-Y98) на 10⁵ нас., 2005-2015 роки

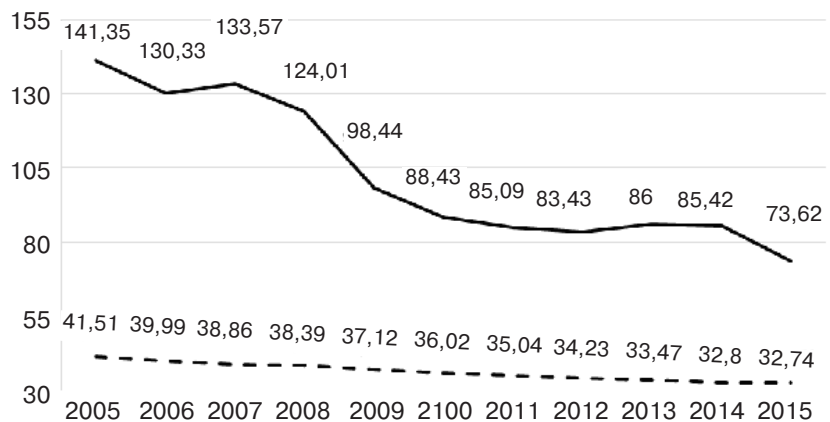
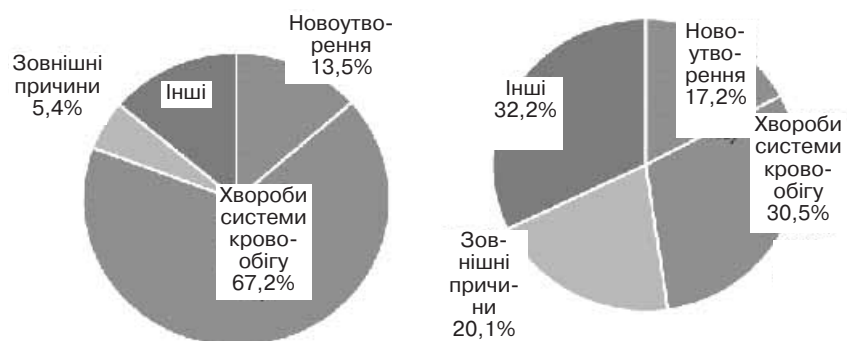


Рисунок 2

Структура смертності за причинами: класична та за показником ВРПЖ, Україна, 2015-2016 роки



**EXTERNAL CAUSES OF MORTALITY IN UKRAINE:
STANDARDIZED RISKS AND LOST PROFIT**

¹**Kartashova S.S.**, ¹**Kaneva T.V.**,
²**Omelchenko E.M.**, ²**Polka O.O.**

¹*Kyiv National University of Trade and Economics,
Kyiv, Ukraine*

²*SI «O.M. Marzeyev Institute for Public Health,
National Academy of Medical Sciences of Ukraine»,
Kyiv, Ukraine*

Background: By the level of mortality of the external causes, Ukraine passes ahead of the countries of the European Union more than twice. The role of the external causes in our state is underestimated and insufficiently taken into account in the determination of the priorities of the policy directed to the reduction of the mortality and the increase of lifetime.

Objective: We determined the demographic and socio-economic losses of the state through external causes of death (ICD-10: V01-Y98), including their individual nosologies (ICD-10: X45, V01-V99, X60-X84).

Materials and methods: The data of the system of national accounts, forms of state statistical records: f. P-8 «Distribution of the deceased by sex, age groups, and causes of death» and f. A-1 «General results of natural movement» and on the significance of the NBU discount rate of the Ministry of Finance were used as the sources of primary information.

Results and conclusions: According to the classical structure of mortality, the external causes occu-

py the third ranked position after diseases of circulatory system and neoplasms while by the parameter of the YPLL (Years of Potential Life Lost) – the second one, and at this time their share increased 3.7 times. The latter is because the average age of the dead of the external causes is smaller by a factor of 1.9 than those who died of the circulatory system diseases.

Among all external causes of death, special attention should be given to the accidents, the accidental poisoning, and the effects of alcohol, suicides: their share among external causes is $\approx 50\%$.

At the analysis and assessment of the structural changes in the class of the external causes, an increase in the share of suicides in 2009-2016 was detected among both the female (by $(42.2 \pm 1.2)\%$) and the male one (by $(37.1 \pm 0.8)\%$) population. Performed ranking of the regions of the state in terms of relative risk established the territories of increased risk both for all external causes of death and individual nosologies (accidents, suicides, accidental poisoning and the effects of alcohol). Reduction of the risk of death of those causes to the average state would save about 7 thousands persons while the lost profit of the state would exceed 14 billions UAH only in 2015-2016.

Keywords: mortality, external causes of death, lost years of potential life, standardized structure, relative risk, lost profit.

ставки НБУ за 2005-2016 роки.

При виконанні роботи застосовано системний підхід, який базується на поєднанні методів соціально-економічної статистики, медико-демографічних, актуарної математики та теорії ймовірностей.

Результати та їх обговорення. Державна статистична звітність щодо захворюваності та смертності населення починаючи з 2005 року подається згідно з міжнародною класифікацією хвороб десятого перегляду (МКХ-10). Це дозволяє проводити коректні співставлення та порівняння стандартизованих показників смертності як за класами хвороб, так і за окремими нозологіями на міжнародному рівні.

В Україні зовнішні причини смерті посідають третє рангове місце (класична структура смертності) і суттєво впливають не тільки на очікувану тривалість життя, а й взагалі на стан громадського здоров'я.

Протягом останнього десятиріччя смертність з цих причин у державі демонструє певні позитивні зміни: відбулося суттєве зменшення стандартизованого показни-

ка (прямий метод), розрахованого на 10^5 відповідного населення, з 141,35 до 73,62, при цьому середньорічні темпи зниження склали $TZ_{2005-2010} = 6,87$ ($TZ_{2005-2009} = 9,21$, $TZ_{2009-2015} = 2,84$).

Загалом за два суміжні роки (2015-2016 стандартизований показник смертності в Україні склав $7,70 \pm 0,01$ на 10^5 відповідного на-

селення. Перші п'ять рангових місць посідають Житомирська та Дніпропетровська області ($9,99 \pm 0,05$), Херсонська ($9,97 \pm 0,05$), Кіровоградська ($9,93 \pm 0,06$), Чернігівська ($9,47 \pm 0,06$). Найліпша ситуація спостерігалася у м. Києві ($4,97 \pm 0,02$), Івано-Франківській ($5,24 \pm 0,03$), Тернопільській ($5,48 \pm 0,04$) та Львівській ($6,06 \pm 0,03$) областях.

Таблиця 1
**Питома вага окремих причин смерті (нозологій)
за показником ВРПЖ у класі усіх зовнішніх причин,
Україна, 2015-2016 роки**

Причина за МКХ-10 у класі зовнішніх причин смерті: V01-Y98	Стать		
	чоловіки	жінки	обидві статі
Транспортні нещасні випадки: V01-V99	16,52	20,92	17,27
Падіння: W00-W19	4,19	3,22	4,03
Утоплення та занурення у воду: W65-W74	6,89	4,80	6,54
Нещасні випадки, спричинені дією диму, вогню та полум'я: X00-X09	2,37	2,75	2,44
Випадкове отруєння та дія алкоголю: X45	8,66	7,77	8,50
Випадкове отруєння, спричинене іншими отруйними речовинами: X40-X44, X46-X49	3,79	4,31	3,88
Навмисне самоушкодження: X60-X84	21,62	19,20	21,21
Наслідки нападу з метою убивства чи нанесення ушкодження: X85-Y09	5,84	9,35	6,45
Інші зовнішні причини смерті: W20-W64, W75-W99, X10-X39, X50-X59, Y10-Y89	30,11	27,67	29,69

Особливу увагу привертає той факт, що середній вік померлих з зовнішніх причин, за даними 2016 року, становить 48,3 роки, тоді як цей вік для померлих через новоутворення та хвороби системи кровообігу є 64,9 та 75,8 років відповідно. Тобто соціально-економічні втрати через зовнішні причини зумовлені переважно смертями осіб працездатного віку та молодших, що також поглиблює демографічну кризу в Україні.

Структура причин смертності за основними класами причин смерті з використанням показника втрачених років потенційного життя (ВРПЖ), який саме і враховує вік померлих, суттєво відрізняється від класичної, побудованої по суті за інтенсивними показниками смертності [6].

Перші три рангові місця протягом 2016 року за показником ВРПЖ посідають хвороби системи кровообігу (30,5%), зовнішні причини (20,1%) та новоутворення (17,2%), при цьому порівняно

з класичною (рис. 2) питома вага хвороб системи кровообігу зменшується у 2,2 рази, але збільшується у 3,7 рази для зовнішніх причин смерті.

Останніми роками з усіх зовнішніх причин на офіційному рівні позначено в якості головної тільки дорожньо-транспортний травматизм. Смертність через напади, самоушкодження, алкогольні отруєння та інші зовнішні причини не знаходить нині належної уваги.

Структуру смертності з зовнішніх причин за показниками ВРПЖ подано у таблиці 1. При ранжуванні її за вказаними причинами суттєвих відмінностей від класичної структури не виявлено.

Для подальшої науково коректної характеристики структури смертності з зовнішніх причин та її можливих структурних зрушень проведено стратифікацію за статтю та стандартизацію опосередкованим методом за віком загиблих. Саме цей метод дозволяє оцінити стандартну похибку отриманих оцінок [7].

Можлива наявність структурних зрушень у класі зовнішніх причин перевірялася за допомогою метода непрямої стандартизації, при цьому за базисний (спонтанний) рівень було прийнято структуру смертності 2008 року (у формі С-8 з 2008 року отруєння алкоголем та іншими отруйними речовинами були відокремлені від «інших причин»).

Проведений аналіз виявив, що за 2009-2016 роки відбу-

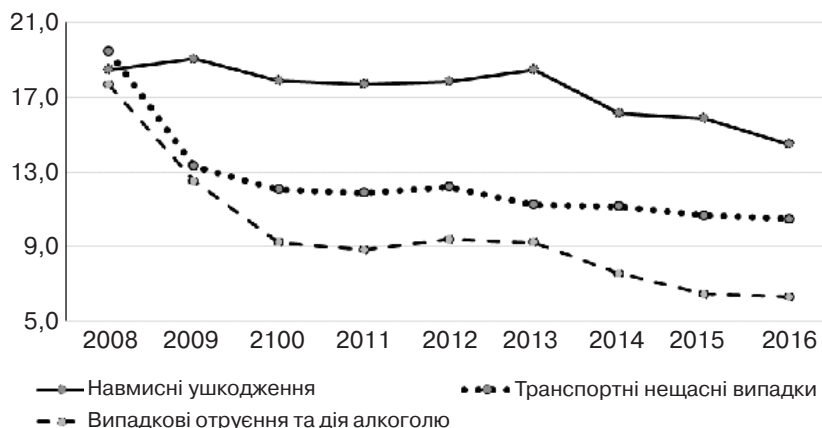
лося значуще збільшення порівняно з 2008 року стандартизованої питомої ваги самогубств у класі зовнішніх причин серед чоловіків на (37,1±0,8)% та серед жінок на (42,2±1,2)%, при цьому виявлено вагоме зменшення внеску смертельних випадкових отруєнь та дії алкоголю, а саме: на (29,3±0,7)% та (36,2±0,8)% серед чоловіків та жінок відповідно. Також встановлено зменшення питомої ваги смертельних транспортних нещасних випадків серед усього населення, але тільки за рахунок чоловічого населення – на (6,1±0,3)%.

Фактично серед причин смертності з зовнішніх причин поряд з транспортними випадками особливо виділяють навмисні самоушкодження (Х60-Х84), динаміку стандартизованих показників (прямий метод) яких разом з транспортними нещасними випадками та випадковими отруєннями і дією алкоголю наведено на рисунку 3.

Хоча протягом зазначеного періоду спостереження рівень смертності серед усього населення (з урахуванням статеві-вікової структури) зменшувався, темпи змін оцінено як від'ємні за усіма нозологіями, але смертність, що зумовлена транспортними пригодами, зменшилася в 1,9 рази, через випадкові отруєння та дію алкоголю – у 2,8 рази, а за навмисними ушкодженнями – лише в 1,3 рази.

2014 року зменшення показника смертності за суїцидами та випадковими отруєннями, переважно пов'язаними з дією алкоголю, порівняно з 2013 роком частково пояснюється тим, що достовірних даних життєвої статистики по тимчасово окупованим територіям та зоні проведення АТО немає. Ці території виключено з аналізу, а їхній внесок був суттєвим. Але протягом 2014 року збільшилася смертність, пов'язана з проведенням АТО та погіршенням криміногенної ситуації. Більш того, смертність через ведення

Рисунок 3
Динаміка стандартизованого показника смертності за окремими зовнішніми причинами, на 10⁵ нас., Україна, 2008-2016 роки



бойових дій держави повністю ще не врахована.

Для виявлення територіальних особливостей з метою проведення ефективних профілактичних заходів зі зменшення смертності з причин, що не є наслідком захворювань, проведено ранжування областей України за стандартизованим відносним ризиком смерті (опосередкований метод стандартизації [8]).

Метод опосередкованої стандартизації дозволяє представити стандартизований за непрямим методом показник смертності як співвідношення кількості випадків смерті, що зареєстровані, та очікуваною за базисним рівнем кількістю їх у досліджуваному контингенті населення. Цей метод переважно застосовується при малому числі смертей і дозволяє побудувати не тільки точкову оцінку, а й інтервальну оцінку (наприклад, 95% довірчий інтервал) їхнього надлишку [9]. Як спонтанний рівень досліджуваної причини смерті розглядався відповідний показник по Україні за виключенням тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя і територій Донецької та Луганської областей (інакше здійснення розрахунків є некоректним у зв'язку з відсутністю інформації по частині тимчасово окупованих територій). Більш того, для запобігання подвійного рахунку порівнювалася окрема область та залучена до дослідження територія держави за виключенням цієї області.

Протягом 2015-2016 років надлишок смертей з зовнішніх причин виявлено серед населення 15 областей держави (рис. 4) загальною кількістю 6805 осіб. При цьому найбільше значення відносного ризику смерті було у населення Херсонської (1,35; 95% ДІ: 1,29-1,40), Житомирської (1,34; 95% ДІ: 1,29-1,39) та Кіровоградської (1,30; 95% ДІ: 1,25-1,36) областей.

За цей період надлишок кількості смертей через

навмисні самоушкодження (2864 особи) встановлено серед населення 14 областей держави. Перші три рангові місця за значенням відносного ризику належать Херсонській (1,63; 95% ДІ: 1,50-1,76), Кіровоградській (1,60; 95% ДІ: 1,47-1,74) та Чернігівській (1,47; 95% ДІ: 1,35-1,59) областям.

Найліпша ситуація за рівнем суїцидів склалася серед населення Львівської (0,32; 95% ДІ: 0,29-0,36) та Харківської (0,52; 95% ДІ: 0,48-0,57) областей та у м. Києві (0,30; 95% ДІ: 0,26-0,33). Кількість самогубств за фактом виявилася меншою, ніж очікувалося.

Додаткові демографічні втрати на досліджуваних територіях держави через випадкове отруєння та дію алкоголю і транспортні нещасні випадки відповідно склали 1507 і 947 осіб. Більш ніж удвічі, ніж очікувалося, зафіксовано випадків смерті переважно через

вживання сурогатного алкоголю серед населення Кіровоградської (2,67; 95% ДІ: 2,40-2,94), Херсонської (2,16; 95% ДІ: 1,93-2,40) та Хмельницької (2,05; 95% ДІ: 1,84-2,26) областей.

Як свідчить проведений аналіз, найнебезпечніша ситуація з транспортними нещасними випадками спостерігалася у Київській області, де стандартизований відносний ризик – 1,81 (95% ДІ: 1,68-1,94), а надлишкова смертність становила 81% (68-94%). Найбільш благополучним виявився м. Київ (0,70; 95% ДІ: 0,64-

Рисунок 4

Ранжування областей держави за відносним ризиком смерті з зовнішніх причин та навмисних самоушкоджень, 2015-2016 роки



Рисунок 5

Ранжування областей держави за відносним ризиком смерті, через транспортні нещасні випадки, випадкові отруєння та дію алкоголю, 2015-2016 роки



0,76), де відбулося на 30% менше ДТП, ніж очіувалося.

Результати ранжування територій держави за цими причинами смерті зображено на рисунку 5.

Вони свідчать про наявність у державі потенційних можливостей зі зниження смертності з зовнішніх причин, у тому числі через транспортні нещасні випадки, випадкові отруєння, суїциди тощо.

Для виявлення демографічних втрат в економічному еквіваленті використано грошову оцінку вартості середньостатистичного життя, або вартості ризику для життя (ВСЖ) в Україні, що отримана за актуарним підходом, як це зроблено у роботі [10] на підставі даних державної статистичної звітності за 2013 рік.

Тобто економічний еквівалент ВСЖ можна оцінити за формулою (у традиційних позначках актуарної математики) [11]:

$$ВСЖ_{AM} = D/P_{12}(40),$$

де D – щомісячний ВВП у розрахунку на душу населення; $P_{12}(40)$ – щомісячний нетто-тариф довічного страхування особи середнього віку 40 років [12].

Відповідно до статистичних даних Національного комітету

статистики за 2015-2016 роки щодо національних рахунків середньозваженої облікової ставки НБУ [13], за якою обчислюється норма дисконтування, та коротких таблиць смертності $ВСЖ_{AM}$, 2015-2016 оцінюється на рівні 2,1 млн. грн.

Враховуючи це, можна оцінити за допомогою лінійної пропорційної моделі (основа: соціально-економічна концепція [14]) упушену (недоотриману) вигоду держави від надлишкового рівня смертності через усі зовнішні причини, у тому числі через транспортні нещасні випадки, навмисні самоушкодження, отруєння та дію алкоголю порівняно зі спонтанним.

Результати проведених розрахунків наведені у таблиці 2.

Таким чином, урахування досвіду найбільш благополучних областей при плануванні та проведенні профілактичних заходів, навіть без зміни законодавства, дозволило б зберегти життя від 5 до 8 тисяч осіб, які загинули через зовнішні причини протягом двох останніх років спостереження, а цього б не відбулося у випадку значущого зниження відносного ризику смерті серед населення небезпечних у цьому відношенні областей до одиниці та менше. Потенційна соціально-економічна вигода держави склала б від 11 до 17 млрд. грн.

Висновки

1. В Україні стандартизований показник (європейський стандарт) смертності за зовнішніми причинами протягом останнього десятиріччя перевищував відповідний по-

казник у країнах ЄС більш ніж удвічі. При збереженні у державі поточних середньорічних темпів змін рівня ЄС Україна може досягти не раніше 2030 року.

2. Якщо за класичною структурою смертності зовнішні причини посідають третє рангове місце після хвороб системи кровообігу та новоутворень, то за показником ВРПЖ – друге, при цьому їхній внесок у загальну смертність збільшується у 3,7 рази. Останнє зумовлене тим, що середній вік померлих через зовнішні причини в 1,6 рази менший, ніж у тих, хто помер через хвороби системи кровообігу.

3. Серед усіх зовнішніх причин смерті особливу увагу слід приділити навмисним самоушкодженням, транспортним нещасним випадкам, випадковим отруєнням та дії алкоголю. За показником ВРПЖ їхня питома вага у класі зовнішніх причин смерті становить близько 50%.

4. При дослідженні структурних зрушень у класі зовнішніх причин виявлено збільшення стандартизованої питомої ваги суїцидів і у жіночого (на $(42,2 \pm 1,2)\%$), і у чоловічого (на $(37,1 \pm 0,8)\%$) населення держави протягом 2009-2016 років.

5. Проведене ранжування областей держави за стандартизованим відносним ризиком визначило території підвищеного ризику за усіма зовнішніми причинами смерті та за окремими нозологіями (транспортні пригоди, самогубства, випадкові отруєння і дія алкоголю). Якби вдалося знизити ризик смерті через ці

Таблиця 2

Недоотримана вигода держави за рахунок надлишкової кількості смертей з зовнішніх причин, 2015-2016 роки

Причина смерті за МКХ-10	Показник			
	Оцінка надлишкової кількості смертей, осіб		Оцінка недоотриманої вигоди, млн. грн	
	точкова	інтервальна	точкова	інтервальна
Транспортні нещасні випадки (V01-V99)	947	552-1308	1988	1159-2747
Випадкове отруєння та дія алкоголю (X45)	1507	1163-1817	3165	2442-3815
Навмисне самоушкодження (X60-X84)	2864	2132-3549	6013	4478-7452
Загалом через зовнішні причини смерті: V01-Y98	6805	5236-8283	14290	10995-17394

причини до середньодержавного, було б збережено життя близько 7 тисяч осіб, причому економічний ефект для держави становив би понад 14 млрд. грн. І це лише за 2015-2016 роки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Травматизм и насилие в Европе. В чем важность этой проблемы и что можно сделать / Всемирная организация здравоохранения, 2006. 26 с. URL : www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/98405/E87321R.pdf

2. Injury prevention in Europe: From international collaboration to local implementation / World Health Organization, 2010. URL : http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/114159/E93567r.pdf

3. Смертность от внешних причин. Здоровье-2020. URL : https://gateway.euro.who.int/ru/indicators/h2020_14-mortality-from-external-causes/

4. Населення України за 2016 рік: демографічний щорічник / Державна служба статистики України. К., 2017. 134 с.

5. Орієнтовний календар оприлюднення інформації на 2018 рік. Експрес-випуски. URL : <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/express/2018/grafik.htm>

6. Blane D., Smith G.D., Bartley M. Social class differences in years of potential life lost: size, trends, and principal causes. *British Medical Journal*. 1990. № 301. P. 429-432.

7. Breslow N.E., Day N.E. Statistical Methods in Cancer Research : IARC Scientific Publications No 82. Lyon : International Agency for Research on Cancer, 1987. P. 546-568.

8. Bertell H.R. Extensions of the relative risk concept. *Experientia*. 1975. Vol. 3. № 1. P. 1-10.

9. Карташова С.С., Тимченко О.И. Совершенствование методов оценки общественного здоровья: применение показателей стандартизованного и кумулятивного риска смерти.

Гигиена и санитария. 2006. № 5. С. 83-86.

10. Канева Т.В., Карташова С.С. Економічний еквівалент оцінки вартості середньостатистичного життя в Україні: методологія, рекомендації. *Статистика України*. 2014. № 3 (66). С. 31-37.

11. Гербер Х. Математика страхования жизни : пер. с англ. М. : Мир, 1995. 156 с.

12. Тарифное руководство по страхованию жизни по Программе накопительного страхования «Линия жизни» Военно-страховой компании / ВСК страховой дом. М. : 2002. 307 с.

13. Облікова ставка НБУ. URL : <https://index.minfin.com.ua/ua/banks/nbu/refinance/>

14. Быков А.А., Кудрявцев Г.И. Управление риском: оценка натурального и экономического ущерба для здоровья от техногенных воздействий. *Проблемы региональной экологии*. 1997. № 4. С. 178-191.

REFERENCES

1. Tramatizm I nasilie v Evrope. V chem vazhnost etoy problemy i chto mozhno sdelat [Injuries and Violence in Europe: why they Matter and what can be done]. WHO, 2006 : 26 p. URL : www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/98405/E87321R.pdf (in Russian).

2. Injury Prevention in Europe: From International Collaboration to Local Implementation / World Health Organization, 2010. URL : http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/114159/E93567r.pdf

3. Smertnost ot vneshnikh prichin. Zdorovie-2020. [Mortality of External Causes. Health-2020]. URL : https://gateway.euro.who.int/ru/indicators/h2020_14-mortality-from-external-causes/ (in Russian).

4. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Naselennia Ukrainy za 2016 rik: demografichnyi shchorichnyk [State Statistics Service of Ukraine. Population of Ukraine in 2016: Demographic Year-Book]. Kyiv ; 2017 : 134 p. (in Ukrainian).

5. Opryliudnennia ekspres-vypuskiv Derzhstatu u 2018 rotsi [Publication of the Express Issues of the State Statistics Service in 2018]. URL : <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/express/2018/grafik.htm> (in Ukrainian).

6. Blane D., Smith G.D. and Bartley M. *British Medical Journal*. 1990 ; 301: 429-432.

7. Breslow N.E. and Day N.E. Statistical Methods in Cancer Research : IARC Scientific Publications № 82. Lyon : International Agency for Research on Cancer; 1987 : 546-568.

8. Bertell H.R. *Experientia*. 1975 ; 3 (1) : 1-10.

9. Kartashova S.S. and Timchenko O.I. *Gigiena i sanitaria*. 2006 ; 5 : 83-86 (in Russian).

10. Kaneva T.V. and Kartashova S.S. *Statystyka Ukrainy*. 2014 ; 3 (66) : 31-37 (in Ukrainian).

11. Gerber H.U. *Matematika strakhovaniia zhizni* [Life Insurance Mathematics]. Moscow : Mir ; 1995 : 156 p. (in Russian).

12. Tarifnoe rukovodstvo po strakhovaniiu zhizni po Programme nakopitel'nogo strakhovaniia «Liniia zhizni» Voenno-strakhovoi kompanii [Tariff Guide to Life Insurance under Life Line Insurance Program of the Military Insurance Company]. Moscow ; 2002 : 307 p. (in Russian).

13. Oblikova stavka NBU [NBU Discount Rate]. URL : <https://index.minfin.com.ua/ua/banks/nbu/refinance/> (in Ukrainian)

14. Bykov A.A. and Kudriavtsev G.I. *Problemy regionalnoi ekologii*. 1997 ; 4 : 178-191 (in Russian).

Надійшло до редакції 14.05.2018