

УДК 616. 1:616-036.8-053.8:616-001.28:214.48

В. О. Бузунов<sup>1</sup>✉, К. Є. Прикащикова<sup>1</sup>, Т. Є. Домашевська<sup>1</sup>, Г. В. Костюк<sup>1</sup>, І. Г. Губіна<sup>2</sup>,  
С. О. Терещенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна установа “Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України”, вул. Мельникова, 53, м. Київ, 04050, Україна

<sup>2</sup>Державна установа “Український центр інформаційних технологій та Національного реєстру” Міністерства охорони здоров’я України, вул. Крамського, 21-а, м. Київ, 03115, Україна

## СМЕРТНІСТЬ ВІД ХВОРОБ СИСТЕМИ КРОВООБИГУ МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ ТА ВІКУ. 1988–2010 РОКИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

**Мета дослідження.** Дескриптивний епідеміологічний аналіз рівня смертності від хвороб системи кровообігу мешканців радіоактивно забруднених територій України з урахуванням рівня сумарних накопичених ефективних доз радіаційного опромінення та віку на момент аварії на ЧАЕС.

**Матеріали та методи дослідження.** Залежно від параметрів сумарних накопичених ефективних доз радіаційного опромінення за 1988–2010 роки мешканці радіоактивно забруднених територій України поділені на дві когорти: особи з дозами опромінення 5,6–20,99 та 21,00–50,99 мЗв (кожна стратифікована за віковими категоріями – до 18 років, 18–39, 40–60 років). Для оцінювання смертності від хвороб системи кровообігу за 1988–2010 рр. визначалися показник рівня смертності ( $ID/10^3$  людино-років), середня похибка ( $\pm m$ ) та достовірності за критерієм Стьюдента ( $t$ ).

**Результати дослідження.** За 1988–2010 роки спостереження виявлена достовірно вища ( $ID/10^3$  людино-років становить  $8,08 \pm 0,10$ ) смертність від хвороб системи кровообігу в мешканців радіоактивно забруднених територій з накопиченими ефективними дозами радіаційного опромінення 21,00–50,00 мЗв порівняно з мешканцями радіоактивно забруднених територій ( $ID/10^3$  людино-років становить  $6,29 \pm 0,06$ ) із сумарними накопиченими ефективними дозами радіаційного опромінення 5,6–20,99 мЗв за той же період. У вікових категоріях мешканців (до 18 років, 18–39, 40–60) з дозами 21,00–50,00 мЗв рівень смертності достовірно вищий, ніж у тотожних вікових категоріях мешканців з дозами 5,6–20,99 мЗв (відповідно  $1,31 \pm 0,08 ID/10^3$  людино-років,  $8,50 \pm 0,19$ ;  $48,95 \pm 0,33$  проти  $0,75 \pm 0,04$ ;  $5,00 \pm 0,11$ ;  $23,52 \pm 0,24$ ). У старших вікових категоріях з вищими дозами опромінення смертність достовірно вища ( $p < 0,05$ ), ніж у осіб з меншими дозами опромінення: у осіб віком до 18 років  $ID/10^3$  людино-років становив  $1,31 \pm 0,08$  проти  $0,75 \pm 0,04$ ; у осіб 18–39 років –  $8,50 \pm 0,19$  проти  $5,00 \pm 0,11$ ; у осіб 40–60 років –  $48,95 \pm 0,33$  проти  $23,54 \pm 0,24$ . У мешканців з вищими дозами опромінення рівень смертності від ішемічної хвороби серця, цереброваскулярних хвороб, гіпертонічної хвороби, хвороб артерій, артеріол, капілярів достовірно більший, ніж у мешканців з меншими дозами.

**Висновки.** Смертність від хвороб системи кровообігу мешканців радіоактивно забруднених територій України залежить від сумарних накопичених ефективних доз радіаційного опромінення та віку на момент аварії на ЧАЕС. Про це свідчить достовірно вищий ( $p < 0,05$ ) рівень смертності в осіб з дозами опромінення в діапазоні 21,00–50,00 мЗв, ніж у осіб з дозами 5,6–20,99 мЗв. У вікових категоріях з вищими дозами опромінення

✉ Бузунов Володимир Опанасович, e-mail: Buzunov\_irge@ukr.net

смертність достовірно вища ( $p < 0,05$ ), ніж у осіб з меншими дозами опромінення. Найвищий рівень смертності становив у мешканців 40–60 років, найменший рівень смертності – у осіб до 18 років. Можливо також припустити, що радіаційний фактор у цьому випадку є фактором прискорювання процесів старіння та розвитку патологічних змін в організмі постраждалих. Основними причинами смертності від хвороб системи кровообігу у досліджуваних є ішемічна хвороба серця, цереброваскулярні хвороби, гіпертонічна хвороба, хвороби артерій, артеріол і капілярів.

**Ключові слова:** мешканці, радіоактивно забруднена територія, сумарна накопичена ефективна доза радіаційного опромінення, вік, хвороби системи кровообігу, смертність.

*Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2014. Вип. 19. С. 59–66.*

V. O. Buzunov<sup>1</sup>✉, K. Ye. Prikaschikova<sup>1</sup>, T. Ye. Domashevska<sup>1</sup>, G. V. Kostiuk<sup>1</sup>, I. G. Gubina<sup>2</sup>, S. O. Tereschenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Institution “National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Melnykov str., 53, Kyiv, 04050, Ukraine

<sup>2</sup>State Institution “Ukrainian Centre of Information Technologies and National Register”, Ministry of Health of Ukraine, Kramskogo str. 21-a, Kyiv, 03115, Ukraine

## **Dose- and age-dependent cardiovascular mortality among inhabitants of the Chernobyl contaminated areas. 1988–2010 observation period**

**Objective.** The goal of this study was to conduct a descriptive epidemiological analysis of cardiovascular disease mortality among people living in contaminated areas of Ukraine with regard for total cumulative effective doses and age at the time of the Chernobyl accident.

**Materials and methods.** Depending on respective total cumulative effective doses for 1986–2010 the people living in contaminated areas of Ukraine were divided into cohorts of those exposed to 5.6–20.99 mSv (cohort 1) and 21.00–50.99 mSv (cohort 2) radiation doses. Each one was stratified by age categories – younger than 18 years old, aged 18–39 and 40–60 respectively. Death rate (ID/10<sup>3</sup> person-years) and mean error ( $\pm m$ ) were calculated and Student’s test (t) was applied to estimate the mortality from cardiovascular diseases for 1988–2010 period.

**Results.** The significantly higher (ID/10<sup>3</sup> person-years is  $8.08 \pm 0.10$ ) cardiovascular disease mortality was revealed within 1988–2010 observation period among inhabitants of contaminated areas exposed to 21.00–50.00 mSv total effective radiation doses accumulated over 1986–2010 as compared to that in cohort 1 (ID/10<sup>3</sup> person-years is  $6.29 \pm 0.06$ ) for the same period. In the age groups (under 18, 18–39 and 40–60 years old) exposed to 21.0–50.0 mSv doses the mortality rate was significantly higher than in the corresponding age groups of the inhabitants with 5.6–20.99 mSv exposure ( $1.31 \pm 0.08$  ID/10<sup>3</sup> person-years,  $8.50 \pm 0.19$ ,  $48.95 \pm 0.33$  vs  $0.75 \pm 0.04$ ,  $5.00 \pm 0.11$ ,  $23.52 \pm 0.24$  respectively). In the elder age groups with higher radiation doses the mortality was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than in those with lower doses: ID/10<sup>3</sup> person-years was  $1.31 \pm 0.08$  vs.  $0.75 \pm 0.04$  (those under 18 years);  $8.50 \pm 0.19$  vs.  $5.00 \pm 0.11$  (those aged 18–39);  $48.95 \pm 0.33$  vs.  $23.54 \pm 0.24$  (people aged 40–60). Among inhabitants with higher radiation doses the mortality rates for certain groups of cardiovascular diseases (coronary heart disease, cerebrovascular disease, arterial hypertension, diseases of arteries, arterioles and capillaries) were significantly higher compared to those having lower radiation doses.

**Conclusions.** Cardiovascular mortality among inhabitants of contaminated areas of Ukraine is dependent on the total cumulative effective doses and age at the time of the Chernobyl accident. It is proved by a significantly higher ( $p < 0.05$ ) mortality in people exposed to 21.00–50.0 mSv radiation doses compared to those having 5.6–20.99 mSv exposures. Mortality was significantly higher ( $p < 0.05$ ) in age groups with higher doses as opposed to those with low ones. Maximum mortality was observed among inhabitants aged 40–60, while the lowest death rate - in patients younger than 18 years old. The data obtained also suggest that the radiation factor can be considered here as one accelerating the aging and pathophysiological abnormalities in survivors. Coronary heart disease, cerebrovascular disease, arterial hypertension, diseases of arteries, arterioles and capillaries are the main causes of death from cardiovascular disease in people under investigation.

**Key words:** inhabitants, contaminated area, total cumulative effective dose, age, cardiovascular disease, mortality.

*Problems of radiation medicine and radiobiology. 2014;19:59-66.*

## ВСТУП

Аварія на ЧАЕС, із часу якої минуло майже 28 років, супроводжувалась викидом великої кількості таких довгоіснуючих радіонуклідів, як  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , що призвело до радіоактивного забруднення земної поверхні України, Росії, Білорусії. У межах забруднення радіонуклідами чорнобильського походження, перш за все  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , опинилось майже 7 млн людей, у тому числі на Україні понад 2,4 млн [1].

Одним із найважливіших напрямків діяльності у системі забезпечення заходів щодо подолання наслідків аварії на ЧАЕС є розроблення та реалізація соціальних програм щодо вивчення стану здоров'я постраждалих, у тому числі мешканців радіоактивно забруднених територій (РЗТ). В Україні та в інших країнах були проведені епідеміологічні дослідження для оцінювання радіаційного ризику виникнення непухлинних патологій [2, 3]. Однак за результатами цих робіт було доведено, що однозначно оцінити ризику погіршення стану здоров'я, зростання захворювань системи кровообігу, ендокринної системи, органів травлення та психоневрологічних захворювань у мешканців радіоактивно забруднених територій поки що неможливо [4, 5].

Запропонована робота присвячена епідеміологічному дослідженню інтегрального показника стану здоров'я населення – смертності від хвороб системи кровообігу мешканців РЗТ України залежно від віку на момент аварії та значення рівня сумарних накопичених ефективних доз радіаційного опромінення.

У дослідженні були використані дані Державного реєстру України (ДРУ) про осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської аварії. Джерелом інформації були відомості щорічних диспансеризацій за 1988–2010 роки.

## МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Дескриптивний епідеміологічний аналіз рівня смертності від хвороб системи кровообігу мешканців радіоактивно забруднених територій України з урахуванням рівня сумарних накопичених ефективних доз радіаційного опромінення та віку на момент аварії на ЧАЕС.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Епідеміологічне дослідження смертності від хвороб системи кровообігу мешканців РЗТ упродовж 1988–2010 рр. проведено з використанням інформації ДРУ про осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС.

У зв'язку з тим, що головним завданням нашого дослідження було виявлення рівня смертності меш-

## INTRODUCTION

The Chernobyl accident (which occurred almost twenty-eight years ago) was followed by the large releases of long-lived radionuclides ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ) resulted in soil contamination in Ukraine, Russia and Belarus. There were nearly 7 million people (including more than 2.4 million persons in Ukraine) in the Chernobyl areas contaminated mainly by  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  [1].

Elaboration and implementation of social programs aimed at health examination in survivors (including inhabitants of contaminated areas) are essential for overcoming the consequences of the Chernobyl accident. A number of epidemiological studies have been conducted both in Ukraine and in other countries to assess the radiation risk of non-cancer disease [2,3]. However, based on the results of these studies an unambiguous expert assessment of risks of public health deterioration, increase in cardiovascular, endocrine, digestive and psychoneurological disease incidence and prevalence among inhabitants of contaminated areas still is not yet possible [4, 5].

This paper is concerned with epidemiological study of integral index of population health – the mortality from cardiovascular disease among inhabitants of contaminated areas of Ukraine depending on age at the time of the accident and total cumulative effective radiation doses.

In our study we used the data from the State Registry of Ukraine on persons survived after the Chernobyl accident (SRU). Reports on annual medical examinations (1988–2010) were the source of information.

## OBJECTIVE

The goal of this study was to conduct a descriptive epidemiological analysis of cardiovascular disease mortality among people living in contaminated areas of Ukraine with regard to total cumulative effective radiation doses and age at the time of the Chernobyl accident.

## MATERIALS AND METHODS

Epidemiological study of cardiovascular mortality among inhabitants of contaminated areas was conducted over 1988–2010. It was based on SRU data on people affected by the Chernobyl accident.

Two cohorts stratified by age were formed to identify the mortality for people living in contam-

канців РЗТ залежно від величин сумарних накопичених ефективних доз радіаційного опромінення за 1986–2010 роки та віку на момент аварії на ЧАЕС, були сформовані дві когорти, стратифіковані за віком. Когорти були сформовані на підставі даних загальної дозиметричної паспортизації населених пунктів Волинської, Житомирської, Київської, Рівненської, Сумської, Черкаської та Чернігівської областей [6]. Перша когорта включала 124 984 осіб, розподілених за віком (до 18 років – 39 995 осіб, 18–39 років – 42 506, 40–60 років – 42 483), із сумарними накопиченими ефективними дозами радіаційного опромінення в діапазоні 5,6–20,99 мЗв. Друга когорта включала 86 081 осіб (відповідно 28 733, 30 493, 26 855) із сумарними накопиченими ефективними дозами радіаційного опромінення в діапазоні 21–50,99 мЗв. Середній вік ( $X \pm \sigma$ ) кожної вікової категорії становив: першої когорти – до 18 років –  $8,2 \pm 4,86$ , 18–39 років –  $28,8 \pm 6,06$ , 40–60 років –  $50,26 \pm 5,17$ ; другої когорти –  $9,0 \pm 4,85$ ;  $28,46 \pm 6,14$ ;  $50,00 \pm 5,13$  років, відповідно.

Реєстрація хвороб системи кровообігу з 1988 по 2000 рр., які були причиною смерті постраждалих, проводилась за статистичною міжнародною класифікацією хвороб дев'ятого перегляду (МКХ-9), з 2001 – за статистичною міжнародною класифікацією хвороб десятого перегляду (МКХ-10). У статті реєстрація хвороб системи кровообігу надана за МКХ-10.

Для аналізу смертності від захворювань системи кровообігу мешканців РЗТ були застосовані статистичні методи з визначенням показника рівня смертності ( $ID/10^3$  людино-років), середньої похибки ( $\pm m$ ) та достовірності за критерієм Стьюдента ( $t$ ). Ці показники розраховували з використанням електронних таблиць Microsoft Office EXCEL-2007.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У мешканців РЗТ за період спостереження (1988–2010) визначені загальні рівні смертності від хвороб системи кровообігу (шифр МКБ-10, I00–I99) з урахуванням сумарних накопичених ефективних доз опромінення. У першій когорті із сумарними накопиченими ефективними дозами опромінення 5,6–20,99 мЗв загальний середній рівень смертності дорівнює  $6,29 \pm 0,06 ID/10^3$  людино-років, у другій, з дозами 21,0–50,0 мЗв, –  $8,08 \pm 0,10 ID/10^3$  людино-років. Загальний рівень смертності у другій когорті достовірно вищий ( $p < 0,05$ ) порівняно з першою когортою.

Аналіз смертності від хвороб системи кровообігу залежно від вікової категорії на момент аварії показав, що загальний рівень смертності в кожній віковій категорії другої когорти значно перевищує загаль-

inated areas depending on the values of total effective radiation doses accumulated over the 1986–2010 period and age at the time of the Chernobyl accident. Cohorts were formed according to the general dosimetry certification of settlements in Volyn, Zhytomyr, Kyiv, Rivne, Sumy, Cherkasy and Chernihiv regions [6]. The cohort 1 numbered 124,984 people stratified by age (39,995 persons under 18 years old, 42,506 aged 18–39 years, and 42,483 aged 40–60 years), total cumulative effective doses were 5.6–20.99 mSv. The cohort 2 included 86,081 persons (28,733; 30,493 and 26,855 subjects respectively), total cumulative effective doses were in a range of 21–50.99 mSv. Average age ( $X \pm \sigma$ ) within each age group was  $8.2 \pm 4.86$  (under 18 years old),  $28.8 \pm 6.06$  (aged 18–39 years), and  $50.26 \pm 5.17$  (aged 40–60 years) in cohort 1 and  $9.0 \pm 4.85$ ,  $28.46 \pm 6.14$ , and  $50 \pm 5.13$  years respectively in cohort 2.

Cardiovascular disease that had caused death in survivors was registered since 1988 till 2000 in accordance with International Classification of Diseases, Ninth Revision (ICD-9), since 2001 – in compliance with International Classification of Diseases, Tenth Revision (ICD-10). In our paper the cardiovascular disease was registered according to ICD-10.

To analyze the cardiovascular mortality among inhabitants of contaminated areas we applied the statistical methods to determine the mortality rates ( $ID/10^3$  person-years), mean error ( $\pm m$ ) and Student's test ( $t$ ). These rates were calculated using the Microsoft Office EXCEL-2007 spreadsheets.

## RESULTS AND DISCUSSION

Overall cardiovascular mortality rates (ICD-10 codes I00–I99) among inhabitants of contaminated areas for the entire period of observation (1988–2010) were estimated with regard to the total cumulative effective doses. In the cohort 1 (5.6–20.99 mSv total cumulative effective doses), overall mortality rate was  $6.2 ID/10^3$  person-years, in the cohort 2 (21–50.00 mSv doses) –  $8.08 ID/10^3$  person-years. It has been found that overall mortality rate was significantly higher ( $p < 0.05$ ) in the cohort 2 vs. cohort 1.

Review of mortality from cardiovascular disease depending on the age revealed that the overall mortality rate in each age group of the cohort 2 was much higher than the respective value of



**Таблиця 1**

**Загальний рівень смертності (ID/10<sup>3</sup> людино-років) від хвороб системи кровообігу в мешканців РЗТ за віковими категоріями з урахуванням віку на момент аварії та сумарних накопичених ефективних доз опромінення за 1986–2010 роки. Період спостереження 1988–2010**

**Table 1**

**The overall mortality (ID/10<sup>3</sup> person-years) from cardiovascular disease in people living in contaminated areas by age groups with regard to age at the time of the accident and the total effective doses accumulated over 1986–2010 (1988–2010 observation period)**

<b>Вік особи на момент аварії, років Age at the time of the accident (years)</b>	<b>Перша когорта / Cohort 1 5,6–20,99 мЗв / 5.6–20.99 mSv</b>	<b>Друга когорта / Cohort 2 21,0–50,0 мЗв / 21.0–50.0 mSv</b>
До 18 / up to 18	0,75 ± 0,04	1,31 ± 0,08*
18–39	5,00 ± 0,11**	8,50 ± 0,19*,**
40–60	23,52 ± 0,24 #,##	48,95 ± 0,33*,#,##

Примітки. \* – достовірна різниця рівнів смертності в кожній віковій категорії поміж двох когорт.  
 \*\* – достовірна різниця рівнів смертності поміж віковими субкогортами до 18 і 18–39 років.  
 # – достовірна різниця рівнів смертності поміж віковими субкогортами до 18 і 40–60 років.  
 ## – достовірна різниця рівнів смертності поміж віковими субкогортами 18–39 і 40–60 років.  
 Notes. \* – significant difference in mortality for each age groups between two cohorts.  
 \*\* – significant difference in mortality between age subcohorts (under 18 and 18–39).  
 # – significant difference in mortality between age subcohorts (under 18 and 40–60).  
 ## – significant difference in mortality between age subcohorts (18–39 and 40–60).

ний рівень смертності ідентичної віковій категорії першої когорти (табл. 1).

Рівні показників смертності мешканців РЗТ за групами хвороб системи кровообігу в обох когортах з різними величинами сумарних накопичених ефективних доз радіаційного опромінення надані в табл. 2. З таблиці видно, що найвищий рівень показника смертності належить групі “ішемічна хвороба серця” у кожній віковій категорії незалежно від дози радіаційного опромінення. У мешканців до 18 років на момент аварії другої когорти спостерігається достовірно вищий рівень показника смертності, ніж у першій когорті, ще за групою “інші хвороби серця”. У віковій категорії мешканців 40–60 років (друга когорта) встановлено достовірно вищий рівень смертності за всіма наданими в табл. 2 групами хвороб. Така особливість у різниці рівнів смертності спостерігається й у віковій категорії 18–40 років, зокрема, за групою хвороб вен, лімфатичних судин, лімфатичних вузлів.

Рівні смертності за всіма групами хвороб системи кровообігу мешканців достовірно різняться поміж віковими категоріями. В обох дозових субкогортах рівень смертності за всіма групами хвороб достовірно вищий у старших вікових категоріях.

Треба зауважити, що безпосередніми причинами смертності в обох дозових субкогортах є такі основні нозологічні форми: хронічна ішемічна хвороба серця, закупорка мозкових артерій, внутрішній мозковий крововилив, гіпертонічна хвороба з переважним ураженням серця, вторинна гіпертензія, серцева недос-

death rate in the same age group of cohort 1 (Table 1).

Table 2 presents mortality among people living in contaminated areas by groups of diseases of cardiovascular system in both cohorts with different total cumulative effective doses. It is clear here that the “coronary heart disease” mortality is highest in each age group regardless the radiation dose values. There is a significantly higher mortality rate among the contaminated area inhabitants under the age of 18 years old at the time of the accident (cohort 2 vs. cohort 1) also for the group of “other heart diseases”. In elder age group (aged 40–60 years old) a significantly higher mortality was found in cohort 2 for all groups of the diseases (Table 2). Such a difference in mortality is observed in the age group 18–40 years old in particular for the diseases of veins, lymphatic vessels and lymph nodes.

Mortality rates for all groups of cardiovascular disease in people living in contaminated areas differ significantly between the age groups. In both dose subcohorts the mortality rates for all groups of disease are significantly higher in elder age groups.

Such clinical entities as coronary heart disease, cerebral artery occlusion, cerebral hemorrhage, arterial hypertension mainly affecting the heart, secondary arterial hypertension, heart failure, misdiagnosed conditions and complications of heart disease, atherosclerosis, phlebitis and throm-

**Таблиця 2**

Рівень показників смертності за групами хвороб системи кровообігу за 1988–2010 роки спостереження у вікових когортах мешканців радіоактивно забруднених територій з різними сумарними накопиченими ефективними дозами радіаційного опромінення за 1986–2010 роки, ID/10<sup>3</sup> людино-років

**Table 3**

Mortality by groups of cardiovascular disease (1988–2010 observation period) in the age cohorts of people living in contaminated areas with different total effective radiation doses accumulated over 1986–2010, ID/10<sup>3</sup> person-years

Групи хвороб системи кровообігу Groups of cardiovascular diseases	Шифр МКХ-10 ICD-10 code	Вік на момент аварії на ЧАЕС / Age at the time of accident					
		До 18 років Under 18 years old		18–39 років 18–39 years old		40–60 років 40–60 years old	
		1 когорта Cohort 1	2 когорта Cohort 2	1 когорта Cohort 1	2 когорта Cohort 2	1 когорта Cohort 1	2 когорта Cohort 2
Хронічні ревматичні хвороби серця Chronic rheumatic heart disease	I05 – I09	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,01	0,09 ± 0,02 <sup>#</sup>	0,16 ± 0,03 <sup>*#</sup>	0,13 ± 0,02 <sup>##</sup>	0,24 ± 0,04 <sup>*##</sup>
Хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском Hypertensive diseases	I10 – I15	0,05 ± 0,01	0,09 ± 0,02	0,33 ± 0,03 <sup>#</sup>	0,55 ± 0,02 <sup>*#</sup>	0,58 ± 0,04 <sup>##</sup>	1,17 ± 0,08 <sup>*##</sup>
Ішемічна хвороба серця Coronary heart disease	I20 – I25	0,39 ± 0,03	0,69 ± 0,06 <sup>*</sup>	2,67 ± 0,08,	4,5 ± 0,14 <sup>*#</sup>	17,23 ± 0,2 <sup>##</sup>	36,14 ± 0,43 <sup>*##</sup>
Легеневе серце і порушення легеневого кровообігу Pulmonary heart disease and diseases of pulmonary circulation	I26 – I28	0,01 ± 0,004	0,02 ± 0,01	0,07 ± 0,01 <sup>#</sup>	0,1 ± 0,02 <sup>*</sup>	0,21 ± 0,02 <sup>##</sup>	0,44 ± 0,05 <sup>*##</sup>
Інші хвороби серця Other forms of heart disease	I30 – I52	0,16 ± 0,02	0,31 ± 0,04 <sup>*</sup>	1,06 ± 0,05 <sup>#</sup>	1,89 ± 0,09 <sup>*#</sup>	1,25 ± 0,06 <sup>##</sup>	2,7 ± 0,12 <sup>*##</sup>
Цереброваскулярні хвороби Cerebrovascular disease	I60 – I69	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,02	0,6 ± 0,04 <sup>#</sup>	1,02 ± 0,07 <sup>*#</sup>	3,01 ± 0,08 <sup>##</sup>	5,99 ± 0,18 <sup>*##</sup>
Хвороби артерій, артеріол та капілярів Diseases of arteries, arterioles and capillaries	I70 – I79	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,002	0,13 ± 0,02 <sup>#</sup>	0,2 ± 0,03 <sup>*#</sup>	1,03 ± 0,05 <sup>##</sup>	2,06 ± 0,1 <sup>*##</sup>
Хвороби вен, лімфатичних судин, лімфатичних вузлів Diseases of veins, lymphatic vessels and lymph nodes, not elsewhere classified	I80 – I89	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,1 ± 0,01	0,09 ± 0,01 <sup>##</sup>	0,19 ± 0,03 <sup>*##</sup>

Примітки. \* – достовірна різниця рівнів показників поміж когортами в кожній віковій субкогорті.  
# – достовірна різниця рівнів показників поміж віковими категоріями до 18 років проти 18–39 та 40–60 в ідентичних когортах.  
+ – достовірна різниця рівнів показників поміж віковими категоріями 40–60 років проти до 18 та 18–39 в ідентичних когортах.  
Note1. \* – significant difference in rates between the cohorts (in each age group).  
# – significant difference in rates between age groups – under 18 years old vs. 18–39 and 40–60 years old in similar cohorts.  
+ – significant difference in rates between age groups 40–60 years old vs. under 18 and 18–39 years old in similar cohorts.

татність, неточно визначені стани та ускладнення хвороб серця, атеросклероз судин, флебіт і тромбофлебіт.

Отже, за 1988–2010 роки виявлена достовірно вища смертність від хвороб системи кровообігу, що становить 8,08 ± 0,10 ID/10<sup>3</sup> людино-років, у мешканців РЗТ із сумарними накопиченими ефективними дозами опромінення 21,00–50,00 мЗв за 1986–2010 роки порівняно з мешканцями РЗТ із сумарними накопиченими ефективними дозами радіаційного опромінення 5,6–20,99 мЗв за той же період, де рівень смертності становить 6,29 ± 0,06 ID/10<sup>3</sup> людино-років. Така закономірність спостерігається і за групами хво-

bophlebitis are the main causes of death in both dose subcohorts.

Thus, a significantly higher cardiovascular mortality (8.08 ± 0.10 ID/10<sup>3</sup> person-years) was revealed in 1988–2010 among inhabitants of contaminated areas who had received total cumulative effective doses of 21.00–50.00 mSv over 1986–2010 as compared to that (6.29 ± 0.06 ID/10<sup>3</sup> person-years) in subjects with 5.6–20.99 mSv doses accumulated over the same period. Same pattern is characteristic also for the groups of cardiovascular disease class. So the mortality rates for disease

роб, які формують клас хвороб системи кровообігу. Так, у мешканців із сумарними накопиченими ефективними дозами опромінення 21,00–50,00 мЗв рівень смертності за групами хвороб вище, ніж у мешканців з дозами 5,6–20,99 мЗв. У старших вікових субкогортах порівняно з молодшими рівень смертності достовірно вищий в обох дозових когортах. Так, у першій когорті із сумарними накопиченими дозами опромінення 5,6–20,99 мЗв у 40–60-річних рівень смертності становить  $23,54 \pm 0,24$  ID/10<sup>3</sup> людино-років, у 18–39-річних –  $5,00 \pm 0,11$ , у мешканців до 18 років –  $0,75 \pm 0,04$ . У другій когорті з сумарними накопиченими дозами опромінення 21,00–50,00 мЗв рівень смертності становить  $48,95 \pm 0,33$ ;  $8,50 \pm 0,19$ ;  $1,31 \pm 0,08$ , відповідно.

## ВИСНОВКИ

1. Рівень смертності від хвороб системи кровообігу у мешканців радіоактивно забруднених територій України із сумарними ефективними дозами опромінення 21,0–50,0 мЗв за період 1986–2010 рр. вищий порівняно із субпопуляцією із сумарними дозами 5,6–20,99 мЗв.

2. Найбільш високий рівень смертності від хвороб системи кровообігу встановлено в осіб, вік яких на момент аварії на ЧАЕС становив 40–60 років, що слід, насамперед, пов'язувати з фактором старіння. Можна також припустити, що радіаційний вплив у цьому випадку є фактором прискорення старіння і розвитку патологічних змін. Про це свідчить достовірно ( $p < 0,05$ ) вищий рівень смертності мешканців старшої вікової категорії порівняно з молодшими: у першій когорті із сумарними накопиченими дозами радіаційного опромінення 5,6–20,99 мЗв у 40–60-річних –  $23,54 \pm 0,24$  ID/10<sup>3</sup> людино-років проти  $5,00 \pm 0,11$  ID/10<sup>3</sup> людино-років у 18–39-річних та проти  $0,75 \pm 0,04$  у мешканців до 18 років; у другій когорті, із сумарними накопиченими дозами опромінення 21,00–50,00 мЗв відповідно  $48,95 \pm 0,33$ ;  $8,50 \pm 0,19$ ;  $1,31 \pm 0,08$ .

3. Основними причинами смертності від хвороб системи кровообігу мешканців радіоактивно забруднених територій із сумарними накопиченими дозами радіаційного опромінення 5,6–20,99 мЗв та 21,00–50,00 мЗв у вікових категоріях до 18 років, 18–39 років, 40–60 років на момент аварії є ішемічна хвороба серця та інші хвороби серця. У вікових категоріях 18–39 та 40–60 років ще додатково спостерігають цереброваскулярні хвороби, гіпертонічну хворобу, хвороби артерій, артеріол і капілярів.

Встановлення дозозалежних ефектів смертності від хвороб системи кровообігу в мешканців радіоактивно забруднених територій є завданням наступних аналітичних епідеміологічних досліджень.

groups among inhabitants who had received 21.00–50.00 mSv total cumulative effective radiation doses exceed the respective values in people exposed to 5.6–20.99 mSv. Death rate was significantly high in both dose groups of the elder age subcohorts vs. younger ones. Thus, in cohort 1 where 5.6–20.99 mSv total cumulative doses were received the death rate is  $23.54 \pm 0.24$  ID/10<sup>3</sup> person-years in those aged 40–60 years,  $5.00 \pm 0.11$  in age group of 18–39 years old, and  $0.75 \pm 0.04$  in subjects under 18 years. In the cohort 2 (21.00–50.00 mSv total cumulative doses) the mortality rate is  $48.95 \pm 0.33$ ,  $8.50 \pm 0.19$ , and  $1.31 \pm 0.08$  respectively.

## CONCLUSIONS

1. There are higher cardiovascular mortality rates in people living in contaminated areas of Ukraine, nemely in subpopulation with 21.00–50.00 mSv total effective doses accumulated over 1986–2010 vs. exposed to 5.6–20.99 mSv.

2. The highest mortality from cardiovascular disease is among inhabitants of contaminated areas of Ukraine aged 40–60 at the time of the Chernobyl accident, that can be linked primarily with aging. Radiation impact moreover can be considered as a factor of accelerated aging and pathophysiological abnormalities. It is proved by a significantly ( $p < 0.05$ ) higher mortality in the elder age group vs. younger ones. In cohort 1 where 5.6–20.99 mSv total cumulative doses were received the death rate is  $23.54 \pm 0.24$  ID/10<sup>3</sup> person-years in those aged 40–60 years,  $5.00 \pm 0.11$  in age group of 18–39 years old, and  $0.75 \pm 0.04$  in subjects under 18 years. In the cohort 2 (21.00–50.00 mSv total cumulative doses) the mortality rate is  $48.95 \pm 0.33$ ,  $8.50 \pm 0.19$ , and  $1.31 \pm 0.08$  respectively.

3. Coronary heart disease both with other heart diseases are the leading causes of death from all cardiovascular diseases in people living in contaminated areas and having received 5.6–20.99 mSv and 21.00–50.00 mSv total cumulative doses in age groups under 18 years, 18–39 years, and 40–60 years old at a time of the accident. Cerebrovascular disease, arterial hypertension, diseases of arteries, arterioles and capillaries are also observed in the 18–39 and 40–60 years old age groups.

Probable dose-dependent excess in mortality from cardiovascular disease among inhabitants of contaminated areas is a task of further analytical epidemiological research.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Десять лет после аварии на Чернобыльской АЭС : Национальный доклад Украины. 9 апреля 1996 года, Вена, Австрия. – К. : Минчернобыль, 1996. – 99 с.
2. Эпидемиология неопухолевых заболеваний у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС / В. А. Бузунов, Н. П. Страпко, Е. А. Пирогова [и др.] // Междунар. журн. радиац. медицины. – 2001. – Т. 3, № 1–2. – С. 169.
3. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи в Україні / В. Г. Бебешко, О. М. Коваленко, В. О. Бузунов [та ін.] // Журн. Акад. мед. наук України. – 2006. – Т. 12, № 1. – 2006. – С. 21–31.
4. Медико-демографічна оцінка здоров'я постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи / М. І. Омелянець, М. В. Голубчиков // Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / за ред. О. Ф. Возіанова, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. – К. : ДІА, 2007. – С. 606–635.
5. Гунько Н. В. Радіоактивно забруднені території України: індекс життєвості сільського населення / Н. В. Гунько, Н. Ф. Дубова // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2012. – Вип. 17. – С. 55–62.
6. Ретроспективно-прогнозні дози опромінення населення та загальнодозиметрична паспортизація 1997 р. населених пунктів України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1986-1997 рр. / Л. Н. Ковган, В. В. Берковський, З. Н. Бойко [та ін.]; за ред. І. А. Ліхтарьова ; МОЗ України, МНС України, НЦРМ АМНУ, ІРЗ АТНУ. – Збірка 7. – К. : МОЗ України, 1998. – 155 с.

**REFERENCES**

1. [Ten years after the Chernobyl NPP accident. National Report of Ukraine. 1996 Apr 9; Vienna, Austria]. Kiev: Minchernobyl; 1996. 99 p. Russian.
2. Buzunov VA, Strapko NP, Pirogova EA, Krasnikova LI. [The epidemiology of non-neoplastic diseases of the clean-up workers of the Chernobyl accident]. International Journal of Radiation Medicine. 2001;3(1-2):169. Russian.
3. Bebeshko VG, Kovalenko OM, Buzunov VA, et al. [Health effects of the Chernobyl catastrophe in Ukraine]. Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine. 2006;12(1):21-31. Ukrainian.
4. Omel'ianets MI, Holubchikov MV. [Medical and demographic assessment of health of persons affected by the Chernobyl disaster]. In: Vozianov AF, Bebeshko VG, Bazyka DA, editors. [Medical consequences of the accident in Chernobyl nuclear power plant]. Kyiv: DIA; 2007. p. 606-35. Ukrainian.
5. Gunko NV, Dubova NF. [Contaminated territories of Ukraine: rural population vitality index]. Probl Radiac Med Radiobiol. 2012;17:55-62. Ukrainian.
6. Kovgan LM, Berkovsky W, Boiko ZN, et al. [Retrospectively projected population exposure and general-dosimetric certification in 1997 settlements of Ukraine which have undergone radioactive contamination from the Chernobyl accident. Summary data for 1986-1997]. Collection 7. Likhtariov IA, editor. Kyiv: Ministry of Health, Ministry of Emergency Situations of Ukraine, RCRM AMS, IRZ ATNU; 1998. 155 p. Ukrainian.

Стаття надійшла до редакції 12.06.2014

Received: 12.06.2014