

УДК: 614.876:546.42:546.36

В. В. Василенко✉, М. Я. Циганков, С. Ю. Нечаєв, В. О. Пікта, Г. М. Задорожна,
А. Б. Білоник*Державна установа “Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України”, вул. Мельникова, 53, м. Київ, 04050, Україна***ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ДОЗ
ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ
ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД АВАРІЇ
НА ЧАЕС, ОБУМОВЛЕНИХ НАДХОДЖЕННЯМ ^{137}Cs , ^{90}Sr** **Мета дослідження** – визначення особливостей формування доз внутрішнього опромінення мешканців Житомирської області та наукове обґрунтування заходів щодо зменшення доз внутрішнього опромінення населення радіоактивно забруднених територій у віддалений період аварії на ЧАЕС.**Матеріали і методи.** Було проведено комплексний радіаційний моніторинг у 4 населених пунктах Народицького району Житомирської області. Для досліджень були застосовані методи – дозиметричні (інструментальні та розрахункові), радіохімічні.**Результати і висновки.** Проведений ЛВЛ-моніторинг у 2012 році у Народицькому районі Житомирської області зареєстрував значне у 2–3,5 рази сезонне підвищення рівнів інкорпорації ^{137}Cs в організмі мешканців обстежених населених пунктів, як у дорослих, так і у дітей. Майже у 5 % осіб з числа обстежених встановлено перевищення дозового рівня $1,0 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. Максимальне значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстроване у цих населених пунктах, становить 350 кБк, що формує річну дозу внутрішнього опромінення $10 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. Вміст ^{137}Cs у пробах молока в обстежених господарствах впродовж року мало змінився – у 30–50 % проб молока у смт Народиць та с. Селець зареєстровано перевищення допустимого рівня вмісту ^{137}Cs – $100 \text{ Бк} \times \text{л}^{-1}$, у селах Мотійки та Христинівка вміст ^{137}Cs у пробах молока не перевищує допустимих рівнів. Вміст ^{90}Sr як у молоці, так і в картоплі, значно нижчий допустимого рівня – $20 \text{ Бк} \times \text{л}^{-1}$. Вміст ^{137}Cs у картоплі не перевищує допустимі рівні. Встановлено, що основна частка дози внутрішнього опромінення мешканців обстежених населених пунктів Житомирської області формується за рахунок споживання місцевих продуктів домашнього господарства – молока, та продуктів природного, лісового походження – ягід і грибів.**Ключові слова:** лічильник випромінювання людини (ЛВЛ), доза внутрішнього опромінення, населення радіоактивно забруднених територій (РЗТ).*Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2013. Вип. 18. С. 59–69.*

V. V. Vasylenko✉, M. Y. Tsigankov, S. Y. Nechaev, V. O. Pikta, G. M. Zadorozhna, A. B. Bilynyk

*State Institution “National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Melnykov str., 53, Kyiv, 04050, Ukraine***Peculiarities of internal radiation doses due to ^{137}Cs and ^{90}Sr intake
in population from Zhytomyr oblast in a late period after the
Chornobyl NPP accident****Study objective.** To reveal the peculiarities of internal radiation doses in the inhabitants of Zhytomyr oblast and to provide a scientific ground for arrangements on internal irradiation dose reducing in population from contaminated regions in long-term period after the ChNPP accident.

✉ Василенко Валентина, e-mail: vvv2201@ukr.net

© Василенко В. В., Циганков М. Я., Нечаєв С. Ю., Пікта В. О., Задорожна Г. М., Білоник А. Б., 2013

Materials and methods. Comprehensive radiation monitoring was carried out in 4 settlements in Narodychi region of Zhytomyr oblast. The radiochemical, dosimetric methods (instrumental and numerical) were used in the study.

Results and conclusions. Significant (2–3.5 times) seasonal increase of incorporated ^{137}Cs level was revealed through a WBC-monitoring in residents (both for adults and children) of the supervised settlements of Narodychi region, Zhytomyr oblast. The exceeding of $1.0 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$ dose was revealed in up to 5 % of inspected persons. The maximal registered in those settlements ^{137}Cs content of 350 kBq is the source of $10 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$ annual dose. ^{137}Cs content in milk samples from those settlements didn't change much during a year. Elevation of ^{137}Cs content exceeding the permissible level of $100 \text{ Bq} \times \text{litre}^{-1}$ was found in ~30–50 % of milk samples from Narodychi and Selets villages, whereas in Motiyky and Khrystynivka villages the ^{137}Cs content didn't exceed permissible levels. ^{90}Sr content both in potatoes and milk samples was much under the permissible level of $20 \text{ Bq} \times \text{litre}^{-1}$. ^{137}Cs content in potato samples was under the permissible levels. It was found out that main part of internal irradiation doses in the settlements of concern is due to consumption of locally produced victuals i.e. milk and natural/forest-originated products like berries and mushrooms.

Key words: whole body counter (WBC), internal irradiation dose, population from contaminated regions (PCR).

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2013;18:59–69.

Житомирська область є однією з найбільш постраждалих від аварії на ЧАЕС, як за площею забруднених радіонуклідами територій, так і за кількістю населення, що мешкає на цих територіях та рівнями опромінення, які отримує населення. Проведений аналіз наявної дозиметричної інформації показав, що найвищі рівні внутрішнього опромінення у всі післяаварійні роки реєструвалися у населених пунктах (НП) Народицького, Овруцького, Лугинського районів. В останні роки дози внутрішнього опромінення значно знизились, але й на сьогодні 145 населених пунктів Житомирської області, згідно з актами законодавства, відносяться до зони радіоактивного забруднення [1]. Найбільш повне дозиметричне обстеження населення Житомирської області було проведено у 2008 році у рамках програми “Загальнодозиметрична паспортизація НП України”.

Найвищі рівні внутрішнього опромінення мешканців Житомирської області, як і в попередні роки [2, 3], реєструються в НП Народицького району. У смт Народичі, селах Мотійки, Селець, Христинівка середньорічні дози внутрішнього опромінення у перші поаварійні роки значно перевищували допустимі рівні. Динаміку рівнів внутрішнього опромінення мешканців цих сіл у післяаварійний період представлено на рис. 1. Слід відзначити значне зниження доз внутрішнього опромінення в НП в останні роки, однак вони й зараз знаходяться на рівні $0,3\text{--}0,5 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$. Особливо цікавим для дослідження залишається с. Христинівка, відселене ще у 1986 році. Але мешканці цього НП поступово повертаються до села і на сьогодні тут проживає близько 40 осіб.

Zhytomyr oblast (administrative unit, province) is the one of the hardest-hit regions after the Chernobyl NPP accident considering both contaminated area size, population number and levels of radiation exposure. According to the available dosimetry data the highest internal irradiation levels had been registered within an entire period since accident in the settlements of regions with district centers of Narodychi, Ovruch, Lughyny. Internal radiation doses have become lower considerably last years, however the 145 settlements in Zhytomyr oblast are still now designated as contaminated according to the legislation [1]. The most complete dosimetric inspection in Zhytomyr oblast was held in 2008 in the scope of “The common dosimetric passportization of settlement in Ukraine” program.

The highest internal radiation levels among population of Zhytomyr oblast as in prior years were registered in Narodychi region settlements [2, 3]. The average annual internal radiation doses in Narodychi town and Motiyky, Selets, Khrystynivka villages in the first years after the accident were considerable higher than permissible levels. Trends of internal irradiation levels for the residents of these settlements since the accident are shown on Figure 1. It should be noticed that recent years the internal radiation doses in settlements became considerably lower, being now however about $0.3\text{--}0.5 \text{ mSv}$ per year. The population from Village Khrystynivka was involuntary resettled in 1986 and the village is of particular research interest now as its inhabitants slowly step-by-step return to their homes and nowadays about 40 persons are living there.

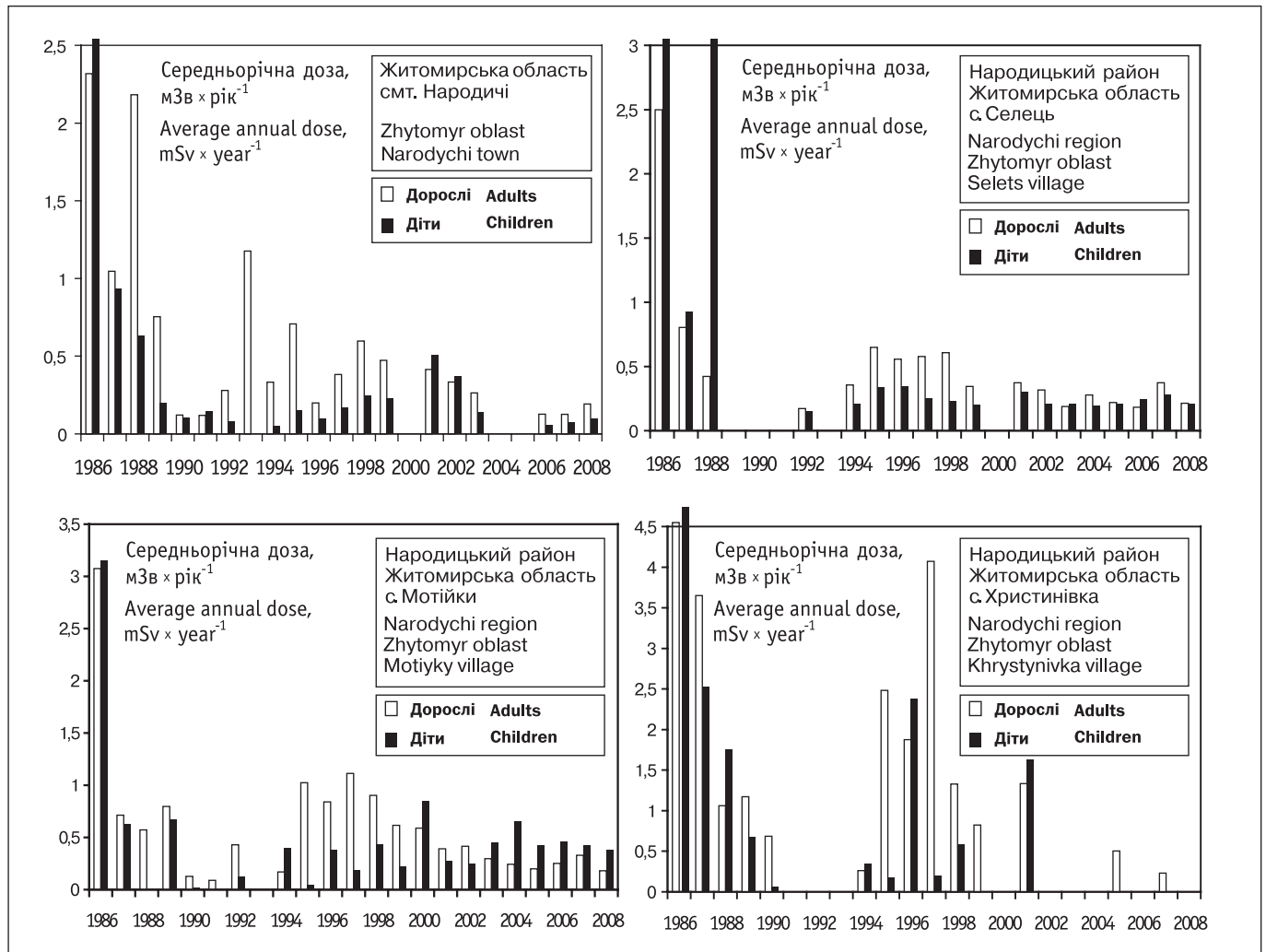


Рисунок 1. Динаміка доз внутрішнього опромінення від радіоцезію мешканців НП Народицького району Житомирської області

Figure 1. Trends of internal irradiation doses from radioactive cesium of Narodychi population (Zhytomyr oblast)

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є визначення особливостей формування доз внутрішнього опромінення мешканців обстежених НП Житомирської області та наукове обґрунтування заходів щодо зменшення доз внутрішнього опромінення населення радіоактивно забруднених територій (РЗТ) у віддалений період аварії на ЧАЕС.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У 2012 році на лічильнику випромінювання людини (ЛВЛ) ННЦРМ (метрологічне свідоцтво про державну повірку №26-04/0298 і №26-04/0299 від 30.06.2012, видане ДП „Укрметртестстандарт”) було обстежено понад 6,7 тисячі осіб, які мешкають на радіоактивно забруднених після аварії на ЧАЕС територіях Київської, Житомирської, Рівненської областей.

Визначення вмісту інкорпорованого радіоцезію виконано шляхом прямого вимірювання на ЛВЛ

STUDY OBJECTIVE

To reveal the peculiarities of internal irradiation doses in population of inspected settlements of Zhytomyr oblast and to provide the scientific background for arrangements on internal radiation dose reducing in population of contaminated regions within long-term period after the Chernobyl NPP accident.

MATERIALS AND METHODS

Over 6.7 thousands residents of Kyiv, Zhytomyr, and Rivne oblasts contaminated after the ChNPP accident were examined in 2012 at the NRCRM using the WBC (metrological certificate of state standardization № 26-04/0298 and №26-04/0299 dated by 30.06.2012, issued by state-run enterprise “Ukrmetrtteststandart”).

Incorporated Cs content was assayed by a direct in-vivo method through WBC-measurements at the

типу „Скриннер-3М” (виробництво ІНЕКО, м. Київ) №238 стаціонарного типу в лабораторії ЛВЛ у м. Києві та №153 мобільного типу безпосередньо за місцем проживання обстежених осіб. Проведення калібрування комплексу, вимірювань та розрахунки результатів здійснюються за єдиною в Україні методикою, розробленою в ННЦРМ [4, 5,6].

Для визначення вмісту інкорпорованого ⁹⁰Sr застосовували розрахункові методи оцінки [7, 8] за вмістом його в основних продуктах харчування місцевого населення, а саме, молоці і овочах (картоплі). Визначення ⁹⁰Sr у продуктах харчування, було реалізоване шляхом його попереднього радіохімічного виділення і наступного вимірювання бета-активності на низькофонової установці.

Вимірювання бета-активності проводилося на бета-радіометрі типу L 5100, фірми Tennelec” (США), (метрологічне свідоцтво № 681 від 11.07.09, № 6776 від 09.11.2010 і №587 від 02.02.2012, видані ННЦ „Інститут метрології”, м. Харків).

У 2012 році співробітниками ННЦРМ було проведено виїзний ЛВЛ-моніторинг у чотирьох НП Народицького району Житомирської області в обсязі, достатньому для проведення статистичного аналізу – смт Народичі (3 зона), с. Селець (3 зона), с. Мотійки (4 зона), с. Христинівка (2 зона) (табл. 1).

“Screener-3M” fixed-site facility (factory # 238, mfd. by INEKO company, Kyiv) in WBC laboratory in Kyiv and at the mobile type (factory # 153) at the places of persons’ residence. Equipment calibration, measurements, results and evaluation were performed accordingly to uniform Ukrainian methodical standard designed by the NRCRM staff [4, 5, 6].

Taking into account the ⁹⁰Sr content in main victuals, notably in milk and vegetables (potatoes), the incorporated content was estimated using the numerical assessment methods [7, 8]. ⁹⁰Sr was determined in victuals in two steps i.e. through the preliminary radiochemical recovery and following beta-activity measurements in a low background facility.

Beta radiometer L 5100 (mfd. by “Tennelec” company, USA) (calibration certificates # 681 dated July 11, 2009 # 6776 / November 09, 2010 and # 587 / February 02, 2012, issued by Kharkiv NSC “Institute of metrology”) was used for the β-activity assay.

Four settlements in Narodichi region of Zhytomyr oblast were monitored in 2012 by the NRCRM’s mobile WBC laboratory. Measurements sample size was sufficient for a statistical analysis. Such settlements as Narodychi town (zone 3), Selets village (zone 3), Motiyky village (zone 4), Khrystynivka vilage (zone 2) were chosen (Table 1).

Таблиця 1

Характеристика вибірки вимірювань у Народицькому районі

Table 1

Specification of the study sample in Narodychi region

Населений пункт	Зона	Період вимірювань	Всього, осіб	Дорослі, осіб	Діти, осіб	Чоловіки, осіб	Жінки, осіб
Settlements	Zone	Measurement period	Persons total	Adults	Children	Men	Women
смт Народичі Narodychi town	3	травень / May	132	87	45	71	61
		жовтень / October	287	137	150	145	142
с. Селець Selets village	3	травень / May	88	52	36	39	49
		жовтень / October	88	64	24	35	53
с. Мотійки Motiyky village	4	травень / May	75	49	26	27	48
		жовтень / October	68	41	27	32	36
с. Христинівка Khrystynivka village	2	травень / May	17	13	4	7	10
		жовтень / October	14	9	5	9	5

Селище міського типу Народичі – районний центр з достатньо розвиненою інфраструктурою. На сьогодні у селищі проживає близько 2600 осіб. Село Селець знаходиться на відстані 5 км від районного центру смт Народичі. У ньому проживає 560 осіб. Працює лісництво, школа, дитячий садок – багато

Narodychi town is an urban-type community, a regional centre with developed enough infrastructure. Nowadays there are about 2600 inhabitants there. Selets village is 5 km distance from the regional centre with about 560 residents. There are working forestry, school, kindergarten. Many

мешканців цього села працюють у смт Народичі. Село Мотійки знаходиться на відстані 15–20 км від районного центру, у селі мешкають 280 дорослих та 80 дітей, працюють школа та дитячий садок. Мешканці цього села переважно непрацюючі. Мешканці села Христинівка були виселені у 1986 році. Поступово частина з них повернулася у село. На сьогодні тут проживає близько 40 осіб, у тому числі й діти. ЛВЛ-вимірювання було проведено двічі – весною (у травні), та восени (у жовтні).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати моніторингу вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у дорослих мешканців обстежених сіл Народицького району у травні та жовтні 2012 р. приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати моніторингу вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у дорослого населення обстежених НП Народицького району у 2012 році

Table 2

Results of incorporated ^{137}Cs monitoring for adults from supervised settlements in Narodychy region in 2012

Населений пункт Settlements	Період вимірювань Measurement period	Кількість обстежених Persons total	Вміст ^{137}Cs , кБк ^{137}Cs content, kBq				>1 мЗв·рік ⁻¹ , % обстежених >1 mSv·year ⁻¹ , % of measured
			середній average	медіана median	90% квантиль 90% fractile	максим. max.	
смт Народичі Narodychi town	травень / May	87	5,3	2,7	11,4	70,6	1,5
	жовтень / October	137	8,2	5,3	17,8	74,4	1,7
с. Селець Selets village	травень / May	52	7,7	2,6	13,3	179	2,3
	жовтень / October	64	13,3	8,8	31,2	69,7	4,5
с. Мотійки Motiyky village	травень / May	49	6,4	2,5	17,2	51,1	1,3
	жовтень / October	41	12,3	7,0	30,8	61,5	4,4
с. Христинівка Khrystinivka village	травень / May	13	64,8	8,8	329,6	350,2	29,4
	жовтень / October	9	42,0	20,6	137,7	176,5	14,3

Як видно з представлених вище результатів, у травні в смт Народичі, с. Селець, с. Мотійки зареєстровані значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs суттєво не відрізняються – як медіанні (2,7 кБк – у смт Народичі, 2,6 кБк – у с. Селець, 2,5 кБк – у с. Мотійки), так і середні значення (5,3 кБк – у смт Народичі, 7,7 кБк – у с. Селець, 6,4 кБк – у с. Мотійки). 2011 рік в Україні видався мало дощовим і небагатим на врожай продуктів лісового походження (гриби, ягоди), традиційно вживаних населенням українського Полісся, що й обумовило такі досить невисокі для мешканців обстежуваних територій рівні вмісту інкорпорованого радіоцезію. Максимальні значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстровані у цих НП, становлять 70,6 кБк – у смт Народичі, що формує річну дозу внутрішнього

inhabitant work in Narodychi town. Motiyky village is 15–20 km distance from regional centre, there is a kindergarten and a school. The 280 adults and 80 children live there. The large number of inhabitants are unemployed. Khtystynivka's inhabitants were forcibly (involuntary) resettled in 1986. Lately some of them have been coming back a bit at a time, and 40 persons including children live there today. WBC measurements were performed twice a year: in spring (May) and in autumn (October).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows the incorporated ^{137}Cs monitoring results (May and October of 2012) for adults from supervised settlements in Narodychy region.

In May there was no considerable difference in the incorporated ^{137}Cs content between residents of Narodychi, Selets, and Motiyky for both medians (2.7 kBq in Narodychi town, 2.6 kBq in Selets village, and 2.5 kBq in Motiyky village), and average values (5.3 kBq in Narodychi, 7.7 kBq – in Selets, 6.4 kBq – in Motiyky). The 2001 was a dry year (with scanty rainfall) and harvest of the forest origin products (berries, mushrooms which are traditional in Ukrainian Polissia cuisine) wasn't abundant. Therefore it caused lower levels of incorporated cesium compared to values typical for persons living in supervised regions. Maximal revealed content of incorporated ^{137}Cs in those settlements was 70.6 kBq in Narodychi (resulting in annual internal irradiation dose of 1.3 mSv × year⁻¹),

опромінення $1,3 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$, 179 кБк – у с. Селець, що формує річну дозу внутрішнього опромінення $4,7 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$ і 51 кБк – у с. Мотійки, що формує річну дозу внутрішнього опромінення $1,5 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. $1,5 \%$ мешканців смт Народичі, $2,3 \%$ – с. Селець, $1,3 \%$ – с. Мотійки перевищують рівень $1 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. Okремо, слід відзначити результати, отримані у с. Хрестинівка. Всього було обстежено 17 осіб – 13 дорослих і 4 дітей. Середнє значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs для дорослих у с. Хрестинівка становить $64,8 \text{ кБк}$, що на порядок вище, ніж у інших обстежених НП, медіана становить $8,8 \text{ кБк}$, що у 3–4 рази більше, ніж інших обстежених НП Народичького району. $29,4 \%$ обстежених мешканців с. Хрестинівка перевищують $1 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. Максимальне значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстроване у с. Хрестинівка, становить 350 кБк , що формує річну дозу внутрішнього опромінення $10 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$.

Розподіл індивідуальних рівнів внутрішнього опромінення у цих НП носить логнормальний характер з затягнутим правим хвостом, що обумовлено тим, що частина мешканців цих НП має значно вищі, ніж у більшості обстежених осіб, значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs (рис. 2).

179 kBq in Selets ($4.7 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$ annual internal irradiation dose), and 51 kBq in Motiyky ($1.5 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$ respectively). The 1.5% of Narodychi's residents, 2.3% of Selets' inhabitants, and 1.3% of people living in Motiyky had a content exceeding the level of $1 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$. The results received in Khrystynivka village should be noted particularly. The total number of the examined persons was 17 (13 adults and 4 children). The mean value of incorporated ^{137}Cs content in Khrystynivka residents is 64.8 kBq being about ten times higher than in other study settlements, median value at that is 8.8 kBq in 3–4 times again exceeding data from other settlements in Narodychi region. The exceeding values over $1 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$ were revealed in 29.4% of examined inhabitants from Khrystynivka village. Maximal registered content of incorporated ^{137}Cs in Khrystynivka was 350 kBq resulting in annual internal irradiation dose of $10 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$.

Internal radiation individual levels distribution in those settlements is described by lognormal function which has long extended right “tail” due to the part of inhabitants from those settlements has high value of ^{137}Cs incorporated content, considerably higher than the majority of inspected persons (Fig. 2).

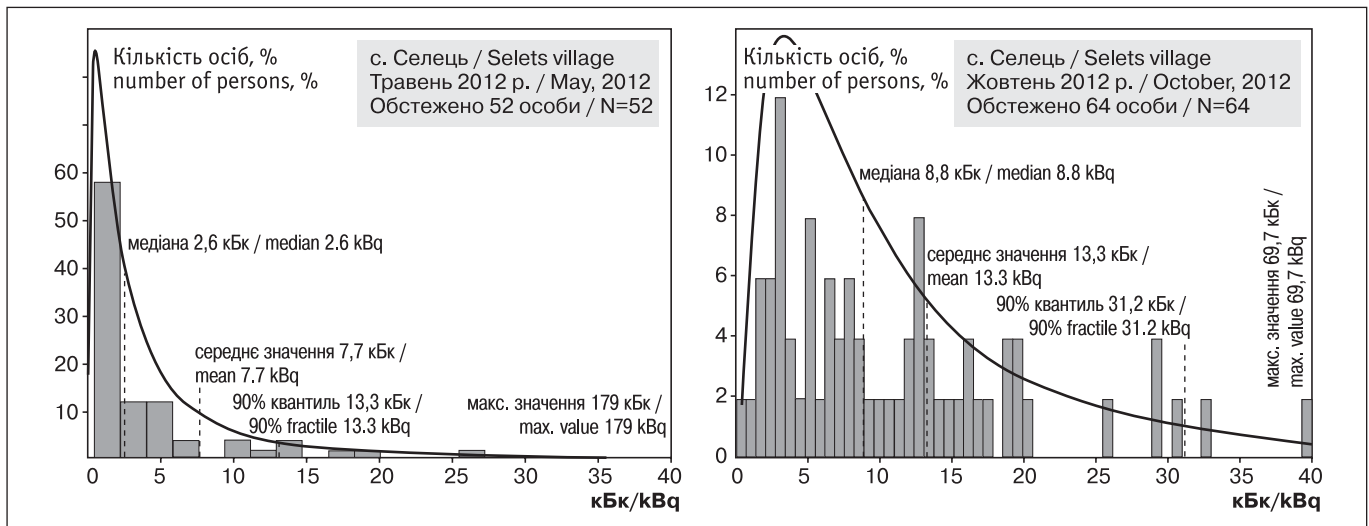


Рисунок 2. Статистичний розподіл вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у дорослих мешканців с. Селець у травні та жовтні 2012 р.

Figure 2. Statistical distribution of incorporated ^{137}Cs content in adult population of Selets village (May and October, 2012).

У жовтні рівні опромінення дорослого населення обстежених НП значно зросли (рис. 2). Так середнє значення вмісту ^{137}Cs у смт Народичі збільшилось в 1,5 рази і становить $8,2 \text{ кБк}$, медіана збільшилась у 2 рази і становить $5,3 \text{ кБк}$. У с. Селець середнє значення вмісту ^{137}Cs збільшилось в 1,7 рази і становить $13,3$

The internal radiation levels in adult population of studied settlements became considerably higher in October (Fig. 2) i.e. the mean value of ^{137}Cs content in Narodychi population increased in 1.5 times (up to 8.2 kBq), the median was 5.3 kBq (the twofold increase). The average ^{137}Cs content in Selets village

кБк, медіана збільшилась у 3,4 раза і становить 8,8 кБк. У с. Мотійки середнє значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs збільшилось майже у 2 рази і становить 12,3 кБк, медіана збільшилась майже у 3 рази і становить 7,0 кБк. Кількість осіб, що перевищили ГР у смт Народичі майже не збільшилась і становить 1,7% від усіх обстежених у цьому НП. У с. Селець та с. Мотійки кількість таких осіб зросла у 2–3 рази і становить 4,5 % від усіх обстежених у с. Селець і 4,5 % від усіх обстежених у с. Мотійки. Слід зазначити, що максимально зареєстровані значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у цих НП майже не змінились. Виняток становить с. Селець, де максимальне значення індивідуального вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстроване у місцевого мисливця, зменшилось з травня по жовтень у 2,5 раза. Ця динаміка відобразилась і на характері логнормального розподілу індивідуальних рівнів вмісту інкорпорованого ^{137}Cs (рис. 2). Він став значно ширший, що свідчить про збільшення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у більшості мешканців обстежених НП.

Таким чином, можна констатувати значне, у 2–3,5 раза, збільшення рівня внутрішнього опромінення більшості мешканців обстежених населених пунктів Народицького району з травня по жовтень. Слід зазначити також, що 2012 рік видався багатим на продукти лісового походження. Особливо багато в цьому році було грибів. Це підтверджує висновок, зроблений при дослідженнях у попередні роки – в умовах проживання на РЗТ надзвичайно важливими є можливість контролю вмісту інкорпорованих в організмі людини радіонуклідів та продуктів харчування, інформування населення про стан радіаційної обстановки у НП, індивідуальний рівень опромінення, пропагування радіаційно-гігієнічних правил поведінки, особливостей харчування [9].

Визначення особливостей формування доз внутрішнього опромінення у населення РЗТ було б неповним без ґрунтового аналізу забрудненості основних продуктів харчування радіонуклідами. Особливу увагу було приділено визначенню вмісту ^{90}Sr у продуктах харчування, через те, що з часом внесок від радіостронцію у сумарну дозу внутрішнього опромінення зростає.

Вміст ^{137}Cs у пробах молока у жовтні порівняно з травнем у смт Народичі та с. Селець мало змінився. Тенденція зберігається – у 40–50 % проб молока у смт Народичі та у близько 30 % проб у с. Селець зареєстровано перевищення допустимого рівня вмісту ^{137}Cs – $100 \text{ Бк} \times \text{л}^{-1}$. У селах Мотійки, Христинівка вміст ^{137}Cs у пробах молока від травня по жовтень

was 13.3 kBq (1.7 times increase) with median of 8.8 kBq (3.4 times elevation). The mean value of incorporated ^{137}Cs content in Motiyky village was 12.3 kBq (again about the two fold increase) with almost triple median growth up to 7.0 kBq. In 1.7% of the all examined persons in Narodychi the registered value exceeded a LL (practically no change). The number of such persons increased in about 2–3 times in Selets and Motiyky villages being 4.5% of the all examined subjects in Selets and 4.5% in Motiyky. The maximal registered value of incorporated ^{137}Cs content in those settlements is hardly changing. But Selets village is the exception where maximal individual value of incorporated ^{137}Cs content registered in a local hunter decreased in October in 2.5 times vs. examination in May. The character of lognormal distribution of individual content of incorporated ^{137}Cs reflects this trend (Fig. 2). The distribution has become significantly wider indicating to an increase of incorporated ^{137}Cs content in the majority of inhabitants of studied settlements.

Thus, as a matter of fact, from May to October the majority of residents of studied settlements of Narodychi region showed the considerable (about 2.5–3 times) increase of internal radiation levels. It should be noted that year 2012 was rich in food products of a forest origin. A harvest of mushrooms was particularly abundant. So the research conclusion made years ago is confirmed i.e. while living in contaminated regions it is extremely important to measure the incorporated radionuclides and their content in victuals. It is also important to inform the population about the radiation situation in a settlement and about individual radiation levels. Popularization of the radiation hygienic behavior rules and nourishment peculiarities is necessary too [9].

The study of internal radiation dose peculiarities in population from contaminated regions would be incomplete without a thorough analysis of contamination of main victuals. A particular attention was paid to detection and assessment of ^{90}Sr content in foodstuff as the ^{90}Sr dose contribution to the total internal radiation dose is eventually increasing.

The ^{137}Cs content in milk from Narodychi town and Selets village didn't change much in October vs. May. The trend remains in exceeding of the ^{137}Cs permissible level of $100 \text{ Bq} \times \text{litre}^{-1}$ in 40–50% of milk samples from Narodychi and in about 30% from Selets village. ^{137}Cs content in milk samples from Motiyky and Khrystynivka villages didn't

практично не змінився, і не перевищує допустимих рівнів. Вміст ^{90}Sr як у молоці, так і в картоплі, значно нижчий допустимого рівня – $20 \text{ Бк} \times \text{л}^{-1}$. Результати визначення вмісту радіонуклідів у основних продуктах харчування (молоці і картоплі) у травні та жовтні представлено на рис. 3.

На жаль, жителі обстежених НП відмовилися здати осінні гриби на проби, хоч у цьому році їх було чимало. Експедиція у цьому році проводилася в період закінчення заготівлі грибів, місцеві мешканці неохоче віддають на дослідження зібраний врожай, мотивуючи свою відмову обізнаністю щодо місць заготівлі грибів і скудністю врожаю. Проведені нещодавно роботи з “Дозиметричної паспортизації населених пунктів України” певною мірою налякали населення щодо втрати пільг при перегляді зон радіоактивного забруднення і працювати з населенням було надзвичайно важко. Під час проведення досліджень не вдалося відібрати жодної проби грибів.

Однак, беручи до уваги відбір лісових продуктів двома роками раніше у Поліському районі Київсь-

practically change being below the permissible level in October vs. May. ^{90}Sr content both in milk and potato is much lower than permissible level of $20 \text{ Bq} \times \text{kg}^{-1}$. Results of radionuclides content assessment in main foodstuff (milk and potato) in May and October are demonstrated in Figure 3.

Unfortunately the inhabitants of studied settlements refused to give for an assay their mushrooms collected in autumn despite rich harvest that year. The expedition that year coincided in time with the end of mushroom stocking process, therefore residents reluctantly rendered their collected harvest motivating by awareness of safety of places where mushrooms had been collected and by poor harvest. The recently accomplished work on “Dosimetric passportization of settlements of Ukraine” frightened the population to loose the privileges after the revision of contaminated zones. And it made very difficult for us to the work with people. No any mushroom sample was received during the research work.

However taking into account a results of sampling victuals of forest origin two years ago in

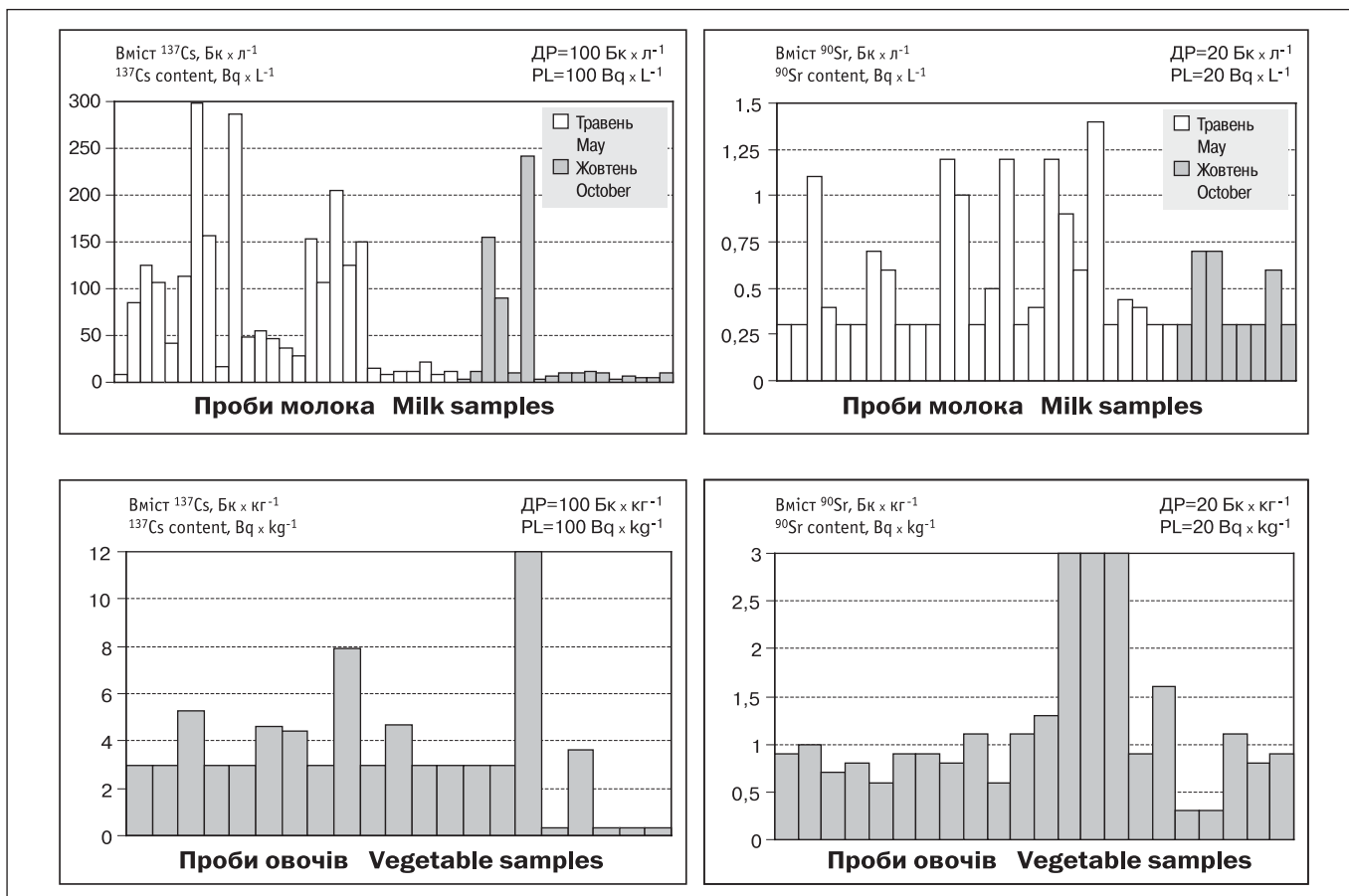


Рисунок 3. Вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr в основних продуктах харчування – молоці і картоплі, зібраних у господарствах смт Народичі, с. Селець, с. Мотійки Народицького району

Figure 3. ^{137}Cs and ^{90}Sr content in main foodstuff (milk and potato) collected in farmings in Narodychi town, Selets village, and Motiyyky village of Narodychi region

кої області, який межує з Народицьким районом Житомирської області, можна припустити, що забруднення лісових продуктів цих районів однакове. За минулі 2 роки їх радіоактивність змінилася лише за рахунок радіоактивного розпаду і в даний час у десятки разів перевищує допустимі рівні забруднення.

Проведений аналіз свідчить про те, що основна частина дози внутрішнього опромінення у мешканців обстежених НП Народицького району Житомирської області формується за рахунок споживання місцевих продуктів домашнього господарства – молока та продуктів природного, лісового походження – ягід і грибів. Усе вищенаведене свідчить про необхідність постійної роботи з населенням – проведення радіаційного моніторингу (продуктів харчування та внутрішнього опромінення населення).

ВИСНОВКИ

Проведений ЛВЛ-моніторинг у 2012 році у Народицькому районі Житомирської області зареєстрував значне у 2–3,5 рази сезонне підвищення рівнів інкорпорації ^{137}Cs в організмі мешканців обстежених НП, як у дорослих, так і у дітей. Середнє значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs в організмі дорослих мешканців становило 5,3–7,7 кБк у травні і 8,2–13,3 кБк – у жовтні. Максимальне значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстроване у цих НП, становить 179 кБк, що формує річну дозу внутрішнього опромінення $4,7 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. До 5 % осіб з числа обстежених у цих НП перевищують дозовий рівень $1,0 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. У 29,4 % обстежених мешканців с. Христинівка відзначено перевищення дозового рівня $1 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$. Максимальне значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстроване у цьому НП, становить 350 кБк, що формує річну дозу внутрішнього опромінення $10 \text{ мЗв} \times \text{рік}^{-1}$.

Вміст ^{137}Cs у пробах молока в обстежених господарствах Народицького району Житомирської області у жовтні, у порівнянні з травнем, мало змінився. Впродовж року тенденція зберігається – у 40–50 % проб молока у смт Народичі та у близько 30 % проб у с. Селець зареєстровано перевищення допустимого рівня вмісту ^{137}Cs – $100 \text{ Бк} \times \text{л}^{-1}$, у селах Мотійки та Христинівка вміст ^{137}Cs у пробах молока не перевищував допустимих рівнів. Вміст ^{90}Sr як у молоці, так і в картоплі, значно нижчий допустимого рівня – $20 \text{ Бк} \times \text{л}^{-1}$. Вміст ^{137}Cs у картоплі не перевищував допустимих рівнів.

Встановлено, що основна частка дози внутрішнього опромінення мешканців обстежених НП Жито-

Polliskiy region of Kyiv oblast which is neighboring to Narodychi region of Zhytomyr oblast it is possible to assume the forest foodstuffs contamination level being the same. For the last 2 years their radioactivity has changed only because of radioactive decay and presently it is dozen times higher than permissible level of contamination.

The carried out analysis indicates that main part of internal radiation dose in studied residents of settlements from Narodychi region, Zhytomyr oblast is due to intake of locally produced food (from the private smallholdings) namely milk and victuals of a forest origin i.e. berries and mushrooms. All stated above leads to conclusion of a necessary permanent work with population in providing of radiation monitoring of the foodstuffs and of the internal radiation in population.

CONCLUSIONS

The WBC-monitoring held in 2012 in Narodychi region of Zhytomyr's oblast had revealed a considerable (2–3.5 times) seasonal increase of incorporated ^{137}Cs levels in residents of studied settlements, both in adults and children. The average value of incorporated ^{137}Cs content for adults was 5.3–7.7 kBq in May and 8.2–13.3 kBq in October. The maximal incorporated ^{137}Cs content found in those settlements is 179 kBq resulting in an annual internal radiation dose of $4.7 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$. Up to 5 % of the examined persons have doses exceeding the level of $1.0 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$. The 29,4% of examined inhabitants from Khrystynivka village have doses exceeding the level of $1.0 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$. Maximal incorporated ^{137}Cs content registered in this settlement was 350 kBq causing the annual internal radiation dose of $10 \text{ mSv} \times \text{year}^{-1}$.

The ^{137}Cs content in milk from the inspected farming in Narodychi region of Zhytomyr oblast didn't change much in October vs. May. The trend remains in exceeding of the ^{137}Cs permissible level of $100 \text{ Bq} \times \text{litre}^{-1}$ in 40–50% of milk samples from Narodychi and in about 30% from Selets village during the year. In Motiyky and Khrystynivka villages the ^{137}Cs content in milk samples is below the permissible level. The ^{90}Sr content both in milk and potato is much lower than permissible level of $20 \text{ Bq} \times \text{kg}^{-1}$. The ^{137}Cs content in potato doesn't exceed the permissible level.

The main part of internal radiation dose in inhabitants of the studied settlements of Zhy-

мирської області формується за рахунок споживання місцевих продуктів домашнього господарства — молока, та продуктів природного, лісового походження — ягід і грибів.

Виконані дослідження фактичних рівнів інкорпорації радіонуклідів у мешканців РЗТ дали можливість визначити особливості формування доз внутрішнього опромінення населення у віддалений період аварії на ЧАЕС та розробити рекомендації щодо зниження доз внутрішнього опромінення.

Надзвичайно важливими в умовах проживання на РЗТ є роз'яснювальна робота щодо особливостей харчування, дотримання радіаційно-гігієнічних правил поведінки на РЗТ, необхідність контролю вмісту інкорпорованих в організмі людини радіонуклідів та продуктів харчування безпосередньо за місцем проживання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Дані за 2011 рік. / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, Г. В. Федосенко [та ін.] ; МНС України ; ДУ "ННЦРМ НАМН України" ; ІРЗ АТН України. — Збірка 14. — К. : [б. в.], 2012. — 99 с.
2. Массовый многолетний СИЧ-мониторинг населения Украины, вовлеченного в Чернобыльскую аварию / О. Н. Перевозников, В. В. Василенко, Л. А. Литвинец [та ін.] // Радиационная гигиена. — 2009. — Т. 2, № 2. — С. 40–47.
3. Вивчення особливостей формування доз внутрішнього опромінення населення РЗТ у віддалений період аварії на ЧАЕС, обумовлених надходженням ^{137}Cs , ^{90}Sr (на прикладі Київської області) / В. В. Василенко, С. Ю. Нечаєв, В. О. Пікта [та ін.] // 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього : зб. доповідей міжнар. конф., Київ, 20-22 квіт. 2011 р. Висновки і рекомендації. Ч. 1. — К. : В-во КІМ, 2011. — С. 320–323.
4. Оценка доз внутреннего облучения населения за счет радиоцезия с использованием счетчиков излучения человека : методические рекомендации / НЦРМ АМН Украины. — К. : [б. и.], 1994. — 19 с.
5. Проведение измерений с использованием счетчиков излучения человека при дозиметрической паспортизации населенных пунктов Украины : методические рекомендации / МинЧернобыль Украины, НЦРМ АМН Украины. — К. : [б. и.], 1996. — 73 с.
6. Моніторинг доз внутрішнього опромінення населення на пізньому етапі аварії на ЧАЕС з використанням лічильників випромінювання людини / С. Ю. Нечаєв, В. В. Василенко, Н. Ф. Рубель, В. О. Пікта. — К. : ДУ "НЦРМ АМН України", 2010. — 24 с.
7. Марей А. Н. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / А. Н. Марей, А. С. Зыкова. — М. : Атомиздат, 1980. — 123 с.
8. Голутвина М. М. Контроль за поступлением и содержанием радиоактивных веществ в организме человека / М. М. Голутвина, Ю. В. Аб-

tomyr oblast is due to intake of local farming products (from the private smallholdings) i.e. milk and victuals of a forest origin i.e. berries and mushrooms.

The held studies of an actual level of incorporated radionuclides in residents from contaminated regions gave possibility to reveal the peculiarities of internal radiation dose trends in population in remote period after the ChNPP accident and to design the recommendations on the internal radiation dose reducing.

It is essential to educate the population of contaminated regions about nourishment peculiarities and benefits to follow the radiation hygiene rules of behavior on contaminated areas both with the need to measure the radionuclide intake and content in victuals directly places of inhabitation.

REFERENCES

1. Likhariov IA, Kovgan LM, Fedosenko GV, et al. [Total dosimetric certification and results WBC monitoring settlements of Ukraine, which undergone of radioactive contamination after the Chernobyl accident. Data for 2011]. Collection 14, Kyiv: Ministry of Emergency Situations of Ukraine, NRCRM AMS, IRZ ATNU; 2012. 99 p.
2. Perevoznikov OM, Vasylenko W, Litvinetz LA, Yakovleva GN. [Mass many years WBC monitoring of Ukrainian inhabitants involved in Chernobyl NPP accident]. Radiation Hygiene. 2009; 2(2):40–7. Russian.
3. Vasylenko W, Tsigankov MY, Nechaev SY, Pikta VO, Zadorozhna GM. [Study of peculiarities of the formation of internal exposure caused by ^{137}Cs , ^{90}Sr intake of the RCT population in the remote period of Chernobyl accident (for example, Kyiv region)]. In: International Conference Twenty-five Years after Chernobyl Accident. Safety for the Future: Reports proceeding. Conclusions and recommendations; 2011 Apr 20-22; Kyiv, Ukraine. Kyiv: KIM Publ. Chapter 1. p. 320–23. Ukrainian.
4. Research Center for Radiation Medicine. [Assessment of internal exposure doses of the population due to radioactive cesium using whole body counters: methodical recommendations]. Kyiv; 1994. 19 p. Russian
5. MinChernobyl of Ukraine, Research Center for for Radiation Medicine of the Academy of Medical Sciences of Ukraine. [Measurements taken from whole body counters for dosimetry certification settlements of Ukraine: methodical recommendations]. Kyiv; 1996. 73 p. Russian.
6. Nechaev SY, Vasylenko W, Rubel NF, Pikta VO. [Monitoring of internal exposure doses of the population in the later stage of the Chernobyl NPP accident using whole body counters]. K.: Research Center for for Radiation Medicine of the Academy of Medical Sciences of Ukraine; 2010. 24 p. Ukrainian.

рамов ; под. ред. Л. А. Булдакова. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 173 с.

9. Рекомендації щодо зниження доз внутрішнього опромінення критичних груп населення. Пам'ятка для населення: пам'ятка / О. М. Перевозніков, В. В. Василенко, Л. О. Литвинець [та ін.]; Укрмедпатентінформ МОЗ України. – К. : [б. в.], 2003. – № 8. – 4 с.

7. Marei AN, Zyкова AS. [Guidelines for sanitary control over the content of radioactive substances in the environment]. Moscow: Atomizdat; 1980. 123 p. Russian.

8. Golutvina MM, Abramov YuV. [Control of receipts and content of radioactive substances in the human body]. Buldakov LA, editor. Moscow: Energoatomizdat; 1989. 173 p. Russian.

9. Perevoznikov OM, Vasylenko VV, Litvinetz LA, et al. [Recommendations to reduce the internal exposure dose of critical groups. Memo to the population]. Kyiv: Ukrmedpatentinform of the Ministry of Health of Ukraine; 2003. No. 8. 4 p. Ukrainian.

Стаття надійшла до редакції 03.09.2013

Received: 03.09.2013