

УДК 539.1.047

Д. А. Бази́ка, П. А. Фе́дірко, В. В. Васи́ленко✉, О. О. Коло́синська, Ж. С. Яро́шенко,
М. С. Ку́рята, М. С. Крама́ренко, Г. М. Задо́рожна, В. Б. Берко́вський, Г. Г. Ра́тія, Н. І. Іскра

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», вул. Юрія Іллєнка, 53, м. Київ, 04050, Україна

РЕЗУЛЬТАТИ ЛВЛ-МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖНИХ, ЩО БУЛИ ЗАДІЯНІ У ГАСІННІ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ В ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ЧАЕС У КВІТНІ–ТРАВНІ 2020 РОКУ

Мета: визначення рівнів надходження радіонуклідів в організм рятувальників Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) при гасінні пожежі у зоні відчуження ЧАЕС та оцінка дози внутрішнього опромінення, обумовленої цим надходженням.

Матеріали і методи. З 06.04.2020 р. по 19.05.2020 р. у Державній установі «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) проведено вимірювання вмісту інкорпорованих гамма-радionуклідів на лічильниках випромінювання людини (ЛВЛ) оперативного класу «Скриннер-3М» (мінімально-детектована активність (МДА) складає 300–500 Бк за 5 хвилин вимірювання по ^{137}Cs) та експертному високочутливому ЛВЛ (МДА складає 20 Бк за 10 хвилин вимірювання по ^{137}Cs). Обстежено 470 осіб (523 виміри) у трьох групах особового складу ДСНС України, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження у період з 04 квітня по 05 травня 2020 року. В роботі використано математичні, спектрометричні методи.

Результати та висновки. У переважної більшості (95 %) особового складу ДСНС України, обстежених на ЛВЛ оперативного класу «Скриннер-3М» (понад 500 вимірів), оцінка значень індивідуальної ефективної дози внутрішнього опромінення, обумовленої надходженням ^{137}Cs в організм при гасінні пожежі, у припущенні, що це надходження відбулось під час роботи у зоні відчуження, не перевищила мінімальну дозу, що детектується МДД (5–14 мкЗв). Середнє значення ефективної дози внутрішнього опромінення у групі особового складу ГУ ДСНС України в м. Києві, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 04 квітня – 05 травня 2020 р. (26 осіб), досліджених на експертному ЛВЛ, становить $(2,5 \pm 1,1)$ мкЗв, у групі особового складу ДСНС України у Черкаській області, який брав участь у ліквідації пожежі 19–24 квітня 2020 р. (9 осіб) – $(2,2 \pm 0,6)$ мкЗв, у групі особового складу ГУ ДСНС України у Київській області, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 04 квітня – 05 травня 2020 р. (42 особи) – $(4,4 \pm 2,4)$ мкЗв. Максимальні значення 5,1 мкЗв, 3,5 мкЗв, 11,8 мкЗв у групах м. Києва, Черкаської та Київської областей відповідно, що значно нижче, ніж основна дозова межа для населення від техногенних джерел $1000 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ за Законом України про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання.

Ключові слова: лісова пожежа, зона відчуження ЧАЕС, внутрішнє опромінення, лічильник випромінювання людини, ^{137}Cs .

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2020. Вип. 25. С. 177–187. doi: 10.33145/2304-8336-2020-25-177-187

✉ Васи́ленко Валенти́на Володи́мирівна, e-mail: vvv2201@ukr.net

D. A. Bazyka, P. A. Fedirko, V. V. Vasylenko✉, O. O. Kolosynska, Z. S. Yaroshenko, M. S. Kuriata, M. S. Kramarenko, G. M. Zadorozhna, V. B. Berkovskyy, G. G. Ratia, N. I. Iskra

State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (NRCRM), 53 Yuriia Illienka St., Kyiv, Ukraine

RESULTS OF WBC-MONITORING OF FIREFIGHTERS PARTICIPATING IN RESPONSE TO CHORNOBYL FOREST FIRES IN APRIL–MAY 2020

Objective: of this study was to determine the levels of radionuclides in the rescuers' bodies of the SES during fire-fighting in the exclusion zone of the Chornobyl nuclear power plant and to assess the dose of internal radiation due to this receipt.

Materials and methods. From 06.04.2020 to 19.05.2020 in the State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (NRCRM) measurements of the content of incorporated gamma radionuclides on whole body counters (WBC) operational class «Screener-3M» (Minimum detected activity (MDA) is 300–500 Bq for 5 minutes of measurement at ^{137}Cs) and expert high-sensitivity WBC (MDA is 20 Bq for 10 minutes of measurement at ^{137}Cs). 470 people (523 measurements) in three groups of personnel of the SES of Ukraine who took part in the forest fire liquidation in the exclusion zone in the period from April 4 to May 5, 2020 were examined. Mathematical and spectrometric methods are used in the work.

Results and conclusions. In the vast majority (95 %) of the personnel of the SES of Ukraine, examined at the WBC operational class «Screener-3M» (more than 500 measurements), the assessment of the values of the individual effective dose of internal radiation due to ^{137}Cs in the body during firefighting, assuming that it receipt occurred during operation in the exclusion zone, did not exceed the minimum dose detected by MDD (5–14 μSv). The average value of the effective dose of internal radiation in the group of personnel of the State Emergency Service of Ukraine in Kyiv, which participated in the elimination of forest fires in the exclusion zone from April 4 to May 5, 2020 (26 people) studied at the expert WBC, is $2.5 \pm 1.1 \mu\text{Sv}$, in the group of personnel of the SES of Ukraine in Cherkasy region, which participated in the fire on April 19–24, 2020 (9 people) – $2.2 \pm 0.6 \mu\text{Sv}$, in the group of personnel of the SES of Ukraine in the Kyiv region, which took part in the elimination of the forest fire in the exclusion zone on April 4 – May 5, 2020 (42 people) – $4.4 \pm 2.4 \mu\text{Sv}$. Maximum values of 5.1 μSv , 3.5 μSv , 11.8 μSv in the groups of Kyiv city, Cherkasy and Kyiv regions, respectively, which is much lower than the basic dose limit for the population from man-made sources of 1000 $\mu\text{Sv} \cdot \text{year}^{-1}$ according to the Law of Ukraine about protection of the person against influence of ionizing radiation.

Key words: forest fire, Chornobyl Exclusion Zone, internal irradiation, whole body counters, ^{137}Cs .

Problems of Radiation Medicine and Radiobiology. 2020;25:177-187. doi: 10.33145/2304-8336-2020-25-177-187

ВСТУП

Пожежа у зоні відчуження почалася 4 квітня в розпал карантину щодо COVID-19. Співробітники Державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) перебували частково у відпустках, частково працювали дистанційно. Не працювали в цей час і ЛВЛ-кабінети Державного агентства зони відчуження (ДАЗВ) та Чорнобильської атомної станції (ЧАЕС). Однак, уже 6 квітня було організовано дозиметричний контроль першої групи особового складу головного управління Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) у м. Києві, яка виходила після першої ротації з зони відчуження. У стані готовності

INTRODUCTION

The fire in the exclusion zone began on April 4 in the midst of quarantine against COVID19. Employees of the State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (NRCRM) were partly on vacation, partly working remotely. At that time, the WBC-offices of the State Agency on Exclusion Zones (DAZV) and the Chornobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) were also closed. However, already on April 6, dosimetry control of the first group of personnel of the head office of the SES in Kyiv was organized, which left the exclusion zone after the first rotation. The admission department of the clinic and

✉ Valentyna V. Vasylenko, e-mail: vvv2201@ukr.net

були приймальне відділення клініки та відділення радіоіндукованої соматичної патології, куди у разі потреби госпіталізували б рятувальників ДСНС.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження було визначення рівнів надходження радіонуклідів в організм рятувальників ДСНС при гасінні пожежі у зоні відчуження ЧАЕС та оцінка дози внутрішнього опромінення, обумовленої цим надходженням.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ННЦРМ функціонує дворівнева система індивідуального дозиметричного контролю внутрішнього опромінення [1, 2]. Перший рівень призначений для поточного масового скринінгу великих груп людей, наприклад, населення радіоактивно забруднених територій (РЗТ), пацієнтів радіаційного реєстру ННЦРМ (ліквідаторів, переселенців з 30-км зони ЧАЕС, жителів РЗТ) з використанням мобільних і стаціонарних лічильників випромінювання людини (ЛВЛ). Другий рівень призначений для поглибленого моніторингу критичних груп населення та персоналу за допомогою експертного ЛВЛ, який має високу чутливість і універсальність щодо всіх видів випромінювання радіонуклідів (рис. 1).

the department of radio-induced somatic pathology were on standby, where, if necessary, rescuers from the State Emergency Service would be hospitalized.

OBJECTIVE

The aim of the study was to determine the levels of radionuclides in the rescuers' bodies of the SES during firefighting in the exclusion zone of the Chernobyl nuclear power plant and to assess the dose of internal radiation due to this receipt.

MATERIALS AND METHODS

The NRCRM has a two-level system of individual dosimetry control of internal irradiation [1, 2]. The first level is intended for the current mass screening of large groups of people, such as the population of radioactively contaminated territories (RCT), patients of the NRCRM radiation register (liquidators, migrants from the 30-km Chernobyl zone, RCT residents) using mobile and stationary whole body counters (WBC). The second level is designed for in-depth monitoring of critical groups of the population and staff with the help of expert WBC, which has a high sensitivity and versatility to all types of radiation of radionuclides (Fig. 1).

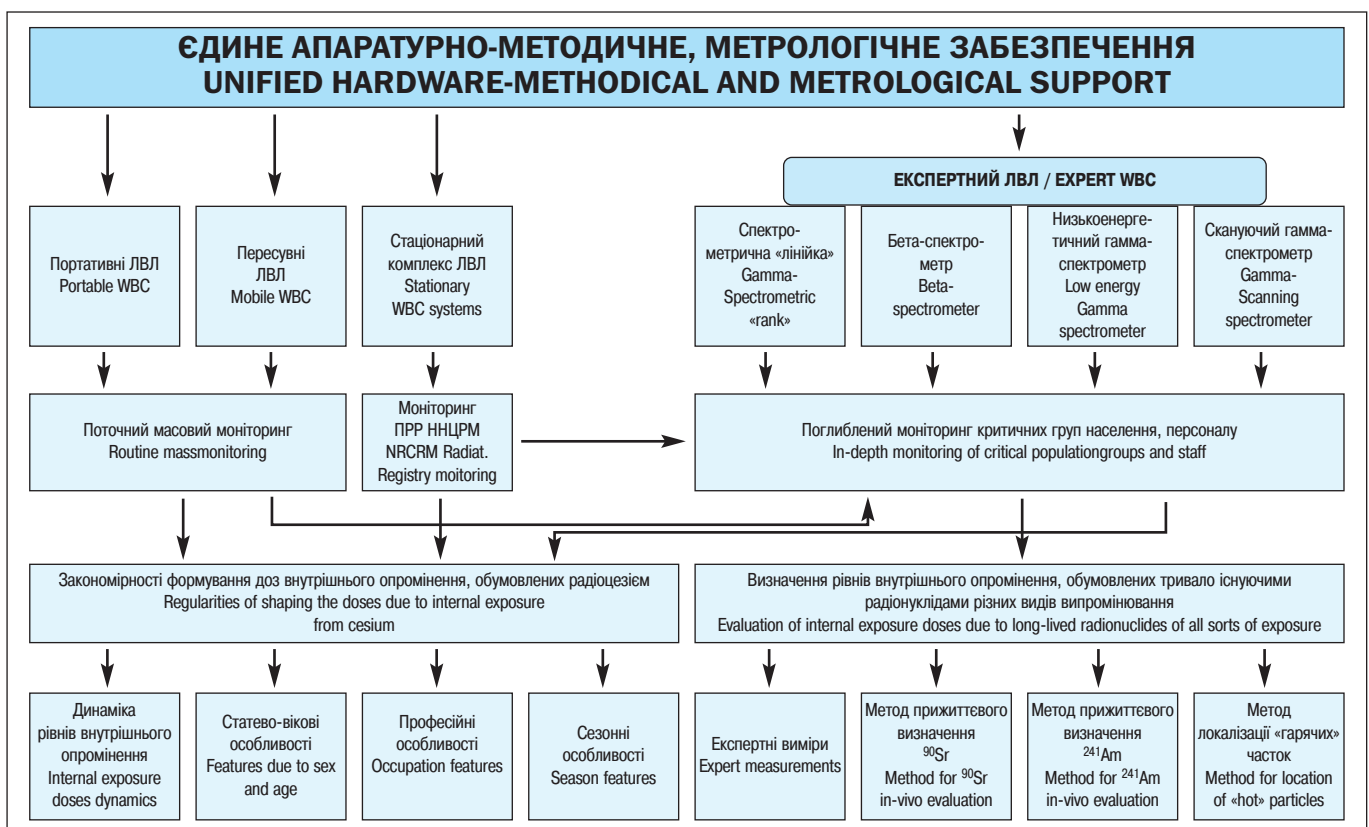


Рисунок 1. Система моніторингу доз внутрішнього опромінення ННЦРМ

Figure 1. NRCRM internal radiation dose monitoring system

Для дозиметричного контролю пожежних було задіяно 4 ЛВЛ оперативного класу «Скриннер-3М» (мінімально-детектована активність (МДА) складає 300–500 Бк за 5 хвилини вимірювання по ^{137}Cs) та «гамма-спектрометрична» лінійка експертного високочутливого ЛВЛ (МДА складає 20 Бк за 10 хвилин вимірювання по ^{137}Cs для уточнення та верифікації результатів [3, 4]. Для визначення поверхневого забруднення шкіри рук, ніг, волосся, використовували установку сигнальну РЗБ-05 з порогом реєстрації $10 \beta\text{-частинок} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ (рис. 2). Характеристики приладів представлено у таблиці 1.

Обстежено 470 осіб (523 виміри) у трьох групах особового складу ДСНС України, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження у період з 04 квітня по 05 травня 2020 року:

Група 1 – особовий склад Головного управління (ГУ) ДСНС у м. Києві. Переважна частина особового складу була залучена до гасіння пожежі з 04 квітня по 20 квітня 2020 р. Ротація відбувалась кожні 2 доби. Частина особового складу була залучена на два терміни – вони проходили контроль після кожної ротації. 13 осіб брали участь у ліквідації пожежі після

For dosimetry control of firefighters, 4 whole body counters (WBC) of the operational class «Screener-3M» (minimum detected activity (MDA) is 300–500 Bq for 5 minutes of measurement at ^{137}Cs) and «gamma-spectrometric» line of expert highly sensitive WBC were used. (MDA is 20 Bq for 10 minutes of measurement at ^{137}Cs to clarify and verify the results [3, 4]. To determine the surface contamination of the skin of hands, feet, hair, we used the (RZB 05) signal installation with a registration threshold of $10 \beta\text{-particles} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ (Fig. 2). The characteristics of the devices are presented in table 1.

470 people (523 measurements) in three groups of personnel of the SES of Ukraine who took part in liquidation of the forest fire in the exclusion zone in the period from April 4 to May 5, 2020 were examined:

Group 1 – personnel of the State Emergency Service in Kyiv. Most of the personnel were involved in extinguishing the fire from April 4 to April 20, 2020. The rotation took place every 2 days. Part of the personnel was involved for 2 terms – they were monitored after each rotation. 13 people took part in extin-

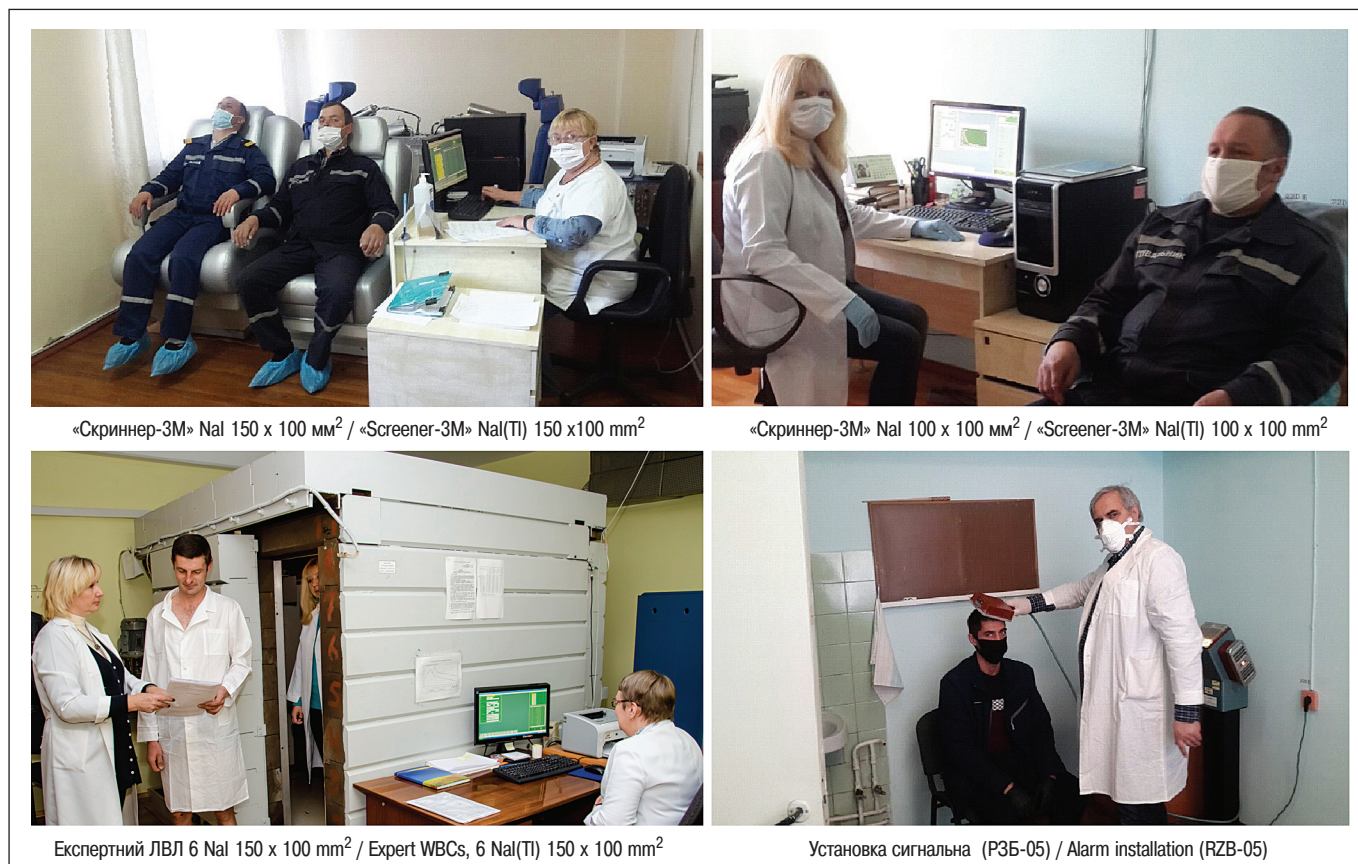


Рисунок 2. Апаратне забезпечення дозиметричного контролю індивідуальних доз внутрішнього опромінення особового складу ДСНС, залученого до гасіння пожежі в зоні відчуження ЧАЕС

Figure 2. Equipment for dosimetry control of individual doses of internal radiation of SES personnel involved in firefighting in the Chornobyl Exclusion Zone

Таблиця 1

Основні технічні характеристики вимірювальних приладів, використаних при дозиметричному контролі особового складу ДСНС

Table 1

The main technical characteristics of measuring instruments used in dosimetric control of SES personnel

Вимірювальний канал Detector	Експозиція, хв Exposition, min.	Фон, імп · хв ⁻¹ Background, ppm	МДА, кБк MDA, kBq	Пропускна здатність, люд. · год ⁻¹ Performance, persons per hour
«Скринер-3М» NaI(Tl) 150 x 100 мм ² «Screener-3M» NaI(Tl) 150 x 100 mm ²	3 – 10	1180	0,3*	6 – 20
«Скринер-3М» NaI(Tl) 100 x 100 мм ² «Screener-3M» NaI(Tl) 100 x 100 mm ²	3 – 10	1450	0,5*	6 – 20
Експертний ЛВЛ Expert whole body counters 6 NaI(Tl)	10 – 20	130	0,02**	3 – 4
Установка сигнальна РЗБ-05 Alarm installation RZB-05	0,5 – 2	10 β-частинок · хв ⁻¹ · см ⁻¹ 10 β-particles · min ⁻¹ · cm ⁻¹		30 – 100

Примітки. * – значення МДА для експозиції 5 хвилин; ** – значення МДА для експозиції 10 хвилин.

Notes. * – this MDA fits with 5 minutes exposition; ** – this MDA fits 10 minutes exposition.

20 квітня і пройшли дозиметричний контроль після закінчення робіт 27 квітня та 7 травня. Усього в цій групі обстежено 223 особи, виконано 254 ЛВЛ-вимірювання.

Група 2 – особовий склад ДСНС у Черкаській області. Були залучені до гасіння пожежі з 19 квітня по 24 квітня 2020 р. Обстежено 95 осіб, виконано 104 ЛВЛ-вимірювання.

Група 3 – особовий склад ГУ ДСНС у Київській області. Ця група була найбільше задіяна у гасінні пожежі. Частина особового складу була задіяна у 5–6 ротаціях у різний період пожежі з 04 квітня по 05 травня. Основна частина групи пройшла ЛВЛ-дослідження 12–15 травня. Обстежено 152 особи, виконано 165 ЛВЛ-вимірювань.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У переважній більшості осіб (≈ 95 %), обстежених на ЛВЛ оперативного класу «Скринер-3М», вміст інкорпорованого ¹³⁷Cs не перевищив МДА (240–630 Бк), а оцінка значень індивідуальних ефективних доз внутрішнього опромінення, обумовлених надходженням ¹³⁷Cs в організм, виконана відповідно до ICRP Publication 137 [5] у припущенні, що значення вмісту інкорпорованого ¹³⁷Cs, зареєстроване при вимірюванні, обумовлене надходженням в організм при роботі у зоні відчуження, не перевищила мінімальну дозу, що детектується МДД (5–14 мкЗв).

Проведені дослідження поверхневого забруднення рук, волосся, одягу та взуття на установці сигнальний РЗБ-05 з порогом реєстрації 10 β-частинок · хв⁻¹ · см⁻² показували забруднення у окремих осіб, особливо у

гасіння пожежі після 20 квітня і пройшли дозиметричний контроль після закінчення робіт 27 квітня та 7 травня. Усього в цій групі обстежено 223 особи, виконано 254 ЛВЛ-вимірювання.

Група 2 – SES personnel in Cherkasy region. Were involved in extinguishing the fire from April 19 to April 24, 2020. 95 people were examined, 104 WBC measurements were performed.

Group 3 – personnel of the State Emergency Service in Kyiv region. This group was most involved in extinguishing the fire. Part of the personnel was involved in 5–6 rotations in different periods of the fire from April 4 to May 5. The main part of the group underwent WBC research on May 12–15. 152 persons were examined, 165 WBC measurements were performed.

RESULTS AND DISCUSSIONS

In the vast majority of individuals (≈ 95 %) examined on WBC operative class «Screener-3M», the content of incorporated ¹³⁷Cs did not exceed MDA (240–630 Bq), and the assessment of the values of individual effective doses of internal radiation due to the intake of ¹³⁷Cs in the body according to ICRP Publication 137 [5], assuming that the value of the incorporated ¹³⁷Cs content recorded during the measurement, due to the entry into the body when working in the exclusion zone, did not exceed the minimum dose detected by MDD (5–14 μSv).

Surveys of surface contamination of hands, hair, clothing and footwear at the RZB-05 signaling unit with a registration threshold of 10 β-particles · min⁻¹ · cm⁻² showed contamination

групах, що були задіяні у роботах 12–13 та 14–16 квітня.

З метою уточнення результатів, отриманих за допомогою оперативного ЛВЛ-моніторингу, і вивчення розподілу радіоцезію в організмі працівників проведено дослідження групи осіб (10–25 % від усіх обстежених у групах) на експертному високочутливому ЛВЛ. Результати представлено у таблиці 2.

Статистичний розподіл значень індивідуального вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у групах особового складу ДСНС України у м. Києві та Черкаській області представлений на рисунках 3–5.

in individuals, especially in the groups involved in works on April 12–13 and 14–16.

In order to clarify the results obtained with the help of operative WBC-monitoring, and to study the distribution of radiocesium in the body of employees, a study of a group of people (10–25 % of all examined in groups) on expert highly sensitive WBC. The results are presented in table 2.

The statistical distribution of values of individual content of incorporated ^{137}Cs in groups of personnel of the SES of Ukraine in Kyiv city and Cherkasy region is presented in Figures 3–5.

Таблиця 2

Результати експертного ЛВЛ-моніторингу та оцінка ефективних доз внутрішнього опромінення від надходження ^{137}Cs у особового складу ДСНС України

Table 2

Results of expert WBC monitoring and evaluation of effective doses of internal radiation from ^{137}Cs in the SES of Ukraine

Група	Особовий склад	Період залучення до робіт у зоні відчуження	Обсяг ЛВЛ-вимірювань		Вміст інкорпорованого ^{137}Cs , Бк				Доза, мкЗв	
			загалом	на ЕЛВЛ	середнє значення	медіана	90 % квантиль	макс.	середнє значення	макс.
Group	SES personnel	Period of involvement works in the exclusion zone	WBC measurements		Incorporated ^{137}Cs , Bq				Dose, μSv	
			total	expert. WBC	average	median	90 % quantile	max.	average	max.
1	м. Київ Kyiv city	04.04.2020-05.05.2020	254	26	194 ± 157	162	347	881	$2,5 \pm 1,1$	5,1
2	Черкаська область Cherkasy region	19.04.2020-24.04.2020	104	9	136 ± 96	132	194	221	$2,2 \pm 0,6$	3,5
3	Київська область Kyiv region	04.04.2020-05.05.2020	165	42	216 ± 115	194	349	590	$4,4 \pm 2,4$	11,8

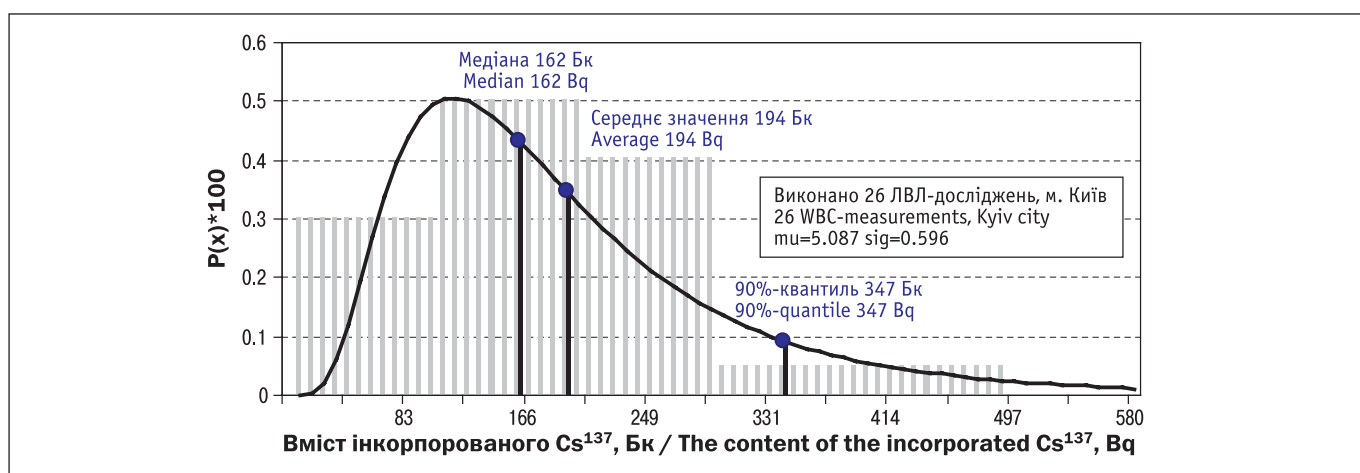


Рисунок 3. Статистичний розподіл вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у групі особового складу ГУ ДСНС України в м. Києві, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 04.04.20–05.05.20 (26 осіб), досліджених на експертному ЛВЛ 06.04.2020–07.05.2020

Figure 3. Statistical distribution of the content of incorporated ^{137}Cs in the group of personnel of the State Emergency Service of Ukraine in Kyiv, which participated in the elimination of forest fires in the exclusion zone 04.04.20–05.05.20 (26 people), investigated at the expert WBC 06.04.2020–07.05.2020

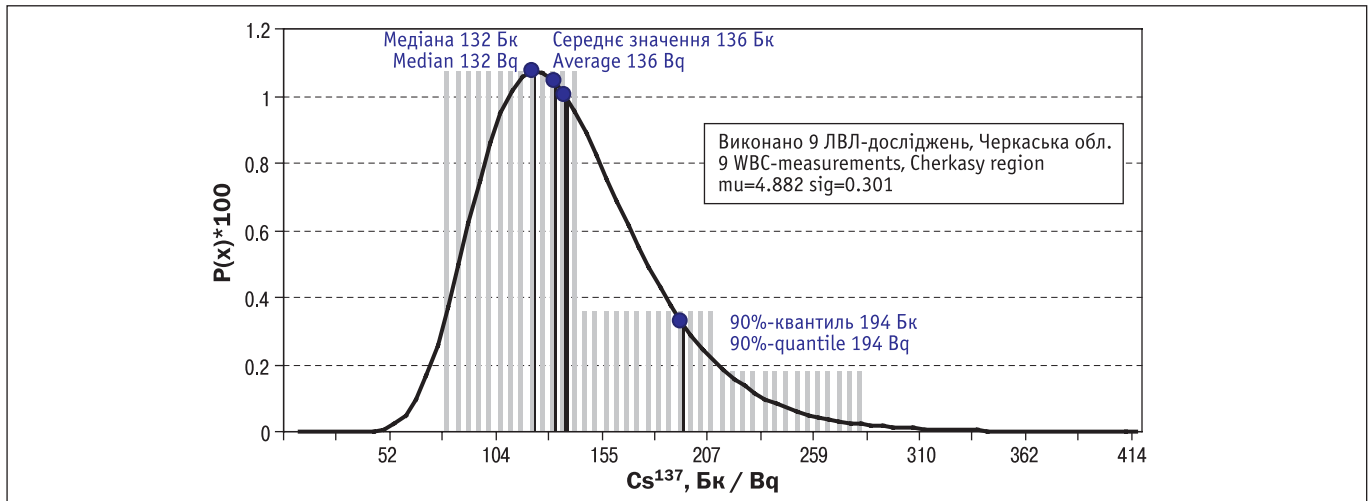


Рисунок 4. Статистичний розподіл вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у групі особового складу ДСНС України у Черкаській області, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 19–24 квітня 2020 р. (9 осіб), досліджених на експертному ЛВЛ 25 квітня 2020 р.

Figure 4. Statistical distribution of the content of incorporated ^{137}Cs in the group of personnel of the SES of Ukraine in Cherkasy region, which participated in the elimination of forest fires in the exclusion zone on April 19–24, 2020 (9 people), studied at the expert WBC on April 25, 2020.

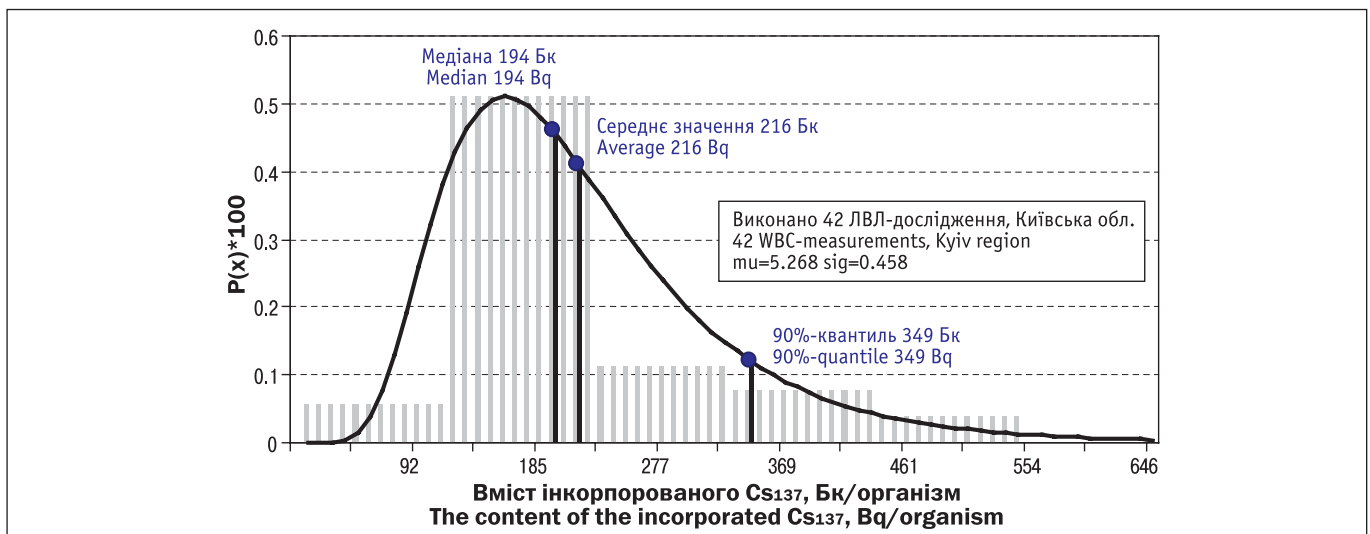


Рисунок 5. Статистичний розподіл вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у групі особового складу ГУ ДСНС України у Київській області, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження у період 04 квітня – 05 травня 2020 р. (42 особи), досліджених на експертному ЛВЛ 08.04.2020–19.05.2020

Figure 5. Statistical distribution of the content of incorporated ^{137}Cs in the group of personnel of the State Emergency Service of Ukraine in Kyiv region, which participated in the elimination of forest fires in the exclusion zone in the period from April 4 to May 5, 2020 (42 people), studied at the expert WBC 08.04.2020– 19.05.2020

Середнє значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у групі особового складу м. Києва становить (194 ± 157) Бк, у групі Черкаської області – (136 ± 96) Бк, групі Київської області – (216 ± 115) Бк. Максимальне значення 881 Бк, 221 та 590 Бк, відповідно. Виявити накопичення ^{137}Cs у легенях не вдалося.

Оцінка індивідуальних ефективних доз внутрішнього опромінення від надходження ^{137}Cs при гасінні пожежі виконана відповідно до ICRP Publication 137 [5]

The average value of ^{137}Cs incorporated in the group of personnel of Kyiv is (194 ± 157) Bq, in the group of Cherkasy region – (136 ± 96) Bq, in the group of Kyiv region (216 ± 115) Bq. The maximum value is 881 Bq and 221 and 590 Bq, respectively. The accumulation of ^{137}Cs in the lungs could not be detected.

Estimation of individual effective internal radiation doses from ^{137}Cs in firefighting was performed according to ICRP Publication 137 [5] under the

у припущенні, що значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , зареєстроване при вимірюванні, обумовлене надходженням в організм при роботі у зоні відчуження (оскільки вхідний контроль не проводився). За дату надходження вважали перший день роботи на пожежі. Розраховані значення індивідуальних ефективних доз внутрішнього опромінення лежать у межах від 1,2 мкЗк до 5,1 мкЗв у групі особового складу м. Києва, від 1,6 мкЗв до 3,5 мкЗв — у групі Черкаської області і від 1,4 мкЗв до 11,8 мкЗв — у групі Київської області.

Однак, це консервативна оцінка. Ймовірно реальні значення доз, обумовлені надходженням ^{137}Cs при ліквідації пожежі, нижчі, оскільки значення виміру вмісту інкорпорованого ^{137}Cs , обумовлене у тому числі й фоновим вмістом радіоцезію в організмі, характерним для мешканців України.

Середнє значення ефективної дози внутрішнього опромінення у групі особового складу ГУ ДСНС України в м. Києві, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 04–20 квітня 2020 р. (26 осіб), досліджених на експертному ЛВЛ, становить $(2,5 \pm 1,1)$ мкЗв, у групі особового складу ДСНС України у Черкаській області, який брав участь у ліквідації пожежі 19–24 квітня 2020 р., (9 осіб) — $(2,2 \pm 0,6)$ мкЗв, у групі особового складу ГУ ДСНС України у Київській області, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження 04 квітня — 05 травня 2020 р. (42 особи) — $(4,4 \pm 2,4)$ мкЗв. Максимальні значення 5,1 мкЗв, 3,5 мкЗв, 11,8 мкЗв у групах м. Києва, Черкаської та Київської областей, відповідно, що значно нижче, ніж основна дозова межа для населення від техногенних джерел $1000 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ за Законом України про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання [6].

ВИСНОВКИ

У переважної більшості (95 %) особового складу ДСНС України, обстежених в ННЦРМ на ЛВЛ оперативного класу «Скринер-3М» (понад 500 вимірів), оцінка значень індивідуальної ефективної дози внутрішнього опромінення, обумовленої надходженням ^{137}Cs в організм при гасінні пожежі, у припущенні, що це надходження — результат роботи у зоні відчуження, не перевищила мінімальну дозу, що детектується МДД ($5\text{--}14 \text{ мкЗв}$).

Оцінка значень індивідуальної ефективної дози внутрішнього опромінення у особового складу ГУ ДСНС України, досліджених для уточнення результатів на експертному ЛВЛ (77 вимірів), не переви-

assumption that the value of incorporated ^{137}Cs recorded during the measurement is due to inflow into the body when working in the exclusion zone (because input control was not performed). The date of receipt was considered the first day of work on the fire. The calculated values of individual effective doses of internal irradiation are in the range from 1.2 μSv to 5.1 μSv in the group of personnel of Kyiv, from 1.6 μSv to 3.5 μSv in the group of Cherkasy region and from 1.4 μSv to 11.8 μSv in the group of Kyiv region.

However, this is a conservative estimate. Probably the real values of doses due to the receipt of ^{137}Cs in the fire are lower, because the value of measuring the content of incorporated ^{137}Cs , due in part to the background content of radiocesium in the body, typical of the inhabitants of Ukraine.

The average value of the effective dose of internal radiation in the group of personnel of the State Emergency Service of Ukraine in Kyiv, which participated in the elimination of forest fires in the exclusion zone on April 4–20, 2020 (26 people) studied at the expert WBC, is $(2.5 \pm 1.1) \mu\text{Sv}$, in the group of personnel of the SES of Ukraine in Cherkasy region, which participated in the fire on April 19–24, 2020, (9 people), — $(2.2 \pm 0.6) \mu\text{Sv}$, in the group of personnel of the SES of Ukraine in Kyiv region, which participated in the elimination of forest fires in the exclusion zone from April 4 to May 5, 2020 (42 people), — $(4.4 \pm 2.4) \mu\text{Sv}$. Maximum values of 5.1 μSv , 3.5 μSv , 11.8 μSv in the groups of Kyiv city, Cherkasy and Kyiv regions, respectively, which is much lower than the basic dose limit for the population from man-made sources of $1000 \mu\text{Sv} \cdot \text{year}^{-1}$ according to the Law of Ukraine on the protection of man from the effects of ionizing radiation [6].

CONCLUSIONS

In the vast majority (95 %) of the personnel of the SES of Ukraine, examined in the NRCRM on WBC operational class «Screener-3M» (more than 500 measurements), the assessment of the values of the individual effective dose of internal radiation due to ^{137}Cs in the body during firefighting, assuming that this receipt is the result of work in the exclusion zone, did not exceed the minimum dose detected by MDD ($5\text{--}14 \mu\text{Sv}$).

Estimation of values of individual effective dose of internal irradiation at the personnel of MD SES of Ukraine, investigated for specification of results on expert WBC (77 measurements), did not

щила 5,1 мкЗв у групі особового складу м. Києва, 3,5 мкЗв — у групі Черкаської області, 11,8 мкЗв — у групі Київської області, що значно нижче, ніж основна дозова межа для населення від техногенних джерел $1000 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ за Законом України про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання.

Насамкінець, від співробітників ННЦРМ висловлюємо свою щиру подяку всьому особовому складу ДСНС України, який брав участь у ліквідації лісової пожежі в зоні відчуження, за їх зусилля і професіоналізм, виявлені при ліквідації пожежі (рис. 6).

exceed $5.1 \text{ } \mu\text{Sv}$ in group of personnel of Kyiv city, $3.5 \text{ } \mu\text{Sv}$ in group of the Cherkasy area, $11.8 \text{ } \mu\text{Sv}$ in the group of Kyiv region, which is much lower than the basic dose limit for the population from man-made sources of $1000 \text{ } \mu\text{Sv} \cdot \text{year}^{-1}$ according to the Law of Ukraine on protection of man from the effects of ionizing radiation.

In conclusion, we express our sincere gratitude from the staff of the NRCRM to all the staff of the SES of Ukraine who participated in the elimination of the forest fire in the exclusion zone, for their efforts and professionalism shown in the elimination of the fire (Fig. 6).



Рисунок 6. Черкаські рятувальники повертаються додому після шестиденного гасіння лісової пожежі у зоні відчуження ЧАЕС. Після дозиметричного контролю в ННЦРМ

Figure 6. Cherkasy rescuers return home after a six-day forest fire in the Chernobyl Exclusion Zone. After dosimetric control in NRCRM

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дози опромінення / І.А. Ліхтарьов, В.В. Василенко, М.Я. Циганков та ін. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи: 1986–2011 : монографія / за ред. А. М. Сердюка, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. Тернопіль : ТДМУ, 2011. С. 35–64.
2. Василенко В. В. Радіологічні та медичні наслідки Чорнобильської катастрофи. Дози опромінення населення. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Київ : КІМ, 2011. С. 116–125.

REFERENCES

1. Likhtarev IA, Vasilenko W, Tsygankov MYa, et al. Doses of irradiation. In: Serdyuk AM, Bebeshko VG, Bazyka DA, editors. Health consequences of the Chernobyl catastrophe: 1986–2011. Ternopil: TDMU, 2011. pp. 35-64.
2. Vasilenko W. Radiological and health consequences of the Chernobyl catastrophe. Doses of irradiation of population. 25 years of the Chernobyl catastrophe. Safety of the Future. Kyiv: KIM; 2011. p. 116-125.

3. Массовый многолетний СИЧ-мониторинг населения Украины, вовлеченного в Чернобыльскую аварию / О. Н. Перевозников, В. В. Василенко, Л. А. Литвинец и др. *Радиационная гигиена*. 2009. Т. 2. № 2. С. 40–47.
4. Система масового дозиметричного моніторингу з використанням лічильників випромінювання людини для населення радіоактивно забруднених територій / В. В. Василенко, О. М. Перевозников, В. О. Пікта та ін. Проблеми поводження з радіоактивними відходами в Україні. X міжн. форум «Технології захисту – 2011»: матеріали наук.-техн. конф., МНС України. Київ: KIM. 2011. С. 54–59.
5. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. ICRP Publication 137. 2017. 486 p. Site: https://drive.google.com/file/d/1wXtJ7c2RVpLCgzzQcW-XDX4IA00OW_I/view
6. Закон України. Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання. Відомості Верховної ради України (ВВР). 1998. № 22. Сайт: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98>
3. Perevornikov ON, Vasilenko W, Litvinets LA, et al. Mass perennial SICH monitoring of the population of Ukraine involved in the Chernobyl accident. *Radiation hygiene*. 2009; 2(2):40-47.
4. Vasylenko W, Perevornikov OM, Picta VO, et al. Problems of radioactive waste management in Ukraine. In: Ministry of Emergencies of Ukraine X int. Forum «Protection Technologies – 2011»: materials of scientific and technical. conf. Kyiv: KIM; 2011. p. 54-59.
5. ICRP. Publication 137. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. 2017. P. 1-486. URL: https://drive.google.com/file/d/1wXtJ7c2RVpLCgzzQcW-XDX4IA00OW_I/view
6. Law of Ukraine. On protection of the person against influence of ionizing radiation. Information of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR). 1998;(22). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Бази́ка Димитрій Анатолі́йович, доктор медичних наук, професор, академік НАМН України, завідувач відділу клінічної імунології Інституту клінічної радіології, генеральний директор ННЦРМ, м. Київ

Феді́рко Павло Андрі́йович, доктор медичних наук, професор, директор Інституту радіаційної гігієни і епідеміології ННЦРМ, керівник лабораторії радіаційних захворювань ока Інституту радіаційної гігієни і епідеміології ННЦРМ, м. Київ

Васи́ленко Васи́лина Володи́мирівна, кандидат технічних наук, завідувач лабораторії лічильників випромінювання людини відділу дозиметрії і радіаційної гігієни, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ

Колоси́нська Олена Олекса́ндрівна, провідний науковий співробітник відділу медичної експертизи та лікування наслідків впливу радіаційного опромінення, Інститут клінічної радіології ННЦРМ, м. Київ

Яроше́нко Жана́ Степа́нівна, головний лікар клініки ННЦРМ, м. Київ

Ку́рята Мико́ла Серге́йович, молодший науковий співробітник лабораторії лічильників випромінювання людини відділу дозиметрії і радіаційної гігієни, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ

Крама́ренко Мари́я Степа́нівна, інженер 1 категорії відділення дозиметрії клініки ННЦРМ, м. Київ

Задо́рожна Га́лина Миха́йлівна, молодший науковий співробітник лабораторії лічильників випромінювання людини відділу дозиметрії і радіаційної гігієни, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dymytrii A. Bazyka, Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Head of the Department of Clinical Immunology, Director General of NRCRM, Kyiv, Ukraine

Pavlo A. Fedirko, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of Radiation Hygiene and Epidemiology Institute, NRCRM, Chief Laboratory of Radiation-induced Eye Diseases, Radiation Hygiene and Epidemiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Valentyna V. Vasylenko, Candidate of Science (Engineering), Head of the Whole Body Counter Laboratory, Dosimetry and Health Physics Department, Radiation Hygiene and Epidemiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Olena O. Kolosynska, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Nuclear Power Energetics & Industry Personnel Health Monitoring Unit, Institute for Clinical Radiology, NRCRM, Kyiv

Zhanna S. Yaroshenko, Chief Physician of Hospital of the NRCRM, Kyiv, Ukraine

Mykola S. Kuriata, Junior Research Associate of the Body Counter Laboratory, Dosimetry and Health Physics Department, Radiation Hygiene and Epidemiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Maria S. Kramarenko, Category 1 engineer of the Whole Body Counter Laboratory, Radiation Hygiene and Epidemiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Galyna M. Zadorozhna, Junior Research Associate of the Body Counter Laboratory, Dosimetry and Health Physics Department, Radiation Hygiene and Epidemiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Берковський Володимир Борисович, кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії дозиметрії внутрішнього опромінення відділу дозиметрії та радіаційної гігієни, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ

Ратія Геннадій Георгійович, науковий співробітник лабораторії дозиметрії внутрішнього опромінення відділу дозиметрії та радіаційної гігієни, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ

Іскра Наталія Іванівна, доктор медичних наук, лікар хірург клініки ННЦРМ, м. Київ

Volodymyr B. Berkovsky, Candidate of Biological Sciences, Head of Internal Dosimetry Laboratory, Dosimetry and Health Physics Department, Radiation Hygiene and Epidemiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Gennadiy G. Ratia, Research Fellow, Laboratory of Internal Irradiation Dosimetry, Dosimetry and Health Physics Department, Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology, NSCRM, Kyiv

Iskra Natalia Ivanivna, Doctor of Medical Sciences, staff surgeon of the NSCRM Clinic, Kyiv

Стаття надійшла до редакції 25.08.2020

Received: 25.08.2020