

УДК 504.054+61:314:614.876(477)

Н. В. Гунько¹, О. М. Іванова¹✉, Н. В. Короткова¹, В. Б. Будерацька¹, З. Н. Бойко¹,
С. В. Масюк¹, А. А. Мелекесцева²

¹Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», вул. Юрія Ілленка, 53, м. Київ, 04050, Україна

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64, м. Київ, 01033, Україна

РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНІ ТЕРИТОРІЇ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ: РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНЕ ТА МЕДИКО-ДЕМОГРАФІЧНЕ МИНУЛЕ ТА СУЧАСНЕ

Мета: визначити сучасні радіаційно-екологічні та медико-демографічні параметри територій Чернігівської області України, що були визнані радіоактивно забрудненими внаслідок аварії на ЧАЕС, і оцінити їхні зміни за післяаварійний період.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом дослідження були показники забруднення об'єктів довкілля (ґрунти, продукти харчування), чисельності та структури, природного та міграційного руху населення радіоактивно забруднених територій Чернігівської області України (Козелецький, Корюківський, Новгород-Сіверський, Ріпкинський, Семенівський, Сосницький, Чернігівський райони).

Матеріали і методи дослідження. Використано дані Чернігівського регіонального представництва Державної служби статистики України, Департаменту екології та природних ресурсів Чернігівської обласної державної адміністрації і Центрального еколого-дозиметричного реєстру державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України». Застосовано загальнонаукові, математико-статистичні, графічні, картографічні, програмно-технологічні методи дослідження.

Результати й висновки. Після аварії на ЧАЕС на території Чернігівської області тривав широкомасштабний радіоекологічний моніторинг і спостерігалось значне покращення стану радіоактивно забруднених територій. Кількість населених пунктів, у яких щільність забруднення ґрунтів ізотопами цезію перевищує нижню межу зони гарантованого добровільного відселення ($185 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$), скоротилась з 8 до 1. Середньорайонна концентрація ^{137}Cs в молоці в основному не перевищувала $50 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$. Середня концентрація ^{137}Cs у картоплі приватних домогосподарств за весь період спостережень була у 5–10 разів меншою, ніж у молоці. Аналіз медико-демографічних даних дозволяє зробити висновок, що районам Чернігівської області, які найбільше постраждали внаслідок Чорнобильської аварії, притаманні загальнообласні проблеми: тенденції до зниження людності та народжуваності й збільшення смертності. Найбільш інтенсивні зміни відбулися у Козелецькому та Ріпкинському районах, де виявлено деструктивні процеси у віковій структурі населення та стабільну тенденцію до зростання рівнів смертності. Дослідження необхідно продовжувати.

Ключові слова: Чорнобильська катастрофа, радіоактивно забруднені території, радіаційно-екологічні та медико-демографічні показники.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2022. Вип. 27. С. 167–187. doi: 10.33145/2304-8336-2022-27-167-187

✉ Іванова Ольга Миколаївна, e-mail: iolgagm@gmail.com

N. V. Gunko¹, O. M. Ivanova¹✉, N. V. Korotkova¹, V. B. Buderatska¹, Z. N. Boiko¹, S. V. Masiuk¹,
A. A. Melekestseva²

¹State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 53 Yurii Illienka St., Kyiv, 04050, Ukraine

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64 Volodymyrsta St., Kyiv, 01033, Ukraine

RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES OF CHERNIHIVSKA OBLAST OF UKRAINE: THE RADIATION- ECOLOGICAL AND MEDICAL-DEMOGRAPHIC PAST AND PRESENT

Objective: to determine the current radiation-ecological and medical-demographic parameters of the territories of Chernihivska oblast of Ukraine, which were recognized as radioactively contaminated as a result of the Chornobyl Nuclear Power Plant accident, and to assess their changes in the post-accident period.

Objects and methods. The parameters of contamination of natural environments (soil, food products), both with number, structure, natural and migratory movement of population of radioactively contaminated territories of Chernihivska oblast of Ukraine (Kozeletskyi, Koriukivskyi, Novhorod-Siverskyi, Ripkynskyi, Semenivskyi, Sosnytskyi, and Chernihivskyi districts) were the study objects.

Materials and methods. Data from the Chernihiv Regional Office of the State Statistics Service of Ukraine, Department of Ecology and Natural Resources of the Chernihiv Regional State Administration, and Central Environmental Dosimetry Register of the State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» were used. General scientific, mathematical-statistical, graphic, cartographic, and software-technological research methods are applied.

Results and conclusions. After the accident at the Chornobyl Nuclear Power Plant the large-scale radio-ecological monitoring was conducted on the territory of Chernihivska oblast, where a significant improvement in the state of radioactively contaminated areas had been observed. The number of settlements where the soil contamination density with cesium isotopes exceeded the lower limit for the zone of guaranteed voluntary resettlement ($185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$) has decreased from 8 to 1. The average regional concentration of ^{137}Cs in milk mostly did not exceed $50 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$. The average concentration of ^{137}Cs in potatoes from private households over the entire observation period was 5–10 times lower than in milk. Analysis of medical and demographic data allowed concluding that the districts of Chernihivska oblast, which were most intensively contaminated after the Chornobyl accident, feature now some regional problems. There are trends towards population decline and birth rate decrease along with increase in mortality. The most intensive changes had occurred in Kozeletskyi and Ripkynskyi districts, where destructive processes in the age structure of population and a stable trend of increase of mortality rates were revealed. Research should be continued.

Key words: Chornobyl disaster, radioactively contaminated territories, radiation-ecological and medical-demographic parameters.

Problems of Radiation Medicine and Radiobiology. 2022;27:167-187. doi: 10.33145/2304-8336-2022-27-167-187

ВСТУП

Безпека життєдіяльності людини є однією з найважливіших умов її життя та праці. У зв'язку з воєнною агресією Російської Федерації проти України у 2022 р. порушено національну безпеку країни. Внаслідок воєнних дій відбулася окупація північної частини Київської, Житомирської та Чернігівської областей, які були і є найбільш радіоактивно забрудненими з 1986 р. Захоплення Чорнобильської АЕС (ЧАЕС), постійні ракетні

INTRODUCTION

The safety of activities is one of the most important issues in human life and working activity. In connection with the military aggression of the RF against Ukraine in 2022 the national security of the country had been violated. As a result of warfare the occupation occurred of the northern parts of Kyiv, Zhytomyr and Chernihivska oblasts, which were and are the most intensively radioactively contaminated since 1986. The seizure of the Chornobyl Nuclear

✉ Olga M. Ivanova, e-mail: iolgagm@gmail.com

обстріли зазначених областей і мінування об'єктів цивільної інфраструктури, лісів, полів, доріг спричинили руйнування, пожежі та перенесення радіоактивних сполук. Відповідно, можливі зміни у рівнях забруднення як довкілля, так і продуктів харчування, що суттєво впливає на умови життєдіяльності населення. Неминучі зміни і медико-демографічних показників (збільшення міграції, смертності, захворюваності). Таким чином, дослідження трансформаційних змін на радіоактивно забруднених територіях України, які були під тимчасовою окупацією, є актуальним і потребує ґрунтового аналізу принаймні двох його складових – радіаційно-екологічної та медико-демографічної.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Як показав досвід ліквідації наслідків аварій на АЕС радіаційні викиди не знають кордонів і під їх ураження потрапляють як міста з багатотисячним населенням, так села з десятком мешканців [1]. На національному рівні результати радіаційно-екологічного моніторингу за станом довкілля на радіоактивно забруднених територіях (РЗТ) і досліджень щодо стану здоров'я їхніх жителів узагальнювалися до роковин аварії на ЧАЕС [2–5]. Відомо, що з часом радіаційна ситуація на значній частині територій кардинально покращилася [6]. Потужність дози гамма-випромінювання на поверхні ґрунту порівняно з 1986 р. знизилася у сотні разів. На більшості РЗТ в молоці та інших продуктах харчування з приватних господарств не реєструється або відмічається поступове зниження вмісту ¹³⁷Cs [2–5].

Зміни в радіологічному стані населених пунктів (НП) країни, які були визнані радіоактивно забрудненими внаслідок аварії на ЧАЕС, відображено в експертних висновках Національної комісії з радіаційного захисту України [7], які стали підставою до прийняття Урядом Закону України «Про внесення змін та визнання такими, що втратили чинність, деяких законодавчих актів України» від 28.12.2014 р. № 76-VIII та внесення змін до статті 2 Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи», а саме: виключено зону посиленого радіологічного контролю з переліку зон, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, та визнано, що радіоактивними залишаються 1 003 населених пункти (Волинська область – 166, Житомирська – 371,

Power Plant (ChNPP), all-weather rocket attacks on the specified areas and mining of civil infrastructure objects, forests, fields, and roads caused the destruction, fires, and transfer of radioactive substances. Accordingly the changes in contamination levels of both the environment and food products are possible, which significantly affects the living conditions of population. Changes in medico-demographic indices (intensified migration, increased mortality and morbidity) are inevitable. Thus, the study of transformational changes in the radioactively contaminated territories of Ukraine, which were under temporary occupation, is relevant and requires a thorough analysis of at least two of its components i.e. the radiation-ecological and medical-demographic ones.

REVIEW OF THE LATEST RESEARCH AND PUBLICATIONS

According to the experience of liquidating the consequences of accidents at nuclear power plants the radiation releases spread across any borders and make fallout both in cities with thousands of inhabitants and villages with a dozen of people [1]. At the national level the results of radiation and ecological monitoring of the environment in radioactively contaminated territories (RCT) and research of health status of their residents are generalized to each anniversary of the ChNPP accident [2–5]. It is known that the radiation situation in a significant part of the territories improves dramatically over time [6]. Compared to 1986 the dose of gamma radiation on the soil surface has decreased hundreds of times. A gradual decrease in the content of ¹³⁷Cs in milk and other food products from private farms or no radioactive contamination of these foodstuffs are registered in the most RCT [2–5].

Changes in radiological status of the Ukrainian settlements, which were designated as radioactively contaminated as a result of the ChNPP accident, are reflected in the expert opinions of the National Commission for Radiation Protection of Ukraine [7]. The last ones had been the basis for adoption by the Government of Ukraine of Law No. 76-VIII «On amending and recognizing as invalid certain legislative acts of Ukraine» dated 12.28.2014 and amending Article 2 of the Law of Ukraine «On the legal regime of the territory exposed to radioactive contamination as a result of the Chornobyl disaster». Namely, the zone of enhanced radiological control was excluded from the list of zones contaminated as a result of the Chornobyl disaster, and it was recognized that 1,003 settlements remain radioactive (166 in Volynska oblast, 371 in Zhytomyrska oblast, 122 in

Київська – 122, Рівненська – 274, Сумська – 2, Черкаська – 4, Чернігівська – 63, Чернівецька – 1) з 2 293 населених пунктів (дванадцяти областей).

Водночас радіаційний стан на РЗТ вирізняється мінливістю та значною нерівномірністю розподілу чорнобильських радіоактивних випадань, що визначає умови проживання населення і можливість ведення будь-якої діяльності. Тому цілком ймовірним є припущення, що після деокупації територій Житомирської, Київської та Чернігівської областей їхнє населення, як і за часів аварії, переважно буде користуватися продуктами місцевого виробництва. Отже, харчовий ланцюг ґрунт → рослини → тварини → продукція тваринництва може нести небезпеку опромінення. За умов надання більших повноважень органам місцевого самоврядування (децентралізації) вкрай важливо забезпечити новостворені об'єднані територіальні громади актуальною, науково-достовірною інформацією щодо радіологічного стану територій та величин доз опромінення мешканців окремих населених пунктів для підтримки прийняття рішень щодо оптимізації протирадіаційного та соціального захисту місцевого населення; можливості безпечного проживання на цих територіях та їх господарського використання з метою відродження та соціально-економічного розвитку (наприклад залучення інвестицій, створення нових робочих місць тощо).

Медико-демографічна ситуація на РЗТ є достатньо дослідженою проблемою. Показано, що вона не є сталою [8]. Знелюднення і занепад населених пунктів відбувалися як в межах 10-км зони ЧАЕС, так і поза нею [9]. Виявлено несприятливі зміни кількісних і вікових характеристик населення у прилеглих до АЕС районах [10]. Доведено, що демографічні втрати на РЗТ обумовлені як міграційним рухом, так і природнім [11]. Стан здоров'я осіб, що зазнали опромінення від джерел іонізуючого опромінення техногенного походження, та їхніх нащадків, має тенденцію до погіршення і відрізняється за рівнем та структурою захворюваності, смертності та інвалідності від стану здоров'я населення умовно чистих територій [12]. Згідно з дослідженнями [13] п'ять років тому найкращий демографічний потенціал мали Рокитнівський і Сарненський райони Рівненської області, найгірший – Козелецький та Ріпкинський Чернігівської області¹.

Kyivska oblast, 274 in Rivnenska oblast, 2 in Sumska oblast, 4 in Cherkaska oblast, 63 in Chernihivska oblast, and 1 in Chernivetska oblast) out of 2,293 settlements (in twelve oblasts).

At the same time, the radiation situation in RCT is characterized by variability and significant uneven distribution of the Chernobyl radioactive fallout, which determines the living conditions of population and possibility of conducting any activity. Therefore, it is quite likely to assume that after the de-occupation of the territories of Zhytomyr, Kyiv and Chernihivska oblasts their population, as after the ChNPP accident, will mainly consume the locally produced food products. Therefore, the food chain of soil → plants → animals → livestock products can bring the risk of exposure. Under conditions of granting the greater powers to local self-government bodies (decentralization) it is extremely important to provide the newly created united territorial communities with an up-to-date scientifically reliable information about the radiological state of territories and values of radiation doses in the residents of individual settlements to support the decision-making regarding optimization of anti-radiation and social protection of local population, possibility of safe living in these territories and their economic use for the purpose of revival and socio-economic development (e.g. rising investments, creating new jobs, etc.).

The medico-demographic situation at the RCT is a well-studied issue. It is not stable as has been shown [8]. Depopulation and stagnation of settlements occurred both within the ChNPP 10-km zone and outside it [9]. Unfavorable changes in the numerical and age characteristics of population in the adjacent to NPP areas have been revealed [10]. It has been proven that demographic losses in radioactively contaminated territories are due to both migratory movements and natural reasons [11]. The state of health of persons exposed to the man-made ionizing radiation sources and their descendants tends to deteriorate and differs in the level and structure of morbidity, mortality and disability from the state of health of population of conditionally clean areas [12]. According to study results [13] Rokytnivskyi and Sarnenskyi districts of Rivnenska oblast five years ago have featured the best demographically reproductive potential, while the worst one was peculiar to Kozeletskyi and Ripkynskyi districts of Chernihivska oblast¹.

¹Тут і далі з метою кращого сприйняття тексту назви районів подаються за адміністративно-територіальним поділом, який існував під час Чорнобильської аварії та 30-річного постчорнобильського періоду.

¹For better understanding the names of districts are given here and below according to the administrative-territorial division that existed during the Chernobyl accident and the 30-year post-Chernobyl period.

Козелецький та Ріпкинській райони Чернігівської області було визнано радіоактивно забрудненими в результаті аварії на ЧАЕС у 1986 р., а Корюківський, Новгород-Сіверський, Семенівський, Сосницький, Чернігівський – на початку 90-х років. Радіаційна ситуація на сільськогосподарських угіддях поліської частини області поступово стабілізується, але місцями продовжує існувати підвищений рівень радіаційного опромінення населення, що вимагає проведення спеціальних контрзаходів, спрямованих на зниження рівня забруднення сільськогосподарської продукції радіонуклідами [14]. На даний час критичними продуктами щодо забруднення їх ^{137}Cs є молоко і гриби, ^{90}Sr – лісові лікарські рослини та ягоди.

У Чернігівській області розпочалася і формувалася депопуляція задовго до Чорнобильської катастрофи [15]. У 1990 р. демографічна ситуація була гіршою порівняно з Житомирською, Київською та Рівненською областями [16]. Зокрема, у НП Козелецького та Ріпкинського районів Чернігівської області, які згідно з рівнями радіоактивного забруднення було віднесено до зони безумовного (обов'язкового) відселення, частка пенсіонерів становила 49,7 %, а частка дітей віком до 15 років – 16,1 %. Серед потенційних переселенців 71–72 % зовсім не мали дітей. Питома вага сімей, які об'єднували осіб пенсійного віку, була 39,5 %. Потенційними учасниками природного відтворення населення могли бути лише сім'ї із 4–5 осіб і більше (приблизно 25 %).

МЕТА

Визначити сучасні радіаційно-екологічні та медико-демографічні параметри територій Чернігівської області України, що були визнані радіоактивно забрудненими внаслідок аварії на ЧАЕС, і оцінити їхні зміни за післяаварійний період.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ

Об'єктом дослідження були показники забруднення об'єктів довкілля (грунти, продукти харчування), чисельності та структури, природного та міграційного руху населення радіоактивно забруднених територій Чернігівської області України (Козелецький, Корюківський, Новгород-Сіверський, Ріпкинський, Семенівський, Сосницький, Чернігівський райони).

Kozeletskyi and Ripkynskyi districts of Chernihivska oblast were recognized as radioactively contaminated as a result of the ChNPP accident in 1986, while Koriukivskyi, Novhorod-Siverskyi, Semenovskiy, Sosnytskyi, and Chernihivskiy ones – in the early 1990s. The radiation situation on agricultural lands of the Polissya part of the oblast is gradually stabilizing, but in some places a high level of radiation exposure of population remains, requiring implementation of specific countermeasures aimed at reducing the levels of radionuclide contamination of agricultural products [14]. Currently, milk and mushrooms are critical products in terms of their ^{137}Cs contamination, while forest medicinal plants and berries are critical regarding the ^{90}Sr content.

The depopulation in Chernihivska oblast had begun and shaped long before the Chornobyl disaster [15]. In 1990 the demographic situation there was worse compared to Zhytomyrska, Kyivska, and Rivnenska oblasts [16]. In particular, in the settlements of Kozeletskyi and Ripkynskyi districts of Chernihivska oblast, which according to the levels of radioactive contamination were assigned to the zone of unconditional (mandatory) resettlement, the share of pensioners was 49.7 %, and the share of children under the age of 15 was 16.1 %. Among potential migrants the 71–72 % had no children at all. The specific weight of families that united persons just of retirement age was 39.5 %. Only families of 4 people or more (approximately 25 %) could be potentially capable for the natural reproduction of population.

OBJECTIVE

To determine the current radiation-ecological and medical-demographic parameters of the territories of Chernihivska oblast of Ukraine, which were recognized as radioactively contaminated as a result of the ChNPP accident, and to assess their changes in the post-accident period.

OBJECTS AND METHODS

Parameters of contamination of the natural environments (soil, food products), and also number, structure, natural and migratory movement of population of radioactively contaminated territories of Chernihivska oblast of Ukraine (Kozeletskyi, Koriukivskyi, Novhorod-Siverskyi, Ripkynskyi, Semenovskiy, Sosnytskyi, and Chernihivskiy districts) were the study object.

Відповідно до мети вирішували такі завдання:

- > дослідження наявних джерел інформації щодо сучасних радіаційно-екологічних і медико-демографічних параметрів РЗТ області;
- > аналіз результатів радіоекологічного моніторингу вмісту радіонуклідів у об'єктах довкілля (грунт, молоко та картопля місцевого виробництва) області;
- > оцінка рівнів опромінення населення у різні часові періоди після аварії на ЧАЕС;
- > аналіз чисельності та структури населення (станом на початок 1986 та 2021 рр.) і показників природного та міграційного руху (1986 та 2020 рр.);
- > окреслення сучасних проблем у медико-демографічній ситуації районів, що були радіоактивно забруднені внаслідок аварії на ЧАЕС;
- > оцінка змін медико-демографічних показників за післяаварійний період.

В дослідженні використано статистичні дані Чернігівського регіонального представництва Державної служби статистики України. Враховуючи, що на час аварії на ЧАЕС м. Новгород-Сіверський входило до Новгород-Сіверського району, а внаслідок адміністративно-територіальних перетворень з 2020 р. по ньому статистична інформація подається окремо, нами для зручності порівняння зроблено відповідні перерахунки показників згідно методик [17] та орієнтуючись на попередні адміністративні межі.

Аналіз показників забруднення об'єктів довкілля (грунти, продукти харчування) здійснено на підставі даних Департаменту екології та природних ресурсів Чернігівської обласної державної адміністрації (<https://eco.cg.gov.ua>) та Центрального еколого-дозиметричного реєстру (ЦЕДР) Державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) (близько 1,5 тис. вимірювань щільності випадінь ^{137}Cs та ^{90}Sr на поверхні ґрунту в населених пунктах області та понад 44 тис. вимірювань вмісту цих радіонуклідів у молоці та картоплі, вироблених у приватних домогосподарствах мешканців у 1986–2013 рр.). Дані щодо щільності забруднення ^{137}Cs ґрунтів населених пунктів Чернігівської області у 2022 р. отримано розрахунковим шляхом, базуючись на вимірюваннях 1986–1991 рр., без врахування наслідків воєнних дій.

Застосовано загальнонаукові, математико-статистичні, графічні, картографічні, програмно-технологічні методи дослідження.

Pursuant to the objective the following tasks were solved:

- > research of available sources of information on contemporary radiation-ecological and medico-demographic parameters of RCT in the oblast;
- > analysis of the results of radioecological monitoring of radionuclide content in the oblast natural environments (soil, milk and locally produced potatoes);
- > assessment of population exposure levels in different time periods after the ChNPP accident;
- > analysis of the number and structure of population (as of the beginning of 1986 and 2021) and indices of its natural and migratory movement (in 1986 and 2020);
- > outlining of current problems in the medical and demographic situation of the districts radioactively contaminated as a result of the ChNPP accident;
- > assessment of changes in health and demographic indices in the post-accident period.

Statistical data from the Chernihiv regional office of the State Statistics Service of Ukraine were used in the study. Taking into account that at the time of ChNPP accident the city of Novhorod-Siverskyi was a part of the Novhorod-Siverskyi district, but upon administrative and territorial transformations in 2020 the statistical information on it is presented separately, we have made the corresponding calculations of parameters according to the methods [17] and focusing on the previous administrative boundaries for ease of comparisons.

The analysis of parameters of contamination of natural environments (soils, foodstuffs) was carried out using data of the Department of Ecology and Natural Resources of the Chernihiv Regional State Administration (<https://eco.cg.gov.ua>) and the Central Environmental Dosimetric Register (CEDR) of the State institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (NRCRM) (about 1.5 thousand measurements of ^{137}Cs and ^{90}Sr deposition density on soil surface in the populated areas of the oblast and more than 44 thousand measurements of these radionuclides' content in milk and potatoes produced in private households of residents in 1986–2013). Data on the ^{137}Cs soil contamination density in populated areas of Chernihivska oblast in 2022 were obtained by calculation, based on 1986–1991 measurements, without taking into account the consequences of warfare.

General scientific, mathematical-statistical, graphic, cartographic, and software-technological research methods are applied.

РЕЗУЛЬТАТИ

Радіаційно-екологічні параметри

Станом на початок 2022 р. радіаційна ситуація на РЗТ Чернігівської області порівняно з 1986 р. покращилася (рис. 1), а саме: внаслідок прояву природних процесів (фізичного розпаду радіонуклідів, їх фіксації і перерозподілу в різних компонентах довкілля та ін.), здійснення комплексу контрзаходів, спрямованих на зниження доз опромінення і створення радіаційно-безпечних умов проживання громадян на забруднених територіях. Позитивний вплив мав і біологічний винос радіонуклідів з біомасою рослин, яка відчувувалась з даної території.

Останнім часом контроль за рівнем радіаційного забруднення на Чернігівщині проводився в рамках державної програми «Радіологічний захист населення та екологічне оздоровлення території, що зазнала радіоактивного забруднення». Перевірку продукції агровиробництва, питної води, березового соку, ягід, грибів тощо здійснювали у НП Семенівського, Чернігівського, Сосницького, Корюківського та Ріпкинського районів, які віднесені до зони гарантованого добровільного відселення.

Відповідно до доповідей за 2016–2020 рр. про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області [18] радіаційний стан територій досліджуваних територій був стабільним і формувався переважно під впливом довгоживучих радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr . Дослідження показали, що вміст радіонуклідів у сільськогосподарській і лісовій продукції – у межах норми (упродовж 2020 р. було відібрано та перевірено 2 481 проб зразків сільськогосподарської та лісової продукції, у 2019 р. – 3 323, у 2018 р. – 3 209, 2016 р. – 4 005).

У ННЦРМ спостереження за щільністю забруднення ґрунту та рівнями забруднення рослинної продукції радіонуклідами проводяться з 1986 р. [2–5, 19–23]. Вивчались закономірності формування індивідуальних та середньогрупових (територіальних, професійно-вікових) доз опромінення населення залежно від радіоекологічних факторів і умов проживання, а також від контрзаходів, що проводились. Отримана в ході досліджень інформація вносились до баз даних, які з часом були об'єднані у ЦЕДР.

За даними ЦЕДР [21], щільність забруднення ґрунтів ізотопами цезію (рис. 1) лише в с. Локотків Чернігівського району перевищує нижню межу зони гарантованого добровільного відселення [22], яка становить $185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ ($5 \text{ Ki}\cdot\text{km}^{-2}$). Відразу після аварії таких сіл було 8. Майже в 2 рази (з 118 до 52)

RESULTS

The radiation and environmental parameters

As of the beginning of 2022 the radiation situation on RCT in Chernihivska oblast has improved compared to 1986 (Fig. 1) as a result of the natural processes (physical decay of radionuclides, their fixation and redistribution in various environmental components, etc.), and implementation of a set of countermeasures aimed at reducing of radiation doses and creating radiation-safe living conditions for citizens in contaminated territories. The biological removal of radionuclides with the plant biomass disposed from this territory also had a positive effect.

Recently the monitoring of radiation contamination levels in Chornihiv oblast was carried out within framework of the state program «Radiological protection of population and ecological improvement of territories exposed to radioactive contamination». Inspection of agricultural products, drinking water, birch sap, berries, mushrooms, etc. was carried out in the settlements of Semenivskiy, Chernihivskiy, Sosnytskyi, Koriukivskiy, and Ripkynskiy districts, which are attributed to the zone of guaranteed voluntary resettlement.

According to reports for 2016–2020 on the state of the natural environment in Chernihivska oblast [18] the radiation situation in the studied territories was stable being formed mainly due to the long-lived radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr . Studies have shown that the radionuclide content in agricultural and forest products was within normal range (2,481 samples of agricultural and forest products were collected and tested in 2020, 3,323 – in 2019, 3,209 – in 2018, and 4,005 – in 2016).

Observations of the soil contamination density and levels of contamination of plant products with radionuclides have been carried out in the NRCRM since 1986 [2–5, 19–23]. The patterns of formation of individual and average-group (territorial, age-occupational) radiation doses in population depending on radio-ecological factors and living conditions, as well as on countermeasures carried out, were studied. The obtained information was entered into databases, which were eventually merged in the CEDR.

According to the CEDR data [21] the density of soil contamination with cesium isotopes (Fig. 1) exceeded the lower limit for the zone of guaranteed voluntary resettlement [22], which is $185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ ($5 \text{ Ki}\cdot\text{km}^{-2}$), only in the village of Lokotkiv in Chernihivska oblast. Immediately after the accident,

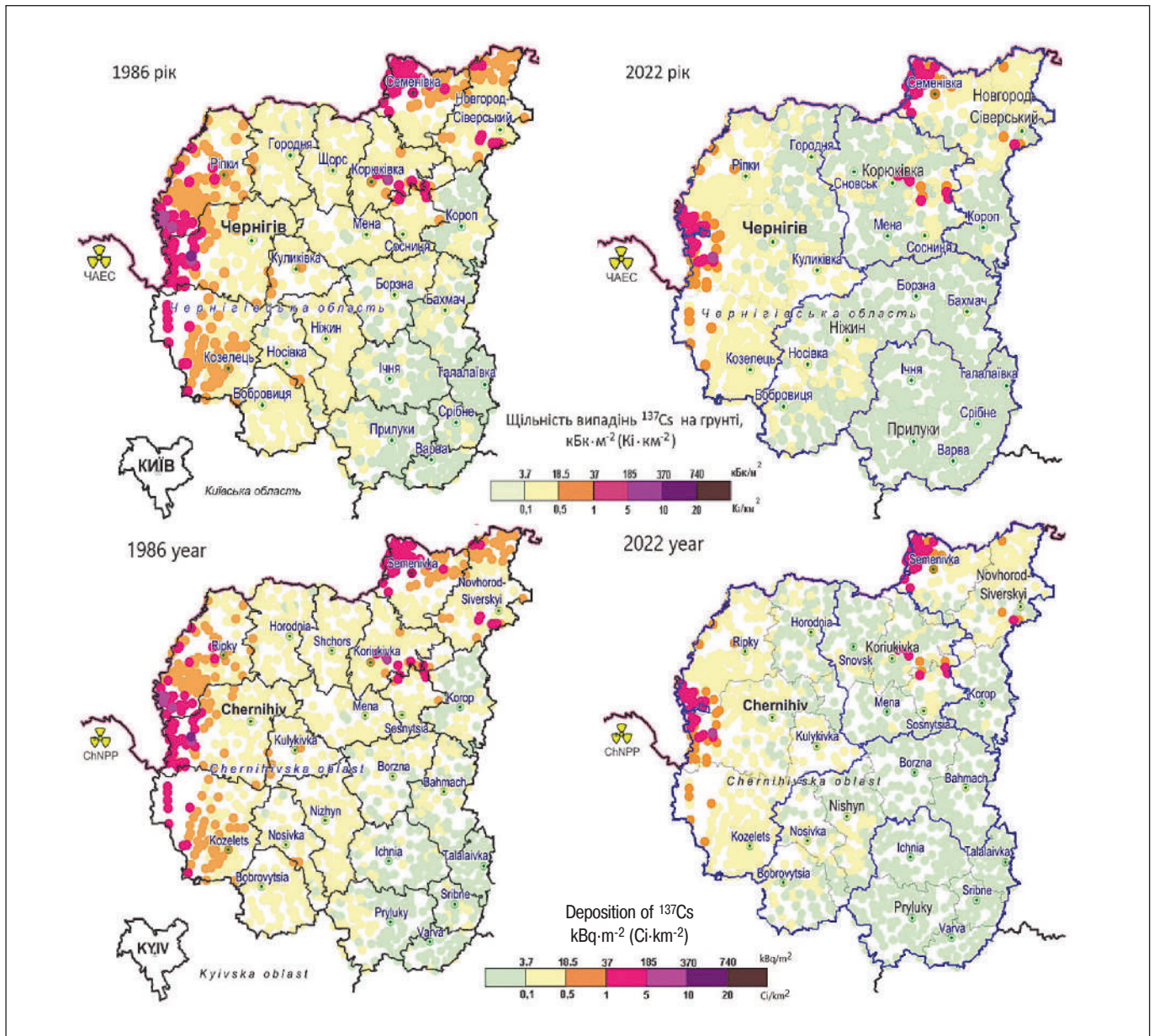


Рисунок 1. Щільності забруднення ^{137}Cs ґрунтів населених пунктів Чернігівської області у 1986 та 2022 рр.

Адміністративно-територіальний поділ подано відповідно до існуючого на дату відображення; результати 2022 рр. отримано розрахунковим шляхом, базуючись на вимірюваннях 1986–1991 років.

Джерело. Дані ННЦРМ.

Figure 1. Density of ^{137}Cs soil contamination in Chernihivska oblast settlements in 1986 and 2022

The territorial-administrative division presented as actual on date of display; results of 2022 were obtained by calculation, based on measurements of 1986–1991.

Source. The NRCRM data.

зменшилась кількість НП, які за рівнем забруднення ґрунту радіоцезієм знаходяться в межах $37\text{--}185\text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ (відповідає колишній зоні посиленого радіологічного контролю).

Відомо, що іншим важливим параметром, який впливає на дозу опромінення населення РЗТ, є концентрація радіонуклідів, зокрема ^{137}Cs та ^{90}Sr , у продуктах харчування. За даними ЦЕДР загальний обсяг вимірювань вмісту ^{137}Cs у молоці приватних господарств області, виконаних у

there were 8 such villages. The number of settlements, where the level of soil contamination with radiocesium was in the range of $37\text{--}185\text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ (corresponding to the former zone of enhanced radiological control) has decreased by almost 2 times (from 118 to 52).

Concentration of radionuclides, ^{137}Cs and ^{90}Sr in particular, in food products is the another important parameter influencing the radiation doses in RCT population. According to the CEDR data, the total number of ^{137}Cs content measurements in milk sam-

1991–2013 рр., становив близько 39 тис., у картоплі – 11 тис. Кількість вимірювань ^{90}Sr у молоці та картоплі досягла відповідно 3 тис. та 1,5 тис. Більшість вимірювань ^{137}Cs (~ 70 %) було зроблено у період 1991–2000 рр., починаючи з 2001 р. обсяги моніторингу скорочувались. У 2013 р. кількість НП, де проводився молочний моніторинг, дорівнювала 15, на відміну від 1991 р. (майже 800).

Середня концентрація ^{137}Cs в молоці (рис. 2) за весь період спостережень здебільшого не перевищувала 50 Бк·л⁻¹. Тільки у 1994 р. цей показник досягав 57 Бк·л⁻¹. Найбільший вміст радіоцезію виявлено у молоці Семенівського та Чернігівського районів. Максимальні рівні забруднення молока в них спостерігались у 1995 р. і становили відповідно 497 та 737 Бк·л⁻¹. Проте в окремих НП цих районів навіть у 2007 р. концентрація ^{137}Cs перевищувала допустимий рівень 100 Бк·л⁻¹ [24]. За період 1991–2013 рр. вміст радіоцезію в молоці зменшився у середньому в 1,5–4,5 раза.

Середня концентрація ^{137}Cs у картоплі приватних домогосподарств за весь період спостережень була у 5–10 разів меншою, ніж у молоці (рис. 2). Лише в окремих НП Козелецького та Новгород-Сіверського районів у перші роки спостережень вміст радіоцезію в картоплі перевищував допустимий рівень 60 Бк·кг⁻¹. Починаючи з 1995 р., рівні забруднення картоплі ^{137}Cs не перевищували 25 Бк·кг⁻¹.

Виявлено значні розходження у часовій динаміці забруднення молока ^{90}Sr порівняно з ^{137}Cs у період 1991–2013 рр. У деяких районах період монотонного спадання концентрації радіостронцію у 1995–2000 рр. змінився зростанням. Це пояснюється поступовим вивільненням ^{90}Sr з паливних частинок і підвищенням його біодоступності для поглинення рослинністю, яка споживається коровами.

Реконструкція доз опромінення населення, постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС, у Чернігівській області розпочалась з 1991 р. в рамках Програми загальнодозиметричної паспортизації населених пунктів України. Дозові розрахунки базувалися на результатах щорічних вимірювань забруднення радіоцезієм молока та картоплі, вироблених у тих НП, що були визначені Постановою Кабінету Міністрів України № 106 [25]. Паспортні дози призначались для обґрунтування рішень, що приймалися державними та місцевими органами влади згідно з чинним законодавством, і тому мали достатньо високий рівень консервативності.

ples from private farms in the region, performed in 1991–2013, was about 39,000, and in potato – 11,000. The number of ^{90}Sr measurements in milk and potato samples reached 3,000 and 1,500, respectively. Most of the ^{137}Cs measurements (~ 70 %) were made in the 1991–2000 period. Since 2001 the scope of monitoring decreased. There were 15 settlements where milk monitoring was carried out in 2013 in contrast to about 800 in 1991.

The average concentration of ^{137}Cs in milk (Fig. 2) for the entire period of observation mostly did not exceed 50 Bq·l⁻¹. Only in 1994 this value reached 57 Bq·l⁻¹. The highest content of radiocesium was found in milk from Semenivskiy and Chernihivskiy districts. The maximum levels of milk contamination in them were observed in 1995 amounting to 497 and 737 Bq·l⁻¹, respectively. However, even in 2007 the concentration of ^{137}Cs exceeded the permissible level of 100 Bq·l⁻¹ in some settlements of these districts [24]. During 1991–2013 the content of radiocesium in milk decreased by an average of 1.5–4.5 times.

The average concentration of ^{137}Cs in potato from private households over the entire period of observation was 5–10 times lower than in milk (Fig. 2). Only in certain settlements of Kozeletskiy and Novhorod-Siverskiy districts the content of radiocesium in potato exceeded the permissible level of 60 Bq·kg⁻¹ in the first years of observation. Since 1995 the levels of ^{137}Cs contamination of potato did not exceed 25 Bq·kg⁻¹.

Significant differences were found in the time patterns of ^{90}Sr and ^{137}Cs contamination of milk in the period of 1991–2013. In some districts the monotonous decline in radiostrontium concentration within 1995–2000 had later turned to increase, that was explained by the gradual release of ^{90}Sr from fuel particles and its increased bioavailability for absorption by vegetation consumed by cows.

The reconstruction of radiation doses in population affected by the ChNPP accident in Chernihivska oblast was launched in 1991 as a part of the Program for general dosimetric certification of the settlements of Ukraine. Dose calculations were based on the results of annual measurements of radiocesium contamination of milk and potato produced in the settlements specified in Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 106 [25]. The passport doses were intended to justify the decisions made by the state and local authorities in accordance with current legislation, and therefore had been of high enough level of conservatism. They are the weighted averages according to occupational and age structure of the settle-

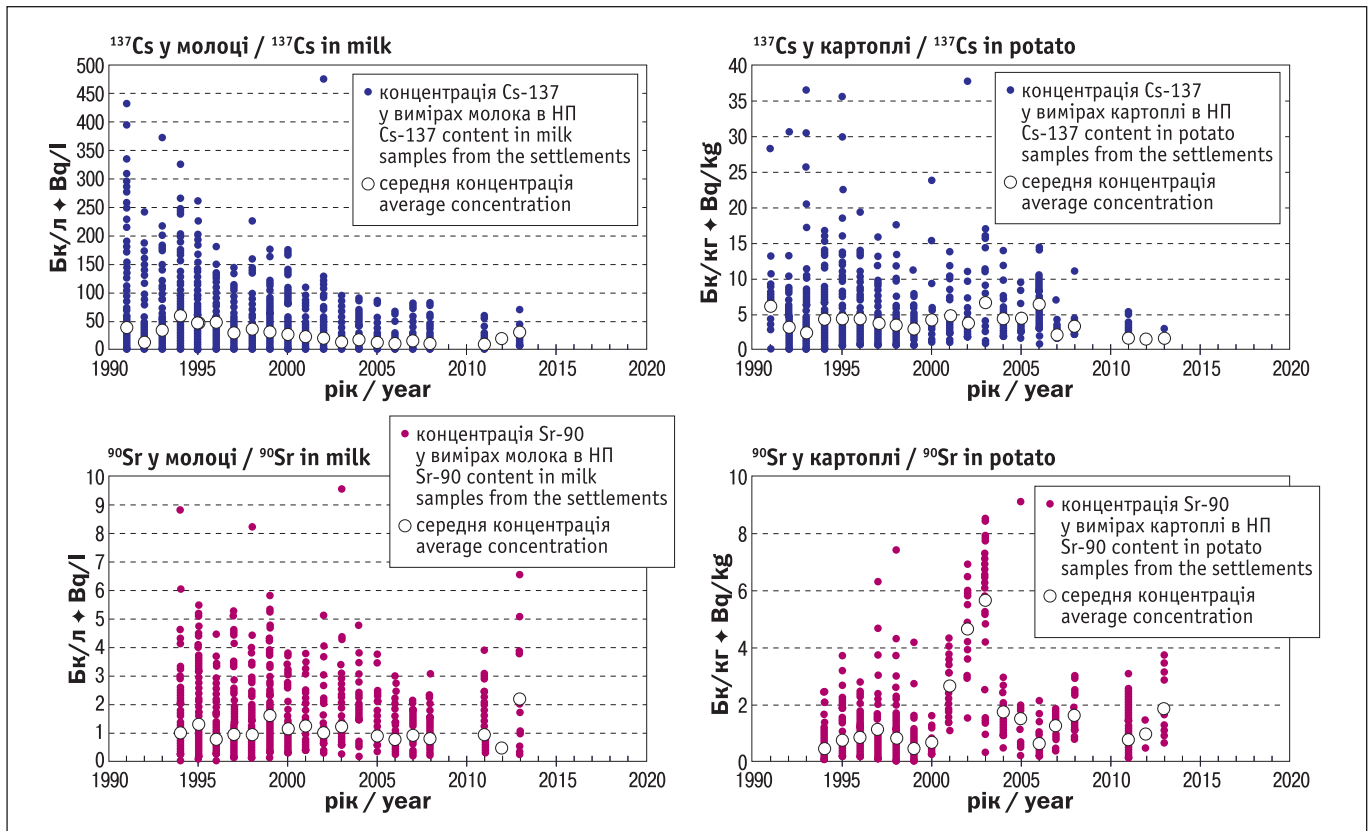


Рисунок 2. Динаміка вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr в молоці та картоплі за результатами вимірювань в Чернігівській області

Джерело. Дані ННЦРМ.

Figure 2. Time pattern of ^{137}Cs and ^{90}Sr content in milk and potato according to results of measurements in Chernihivska oblast settlements

Source. The NRCRM data.

Вони є середньозваженими за професійно-віковою структурою мешканців НП (окремо для міської та сільської місцевостей). Роботи, виконані в рамках дозиметричної паспортизації, є безпрецедентними як за своїми масштабами, так і за тривалістю радіоекологічного та дозиметричного моніторингу [20].

Під час радіоекологічного моніторингу 1991–1994 рр. паспортні дози були розраховані для 793 НП 18 районів Чернігівської області (табл. 1). Це дало змогу визначити села, що найбільш постраждали від чорнобильського радіаційного викиду. У наступні роки паспортні дози щорічно розраховувались для ~280 НП. Після 2011 р. обсяги моніторингу значно скоротились. У 2012 р. було паспортизовано 2 НП, у 2013 (останній рік офіційного проведення паспортизації) – 14 НП.

Протягом 1991–2013 рр. відносна кількість НП, для яких паспортна доза не перевищувала $0,5 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$, збільшилась приблизно на 30 % (табл. 2). Тобто, вже у 2011 р. всі паспортизовані НП за величиною паспортної дози фактично знаходились поза межею зон радіоактивного забруднення, визначених законодав-

ments' population (separately for urban and rural areas). The work performed within framework of dosimetric certification was unprecedented both in terms of its scale and duration of radioecological and dosimetric monitoring [20].

The passport doses were calculated for 793 settlements in 18 districts of Chernihivska oblast during the radioecological monitoring in 1991–1994 (Table 1), which made it possible to determine the villages most affected by the Chernobyl radioactive fallout. In subsequent years the passport doses were calculated annually for ~280 settlements. After 2011 the scope of monitoring decreased significantly. In 2012 the 2 settlements were passported, in 2013 (the last year of official passportization) there were 14 of them.

During 1991–2013 the relative number of settlements for which the passport dose did not exceed $0.5 \text{ mSv}\cdot\text{year}^{-1}$ increased by approximately 30 % (Table 2). That is, already in 2011 all the passported settlements in terms of the passport doses were actually outside the borders of radioactive contamination

Таблиця 1

Кількість НП з вимірами та середньорайонні паспортні дози, усереднені за періодами після аварії на ЧАЕС

Table 1

Number of settlements where measurements were made and average by districts passport dose values averaged by time periods upon the ChNPP accident

Район / District	Кількість НП з вимірами Number of settlements with measurements			Паспортна доза, усереднена за період, мЗв/рік Passport dose averaged by the period, mSv/year		
	1991–1994	1995–2000	2001–2011	1991–1994	1995–2000	2001–2011
	Бахмацький / Bakhmachskyi	4	–	–	0.19	–
Бобровицький / Bobrovytskyi	40	–	–	0.19	–	–
Борзнянський / Borznenskyi	27	–	–	0,08	–	–
Варвинський / Varvynskyi	9	–	–	0,08	–	–
Ічнянський / Ichnyanskyi	50	–	–	0.10	–	–
Козелецький / Kozeletskyi	82	40	40	0.30	0.39	0.13
Коропський / Koropskyi	5	–	–	0.14	–	–
Корюківський / Koriukivskyi	72	33	28	0.21	0.24	0.19
Куликівський / Kulykivskyi	13	–	–	0,20	–	–
Новгород-Сіверський / Novhorod-Siverskyiyi	69	4	4	0.17	0.55	0.26
Носівський / Nosivskyi	22	–	–	0.17	–	–
Прилуцький / Prylutskyi	56	–	–	0.09	–	–
Ріпкинський / Ripkynskyi	102	76	71	0.45	0.34	0.18
Семенівський / Semenivskyi	72	68	51	0.52	0.39	0.33
Сосницький / Sosnytskyi	41	7	7	0.16	0.25	0.16
Срібнянський / Sribnyanskyi	18	–	–	0.07	–	–
Талалаївський / Talalaivskyi	2	–	–	0.10	–	–
Чернігівський / Chernihivskyi	109	50	42	0.47	0.43	0.23
Вся область / The entire oblast	793	278	243	–	–	–

Примітка. Джерело: дані ННЦРМ.
Note. Source: the NRCRM data.

ством України. При цьому за весь період спостережень були відсутні НП, паспортна доза яких перевищувала б значення $5 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$, що є межею зони безумовного (обов'язкового) відселення. Після 2002 р. в області також були відсутні НП з паспортною дозою від 1 до $5 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ (зона гарантованого добровільного відселення). Через особливі умови проведення паспортизації у 2012 та 2013 рр., коли відбирались НП з найбільшими рівнями забруднення молока приватних господарств, лише в одному НП (с. Савинки Корюківського району) було визначено паспортну дозу в інтервалі від 0,5 до $1 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Відповідно до величини паспортної дози найбільшого опромінення зазнали мешканці Семенівського, Чернігівського та Ріпкинського районів (табл. 1). Усереднена по всіх НП за період 1991–1994 рр. паспортна доза цих районів наближалась до $0,5 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$. Максимальні дози у цей період оцінені для жителів с. Блешня ($3,8 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$) Семенівського району, с. Завод ($4,5 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$) та с. Локотьків ($4,1 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$, нині відселене) Чернігівського району, с. Гуньківка ($2,5 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$) та

zones defined by the legislation of Ukraine. At the same time, during the entire observation period there were no settlements where the passport dose exceeded the value of $5 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$, i.e. the limit for zone of unconditional (mandatory) resettlement. After 2002 there were also no settlements with a passport dose of 1 to $5 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$ (zone of guaranteed voluntary resettlement) in the region. Due to the specific circumstances of passportization in 2012 and 2013, when the settlements with the highest levels of milk contamination from private farms were selected, only in one settlement (the village of Savinka, Koriukivskyi district) the passport dose was established in a range of 0.5 to $1 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$.

According to the passport dose value the residents of Semenivskyi, Chernihivskyi, and Ripkynskyi districts had been subject to the highest exposure (Table 1). Averaged over all the settlements passport dose in these areas for the 1991–1994 period was close to $0.5 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$. The maximum doses during this period were estimated for the residents of village Bleshnya ($3.8 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$) of Semenivskyi district, village Zavod ($4.5 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$) and village Lokotkiv ($4.1 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$, now depopulated) in Chernihivskyi district, village Gunkivka ($2.5 \text{ mSv} \cdot \text{year}^{-1}$)

Таблиця 2

Розподіл радіоактивно забруднених населених пунктів Чернігівської області за величиною паспортної дози, 1991–2013 рр.

Table 2

Distribution of contaminated settlements in Chernihivska oblast by the passport dose values in 1991–2013

Рік / Year	Кількість НП з моніторингом Number of settlements with monitoring	Відносна кількість (%) НП з паспортною дозою (мЗв на рік) Relative number (in %) of settlements with passport dose (mSv per year)			
		≤ 0,5	0,5–1	1–5	> 5
1991	347	69	17	14	0
1992	573	95,7	2,6	1,7	0
1993	275	72,4	19	7,6	0
1994	176	55	32	14	0
1995	277	61,3	30	8,7	0
1996	239	61,7	35	3,3	0
1997	240	73,3	25	1,7	0
1998	240	73,1	24	2,9	0
1999	238	78,7	20	1,3	0
2000	238	84,2	12	3,8	0
2001	236	82,6	17	0,4	0
2002	219	89,9	7,8	2,3	0
2003	232	91,8	8,2	0	0
2004	224	89	11	0	0
2005	227	95,2	4,8	0	0
2006	220	97,3	2,7	0	0
2007	220	92,3	7,7	0	0
2008	216	94,9	5,1	0	0
2011	197	100	0	0	0
2012 ¹	2	100	0	0	0
2013 ¹	14	92,9	7,1	0	0

Примітки, ¹Особливі умови відбору НП для проведення моніторингу порівняно з попередніми роками, Джерело: дані ННЦРМ.
Notes, ¹Special conditions of settlements' selection for monitoring compared to the previous years, Source: the NRCRM data.

с. Комарівка (4,3 мЗв·рік⁻¹) Ріпкинського району. В інших районах усереднена паспортна доза не перевищувала 0,3 мЗв·рік⁻¹.

Після 1994 р. паспортні дози вище 0,5 мЗв·рік⁻¹ отримали також мешканці чотирьох сіл Новгород-Сіверського району (Будище, Гірки, Дегтярівка та Пушкарі).

Дані щодо радіаційного забруднення довкілля Чернігівської області та продуктів харчування після лютого 2022 р. відсутні. Показано, що після російської окупації небезпек на ЧАЕС і прилеглих територіях стало більше [26, 27] і, ймовірно, стан РЗТ Чернігівщини зазнав істотних змін. Численні маневри військової техніки, влучання снарядів, пожежі та оборонні заходи призвели до винесення радіонуклідів з глибоких шарів ґрунту та змінили їх поверхневий розподіл. Таким чином, з початком воєнних дій нагальною стала потреба у дослідженні радіоекологічного стану територій північних районів Чернігівської області, розташованих поблизу кордонів з Російською Федерацією і Білоруссю, які знаходились під окупацією навесні 2022 р. та, ймовірно, зазнали

and village Komarivka (4.3 mSv·year⁻¹) of Ripkynskiy district. The average passport dose in other districts did not exceed 0.3 mSv·year⁻¹.

After 1994 the passport doses above 0.5 mSv·year⁻¹ were also received by residents of the four villages of Novhorod-Siverskyi district (Budyshe, Girky, Degtyarivka, and Pushkari villages).

There are no data on contamination of the Chernihivska oblast environment and food products after February 2022. It is shown that after the RF military invasion and occupation the scope of hazards at the ChNPP and surrounding territories have increased [26, 27] and, probably, the state of the RCT of Chernihivska oblast has been changed. Numerous maneuvers of military vehicles, projectile hits, fires, and defense measures have led to subtraction of radionuclides from deep soil layers and have changed their surface distribution. Thus, with the beginning of warfare an urgent need emerged to investigate the radioecological state of territories of the northern districts of Chernihivska oblast, located near the border with RF and Belarus, and been under occupation in spring of 2022, thereby probably exposed to significant

значного додаткового опромінення. Проте, для уточнення теперішньої ситуації потрібні додаткові вимірювання з використанням сучасних методик і приладів, а відповідна інфраструктура області зазнала втрат (матеріальних та людських).

Медико-демографічні параметри

Станом на початок 2021 р. сукупна чисельність жителів семи досліджуваних районів Чернігівської області складала понад 200,0 тис. осіб [28], що становить 20,7 % від населення області. Порівняно з 1986 р. у 2020 р. найбільш суттєво скоротилась людність Козелецького (-38,8 тис. осіб), Чернігівського (-26,6 тис. осіб) та Ріпкинського (-23,6 тис. осіб) районів (рис. 3). У цілому за постчорнобильський період радіаційно забруднені райони втратили в загальній сукупності майже половину своїх жителів з найменшими втратами людності у відсотках у Чернігівському та Корюківському районах (понад 34 %).

В усіх досліджуваних районах у населенні переважають жінки: 53,2 (Сосницький район) – 54,7 % (Козелецький та Ріпкинський райони), що притаманно як населенню країни (53,7 %), так і області (54,5 %) [28]. Особливо помітний дисбаланс на користь жінок після 65 років, коли їх співвідношення стає 3:1.

Сучасну структуру мешканців досліджуваних районів за основними віковими групами у порівнянні з обласними даними представлено на рис. 4.

У 2020 р. найменша частка осіб у працездатному віці була у Чернігівському районі (62,9 %), а найбільша – у Новгород-Сіверському (66,6 %). Порівняно з загальнообласними показниками Корюківський і Чернігівський райони мають більші частки жителів молодше працездатного віку (дітей у віці 0–14 років), Сосницький, Семенівський та Козелецький райони – близькі, решта – менші. Найбільш «старим» (частка осіб віком 65 років і старше в загальній кількості населення перевищує 23,4 %) є населення Ріпкинського району. Середній вік населення становив від 43,4 року (Семенівський район) до 45,9 року (Корюківський район) при загальнообласному показнику – 44,1 року. Порівняно з 1986 р. повсюдно відбулося постаріння населення.

Основними факторами, які спричинили демографічне постаріння населення, є неухильне зменшення народжуваності та підвищення смертності (рис. 5 та 6).

У Чернігівській області впродовж 2020 р. народилось 13 265 дітей, що на 30,6 % менше за кількість

additional radiation. However, to clarify the current situation the additional measurements using modern methods and devices are required, but the relevant infrastructure of the oblast has experienced the material and human losses.

Health and demographic parameters

As of the beginning of 2021 the total number of residents of the seven studied districts of Chernihivska oblast was more than 200,000 people [28], being 20.7 % of population of the oblast. In 2020, compared to 1986, the population of Kozeletskyi (-38,800 people), Chernihivskyi (-26,600 people) and Ripkynskyi (-23,600 people) districts decreased most significantly (Fig. 3). In general, during the post-Chernobyl period the radiation-contaminated areas had lost almost a half of their inhabitants in total, with the least percentage of population loss in Chernihivskyi and Koriukivskyi districts (more than 34 %).

In all studied districts the females were prevalent in population, namely from 53.2 % in Sosnytskyi district to 54.7 % in Kozeletskyi and Ripkynskyi districts, which is characteristic for both population of the entire country (53.7 %) and the region (54.5 %) [28]. The imbalance is especially noticeable in favor of women older than 65, when the ratio becomes 3:1.

The current structure of population of the studied districts by the main age groups compared to oblast data is presented in fig. 4.

In 2020 the lowest share of people of working age was in Chernihivskyi district (62.9 %), and the highest were in Novhorod-Siverskyi one (66.6 %). Compared to the regional indicators, there were higher shares of residents younger than working age (children aged 0–14) in Koriukivskyi and Chernihivskyi districts, in Sosnytskyi, Semenivskyi and Kozeletskyi districts such values were close enough, and were lower in the rest ones. The most «elderly» was the population of Ripkynskyi district (share of people aged 65 and older was more than 23.4 % in the total population). The average age of population ranged from 43.4 years (Semenivskyi district) to 45.9 years (Koriukivskyi district), while the overall regional value was 44.1 years. Compared to 1986 the population aging has occurred everywhere.

Steady decrease in birth rates and increase in death rates were the key factors causing the demographic aging of population (Fig. 5, 6).

In Chernihivska oblast the 13,265 children were born in 2020, which was by 30.6 % less than number

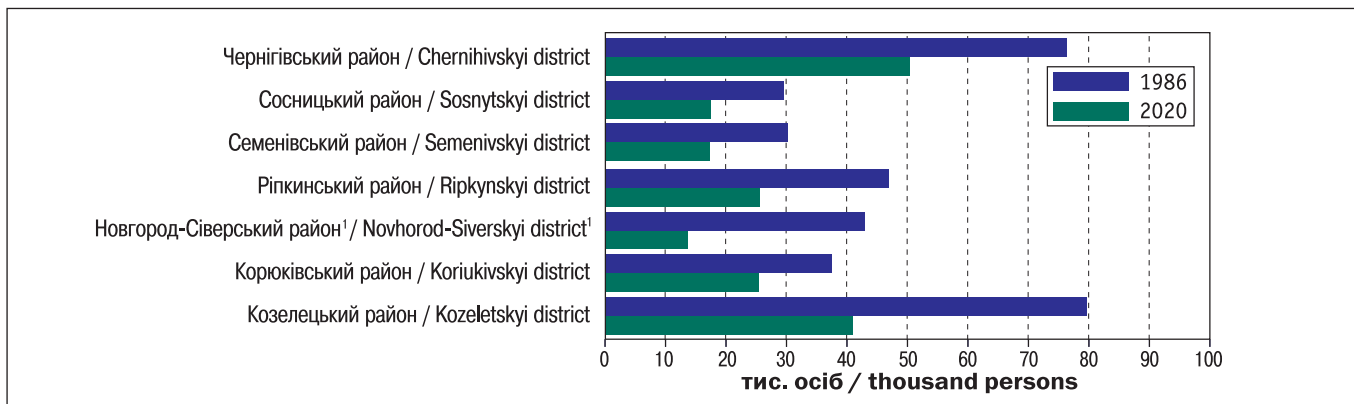


Рисунок 3. Середньорічна чисельність населення, 1986 та 2020 рр.

¹Дані за 2020 р. відповідно до адміністративно-територіального поділу 1986 р. Джерело: дані Державної служби статистики України.

Figure 3. Average annual population in 1986 and 2020

¹Data for 2020 according to the territorial-administrative division in 1986. Source: the State Statistics Service of Ukraine data.

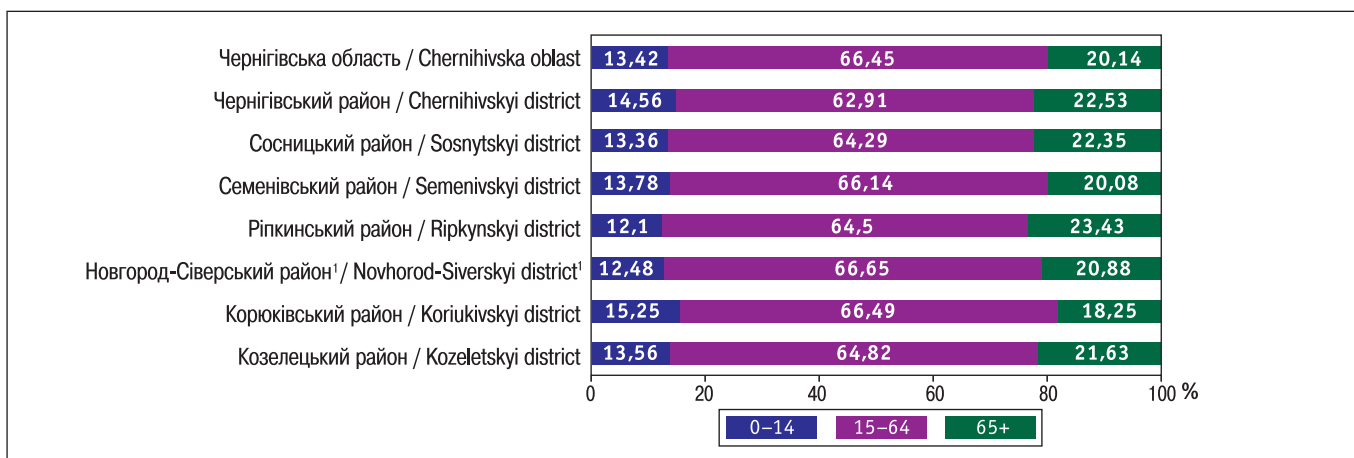


Рисунок 4. Розподіл постійного населення за основними віковими групами станом на 01.01.2021 р.

¹Дані за 2020 р. відповідно до адміністративно-територіального поділу 1986 р. Джерело: дані Державної служби статистики України.

Figure 4. Distribution of the permanent population by main age groups as of January 1, 2021

¹Data for 2020 according to the territorial-administrative division in 1986. Source: the State Statistics Service of Ukraine data.

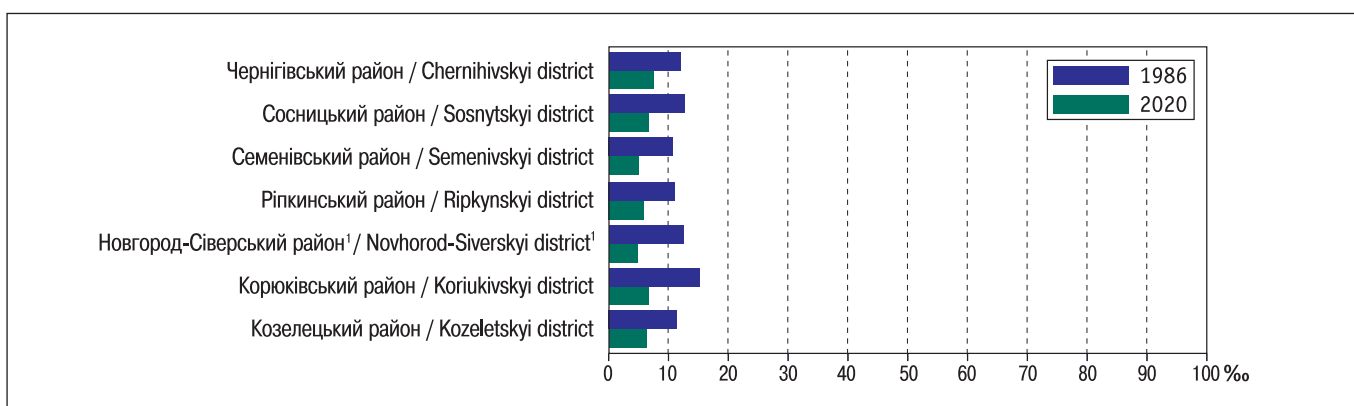


Рисунок 5. Народжуваність населення у 1986 та 2020 рр.

¹Дані за 2020 р. відповідно до адміністративно-територіального поділу 1986 р. Джерело: дані Державної служби статистики України.

Figure 5. Birth rate in 1986 and 2020

¹Data for 2020 according to the territorial-administrative division in 1986. Source: the State Statistics Service of Ukraine data.

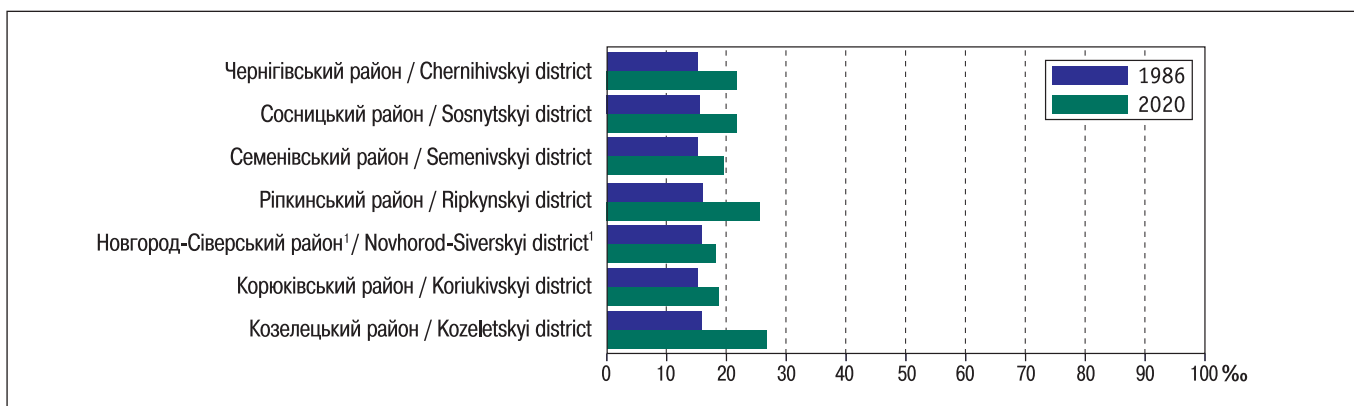


Рисунок 6. Загальна смертність населення у 1986 та 2020 рр.

¹Дані за 2020 р. відповідно до адміністративно-територіального поділу 1986 р. Джерело: дані Державної служби статистики України.

Figure 6. All-cause mortality rate in 1986 and 2020

¹Data for 2020 according to the territorial-administrative division in 1986. Source: the State Statistics Service of Ukraine data.

народжених у 1986 р. У досліджуваних районах також відбулося зменшення кількості народжених. На сім районів дослідження припадає 9,1 % новонароджених в області (1 204 особи), тоді яку 1986 р. – 22,3 %. Серед новонароджених як колись, так і зараз повсюдно переважали хлопчики.

Відображені на рис. 5 дані свідчать, що у 2020 р. показник народжуваності коливався від 4,3 ‰ у Семенівському районі до 7,1 ‰ у Чернігівському, а у 1986 р. – від 11,1 ‰ в Семенівському районі до 15,7 ‰ в Корюківському. Таким чином, в усіх районах дослідження відбулося зменшення показників народжуваності порівняно з 1986 р. у 1,7 (Корюківський та Чернігівський райони) – 2,6 рази (Семенівський район), а в області – у 2,2 рази.

Значним фактором скорочення чисельності населення є смертність. Чернігівська область має найвищий в Україні рівень смертності (у 2020 р. – 19,8 ‰) [29]. Впродовж 2020 р. в області померло 19 519 осіб, що на 1,3 % більше, ніж у 1986 р. (19 291 осіб). Зростання рівнів смертності виявлено в усіх районах дослідження (рис. 4). Як у 2020 р., так і в 1986 р. найвищі рівні смертності були у Козелецькому (26,9 ‰ та 15,9 ‰, відповідно) та Ріпкинському (26,0 та 16,1 ‰, відповідно) районах. Це зумовлено більш старшою віковою структурою їхніх жителів (рис. 6).

Згідно з даними Чернігівського обласного інформаційно-аналітичного центру медичної статистики [30] стан здоров'я населення, постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС, яке проживало або проживає на РЗТ, є гіршим порівняно з населенням області.

Зміни чисельності населення і формування його складу залежать також від характеру міграційних

of births in 1986. The number of births also decreased in the studied districts. Seven districts of the study accounted for the 9.1 % of newborns in the oblast (1,204 children), compared to 22.3 % in 1986. Among the newborns, boys predominated everywhere beforetime and now.

Shown in fig. 5 data indicate that in 2020 the birth rate ranged from 4.3 ‰ in Semenivskiy district to 7.1 ‰ in Chernihivskiy district, and in 1986 from 11.1 ‰ in Semenivskiy district to 15.7 ‰ in Koriukivskiy district. Thus, there was a decrease in birth rate in all regions of the study compared to 1986 from by 1.7 times in Koriukivskiy and Chernihivskiy districts to by 2.6 times in Semenivskiy district, and by 2.2 times in the oblast.

Mortality is a significant factor in population decline. There was the highest mortality rate in Chernihivska oblast amongst Ukraine (19.8 ‰ in 2020) [29]. During 2020 the 19,519 people died in the oblast, which was 1.3 % more than in 1986 (19,291 persons). An increase in mortality rates was found in all districts of the study (Fig. 4). Both in 2020 and in 1986 the highest mortality rates were in Kozeletskiy district (26.9 ‰ and 15.9 ‰, respectively) and Ripkynskiy district (26.0 and 16.1 ‰, respectively). That was due to the older age structure of their residents (Fig. 6).

According to the data of the Chernihiv Regional Information and Analytical Center for Medical Statistics [30], the health status of population affected by the ChNPP accident, who lived or lives on RCT, is worse compared to population of the oblast.

Changes in the number of population and the formation of its composition also depend on the nature

процесів, але їх вплив у районах дослідження залишається незначним. Наприклад, у 2020 р. в Чернігівському і Козелецькому районах сальдо міграції було додатнім у решти – від 14,1 % (Ріпкинський район) до 23,7 % (Семенівський район) у загальному убутку населення.

Радіоактивне забруднення територій внаслідок аварії на ЧАЕС унеможливило проживання населення в частині населених пунктів Козелецького та Ріпкинського районів, які відповідно до чинного законодавства було віднесено до зони безумовного (обов'язкового) відселення. За програмою організованого обов'язкового переселення по області було переселено 2 004 особи, добровільного – 1 400 осіб (47 сімей) [31].

Розрахунки щодо загальних втрат населення районів за 1986–2020 рр. свідчать, що втрати за рахунок зниження природного приросту (перевищення кількості померлих над кількістю народжених) мали домінуючу роль.

Перебіг демографічних процесів у радіоактивно забруднених районах Чернігівської області сьогодні можна оцінити як гостро кризовий, при якому скорочення чисельності населення (за рахунок природного убутку і міграційного відтоку) поєднується з катастрофічним погіршенням стану здоров'я жителів цих територій. Зрозуміло, що з початку воєнних дій на території Чернігівської області збільшаться показники смертності через загибель цивільних осіб та військових. Слід очікувати і змін чисельності населення та його структури через високу міграцію жінок з дітьми за межі країни (рис. 7). Але з лютого будь-яка статистична інформація в розрізі районів Чернігівської області не оприлюднюється, що не дає наразі підстав для аналізу.

ВИСНОВКИ

Після аварії на ЧАЕС на території Чернігівської області тривав широкомасштабний радіоекологічний моніторинг довкілля. До початку воєнних дій Російської Федерації проти України у лютому 2022 р. спостерігалось значне покращення стану РЗТ області. За 35 післячорнобильських років кількість НП, у яких щільність забруднення ґрунтів ізотопами цезію перевищує нижню межу зони гарантованого добровільного відселення ($185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$), скоротилась з 8 до 1. Майже в 2 рази (з 118 до 52) зменшилась кількість НП, які за рівнем забруднення ґрунту радіоцезієм знаходяться в межах $37\text{--}185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ (відповідають ко-

of migration processes, but their influence remains insignificant in the study districts. For example, in 2020 the balance of migration in Chernihivskiy and Kozeletskiy districts was positive, while in the rest ones it was from 14.1 % (Ripkynskiy district) to 23.7 % (Semenivskiy district) in the total population loss.

Radioactive contamination of territories as a result of the at the ChNPP accident made it impossible for the population to live in some settlements in Kozeletskiy and Ripkynskiy districts, which, according to the current legislation, were assigned to the zone of unconditional (mandatory) resettlement. According to the program of organized mandatory resettlement the 2,004 persons were resettled in the oblast, and 1,400 people (47 families) migrated within the voluntary resettlement program [31].

Calculations of the total population losses in the districts for 1986–2020 showed a dominant role of losses due to a decrease in natural growth (excess of the number of deaths over the number of births).

The course of demographic processes in radioactively contaminated districts of Chernihivska oblast can be characterized today as an acute crisis, in which the population decline (due to natural loss and migration outflow) is combined with catastrophic health deterioration in the residents of these territories. It is clear that since the beginning of warfare on the territory of Chernihivska oblast the death rate will increase due to the deaths of civilians and military personnel. Changes in the number of population and its structure should also be expected due to the high migration of women with children outside the country (Fig. 7). However, no any statistical information about the districts of Chernihivska oblast has been made public since February, which does not provide grounds for any analysis at the moment.

CONCLUSIONS

The large-scale radio-ecological monitoring of the environment was continued on the territory of Chernihivska oblast after the ChNPP accident. Before the beginning of the RF warfare against Ukraine in February 2022 there was a significant improvement in the state of RCT in the oblast. In the 35 post-Chernobyl years the number of settlements in which the density of soil contamination with cesium isotopes exceeds the lower limit for the zone of guaranteed voluntary resettlement ($185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$) has decreased from 8 to 1. The number of settlements where the density of soil contamination with radiocesium was in the range of $37\text{--}185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ (corresponding to the former zone of



Рисунок 7. Кількість вимушених мігрантів за сім місяців війни в Україні за країнами
Фото з екрану. Джерело: [32].

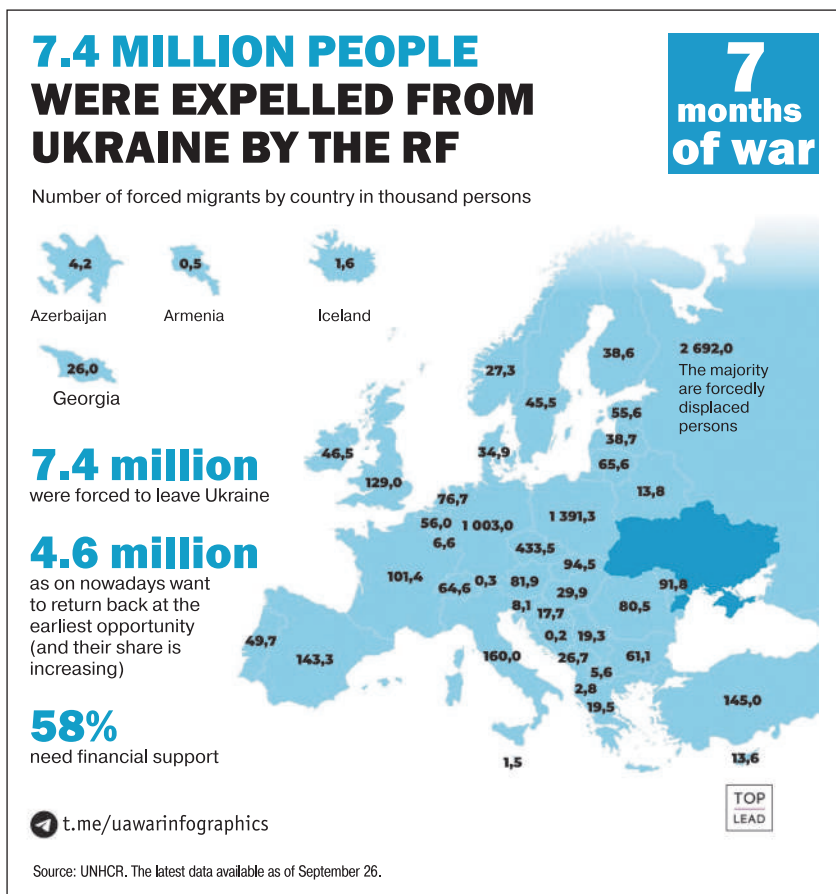


Figure 7. Number of forced migrants by country during the seven months of warfare in Ukraine
The screenshot. Source: [32].

лишній зоні посиленого радіологічного контролю). Вміст радіонуклідів у сільськогосподарській і лісовій продукції був у межах норми.

enhanced radiological control) decreased almost twice (from 118 to 52). The content of radionuclides in agricultural and forest products was within normal limits.

Проведений аналіз медико-демографічних даних дозволяє зробити висновок, що для районів Чернігівської області, які найбільше постраждали внаслідок Чорнобильської аварії, притаманні загальнообласні проблеми, Спостерігаються тенденції до зниження людності та народжуваності і збільшення смертності. Найбільш інтенсивні зміни відбулися у Козелецькому та Ріпкинському районах, де виявлено деструктивні процеси у віковій структурі населення і стабільну тенденцію до збільшення рівнів смертності. Слід очікувати, що через військові дії стан демографічної стійкості регіону значно знизиться.

Для уточнення теперішнього радіоекологічного стану територій північних районів Чернігівської області, розташованих поблизу кордонів з Російською Федерацією і Білоруссю, які знаходились під окупацією навесні 2022 року та, ймовірно, зазнали опромінення, потрібні додаткові вимірювання з використанням сучасних методик та приладів, а відповідна інфраструктура області зазнала значних втрат (матеріальних і людських). Дослідження в даному напрямку необхідно продовжувати.

The analysis of medico-demographic data allowed to conclude that the districts of Chernihivska oblast, which have suffered the most as a result of the ChNPP accident, are characterized by region-wide problems. There are trends towards population decline and birth rate decrease both with increase in mortality. The most intensive changes took place in Kozeletskyi and Ripkynskyi districts, where destructive processes in the age structure of population and a stable trend towards increase in mortality rates were revealed. A significant decrease in demographic stability in the region due to warfare should be expected.

To clarify the current radioecological state of territories of the northern districts of Chernihivska oblast, located near the borders with RF and Belarus, which were under occupation in spring of 2022 and probably experienced a significant extra radiation exposure, the additional measurements using modern methods and devices are required. But the corresponding infrastructure of the oblast had sustained significant material and human losses. Research in this field should be continued.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пристер Б. С., Ключников О. О., Шестопалов В. М., Кухар В. П. Проблемы безопасности атомной энергетики. Уроки Чернобыля : монография / под ред. Б. С. Пристера. Чернобыль : Ин-т проблем безопасности АЭС, 2016. 355 с.
2. Fifteen years after the Chornobyl accident. Lessons learned : National Report of Ukraine (Summary) / the Editor-in-chief V. V. Durdinets. Kyiv, 2001. 32 p.
3. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє : Національна доповідь України. Київ : Атіка, 2006.
4. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього : Національна доповідь України. Київ : КІМ, 2011. 356 с.
5. Тридцять років Чорнобильської катастрофи : радіологічні та медичні наслідки : Національна доповідь України / гол. ред. Д. А. Базика. Київ, 2016. 177 с.
6. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів) / МНС України. Київ, 2009. 54 с.
7. *Перегляд експертних висновків*. Офіційний сайт Національної комісії з радіаційного захисту населення України. URL: <http://nkrzu.gov.ua/dial/eksp/per-eks> (дата звернення: 21.07.2022).
8. Demographic consequences of the Chornobyl disaster in Ukraine / N. Gunko, N. Dubova, I. Khomenko, N. Korotkova, M. Omelianets, N. Piven. Chapter 10. *Health effects of the Chornobyl Accident Thirty Years Aftermath*. Kyiv : DIA, 2016. P. 212–218.
9. Рогожин О. Г. Демографічні перспективи українського села: історичні передумови, регіональний аналіз і моделювання. Київ : Ін-т проблем національної безпеки, 2004. 295 с.

REFERENCES

1. Prister BS, Kliuchnykov OO, Shestopalov VM, Kukhar VP. [The safety problems of nuclear power. The lessons of Chernobyl]. In: Prister BS, editor. Chernobyl : Institute of NPP Safety Problems; 2016. 355 p. Russian.
2. Durdinets W, editor. [Fifteen Years after the Chornobyl Accident. Lessons Learned : National Report of Ukraine (Summary)]. Kyiv; 2001. 32 p. Ukrainian.
3. [20 years of Chornobyl catastrophe. Future outlook : National report of Ukraine]. Kyiv: Atika; 2006. Ukrainian.
4. [25 years of the Chernobyl disaster. Security of the future. National report of Ukraine]. Kyiv: KIM; 2011. 356 p. Ukrainian.
5. Bazyka DA, editor. [30 years of the Chornobyl disaster: radiological and medical conq sequences : National Report of Ukraine]. Kyiv; 2016. 177 p. Ukrainian.
6. Ministry of Emergency Situations of Ukraine. [The radiological state of the territories classified as zones of radioactive contamination (by district)]. Kyiv; 2009. 54 p. Ukrainian.
7. [Review of expert opinions. Official website of the National Commission for Radiation Protection of the Population of Ukraine]. Available from: <http://nkrzu.gov.ua/dial/eksp/per-eks> (access date: 21.07.2022). Ukrainian.
8. Gunko N, Dubova N, Khomenko I, Korotkova N, Omelianets M, Piven N. [Demographic consequences of the Chornobyl disaster in Ukraine]. Chapter 10. In: *Health effects of the Chornobyl Accident Thirty Years Aftermath*. Kyiv: DIA; 2016. P. 212-218.
9. Rohozhyn OH. [Demographic prospects of the Ukrainian countryside: historical prerequisites, regional analysis and modeling]. Kyiv: Institute of National Security Problems; 2004. 295 p. Ukrainian.

10. Гунько Н. В., Короткова Н. В., Засоба Я. Ю. Аналіз чисельності та структури населення найбільш радіоактивно забруднених територій країни в різні часи. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2019. Вип. 24. С. 204–219.
11. Омелянец Н., Гунько Н., Дубова Н. Демографические потери Украины от Чернобыльской катастрофы. Радиационным авариям стоп. Германия : Palmarium Academic Publishing, 2015. 193 с.
12. Бугайов В. М., Лагутін А. М., Рогожин О. Г., Казак М. С. Зміни здоров'я населення України внаслідок Чорнобильської катастрофи: масштаби і механізми уражень, підходи до діагностики і лікування. Київ, 1996. 168 с.
13. Гунько Н. В., Короткова Н. В. Интегральне оцінювання демографічного стану радіоактивно забруднених територій України. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2020. Вип. 25. С. 164–179.
14. Динаміка радіаційної ситуації в Чернігівській області / Сардак І. П., Приходько А. М., Глибовець І. О. та ін. *Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся та суміжних територій (до 30-ї річниці аварії на ЧАЕС)*: матеріали доп. міжнар. наук.-практ. конф. (Ніжин, 20-22 квітня 2016 р.). Ніжин, 2016. С. 58–61.
15. Сільські депресивні території Полісся: монографія / Н. О. Алешугіна, М. О. Барановський, О. М. Барановська та ін.; за ред. М. О. Барановського, В. І. Куценко. Ніжин: Вид. НДУ імені Миколи Гоголя, 2010. 315 с.
16. Расселение населения, обеспечение рациональной занятости трудовых ресурсов и эффективное использование производственного потенциала зоны радиоактивного заражения Чернобыльской АЭС Украинской ССР: Научн. докл. Совету Министров УССР. Київ: СОПС УССР АН УССР, 1990. 118 с.
17. Методологія та класифікатори / Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 3.06.2022).
18. Джерело: <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report> (дата звернення: 23.08.2022).
19. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України та реконструкція індивідуалізованих доз суб'єктів Державного реєстру України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (досвід, результати та перспективи) / І. А. Ліхтарьов та ін. *Журнал Національної академії медичних наук України*. 2016. Т. 22, № 2. С. 208–221.
20. Основні принципи та досвід проведення комплексної дозиметричної паспортизації населених пунктів України / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, С. В. Масюк та ін. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2015. Вип. 20. С. 75–103.
21. Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію. Інструктивно-методичні вказівки: «Методика-96» / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, Л. Я. Табачний та ін.; Мінздрав України, Мінчорнобиль України, НЦРМ АМНУ, ІРЗ ТНУ. Київ, 1996. 74 с.
10. Gunko NV, Korotkova NV, Zasoba Ya. Yu. [Analysis of the number and structure of the population of the most radioactively contaminated areas of the country at different times]. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2019;24:204-219.
11. Omelianets N, Gunko N, Dubovaia N. [Demographic losses of Ukraine from the Chernobyl disaster. Radiation accidents stop]. Germany: Palmarium Academic Publishing, 2015. 193 p. Russian.
12. Buhaiov VM, Lahutin AM, Rohozhyn OG, Kazak MS. [Changes in the health of the population of Ukraine as a result of the Chernobyl disaster: extent and mechanisms of damage, approaches to diagnosis and treatment]. Kyiv; 1996. 168 p. Ukrainian.
13. Gunko NV, Korotkova NV. [Integral assessment of the demographic status of radioactively contaminated territories of Ukraine]. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2020;25:164-179. Ukrainian.
14. Sardak IP, Prykhodko AM, Hlybovets IO, Khmarna SO, Shabanova II. [Dynamics of the radiation situation in the Chernihiv region]: *Modern Environmental Problems of Ukrainian Polissia and Adjacent Territories (to the 30th Anniversary of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident)*: Proceed. of the International Scientific and Practical Conference; 2016 Apr 20-22; Nizhyn. Nizhyn; 2016. p. 58-61. Ukrainian.
15. Alieshuhina NO. Baranovskyi MO, Baranovska OV, Zelenska OO. Zelenskyi SM.; In: Baranovskyi MO, Kutsenko VI, editors. [Rural depressed territories of Polissia]. Nizhyn: Mykola Gogol National State University; 2010. 315 p. Ukrainian.
16. [Settlement of the population, provision of rational employment of labor resources and effective use of the production potential of the zone of radioactive contamination of the Chernobyl Nuclear Power Plant of the Ukrainian SSR]: scientific report Council of Ministers of the Ukrainian SSR. Kyiv: SOPS of the Ukrainian SSR Academy of Sciences of the Ukrainian SSR; 1990. 118 p. Ukrainian.
17. Methodology and classifiers. State Statistics Service of Ukraine. Available from: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (access date: 06.03.2022). Ukrainian.
18. Source: Available from: <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report> (access date: 23.08.2022). Ukrainian.
19. Likhtarev IA, et al. [General dosimetric certification of settlements of Ukraine and reconstruction of individualized doses of subjects of the State Register of Ukraine of persons who suffered as a result of the Chernobyl disaster (experience, results and perspectives)]. *Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine*. 2016;22:208-221. Ukrainian.
20. Likhtarov IA, Kovgan LM, Masiuk SV, Ivanova OM, Chepurny MI, Boyko Z N, Gerasymenko VB. [Basic principles and practices of integrated dosimetric passportization of the settlements in Ukraine]. *Probl Radiac Med Radiobiol*. 2014;19:75-103. Ukrainian.
21. Likhtarov IA, Kovgan LM, Tabachnyi LYa, et al.; Ministry of Health of Ukraine, MinChornobyl of Ukraine, RCRM AMS of Ukraine, RPI ATS of Ukraine. [Radiation and dosimetric passportization of the settlements of Ukrainian territory which suffered from radioactive contamination as a consequence of the Chornobyl accident, including thyroid dosimetric passportization. Instructions and practical policies: «Methods 96»]. Kyiv; 1996. 74 p. Ukrainian.

22. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Дані за 2011 р. / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, В. В. Василенко та ін. *Дозиметрична паспортизація* (Збірка 14). Київ, 2012. 99 с.
23. Іванова О. М. Розробка системи реконструкції доз опромінення суб'єктів з Державного реєстру України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.01/ Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України». Київ, 2019. 184 с.
24. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). ГН 6.6.1.1-130-2006. Київ, 2006. 23 с.
25. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи: за станом на 14.07.2016. *Відомості Верховної Ради УРСР*. 1991, № 16, 198 с.
26. Ситуація у зоні відчуження, наслідки російської окупації, радіаційний фон. Пресбрифінг голови Державної агенції зони відчуження Київ, 13 квітня 2022 року URL: <https://www.youtube.com/watch?v=GG16TVZenSA> (дата звернення: 23.09.2022).
27. Савицький О. Після російської окупації небезпек на Чорнобильській АЕС стало більше. Дата публікації: 13.04.2022. URL: <https://www.dw.com/uk/pislia-rosiiskoi-okupatsii-nebezpek-na-chaes-stalo-bilshe/a-61450852>. (дата звернення: 21.04.2022).
28. Склад постійного населення Чернігівської області на 1 січня 2021 року : Статистичний збірник / Державна служба статистики України; Управління статистики у Чернігівській області ; за ред. Т. В. Дусь. Чернівці, 2021. 115 с.
29. Загальні коефіцієнти природного руху населення за типом місцевості по регіонах. 2020 р. / Державна служба статистики України, 2021. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ds/z_koef/arh_zk_prn.html (дата звернення 20.07.2022).
30. Показники стану здоров'я населення, діяльності та ресурсного забезпечення комунальних закладів охорони здоров'я Чернігівської області за 2020–2021 роки / Чернігівський обласний інформаційно-аналітичний центр медичної статистики, 2022. 178 с.
31. Виконання програми по ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС за 2006 рік. / Державний комітет статистики України. Київ, 2007. С. 7.
32. Джерело: <https://t.me/vawarinographics> (дата звернення: 3.07.2022).
22. Likhhtarov IA, Kovgan LM, Vasylenko W, et al. [General dosimetric passportization and results of WBC monitoring in the settlements of Ukraine, which contaminated by Chernobyl accident. Data for 2011]. (Collection 14). Kyiv; 2012. 99 p. Ukrainian
23. Ivanova OM. [Development of a system of reconstruction of radiation doses of subjects from the State Register of Ukraine of persons who suffered as a result of the Chernobyl disaster] [dissertation abstract]. Kyiv: State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; 2019. 184 p. Ukrainian.
24. [Permissible levels of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr radionuclides in food and drinking water (DR-2006). GN 6.6.1.1-130-2006]. Kyiv; 2006. 23 p. Ukrainian.
25. [On the legal regime of the territory that has undergone radioactive contamination as a result of the Chernobyl disaster: as of 2016 July 14]. *Information of the Verkhovna Rada of the Ukrainian SSR*. 1991, № 16. 198 p. Ukrainian.
26. Situation near the foreign zone, traces of Russian occupation, radiation background. Presbriefing of the Head of the Sovereign Agency of Foreign Affairs of Kyiv, 2022 April 31. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=GG16TVZenSA> (access date 23.09.2022). Ukrainian.
27. Savytskyi O. [After the Russian occupation, the Chernobyl nuclear power plant became more dangerous]. [posted 2022 April 13]. Available from: <https://www.dw.com/uk/pislia-rosiiskoi-okupatsii-nebezpek-na-chaes-stalo-bilshe/a-61450852>. (access date: 21.04.2022). Ukrainian.
28. Dus TV, editor; State Statistics Service of Ukraine; Department of Statistics in Chernihiv region.. [Composition of the permanent population of Chernihiv region as of January 1, 2021: Statistical collection]. Chernihiv; 2021. 115 p. Ukrainian.
29. State Statistics Service of Ukraine. [General coefficients of natural movement of the population by type of terrain by region. 2020]. 2021. Available from: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ds/z_koef/arh_zk_prn.html (access date: 20.07.2022). Ukrainian.
30. Chernihiv regional information and analytical center of medical statistics. [Indicators of the health status of the population, activity and resource provision of communal health care institutions of the Chernihiv region for 2020–2021]. Chernihiv; 2022. 178 p. Ukrainian.
31. State Statistics Committee of Ukraine. [Implementation of the program to eliminate the consequences of the accident at the Chernobyl NPP in 2006]. Kyiv; 2007. P. 7. Ukrainian.
32. Source: <https://t.me/vawarinographics> (access date: 3.07.2022). Ukrainian.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Гулько Наталія Володимирівна – кандидат географічних наук, старший науковий співробітник, завідувачка лабораторії медичної демографії, Інститут радіаційної гігієни і епідеміології ННЦРМ, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0003-0112-1376

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Gunko – Candidate of Geographical Sciences (PhD), Senior Researcher, Head of the Laboratory of Medical Demography, Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology of the NRCRM, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0003-0112-1376

Іванова Ольга Миколаївна – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник лабораторії радіологічного захисту, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0003-3652-0836

Короткова Наталія Вікторівна – молодший науковий співробітник лабораторії медичної демографії лабораторії, Інститут радіаційної гігієни і епідеміології ННЦРМ, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-001-7380-151-X

Будерацька Валентина Борисівна – науковий співробітник лабораторії радіологічного захисту, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0003-2120-4275

Бойко Зульфїра Набіуллівна – старший науковий співробітник лабораторії радіологічного захисту, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0001-7144-5574

Масюк Сергій Володимирович – кандидат фізико-математичних наук, завідувач лабораторії радіологічного захисту відділу дозиметрії та радіаційної гігієни, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМ, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0002-5123-9674

Мелекесцева Алїса Андрїївна – магістрантка механіко-математичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0003-1437-5084

Olha M. Ivanova – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Associate of the Radiological Protection Laboratory, Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology, NRCRM, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0003-3652-0836

Natalia V. Korotkova – Junior Research Fellow, Laboratory of Medical Demography, Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology, NRCRM, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-001-7380-151-X

Valentyna B. Buderatska – Researcher, of the Radiological Protection Laboratory, Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology, NRCRM, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0003-2120-4275

Zulfira N. Boiko – Senior Researcher of the Radiological Protection Laboratory, Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology, NRCRM, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0001-7144-5574

Sergii V. Masiuk – Candidate of Science (Physics and Mathematics), Head of Laboratory for Radiological Protection, Dosimetry and Radiation Hygiene Department, Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology, NRCRM, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-5123-9674

Melekestseva Alisa Andriivna – Master's student of the Faculty of Mechanics and Mathematics Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0003-1437-5084

Стаття надійшла до редакції 04.10.2022

Received: 04.10.2022