

УДК 614.876:613.648

І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, С. В. Масюк, О. М. Іванова✉, М. І. Чепурний, З. Н. Бойко, В. Б. Герасименко

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

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ДОЗИМЕТРИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ

Мета огляду – узагальнення результатів Комплексної дозиметричної паспортизації (що проводилась у 1991–2014 рр.) населених пунктів (НП) України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Дозиметрична паспортизація відіграла ключову роль у Загальнодержавній програмі ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи на всіх етапах контролю поточного радіаційного стану та підтримки прийняття рішень щодо різних видів втручань і соціальних пільг населенню радіоактивно забруднених територій. Роботи, виконані в рамках дозиметричної паспортизації, не мали аналогів серед досліджень, які мали місце після інших широкомасштабних промислових та комунальних аварій як за масштабами, так і за тривалістю радіоекологічного та дозиметричного моніторингу. Новаторськими стали методологічні підходи до оцінки паспортної дози НП, а також до визначення концепції річної дози, як дози для прийняття рішень для введення прямих та непрямих контрзаходів для НП України. Впродовж усього поставарійного періоду було видано шістнадцять Збірок загальнодозиметричної паспортизації, які акумулюють результати сотень тисяч спектрометричних, радіохімічних та ЛВЛ-вимірювань, що були проведені у 1991–2014 рр. на радіоактивно забруднених внаслідок Чорнобильської аварії територіях. Розраховані на основі цих вимірювань річні паспортні дози (та їх компоненти) є унікальною інформацією, що кількісно характеризує рівень та часову динаміку радіаційного стану для кожного з 2162 НП 74 районів 12 областей впродовж усього післяаварійного періоду. Завдяки роботам з дозиметричної паспортизації були створені унікальні за своєю структурою і змістом бази даних, які містять кількісні характеристики територіально-часового розподілу і динаміки змін низки важливих радіологічних показників, а саме: вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування (молоці та картоплі) місцевого виробництва (понад 500 тис. вимірів); понад 1,3 млн вимірів вмісту радіоцезію в організмі мешканців НП України; близько 100 тис. оцінок доз опромінення (окремо зовнішнього і внутрішнього) жителів НП, які розташовані на радіоактивно забруднених територіях. Результати дозиметричної паспортизації виконували роль одного з основних дозових критеріїв при узагальненні наслідків Чорнобильської аварії, представлених у Національних доповідях за перші 15, 20 та 25 років після аварії.

Ключові слова: загальнодозиметрична паспортизація, еколого-дозиметрична модель, паспортна доза, радіоекологічний та дозиметричний моніторинг, дозиметричний паспорт населеного пункту, Чорнобильська катастрофа.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2015. Вип. 20. С. 75–103.

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

I. A. Likhtarov, L. M. Kovgan, S. V. Masiuk, O. M. Ivanova✉, M. I. Chepurny, Z. N. Boyko, V. B. Gerasymenko

State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Melnykov str., 53, Kyiv, 04050, Ukraine

Basic principles and practices of integrated dosimetric passportization of the settlements in Ukraine

The **objective** of the review is to demonstrate the results of dosimetric passportization (performed in 1991–2014) for the settlements of Ukraine which suffered from radioactive contamination caused by the Chornobyl accident. The dosimetric passportization played a key role in the National program on the liquidation of aftermath of the Chornobyl accident through all stages of the current radiation situation control and decision support touching upon various types of interventions and social benefits to the population of radioactively contaminated areas. The works being performed under dosimetric passportization did not have analogues among the researches which took place after other large-scale industrial and municipal accidents as well their scales as the duration of both radio-ecological and dosimetric monitoring. The new methodological approaches to the assessment of so-called passport doses of a settlement as well as to the definition of the concept of annual dose being the dose used to make decisions for providing both direct and indirect emergency countermeasures for the settlements of Ukraine became pioneering ones. During all the post-accident period there were issued sixteen collections of general dosimetric passportization data which accumulate the results of hundreds of thousands spectrometric, radiochemical and radiation levels measurements and WBC measurements carried out in 1991–2014. The annual passport doses calculated on the basis of these measurements (including their components) are unique information that quantifies the level and time dynamics of the radiation situation for each of the 2161 settlements of 74 raions in 12 oblasts during all the post-accident period. Thanks to the works of dosimetric passportization of the settlements of Ukraine there were created databases to be unique in their structure and content with quantitative characteristics of the territorial and temporal distribution, the dynamics of changes of a number of important radiological parameters, namely over 500 thousands of measurements of concentration of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the local foodstuff (milk and potatoes); there are more than 1.3 million of measurements of the cesium content in the body of residents of the settlements of Ukraine; there are 100 thousands of dose estimates (both internal and external ones were measured separately) of inhabitants living on the radioactively contaminated areas. The results of the dosimetric passportization served as one of the main exposure criteria for generalized aftermath of the Chornobyl accident represented in the National reports for the first 15, 20 and 25 years after the accident.

Key words: general dosimetric passportization, ecological and dosimetric model, passport dose, radio-ecological dosimetric monitoring, dosimetric passport of a settlement, the Chornobyl accident.

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2015;20:75-103.

ВСТУП

Комплексна дозиметрична паспортизація населених пунктів (НП) України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії, була розпочата у 1991 р. і відіграла ключову роль у Загальнодержавній програмі ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи в Україні. Юридичним підґрунтям для початку Комплексної дозиметричної паспортизації були Закони України (1991 р.) №791а-XII [1] та №796-XII [2], у яких закріплювалася Концепція річної дози НП, як дози для прийняття рішення щодо введення протирадіаційних заходів на території і околицях НП та соціальних пільг для населення НП.

INTRODUCTION

The integrated dosimetric passportization of settlements of Ukraine which suffered from radioactive contamination after the Chornobyl accident was launched in 1991 and played a key role in the National Program directed to the elimination of the aftermath of the Chornobyl accident in Ukraine. The legal basis for beginning of the integrated dose passportization were Laws of Ukraine (1991) No.791a-XII [1] and №796-XII [2] in which the concept of annual dose for a settlement as the dose determining a decision for to start anti-radiation arrangements on the territories and outskirts of the settlement and to provide benefits for the population of the settlement.

Таблиця 1

Зони радіоактивного забруднення за критеріями річної дози та щільності випадіння радіонуклідів, встановлені Законом України №791а-ХІІ [1]

Table 1

Areas of radioactive contamination on the criteria of annual dose and radionuclides deposition density, accordingly to the Law of Ukraine No.791a-XII [1]

Територіальна зона Territorial zone		Критерії зонування / Criteria of zoning			Річна доза <i>mSv · рік⁻¹</i> Annual dose <i>mSv · year⁻¹</i>
		Щільність випадінь на ґрунті, кБк · м ⁻² (*) Density of ground deposition, kBq · m ⁻² (*)			
		радіоцезій radioactive cesium	радіостронцій radioactive strontium	плутоній plutonium	
1	Зона відчуження Exclusion zone	—	—	—	—
2	Зона безумовного (обов'язкового) відселення Zone of unconditional (obligatory) resettlement	> 555	> 111	> 3,7	> 5
3	Зона гарантованого добровільного відселення Zone of guaranteed voluntary resettlement	185–555	5,5–111	0,37–3,7	> 1
4	Зона посиленого радіоекологічного контролю Zone of enhanced radiation monitoring	37–185	0,74–5,5	0,18–0,37	> 0,5

Примітки. * — в тексті Закону щільність випадіння наведена в одиницях $Ki \cdot km^{-2}$ ($1 Ki \cdot km^{-2} = 37 kBq \cdot m^{-2}$)

Notes. * — In the text of the Law, the deposition density is given in units $Ci \cdot km^{-2}$ ($1 Ci \cdot km^{-2} = 37 kBq \cdot m^{-2}$)

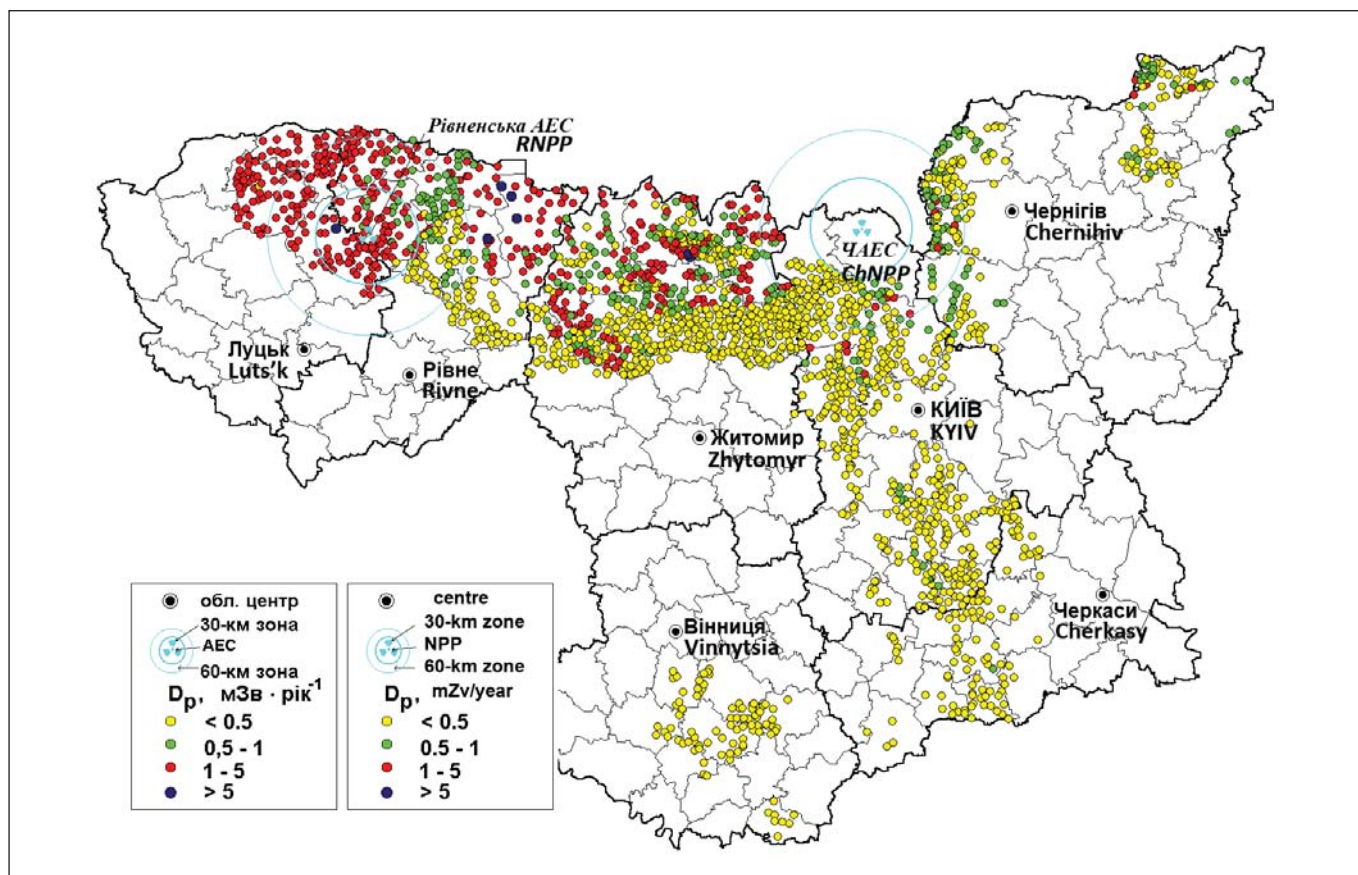


Рисунок 1. Карта-схема територіального розташування НП України, що підпали під загальнодозиметричну паспортизацію згідно Постанови КМУ № 106 від 23.07.1991 (вказані величини паспортних доз НП відповідають результатам дозиметричної паспортизації 1996 р. [4])

Figure 1. Location map of settlements in Ukraine subject to the general dosimetric passportization according to decree of the Cabinet Council of Ukraine # 106 dated by 23.07.1991 (indicated values of passport doses of the settlements correspond to results of dosimetric passportization performed in 1996 [4])

Перелік НП, які підлягали дозиметричній паспортизації, був визначений Постановою КМ України № 106 від 23.07.1991 [3] і включав 2172 НП, розташованих у 2–4-й зонах радіологічного забруднення (табл. 1, карта-схема рис. 1).

У якості методологічного інструменту реалізації вимог вказаних вище Законів були розроблені Інструктивно-методичні вказівки (рис. 2):

- “Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнали радіоактивного забруднення унаслідок Чорнобильської аварії, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію” (скорочено “Методика-96”) [5];
- “Реконструкція та прогноз доз опромінення населення, яке мешкає на територіях України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС” (скорочено “Методика-97”) [6].

Усі кінцеві результати загальнодозиметричної паспортизації щорічно проходили експертизу та узгодження Національною комісією з радіаційного захисту України (НКРЗУ), Держкомгідрометом України та затверджувались Міністерством охорони здоров'я (МОЗ) України. Результати цієї роботи узагальнювались у формі офіційних “Збірок загальнодозиметричної паспортизації”.

List of the settlements subjected to passportization was defined by decree of the Cabinet Council of Ukraine № 106 of 23.07.1991 [3] and included 2,172 settlements located in 2–4 zones of radiological contamination (Table 1, the schematic map of Fig. 1).

As a methodological toolkit for implementation of the requirements of the above mentioned laws the instructional guidances were developed (Fig. 2):

- “Radiation and dosimetric passportization of the settlements of Ukrainian territory exposed to radioactive contamination as a consequence of the Chernobyl accident, including thyroid dosimetric passportization “ (abbreviated “Methods-96”) [5];
- “Reconstruction and prognosis of exposure doses in population living on the territories of Ukraine contaminated by the Chernobyl accident” (abbreviated “Methods-97”) [6].

All final results of the dosimetric passportization are subjected to annual examination and approval of the National Commission on Radiation Protection of Ukraine, Ukraine State Committee for Hydrometeorology and approved by the Ministry of Health of Ukraine. The outcomes of this work were summarized in the form of official “Collections of general dosimetric passportization”.

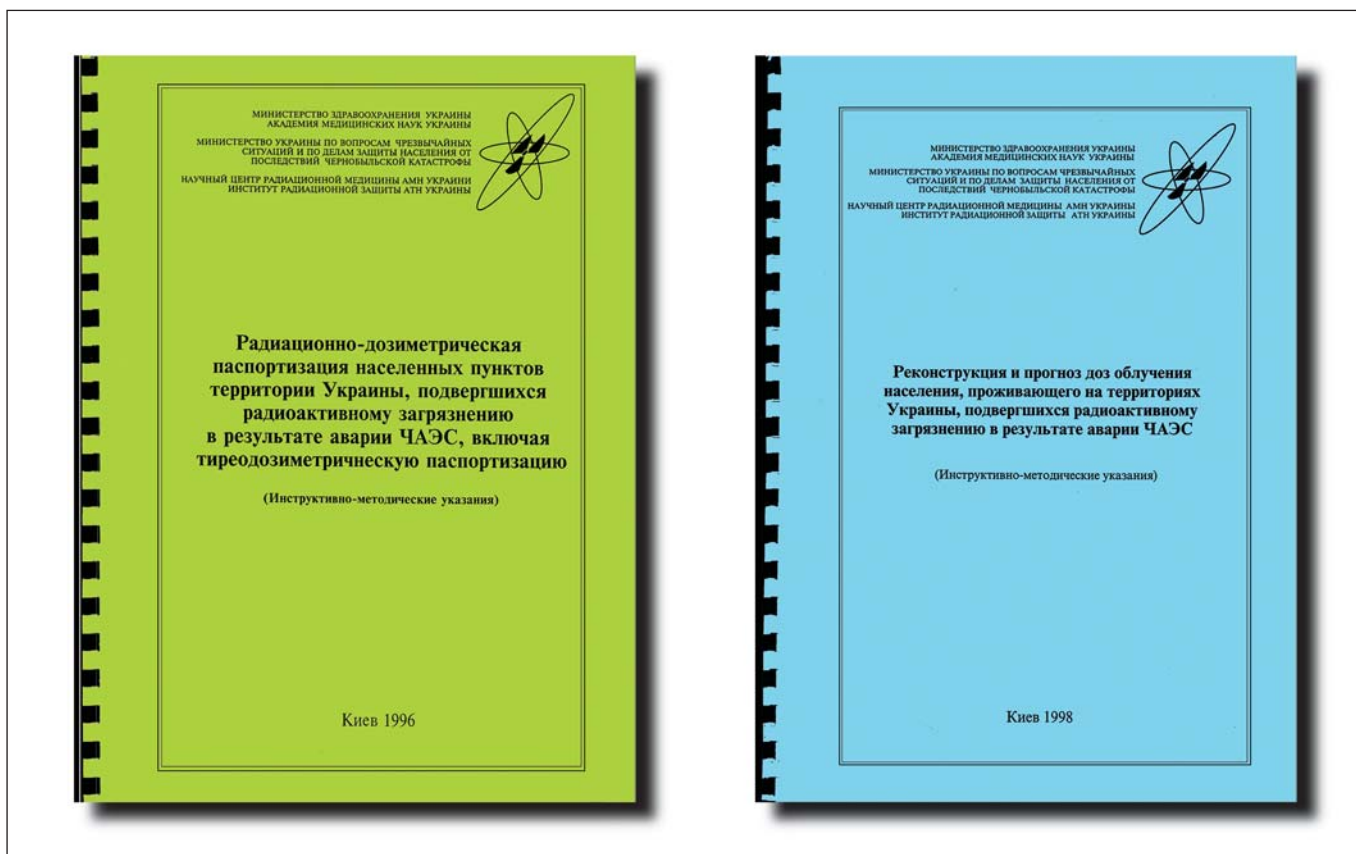


Рисунок 2. Титульні аркуші “Методики-96” та “Методики-97”

Figure 2. The title pages of the “Methods-96” and “Methods-97”

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ДОЗ В РАМКАХ ЗАГАЛЬНОДОЗИМЕТРИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ

Методика-96

“Методика-96” регламентувала процедури оцінки середньорічних паспортних доз для населення НП “постраждалих” територій від таких шляхів опромінення:

- зовнішнє гамма-опромінювання від радіоактивних випадіннь на ґрунті;
- внутрішнє опромінювання від радіоізоотопів цезію (а також стронцію і трансуранових елементів), що надходять з раціоном;
- індустріальне опромінювання.

Розрахунок паспортної дози ($E_{j,passport}^T$) того чи іншого j -го НП у T -му році базувався на результатах радіологічного моніторингу, що проводився у j -му НП у T -му році, а саме:

- щільності випадіннь на ґрунті радіонуклідів чорнобильського аварійного викиду (^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$);
- концентрації ^{137}Cs та ^{90}Sr у молоці та картоплі місцевого виробництва у T -му році.

У таблиці 2 наведено основні числові співвідношення “Методики-96”, які пов’язують чинники, що є об’єктом моніторингу, з величиною відповідної компоненти дози. Коефіцієнти цих співвідношень базувалися на результатах аналізу моніторингу 1991–1995 рр. та відображали характерний суто для території України радіологічний стан, що склався в цей післяаварійний період.

Індустріальна доза, $E_{j,passport}^T$, що включена у “паспортну” дозу згідно з “Методикою-96” (табл. 2), відповідає тому додатковому дозовому навантаженню, яке могли отримати жителі НП, розташованих на відстанях, менших за 30 км та у зоні 30–60 км від діючих АЕС. Ця компонента приймалася такою, що дорівнює відповідно 80 та 25 мкЗв на рік. Індустріальна компонента паспортної дози була введена у “Методику-96” з метою часткового “вирівнювання” перед Законом чинників опромінювання, що впливали на населення, хоча, як відомо, немає різниці (з радіологічної точки зору) між опроміненням, яке пов’язане з аварійними випадіннями з одного боку, від опромінення, що зумовлене викидами та скидами діючої АЕС – з іншого.

“Методика-96”, зокрема, визначала перелік тих державних установ, які відповідали за організацію та проведення усіх складових дозпаспортизації, а саме:

- дані щодо щільності випадіннь радіонуклідів чорнобильського походження на ґрунті забезпечувалися Держкомгидрометом України;

METHODOLOGY BASIS ON CALCULATION OF DOSES IN THE FRAMES OF GENERAL DOSIMETRIC PASSPORTIZATION

Methods-96

The “Methods-96” regulated a procedure for estimation of the annual average doses for the population of the settlements suffered by the following pathways of exposure:

- external gamma exposure from radioactive ground deposition;
- internal exposure from cesium radioisotopes (as well as strontium and transuranic elements) coming from the diet;
- industrial exposure.

Calculation of passport dose ($E_{j,passport}^T$) of a j -th settlement defined in the T -th year is based on the results of radiological monitoring conducted in the j -th settlement in the T -th year, namely:

- soil deposition density of radionuclides discharged by the Chernobyl accident (^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$);
- concentration of the ^{137}Cs and ^{90}Sr in the local milk and potatoes in T -th year.

Table 2 shows the main numeric values of the “Methods-96” which associate factors that are monitored with the value of corresponding component of the dose. The coefficients of these relations were based on an analysis of monitoring in 1991–1995 and reflected a radiological situation that emerged during this post-accident period on the territory of Ukraine.

The industrial dose $E_{j,passport}^T$ included in the “passport” dose according to the “Methods-96” (Table 2) corresponds to the additional exposure doses that could get inhabitants of the settlements located at distances <30 km and situated within 30–60 km in the area of working NPP. This component was taken to be equal to 80 and 25 μSv per year respectively. The industrial component of the passport dose was introduced in the “Methods-96” to partially compensate (before the Law) the radiation factors affecting the population, although, it is well known that there is no difference (of the radiological point of view) between radiation associated with accidental fallouts on the one hand and radiation due to effluents and discharges of active NPP on the other.

The “Methods 96”, in particular, determines the list of government agencies that are responsible for organizing and conducting all components of the dosimetric passportization, namely:

- information about the Chernobyl radioactive ground deposition was supplied by the *Ukraine State Committee for Hydrometeorology*;

Таблиця 2

Емпіричні співвідношення, що регламентуються “Методикою-96” [5] для розрахунку річної паспортної дози НП. $\sigma_{0,j}^{cs}$, $\sigma_{0,j}^{sr}$, $\sigma_{0,j}^{pu}$ – щільність аварійних випадів на ґрунті відповідно ^{137}Cs , ^{90}Sr (кБк·км⁻²) та $^{239+240}\text{Pu}$ (Бк·км⁻²); c_{milk}^{cs} , c_{milk}^{sr} , c_{potato}^{cs} – середньорічні концентрації радіоцезію та радіостронцію у молоці (Бк·л⁻¹) та у картоплі (Бк·кг⁻¹), відповідно, d – відстань НП від АЕС (км)

Table 2

The empirical values regulated by the “Methods-96” [5] for the calculation of the annual passport dose of a settlement. $\sigma_{0,j}^{cs}$, $\sigma_{0,j}^{sr}$, $\sigma_{0,j}^{pu}$ – are the densities of the soil deposition for ^{137}Cs , ^{90}Sr (kBq·km⁻²) and $^{239+240}\text{Pu}$ (Bq·km⁻²); c_{milk}^{cs} , c_{milk}^{sr} , c_{potato}^{cs} – are the average concentration of radioactive cesium and strontium in milk (Bq·l⁻¹) and potatoes (Bq·kg⁻¹), respectively, d is the distance from a settlement to the Nuclear Power Plant (km)

Компоненти паспортної дози Components of passport dose $E_{j,passport}^T$	Емпіричні співвідношення (мкЗв·рік ⁻¹) Empirical relationships (μSv·year ⁻¹)
Зовнішнє гамма-опромінювання: External gamma exposure: $E_{j,passport}^{T,ext}$	села / villages: $E_{j,passport}^{T,ext} = 1.91 \cdot \sigma_{0,j}^{cs}$ сміт / towns: $E_{j,passport}^{T,ext} = 1.41 \cdot \sigma_{0,j}^{cs}$ міста / cities: $E_{j,passport}^{T,ext} = 0.91 \cdot \sigma_{0,j}^{cs}$
Внутрішнє опромінювання від радіоцезію ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$): Internal exposure from radioactive cesium ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$): $E_{j,passport}^{T,cs,ing}$	села / villages: $E_{j,passport}^{T,cs,ing} = 7.04 \cdot c_{milk}^{cs} + 1.61 \cdot c_{potato}^{cs}$ або / or $E_{j,passport}^{T,cs,ing} = 7.4 \cdot c_{milk}^{cs}$ сміт / towns: $E_{j,passport}^{T,cs,ing} = 3.52 \cdot c_{milk}^{cs} + 0.8 \cdot c_{potato}^{cs}$ або / or $E_{j,passport}^{T,cs,ing} = 3.7 \cdot c_{milk}^{cs}$ міста / cities: $E_{j,passport}^{T,cs,ing} = 15$
Внутрішнє опромінювання від радіостронцію (^{90}Sr): Internal exposure from radioactive strontium (^{90}Sr): $E_{j,passport}^{T,sr,ing}$	села / villages: $E_{j,passport}^{T,sr,ing} = 16 \cdot c_{milk}^{sr}$ або / or $E_{j,passport}^{T,sr,ing} = 7.4 \cdot \sigma_{0,j}^{sr}$ сміт / towns: $E_{j,passport}^{T,sr,ing}$ (сміт / town) = $0.5 \cdot E_{j,passport}^{T,sr,ing}$ (село / village) міста / cities: $E_{j,passport}^{T,sr,ing} = 2$
Внутрішнє опромінювання від трансуранових осколкових радіонуклідів: Internal exposure from transuranium fission-fragment radionuclides: $E_{j,passport}^{T,TFFR,ing}$	$E_{j,passport}^{T,TFFR,ing} = 0.04 \cdot (\sigma_{0,j}^{pu} - 70) + 0.15$, при / when $\sigma_{0,j}^{pu} \geq 70 \text{ Bq} \cdot \text{m}^2$ $E_{j,passport}^{T,TFFR,ing} = 0.15$, при / when $\sigma_{0,j}^{pu} < 70 \text{ Bq} \cdot \text{m}^2$
Індустріальна компонента: Industrial component: $E_{j,passport}^{T,industry}$	$E_{j,passport}^{T,industry} = 80$, при / when $d_{AEC} \leq 30 \text{ km}$, $E_{j,passport}^{T,industry} = 25$, при / when $d_{AEC} = 30-60 \text{ km}$, $E_{j,passport}^{T,industry} = 0$, при / when $d_{AEC} > 60 \text{ km}$
Паспортна доза / passport dose: $E_{j,passport}^T$	$E_{j,passport}^T = E_{j,passport}^{T,ext} + E_{j,passport}^{T,cs,ing} + E_{j,passport}^{T,sr,ing} + E_{j,passport}^{T,TFFR,ing} + E_{j,passport}^{T,industry}$

➤ дані щодо концентрації ^{137}Cs , ^{134}Cs у молоці та картоплі забезпечувалися організаціями *Міністерства охорони здоров'я України*;

➤ визначення вмісту радіоцезію у організмі жителів за допомогою лічильників випромінювання людини (ЛВЛ) забезпечувала профільна лабораторія відділу дозиметрії і радіаційної гігієни ННЦРМ, яка виконувала функції координаційного і методичного центру для периферійних ЛВЛ [7–10];

➤ розрахунок паспортних доз НП у рамках загальнодозиметричної паспортизації здійснювався

➤ data on the concentration of ^{137}Cs , ^{134}Cs in milk and potatoes supplied by the *Ministry of Health of Ukraine*;

➤ determination of the content of radioactive cesium in the body of residents using whole body counters (WBC) was provided by a profile laboratory of Department of Dosimetry and Radiation Hygiene of NRCRM which acted as the coordinating and methodological center for peripheral WBCs [7–10];

➤ calculation of the passport doses under general dosimetric passportization was carried out by the Ra-

лабораторією радіологічного захисту відділу дозиметрії та радіаційної гігієни ННЦРМ.

Чіткий розподіл відповідальності між організаціями позбавляв паспортні дозові оцінки похибок, пов'язаних із застосування альтернативних (не обов'язково помилкових) методик відбору, підготовки та вимірювання зразків, а також забезпечував єдину систему калібрування приладів та контроль якості результатів таких вимірювань.

Особливості тиреодозиметричної паспортизації

Історично паспортизація населення України за критерієм “доза опромінення щитоподібної залози (ЩЗ)” почалася пізніше, ніж загальнодозиметрична паспортизація НП. Юридичним обґрунтуванням тиреодозиметричної паспортизації були положення Закону України “Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи” (Розд. 2, ст. 11, п. 5) [2]. У Додатку до “Методики-96” наводиться одна з версій оцінки доз для тиреодозиметричної паспортизації. Методологія тиреодозиметричної паспортизації час від часу змінювалася, що зумовило оцінку тиреодоз для різних областей України за дещо різними принципами. Це було пов'язано зі зростанням уваги до цього джерела опромінення та вивчення його у різних міжнародних проектах [11–16].

Формат представлення даних

Формати представлення даних, що застосовувалися у більшості Збірок, які узагальнювали результати розрахунку річних паспортних доз, розрахованих за “Методикою-96”, наведено на рисунку 3.

Слід зазначити, що формат, представлений на рисунку 3, дещо змінювався у різних Збірках. Це було пов'язано зі специфікою інформації, що представлялась у тій чи іншій Збірці, зокрема, у разі включення в одну Збірку результатів паспортизації за декілька років.

Методика-97

“Методика-97” розглядає процедури для отримання оцінок ретроспективно-проспективних річних та накопичених доз опромінення у період з 1986 по 2055 рр. для наступних компонент цієї дози:

- зовнішнє опромінювання від радіоактивних випадінь на ґрунті гамма-випромінювачів;
- внутрішнє опромінювання від радіоізотопів цезію (^{134}Cs , ^{137}Cs) і стронцію (^{89}Sr , ^{90}Sr), а також трансура-

nalogical Protection Laboratory inside of Dosimetry and Radiation Hygiene Department of NRCRM.

A clear division of responsibilities between the organizations deprived the passport dose estimates of error associated with the use of alternative (not necessarily false) methods of selection, preparation and measurement of samples as well as provided a single system of calibration and quality control of the results of such measurements.

Particularities of thyroid dosimetry

Historically, the passportization of population of Ukraine in accordance with the criterion “thyroid dose (TD)” started later than general dosimetric passportization of the settlements. The Law of Ukraine “On status and social protection of citizens affected by the Chornobyl accident”, (Sec. 2, Art. 11, para. 5) [2], was a legal substantiation of the thyroid dosimetric passportization. Appendix to the “Methods 96” provides a version of the doses estimation to thyroid dosimetric passportization. The methodology of the thyroid dosimetric passportization was changed from time to time, leading to the fact that the thyroid doses for different oblasts of Ukraine were estimated using a somewhat different principles. This situation was because of growing attention to the object of radiation and studying it among various international projects [11–16].

The format of data presentation

The data presentation formats being used in the most of the Collections, which generalized the results of calculation of annual passport doses, calculated by the “Methods 96”, are shown in Figure 3.

It should be noted that the format shown in Figure 3 was being a little bit changed in the various collections. This was due to the specificity of information submitted in one or other Collection, particularly in the case of inclusion in a Collection results of the dosimetric passportization for several years.

Methods-97

The “Methods-97” considers procedures for obtaining the estimates of retrospectively-prospective annual and accumulated exposure doses within the period from 1986 to 2055 for the following components of the dose:

- external exposure from radioactive ground deposition by gamma emitters;
- internal exposure from radioisotopes of cesium (^{134}Cs , ^{137}Cs) and strontium (^{89}Sr , ^{90}Sr), and also of

Населені пункти			¹³⁷ Cs у ґрунті (розраховано на 2011р. за результатами моніторингу 1992р.)		Середні по НП результати моніторингу за 2011 р.			Паспортна доза		
№	Тип	Назва			молоко		картопля	зовнішнє опромі- нення	внутрішнє опромі- нення	сумарна
					¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs			
			кБк·м ⁻²	Кі·км ⁻²	Бк·л ⁻¹	Бк·кг ⁻¹	мЗв·рік ⁻¹			
Житомирська область. Коростенський район										
1	село	Барди ⁷⁾	49	1.3	-	-	-	-	-	-
2	село	Березівка	98	2.7	2.0	0.3 ³⁾	0.8 ²⁾	0.19	0.02	0.21
3	село	Березине	27	0.73	4.3	0.53	1.0 ²⁾	0.05	0.04	0.09
4	село	Берестовець	132	3.6	15	2.0	1.0 ²⁾	0.25	0.14	0.39
5	село	Бехи	192	5.2	64	0.8	0.8 ²⁾	0.37	0.46	0.83
6	село	Білка	25	0.68	2.1	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.05	0.02	0.07
7	село	Болярка	50	1.3	4.0	0.3 ³⁾	1.9	0.10	0.04	0.13
8	село	Бондарівка	26	0.70	3.8	0.46	- ⁵⁾	0.05	0.04	0.08
9	село	Боровиця	39	1.1	2.4	0.3 ³⁾	0.8 ²⁾	0.08	0.02	0.10
10	с-ще	Броди	28	0.75	7.0	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.05	0.06	0.11
11	село	Булахівка ⁶⁾	111	3.0	-	-	-	-	-	-
12	село	Васьковичі	68	1.9	4.7	0.3 ³⁾	0.8 ²⁾	0.13	0.04	0.17
13	село	Велень ⁶⁾	120	3.2	-	-	-	-	-	-
14	село	Великий Ліс	77	2.1	6.2	0.3 ³⁾	0.8 ²⁾	0.15	0.05	0.20
15	село	Веселівка	27	0.72	1.3 ¹⁾	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.05	0.02	0.07
16	село	Вигів	87	2.4	3.0 ¹⁾	2.5	1.0 ²⁾	0.17	0.06	0.23
17	село	Видень	122	3.3	4.5	0.49	0.8 ²⁾	0.23	0.04	0.27
18	село	Винарівка	43	1.2	2.2	0.3 ³⁾	0.8 ²⁾	0.08	0.02	0.10
19	село	Вороневе	313	8.4	63	1.4	2.7	0.60	0.47	1.06
20	село	Горбачі	95	2.6	4.1	2.1	1.0 ²⁾	0.18	0.06	0.25
21	село	Горщик	29	0.79	4.3	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.06	0.04	0.09
22	село	Граби	29	0.77	3.0	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.06	0.03	0.08
23	село	Грозине	119	3.2	5.3	2.0	1.0 ²⁾	0.23	0.07	0.30
24	село	Гулянка	35	0.94	2.6	0.7	0.8 ²⁾	0.07	0.03	0.10
25	село	Давидки	132	3.6	1.3 ¹⁾	1.6	1.0 ²⁾	0.25	0.04	0.29
26	село	Десятини	25	0.66	1.6 ¹⁾	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.05	0.02	0.07
27	село	Діброва	34	0.91	2.9	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.06	0.03	0.09
28	село	Дідковичі	44	1.2	8.6	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.09	0.07	0.15
29	село	Домолоч	40	1.1	2.8	0.53	1.0 ²⁾	0.08	0.03	0.11
30	село	Дружівка	69	1.9	3.0	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.13	0.03	0.16
31	село	Жабче	183	4.9	16	1.7	1.0 ²⁾	0.35	0.14	0.49
32	село	Житомирське ⁶⁾	192	5.2	-	-	-	-	-	-
33	село	Жупанівка	65	1.8	4.2	2.2	1.0 ²⁾	0.12	0.07	0.19
34	село	Заріччя	44	1.2	3.0	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.08	0.03	0.11
35	село	Зарубинка ⁶⁾	30	0.82	-	-	-	-	-	-
36	село	Злобичі	26	0.70	1.3 ¹⁾	0.7	1.0 ²⁾	0.05	0.02	0.07
37	село	Зубівщина	78	2.1	7.8	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.15	0.06	0.21
38	село	Іванівка	29	0.79	1.7 ¹⁾	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.06	0.02	0.08
39	село	Івано́піль	30	0.80	5.5	0.56	1.0 ²⁾	0.06	0.05	0.11
40	село	Іскорость	74	2.0	2.2	0.3 ³⁾	1.0 ²⁾	0.14	0.02	0.16
41	село	Каленське	64	1.7	3.8	0.3 ³⁾	0.8 ²⁾	0.12	0.03	0.16

¹⁾ Більша частина вимірів у НП мають питому активність ^{137}Cs у молоці нижче МДА.

²⁾ Більша частина вимірів у НП мають питому активність ^{137}Cs у картоплі нижче МДА.

³⁾ Більша частина вимірів у НП мають питому активність ^{90}Sr у молоці нижче МДА.

⁴⁾ Кількість відібраних в НП проб картоплі менша 4. Враховуються тільки результати молочного моніторингу.

⁵⁾ Паспортна доза не розраховувалась. Дані моніторингу у 2011 р. відсутні (Додаток 3).

⁷⁾ Паспортна доза не розраховувалась. Кількість відібраних в НП проб молока у 2011 р. менша 4 (Додаток 4).

Рисунок 3. Найбільш поширений формат представлення даних у Збірках дозпаспортизації (Збірка 14 [17])

Figure 3. The most common format of data in the Collections of dosimetric passportization (the Collection 14 [17])

нових елементів, що можуть надходити в організм жителів з продуктами харчування;

➤ внутрішнє інгаляційне опромінювання, яке відіграло певну роль у 1986р.

У ефективну дозу внутрішнього опромінювання 1986 р., що оцінюється згідно з [6], не включається доза опромінення ЩЗ. Оцінки “Методики-97” базуються на верифікованих результатах більш ніж 10-річного радіологічного моніторингу та результатах індивідуальної термолюмінесцентної дозиметрії

transuranic elements that can be ingested by the residents with food;

➤ inhalation exposure which played a certain role in 1986.

The effective dose of internal exposure in 1986 estimated in accordance with [6] did not include the thyroid dose. The estimates of the “Methods-97” are based on the verified results of over than 10 years of radiological monitoring and individual thermoluminescent dosimetric (TLD) measurements and

(ТЛД) та ЛВЛ-дозиметрії, отриманих у період 1986–1996 рр. Узагальнені нормовані значення річних та накопичених за різні інтервали часу доз опромінення від кожного джерела наведено в таблиці 3. Саме ця таблиця була базовою для побудови головної таблиці “Збірки 7”.

Дози, що регламентуються “Методикою-97”, розглядаються як референтно-екологічні і відповідають деякій “адміністративній” дозі опромінювання жителів даного НП. Основне призначення цих доз — створення дозового підґрунтя для оптимізації радіологічного захисту в умовах втручання.

the WBC dosimetry which obtained during the period 1986–1996. Summary of normalized values of the annual and accumulated (over different time intervals) doses taken from each source are demonstrated in Table 3. This table was the base for construction of the main table of the “Collection-7”.

The doses being regulated by the “Methods-97” are considered as reference ecological and “administrative” dose of residents of the given settlement. The main purpose of these doses is to create the basis for dose optimization of radiological protection in terms of intervention.

Таблиця 3

Нормовані річні та накопичені дози опромінення жителів сільської місцевості від основних дозоутворюючих джерел чорнобильського викиду

Table 3

Normalized annual and accumulated doses for rural inhabitants from the main radioactive sources of the Chernobyl discharge

Річні дози / annual doses					
Рік / year		Зовнішнє γ-опромінення External γ-exposure	Внутрішнє опромінення / Internal exposure		
			пероральне надходження ingestion	пероральне та інгалаційне надходження ingestion and inhalation	
			$^{137}\text{Cs}+^{134}\text{Cs}$	^{90}Sr	TYE / Transuranium elements
після аварії after the accident	календарний calendar year	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² ^{137}Cs	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² $^{137}\text{Cs}^*$	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² ^{90}Sr	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² $^{239,240}\text{Pu}$
1	1986	24	14	18	650
2	1987	8.9	19	9	0.2
3	1988	6.0	14	8	0.2
4	1989	4.6	11	8	0.2
5	1990	3.8	8.3	7	0.2
6	1991	3.2	6.5	6	0.2
7	1992	2.8	5.2	6	0.2
8	1993	2.5	4.2	6	0.3
9	1994	2.3	3.5	5	0.3
10	1995	2.0	2.9	5	0.3
11	1996	1.9	2.5	4	0.3
12	1997	1.7	2.1	4	0.3

Накопичені / accumulated doses					
Рік / year		Зовнішнє γ-опромінення External γ-exposure	Внутрішнє опромінення / Internal exposure		
			пероральне надходження ingestion	пероральне та інгалаційне надходження ingestion and inhalation	
			$^{137}\text{Cs}+^{134}\text{Cs}$	^{90}Sr	TYE / Transuranium elements
після аварії after the accident	календарний calendar year	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² ^{137}Cs	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² $^{137}\text{Cs}^*$	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² ^{90}Sr	мкЗв/рік на 1 кБк/м ² μSv/year per 1 kBq/m ² $^{239,240}\text{Pu}$
1–12	1986–1997	64	93	86	653
13–18	1998–2003	8.1	8.3	20	1.8
19–28	2004–2013	7.9	6.8	16.5	4
29–48	2014–2033	6.3	5.6	12.5	8
49–70	2034–2055	1.8	2.6	2.9	8.8
1–70	1986–2055	88	117	138	676

Примітки. * – для “референтного” коефіцієнту переходу ^{137}Cs з ґрунту в молоко 1 Бк/л на кБк / м²
Notes. * – for “referent” transfer factor ^{137}Cs from soil to milk 1 kBq/l to 1 kBq / m²

ЗБІРКИ ЗАГАЛЬНОДОЗИМЕТРИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ

Загалом, у період 1991–2012 рр. було сформовано і видано шістнадцять Збірок, що містять результати радіологічного моніторингу та результати розрахунку річних паспортних доз для НП, які підлягали загальнодозиметричній паспортизації.

У таблиці 4 наведено перелік усіх Збірок, які було сформовано за весь час дозпаспортизації, із зазначенням року (років) узагальнення даних, кількості паспортизованих НП та додатковою інформацією, що була включена до тієї чи іншої Збірки.

THE COLLECTIONS OF THE GENERAL DOSIMETRIC PASSPORTIZATION

Overall, the 16 issues of the Collections were formed and published in 1991–2012. Results of radiological monitoring and results of calculation of annual passport doses for the settlements that were subject to the general dosimetric passportization were included.


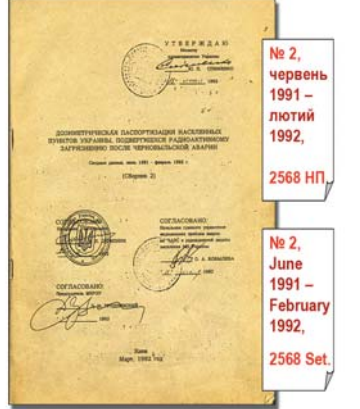
The table 4 lists all the Collections for all time of the dosimetric passportization with pointing out the year (years) of the data compilation, the number of the passported settlements and additional information that was included in any of the Collection.

Таблиця 4

Узагальнена інформація щодо Збірок загальнодозиметричної паспортизації, виданих у період 1991–2013 рр.

Table 4

Summarized information on the Collections of general dosimetric passportization issued during 1991–2013




Титульний аркуш, номер Збірки, період узагальнення та кількість НП	Основна та додаткова інформація, що увійшла до Збірки
The title page with number of the Collection and period of generalization	Basic and additional information included in the Collection
 <p>№ 1, червень 1991, 2003 НП</p> <p>№ 1, June 1991, 2003 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації за даними моніторингу, виконаного до червня 1991 р. ➤ Перелік організацій, які проводили гамма-спектрометричні вимірювання концентрації ^{137}Cs у молоці. ➤ Results of the dosimetric passportization according to the monitoring performed till June 1991. ➤ List of organizations that done the gamma spectrometric measurements of ^{137}Cs concentration in milk.
 <p>№ 2, червень 1991 – лютий 1992, 2568 НП</p> <p>№ 2, June 1991 – February 1992, 2568 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації, включені до Збірки 1, що доповнені: <ul style="list-style-type: none"> ➤ паспортними дозами, розрахованими за результатами повторного (після червня 1991 р.) моніторингу молока, картоплі та випадіння на ґрунті; ➤ паспортними дозами для тих НП, які не увійшли до Збірки 1, але для яких надійшла додаткова інформація з Держкомгідромету та СЕС. ➤ Results of the dosimetric passportization included in the Collection 1 supplemented by: <ul style="list-style-type: none"> ➤ passport doses calculated on the results of repeated (after June 1991) monitoring of milk, potatoes and ground deposition; ➤ passport doses for those settlements that are not included in the Collection 1, but for which additional information was received from Ukrainian Hydrometeorological Center and State Sanitary and Epidemiological Service of Ukraine.

Таблиця 4 (продовження)

Узагальнена інформація щодо Збірок загальнодозиметричної паспортизації, виданих у період 1991–2013 рр.

Table 4 (continued)

Summarized information on the Collections of general dosimetric passportization issued during 1991–2013


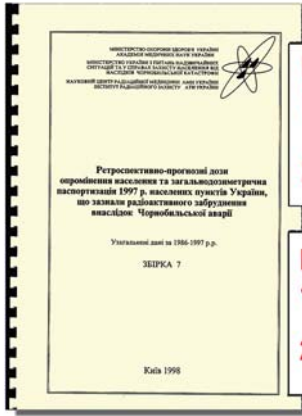

Титульний аркуш, номер Збірки, період узагальнення та кількість НП The title page with number of the Collection and period of generalization	Основна та додаткова інформація, що увійшла до Збірки Basic and additional information included in the Collection
 <p>№ 3, червень 1991 – лютий 1993, 5974 НП</p> <p>№ 3, June 1991 – February 1993, 5974 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації, представлені у Збірках 1 та 2, що доповнювались: <ul style="list-style-type: none"> ➢ паспортними дозами НП, розрахованими за результатами моніторингу 1992 р.; ➢ паспортними дозами для НП, відносно яких надійшла додаткова інформація (з Держкомгідромету та СЕС), що не увійшла до Збірок 1 та 2. ➤ Results of the dosimetric passportization represented in the Collections 1 and 2 that were complemented by: <ul style="list-style-type: none"> ➢ passport doses of the settlements that were calculated on the results of monitoring in 1992; ➢ passport doses of the settlements for which additional information was received (from Ukrainian Hydrometeorological Center and State Sanitary and Epidemiological Service of Ukraine) and not included in the Collections 1 and 2.
 <p>№ 4, червень 1991 – лютий 1994, 6155 НП</p> <p>№ 4, June 1991 – February 1994, 6155 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації Збірок 1, 2 та 3, доповнені: <ul style="list-style-type: none"> ➢ паспортними дозами за результатами моніторингу у 1993 р. (виконаного Держкомгідрометом та СЕС) для НП, що не увійшли до Збірки 3. ➤ Results of the dosimetric passportization of the Collections 1, 2 and 3 with complements by: <ul style="list-style-type: none"> ➢ passport doses using the results of monitoring in 1993 (done by Ukrainian Hydrometeorological Center and State Sanitary and Epidemiological Service of Ukraine) for the settlements that were not included in the Collection 3.
 <p>№ 5, 1991 – 1994 рр., 6535 НП</p> <p>№ 5, 1991 – 1994 уу., 6535 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Узагальнення результатів дозпаспортизації для усіх НП, де проводився “молочний” моніторинг у 1991–1994 рр. ➤ Узагальнені результати радіаційного моніторингу ^{137}Cs та ^{90}Sr в молоці та картоплі у 1994 р. для усіх НП із зазначенням кількості відібраних зразків, місяця, в якому цей відбір здійснено, та усередненим рівнем концентрації ^{137}Cs та ^{90}Sr у цей період. ➤ Перелік НП, для яких необхідно проведення уточнювальних вимірювань. ➤ Generalization of results of the dosimetric passportization of the settlements where the “milk” monitoring took place in 1991–1994. ➤ Generalization of results of the radiation monitoring ^{137}Cs and ^{90}Sr in milk and potatoes in 1994 for all settlements indicating the number of selected samples, the month in which this selection was done and the averaged level of concentration of ^{137}Cs and ^{90}Sr in this period; ➤ List of the settlements for which there should be done specializing measurements

Таблиця 4 (продовження)

Узагальнена інформація щодо Збірок загальнодозиметричної паспортизації, виданих у період 1991–2013 рр.

Table 4 (continued)

Summarized information on the Collections of general dosimetric passportization issued during 1991–2013


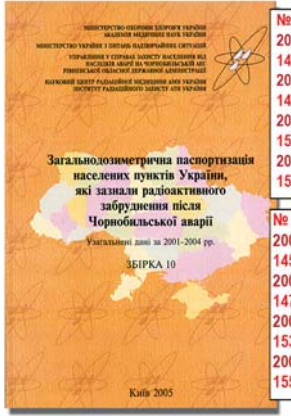

Титульний аркуш, номер Збірки, період узагальнення та кількість НП The title page with number of the Collection and period of generalization	Основна та додаткова інформація, що увійшла до Збірки Basic and additional information included in the Collection
 <p>№ 6, 1996 р., 2161 НП</p> <p>№ 6, 1996 у, 2161 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати моніторингу та дозпаспортизації 1996 р. ➤ Карти-схеми: <ul style="list-style-type: none"> ➢ забруднення території України ^{137}Cs; ➢ порівняння кількості і розподіл НП у відповідних районах дозпаспортизації, представлених у Збірці 5 та Збірці 6; ➢ розподіл паспортизованих НП за інтервалами величини паспортної дози. ➤ Таблиця кількості паспортизованих НП у 1996 р. за окремими районами та областями. ➤ Список НП, у паспортну дозу яких включена індустриальна компонента. ➤ Терміни та визначення. ➤ Results of monitoring and dosimetric passportization in 1996. ➤ Schematic maps: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Contamination of territory of Ukraine by ^{137}Cs; ➢ Comparison of the number of settlements and their distribution in the corresponding areas of the dosimetric passportization demonstrated in the Collections 5 and 6; ➢ Distribution of settlements with dosimetric passportization provided over the passport dose intervals ➤ Table of number of the settlements where the dosimetric passportization was done in 1996 (in separate oblasts and raions). ➤ List of the settlements with the industrial component included in the passport dose. ➤ The terms and definitions.
 <p>№ 7, 1997 р., 2161 НП</p> <p>№ 7, 1997 у, 2161 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації та моніторингу у 1997 р. ➤ Ретроспективно-проспективні річні та накопичені дози опромінювання населення НП у період 1986–2055 рр. ➤ Карти-схеми районів з розподілами НП за величиною: а) накопичених доз за 12 років та б) ретроспективно-проспективних доз, накопичених за 70 років після аварії. ➤ Results of the dosimetric passportization and monitoring in 1997. ➤ Retrospective-prospective annual and cumulative exposure doses for inhabitants of the settlements during 1986–2055. ➤ Schematic maps of the areas with distributions of the settlements via: a) the accumulated doses for 12 years and b) the retrospective-prospective doses accumulated over 70 years after the accident.
 <p>№ 8, 1998 р. - 1335 НП, 1999 р. - 1375 НП</p> <p>№ 8, 1998 у - 1335 Set., 1999 у - 1375 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації та моніторингу у 1998 та 1999 рр. ➤ Таблиця розподілу НП за інтервалами величини паспортної дози. ➤ Таблиця НП, у яких в 1998 або 1999 рр. дані “молочного” моніторингу відсутні. ➤ Results of the dosimetric passportization and monitoring in 1998 and 1999. ➤ Table of distribution of the settlements over intervals of values of the passport dose. ➤ Table of the settlements in which in 1998 or 1999 the data of “milk” monitoring are absent.

Таблиця 4 (продовження)

Узагальнена інформація щодо Збірок загальнодозиметричної паспортизації, виданих у період 1991–2013 рр.

Table 4 (continued)

Summarized information on the Collections of general dosimetric passportization issued during 1991–2013




Титульний аркуш, номер Збірки, період узагальнення та кількість НП The title page with number of the Collection and period of generalization	Основна та додаткова інформація, що увійшла до Збірки Basic and additional information included in the Collection
 <p>№ 9 1998 – 2000 рр., 2161 НП</p> <p>№ 9 1998 – 2000 уу., 2161 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації у 1998, 1999 та 2000 рр. (вказані НП, у яких в поточному році дані “молочного” моніторингу відсутні). ➤ Таблиця розподілу НП за інтервалами величини паспортної дози у 1998, 1999 та 2000 рр. ➤ Results of the dosimetric passportization in 1998, 1999 and 2000 (listed the settlements in which the data on “milk” were not monitored). ➤ Table of distribution of the settlements over intervals of the passport dose in 1998, 1999 and 2000.
 <p>№ 10, 2001 р. - 1455 НП, 2002 р. - 1471 НП, 2003 р. - 1538 НП, 2004 р. - 1551 НП</p> <p>№ 10, 2001 у - 1455 Set., 2002 у - 1471 Set., 2003 у - 1538 Set., 2004 у - 1551 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації з 2001 по 2004 рр. ➤ Перелік НП, що підлягають дозпаспортизації, але де за офіційною інформацією ніхто не мешкає (23 НП). ➤ Перелік НП, що підлягають дозпаспортизації, дані моніторингу для яких у 2001–2004 рр. не надходили. ➤ Results of dosimetric passportization from 2001 to 2004. ➤ List of the settlements which have to get the dosimetric passportization but nobody lives there according to the official information (23 settlements). ➤ List of the settlements which should be subjected the dosimetric passportization but monitoring data of them were not received in 2001–2004.
 <p>№ 11, 2005 р. - 1831 НП, 2006 р. - 1967 НП</p> <p>№ 11, 2005 у - 1831 Set., 2006 у - 1967 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації у 2005 та 2006 рр. ➤ Таблиця розподілу за інтервалами величини паспортної дози у 2005 та 2006 рр. ➤ Таблиця НП, де у 2005–2006 рр. “молочний” моніторинг не проводився, із зазначенням року останнього моніторингу та відповідною цьому року паспортною дозою (98 НП). ➤ Порівняння компоненти внутрішнього опромінення паспортної дози з дозою, розрахованою за результатами ЛВЛ-моніторингу (173 НП). ➤ Results of the dosimetric passportization in 2005 and 2006. ➤ Table of distribution over values intervals of the passport dose in 2005 and 2006. ➤ Table of the settlements in which in 2005–2006 the “milk” monitoring was not done with specification of the last monitoring year and the passport dose corresponding to the year (98 settlements). ➤ Comparison of the components of internal exposure of the passport dose with a dose calculated on the results of WBC monitoring (173 settlements).

Таблиця 4 (продовження)

Узагальнена інформація щодо Збірок загальнодозиметричної паспортизації, виданих у період 1991–2013 рр.

Table 4 (continued)

Summarized information on the Collections of general dosimetric passportization issued during 1991–2013

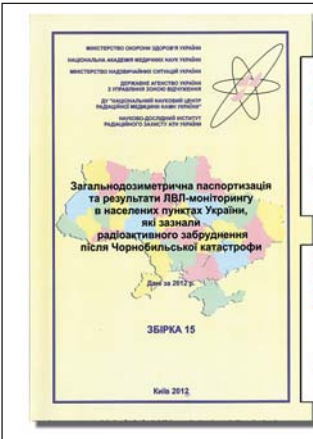
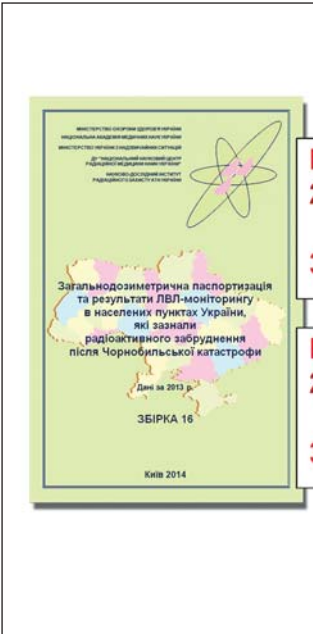
Титульний аркуш, номер Збірки, період узагальнення та кількість НП The title page with number of the Collection and period of generalization	Основна та додаткова інформація, що увійшла до Збірки Basic and additional information included in the Collection
 <p>№ 12, 2007 р., 1596 НП</p> <p>№ 12, 2007 у, 1596 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації 2007 р. ➤ Узагальнення даних щодо НП, для яких у 2007 р. “молочний” моніторинг не проводився (567 НП). ➤ Порівняння компоненти внутрішнього опромінення паспортної дози з дозою, розрахованою за результатами ЛВЛ-моніторингу (130 НП) у 2007 р. ➤ Results of the dosimetric passportization in 2007. ➤ Generalization of data on the settlements for which the “milk” monitoring was not performed in 2007 (567 settlements). ➤ Comparison of the internal exposure component of the passport dose with a dose calculated on the results of WBC monitoring in 2007 (130 settlements).
 <p>№ 13, 2008 р., 1925 НП</p> <p>№ 13, 2008 у, 1925 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації у 2008 р. ➤ Порівняння компоненти внутрішнього опромінення паспортної дози з дозою, розрахованою за результатами ЛВЛ-моніторингу (149 НП) у 2008 р. ➤ Results of the dosimetric passportization in 2008. ➤ Comparison of the internal exposure components of dose passport with a dose calculated on the results of WBC monitoring in 2008 (149 settlements).
 <p>№ 14, 2011 р., 1977 НП</p> <p>№ 14, 2011 у, 1977 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації у 2011 р. ➤ Порівняння компоненти внутрішнього опромінення паспортної дози з дозою, розрахованою за результатами ЛВЛ-моніторингу (256 НП) у 2011 р. ➤ Результати та загальна оцінка зовнішнього контролю якості вимірювань. ➤ Перелік радіохімічних лабораторій, що виконували вимірювання ^{137}Cs та ^{90}Sr. ➤ Перелік НП, які підлягають паспортизації, але у яких “молочний” моніторинг не проводився із зазначенням офіційної причини відсутності вимірювань. ➤ Результати зовнішнього тестування ЛВЛ-вимірювань, проведеного ННЦРМ у 2011 р. ➤ Перелік НП, назви яких було змінено і приведено у відповідність з офіційними державними даними. ➤ Results of the dosimetric passportization in 2011. ➤ Comparison of the internal exposure components of passport dose with a dose calculated on the results of WBC monitoring in 2011 (256 settlements). ➤ Results and overall estimates of the external control of measurements quality. ➤ List of radio chemical laboratories that done measurements of ^{137}Cs and ^{90}Sr. ➤ List of the settlements to be subjected to the dosimetric passportization but the “milk” monitoring was not done in there. At the same time, the reason of absence of the measurements is pointed out officially. ➤ Results of external testing of the WBC measurements that were done in the NRCRM in 2011. ➤ List of the settlements, the name of which was changed and brought into line with official government data.

Таблиця 4 (продовження)

Узагальнена інформація щодо Збірок загальнодозиметричної паспортизації, виданих у період 1991–2013 рр.

Table 4 (continued)

Summarized information on the Collections of general dosimetric passportization issued during 1991–2013

Титульний аркуш, номер Збірки, період узагальнення та кількість НП The title page with number of the Collection and period of generalization	Основна та додаткова інформація, що увійшла до Збірки Basic and additional information included in the Collection
 <p>№ 15, 2012 р., 199 НП</p> <p>№ 15, 2012 у, 199 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації НП у 2012 р. згідно з “Програмою робіт з дозиметричної паспортизації населених пунктів, які згідно з чинним законодавством віднесено до зон радіоактивного забруднення” (Програма-2012) [18]. ➤ Порівняння компоненти внутрішнього опромінення паспортної дози з дозою, розрахованою за результатами ЛВЛ-моніторингу (124 НП) у 2012 р. ➤ Results of the dosimetric passportization of the settlements in accordance with the “Program of work on dosimetric passportization of settlements which, under current legislation, are referred to the radioactively contaminated zones” (Program-2012) [18]. ➤ Comparison of the internal exposure component of passport dose with a dose calculated on the results of WBC monitoring in 2012 (124 settlements).
 <p>№ 16, 2013 р., 356 НП</p> <p>№ 16, 2013 у, 356 Set.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Результати дозпаспортизації НП у 2012 р. згідно з листом ДАЗВ від 30.05.13 “Рекомендацій щодо проведення робіт з дозиметричної паспортизації у 2013 році населених пунктів України, які згідно із законодавством віднесено до зон радіоактивного забруднення” [19]. ➤ Таблиця узагальнених за НП районів областей кількостей вимірювань активності ^{137}Cs та ^{90}Sr у молоці та картоплі. ➤ Таблиця аналізу результатів вимірювань ^{137}Cs та ^{90}Sr у молоці та картоплі відносно перевищення/неперевищення мінімально-детектованої активності приладу. ➤ Таблиця порівняння компонент внутрішнього опромінення паспортної дози з дозою, розрахованою за результатами ЛВЛ-моніторингу 2013 (103 НП). ➤ Results of the dosimetric passportization of the settlements in 2012 according to the letter of the State Agency of Ukraine on Exclusion Zone Management, 05.30.13, “Guidelines for the works on dosimetric passportization for settlements of Ukraine in 2013, which under the legislation is referred to the radioactively contaminated zones” [19]. ➤ Table of the number of activity measurements of ^{137}Cs and ^{90}Sr in both milk and potatoes, which is averaged over the raions. ➤ Table of analysis of the results of measurements of ^{137}Cs and ^{90}Sr in milk and potatoes relatively exceeding/ not exceeding the minimal detected activity of device. ➤ Table of comparison between the internal exposure component of passport dose and a dose calculated on the results of WBC monitoring in 2013 (103 settlements).

ОСОБЛИВОСТІ ОКРЕМИХ ЗБІРОК ДОЗИМЕТРИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ

Як видно з таблиці 4, кількість паспортизованих НП, а також інформація, що включалась до Збірок, змінювалась щороку.

Збірки 1–5 містять узагальнення всіх результатів моніторингу, що проводився у 1991–1994 рр. у всіх НП (незалежно від того, чи були ці НП внесені до

PARTICULARITIES OF SOME COLLECTIONS OF THE DOSIMETRIC PASSPORTIZATION

As can be seen from Table 4, the number of dosimetric passported settlements and information included in the Collections were changed from year to year.

The **Collections 1–5** contain summarizing all the results of monitoring carried out in 1991–1994 in all settlements (regardless of whether these were written

Постанови КМУ № 106 від 1991 р. [3]). При цьому Збірка 5 містить і ту інформацію, яка вже увійшла до Збірок 1–4.

Як видно з даних таблиці 4, Збірки 1–5 були видані раніше, ніж з'явилась “Методика-96”. Паспортні дози, що включені до цих Збірок, розраховувались відповідно до так званої “Методики-91” (“Визначення річних сумарних ефективних еквівалентних доз опромінення населення для контрольованих районів РРФСР, УРСР, БРСР, які зазнали радіоактивного забруднення в результаті аварії на Чорнобильській АЕС”) [20].

“Методика-91” була спільно розроблена спеціалістами України, Росії та Білорусії та прийнята у липні 1991 р. На відміну від більш пізньої “Методики-96”, ця методика характеризувалась особливо високим рівнем консервативності. Основні співвідношення, що регламентувалися “Методикою-91” для розрахунку річної паспортної дози НП, наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Співвідношення для розрахунку річної дози у “Методики-91” [20]. σ^{CS} , σ^{SR} , σ^{PU} – щільність випадінь ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu ($\text{Ки}\cdot\text{км}^{-2}$); $C_{\text{молоко}}^{CS}$, $C_{\text{молоко}}^{SR}$, $C_{\text{карт}}^{CS}$ – середньорічні концентрації радіоцезію та радіостронцію у молоці та картоплі* ($\text{нКи}\cdot\text{л}^{-1}$)

Table 5

The relationships for calculating the annual dose in the frames of the “Methodology-91” [20]. σ^{CS} , σ^{SR} , σ^{PU} are the deposition density of ^{137}Cs , ^{90}Sr and ^{239}Pu ($\text{Ci}\cdot\text{km}^{-2}$); C_{milk}^{CS} , C_{milk}^{SR} , C_{potato}^{CS} are the average concentrations of radioactive cesium and strontium in milk and potatoes* ($\text{nCi}\cdot\text{l}^{-1}$)

Компоненти річної дози Components the annual dose	Емпіричні співвідношення (бер-рік ⁻¹)** Empirical relationships (rem·year ⁻¹)**
Зовнішнє гамма-опромінення: $D_{\text{зовн}}$ External gamma exposure: D_{ext}	$D_{\text{зовн}} = 0,013 \cdot \sigma^{CS}$ для сіл $D_{\text{ext}} = 0.013 \cdot \sigma^{CS}$ for villages $D_{\text{зовн}} = 0,009 \cdot \sigma^{CS}$ для смт $D_{\text{ext}} = 0.009 \cdot \sigma^{CS}$ for towns $D_{\text{зовн}} = 0,006 \cdot \sigma^{CS}$ для міст $D_{\text{ext}} = 0.006 \cdot \sigma^{CS}$ for cities
Внутрішнє опромінення / internal exposure:	
> від радіоцезію (^{134}Cs + ^{137}Cs): D^{CS} from radioactive cesium (^{134}Cs + ^{137}Cs): D^{CS}	$D^{CS} = 0,02 \cdot C_{\text{молоко}}^{CS} + 0,03 \cdot C_{\text{карт}}^{CS}$ або $D^{CS} = 0,02 \cdot C_{\text{молоко}}^{CS}$ $D^{CS} = 0,02 \cdot C_{\text{мол}}^{CS} + 0,03 \cdot C_{\text{potato}}^{CS}$ or $D^{CS} = 0,02 \cdot C_{\text{milk}}^{CS}$
> від радіостронцію (^{90}Sr): D^{SR} from radioactive strontium (^{90}Sr): D^{SR}	$D^{SR} = 0,07 \cdot C_{\text{молоко}}^{SR}$ або $D^{SR} = 0,02 \cdot \sigma^{SR} r$ $D^{SR} = 0,07 \cdot C_{\text{мол}}^{SR}$ or $D^{SR} = 0,02 \cdot \sigma^{SR} r$
> від трансуранових осколкових радіонуклідів: D^{TVE} from transuranium fission-fragment radionuclides: D^{TFR}	$D^{TVE} = 0,06 \cdot \sigma^{PU}$ $D^{TFR} = 0.06 \cdot \sigma^{PU}$
Річна доза: $D_{\text{річна}}$ Annual dose: D_{annual}	$D_{\text{річна}} = D_{\text{зовн}} + D^{CS} + D^{SR} + D^{TVE}$ $D_{\text{annual}} = D_{\text{ext}} + D^{CS} + D^{SR} + D^{TFR}$

Примітки. * – за даними моніторингу 1991 р.

** – одиниці вимірювань відповідають тим, які регламентувалися у “Методики-91”.

Notes. * – in accordance with monitoring in 1991.

** – units of measurements correspond to those regulated by the “Methods-91”.

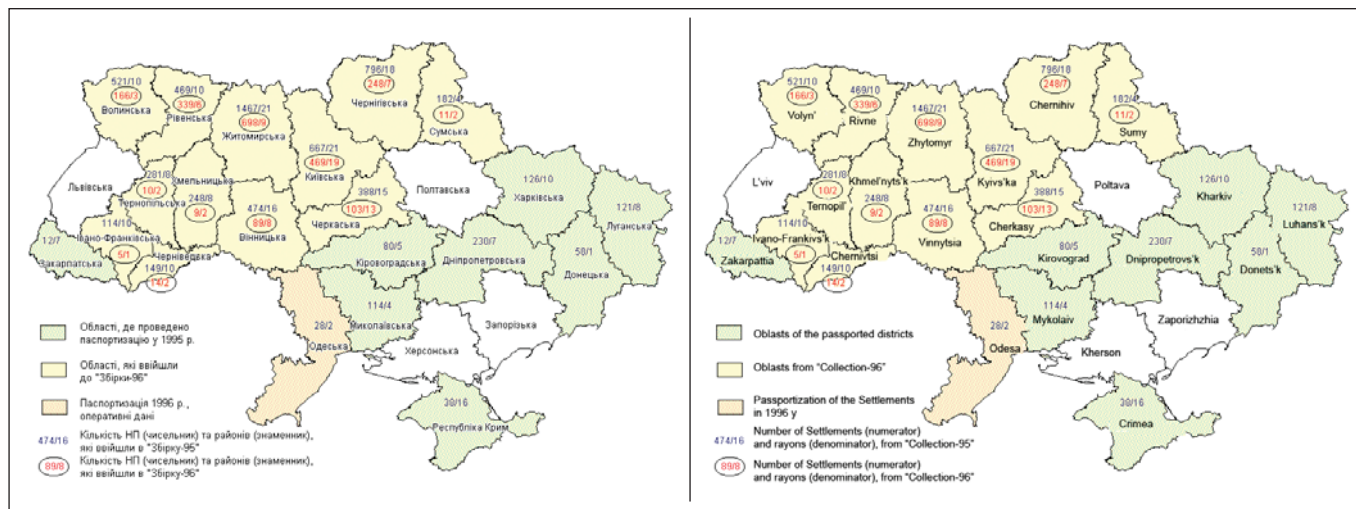


Рисунок 4. Карта-схема розподілу паспортизованих районів і населених пунктів тих областей України, які представлені у Збірці 5 та Збірці 6

Figure 4. Schematic map demonstrating the distribution of the passported raions and settlements for the Ukrainian areas which were represented in the Collection 5 and 6

Збірка 6 була першою, в якій були представлені результати розрахунку паспортної дози НП, виконані за “Методикою-96”. До Збірки 6 увійшли не всі НП, де здійснювався багаторічний моніторинг об’єктів навколишнього середовища та продуктів харчування, а лише ті 2161 НП, які внесені до зони радіоактивного забруднення згідно з Постановою КМУ № 106 від 1991 р. [3]. На відміну від Збірок 1–5, які включали результати дозиметричної паспортизації за попередні роки, до Збірки 6 увійшли результати моніторингу та відповідні паспортні дози лише за 1996 р. На карті-схемі рис. 4 для кожної області наведено кількість районів та НП, що увійшли до Збірки 5 та Збірки 6.

Поряд з Головною таблицею¹ паспортних доз у Збірці 6 для більшості районів, де є паспортизовані НП, розміщено карти-схеми цих районів із зазначенням зон радіоактивного забруднення, до яких належить той чи інший паспортизований НП відповідно району (рис. 5).

Збірка 6 також містить карту-схему, що візуалізує узагальнені результати дозиметричної паспортизації 1996 р. для усіх НП (див. рис. 1). Формат Головної таблиці Збірки 6 став більш компактним та спрощеним порівняно з попередніми Збірками.

Збірка 7 принципово відрізняється від попередніх шести Збірок, оскільки представлені в ній дозові оцінки базуються не тільки на “Методіці-96”, але й

The **Collection 6** was the first in which the results of the calculations of passport dose for the settlements completed by the “Methods-96” were presented. The Collection 6 includes not all the settlements where monitoring of many environmental objects and foods was done but only those 2161 settlements which were enlisted to radioactively contaminated zone in accordance with the CCU regulation with number 106, in 1991 [3]. Unlike the Collections 1–5 that included the results of dosimetric passportization during previous years, the Collection 6 contained only the results of monitoring and appropriate passport doses only for 1996. The schematic map (Fig. 4) shows the number of raions and settlements which entered to the Collections 5 and 6.

Along with the Main table¹ of the passport doses, the Collection 6 for the raions with passported settlements contains schematic maps of these raions with indication of the zones of radioactive contamination to which one or another passported settlement from corresponding raion belongs to (See Fig. 5).

The Collection 6 also includes a schematic map that visualizes the summary results of dosimetric passportization in 1996 for all settlements (see Figure 1). The format of the Main table of the Collection 6 became more compact and simplified in comparison with previous Collections.

The **Collection 7** is fundamentally different from the previous six Collections because it presents dose estimates based not only on the “Methods-96” but also

¹ Головна таблиця Збірки – це таблиця, у якій розміщені основні її результати (паспортні дози населених пунктів)

¹ The Main table of the Collection – a table containing the main results (passport doses of the settlements)

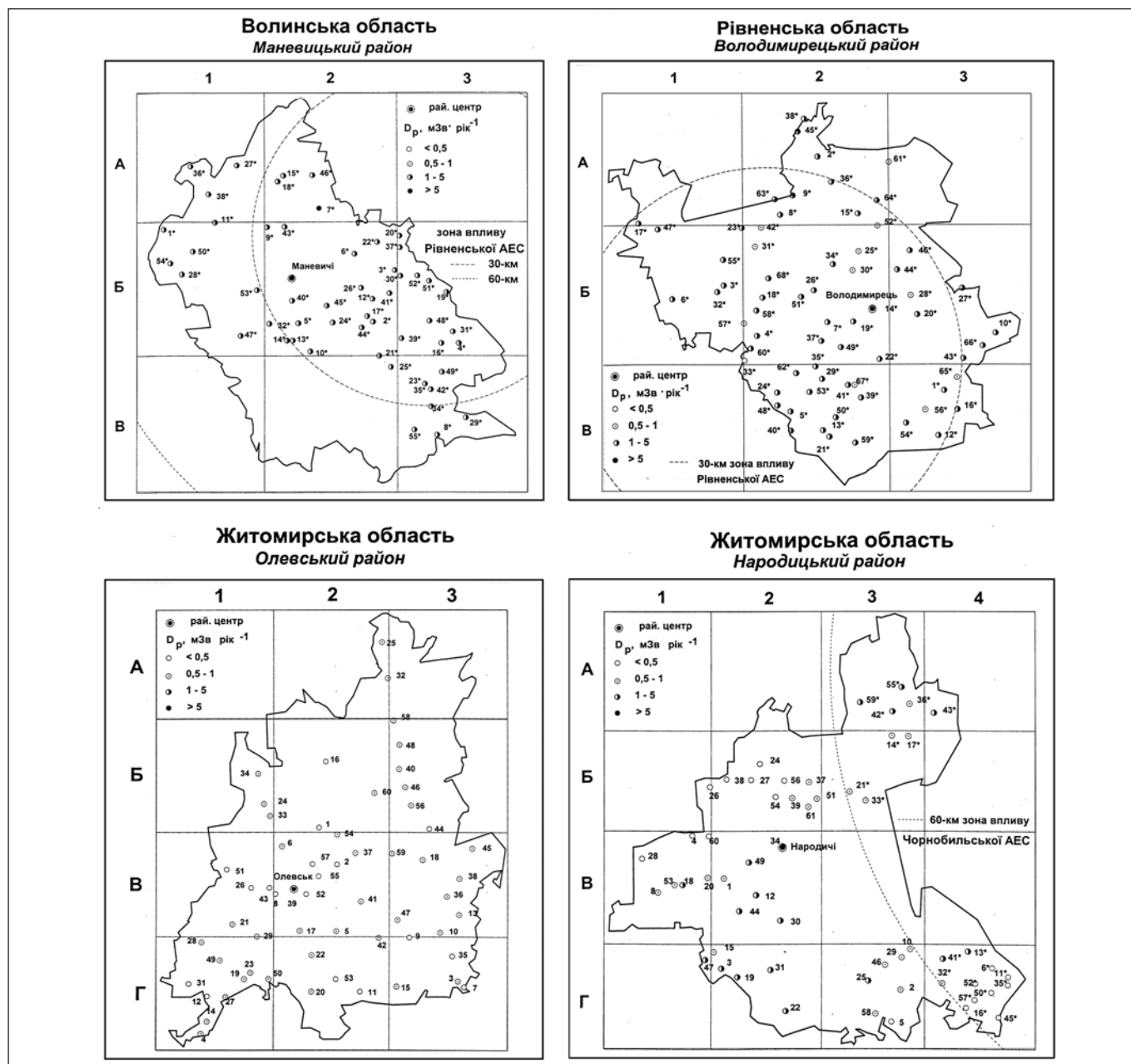


Рисунок 5. Приклад карт-схем деяких районів з візуалізацією результатів дозпаспортизації

на “Методиці-97”. Формат представлення даних у Збірці 7 наведено на рис. 6.

Як видно з рисунка 6, Головна таблиця Збірки 7 для кожного НП містить розраховані за “Методикою-97” сумарні річні дози у інтервалі часу 1986–1997 рр., а також сумарні накопичені дози опромінення за різні періоди, включаючи так звану “дозу за життя” (1986–2055 рр.). Водночас у Головній таблиці цієї Збірки представлено паспортні дози за 1997 р., розраховані за “Методикою-96”. У Збірці 7 є два Додатки, що містять набори карт-схем районів, де візуалізовано розподіли накопичених доз для паспортизованих НП за перші 12 років, та ретроспективні дози, накопичені за 70 років після аварії (рис. 7).

on the “Methods-97”. The format of presentation of data in the Collection 7 is shown in Figure 6.

As can see in Figure 6, the Main table of the Collection 7 contains the total annual dose for each settlement calculated by the “Methods-97” from 1986 till 1997 and the total cumulative doses for different periods including the so-called “dose for life” during 1986–2055. At the same time, the Main table of this Collection presents passport doses for 1997 calculated by the “Methods-96”. The Collection 7 includes two appendices containing sets of schemes maps where visualized distributions of the accumulated passport doses for the first 12 years and the retrospectively-prospective doses accumulated over 70 years after the accident (Figure 7).

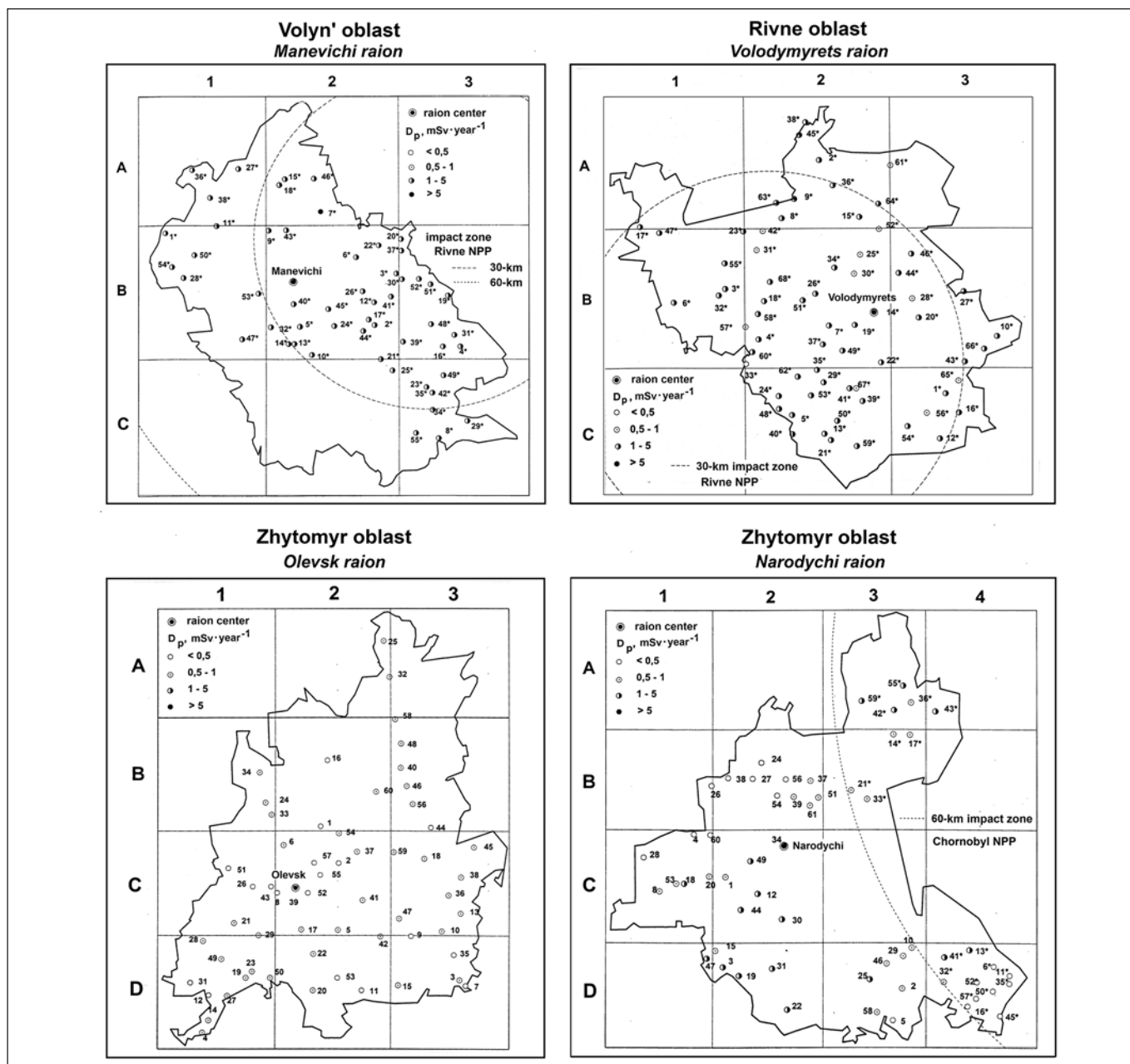


Figure 5. Example of the schematic map of some areas with visualization of the results of dosimetric passportization

Збірки 8–14 узагальнюють результати радіологічного моніторингу та розрахунки паспортних доз у період 1998–2012 рр. для усіх НП, що були включені до Постанови КМУ №106 [3]. При цьому, у кожній зі *Збірок* зазначалися НП, де молочний моніторинг з тих чи інших причин проведений не був. Для цих НП кожного разу приймалося експертне рішення щодо величини паспортної дози, що приписувалась даному НП. Починаючи зі *Збірки 11* (2005 р.) поряд із Головною таблицею, що узагальнювала результати радіологічного моніторингу та величини паспортної дози, до формату *Збірки* включалася додаткова таблиця, що характеризувала результати ЛВЛ-моніторингу, який також постійно проводився у рамках

The *Collections 8–14* summarize the results of radiological monitoring and calculations of the passport doses, during the period 1998–2012, for all settlements included in the decree #106 of the Cabinet Council of Ukraine [3]. Each collection had information about the settlement where monitoring milk for one or other reason was not carried out. For these settlements every time it was taken an expert decision on values of passport doses attributed to the settlement. Beginning from the *Collection 11* (2005), together with the Main tables generalized the results of radiological monitoring and passport dose, there was included an additional table which specified the results of WBC monitoring also being done in the

Населений пункт			¹³⁷ Cs у грунті, кБк·м ⁻²	Дози опромінення																			паспортні мЗв·рік ⁻¹
№	Тип	Назва		ретроспективні, мЗв·рік ⁻¹													накопичені, мЗв						
				1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1986- 1997	1998- 2003	2004- 2013	2014- 2033	2034- 2055	за 70 р.		
																						1997	
Житомирська область. Лугинський район																							
1	село	Буда	53	2.1	3.3	2.4	1.9	1.4	1.2	0.94	0.78	0.66	0.56	0.49	0.42	17	1.8	1.5	1.2	0.49	22	1.2	
2	село	Запілля	177	7.1	6.3	4.6	3.6	2.8	2.2	1.9	1.6	1.4	1.2	1.0	0.89	35	3.8	3.4	2.7	1.0	47	1.3	
Житомирська область. Народицький район																							
1	село	Лозниця	757	31	14	9.6	7.5	5.9	4.8	4.0	3.4	3.0	2.6	2.4	2.1	84	9.2	8.5	6.9	2.3	111	2.5	
2	село	Розсохівське	608	24	13	9.3	7.3	5.7	4.6	3.8	3.2	2.8	2.4	2.2	1.9	78	8.3	7.6	6.1	2.2	102	2.2	
Житомирська область. Овруцький район																							
1	село	Делета	173	6.8	18	13	10	7.8	6.2	5.0	4.1	3.4	2.9	2.5	2.1	91	8.7	7.4	6.0	2.6	117	6.0	
2	село	Млини	180	7.7	15	11	8.4	6.5	5.1	4.2	3.5	2.9	2.5	2.2	1.9	77	7.8	6.7	5.4	2.2	99	0.66	

Рисунок 6. Формат Головної таблиці Збірки 7 [21]: ретроспективно-прогнозовані дози опромінення 1986–2005 р. та паспортні дози 1997 р.

Settlement			¹³⁷ Cs in soil, kBq·m ⁻²	Exposure doses																			passport mSv· year ⁻¹
N	Type	Name		retrospective, mSv·year ⁻¹													cumulative, mSv						
				1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1986– 1997	1998– 2003	2004– 2013	2014– 2033	2034– 2055	over 70 years		
				Zhytomyr oblast, Luginy raion																			
1	village	Buda	53	2.1	3.3	2.4	1.9	1.4	1.2	0.94	0.78	0.66	0.56	0.49	0.42	17	1.8	1.5	1.2	0.49	22	1.2	
2	village	Zapillya	177	7.1	6.3	4.6	3.6	2.8	2.2	1.9	1.6	1.4	1.2	1.0	0.89	35	3.8	3.4	2.7	1.0	47	1.3	
Zhytomyr oblast, Narodychi raion																							
1	village	Loznytsya	757	31	14	9.6	7.5	5.9	4.8	4.0	3.4	3.0	2.6	2.4	2.1	84	9.2	8.5	6.9	2.3	111	2.5	
2	village	Rozsokhivske	608	24	13	9.3	7.3	5.7	4.6	3.8	3.2	2.8	2.4	2.2	1.9	78	8.3	7.6	6.1	2.2	102	2.2	
Zhytomyr oblast, Ovruch raion																							
1	village	Deleta	173	6.8	18	13	10	7.8	6.2	5.0	4.1	3.4	2.9	2.5	2.1	91	8.7	7.4	6.0	2.6	117	6.0	
2	village	Mlyny	180	7.7	15	11	8.4	6.5	5.1	4.2	3.5	2.9	2.5	2.2	1.9	77	7.8	6.7	5.4	2.2	99	0.66	

Figure 6. Format of the Main table of the Collection 7 [21]: retrospective-predicted dose during 1986–2005 and passport doses in 1997

Комплексної Загальнодозиметричної паспортизації. Так для НП, для яких величина сумарної паспортної дози перевищувала 0,5 мЗв на рік, а кількість ЛВЛ-вимірювань становила не менше 10, надавалися величина та відношення компоненти внутрішнього опромінення паспортної дози, що розраховувалася за даними “молочного” моніторингу та середньою дозою внутрішнього опромінення, розрахованою за результатами ЛВЛ-вимірювань.

Збірка 14 містить досить детальний опис та аналіз усього організаційно-методичного супроводу проведення дозиметричної паспортизації у 2011–2012 рр. Окрему увагу приділено такій важливій компоненті, як проведення зовнішнього контролю якості вимірювань ^{137}Cs та ^{90}Sr у молоці та картоплі (відповідальна організація ДНДУ “Чорнобильський центр”) та ЛВЛ-вимірювань (відповідальна організація – ННЦРМ). У Пояснювальній записці Збірки 14 наведені узагальнені за областями результати спектрометричних вимірювань, зокрема вказані кількості (абсо-

framework of the Integrated Dosimetric Passportization. Thus, for settlements having the total value of the passport doses exceeding 0.5 mSv per year and the amount of WBC measurements being at least 10, there was given the value and the ratio of components of internal passport exposure dose which is calculated according to the “milk” monitoring and the average dose of internal irradiation calculated using the results of WBC measurements.

The **Collection 14** contains a detailed description and analysis of all organizational and methodological support of the dosimetric passportization 2011–2012. A special attention was paid to such an important component as the external quality control of ^{137}Cs and ^{90}Sr measurements in milk and potatoes (“Chornobyl Center” was the responsible organization) and WBC measurements (NRCRM was the responsible organization). The explanatory note of Collection 14 outlines the summarized results of spectrometric measurements of both milk and pota-

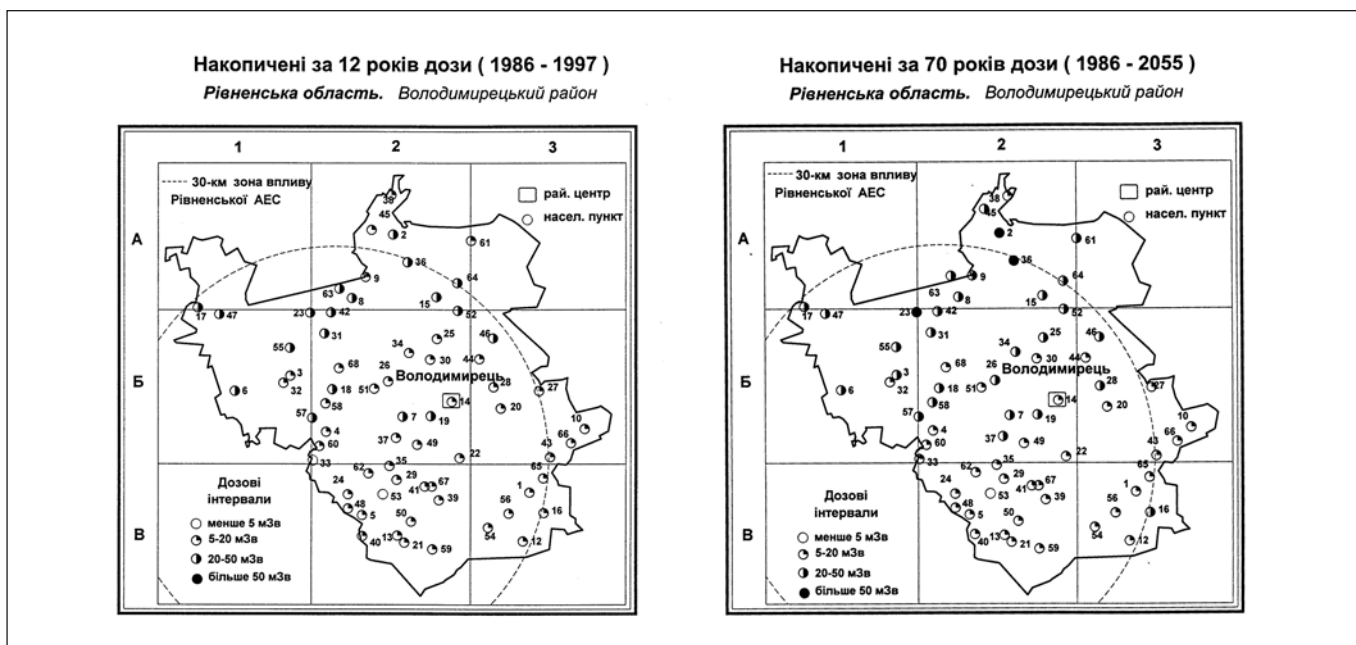


Рисунок 7. Приклади окремих районних карт-схем, що візуалізують величину накопичених доз опромінення за 12 років та за 1986–2055 рр., представлених у Збірці 7

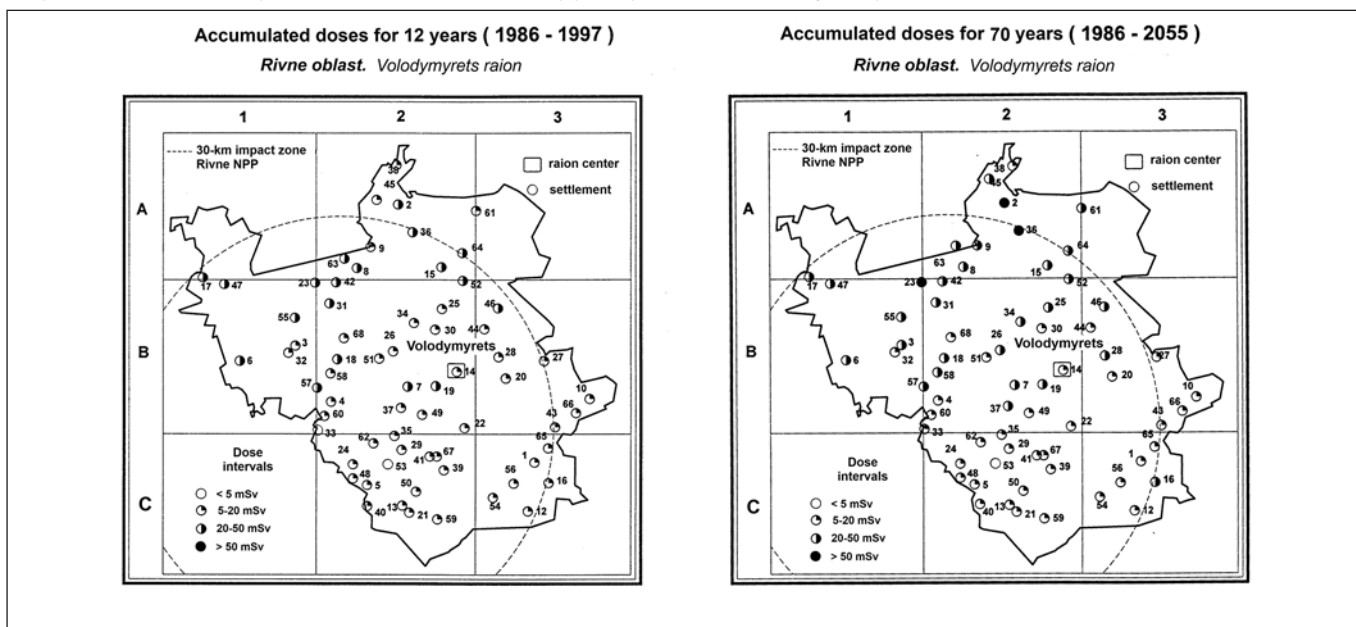


Figure 7. Examples of some raion's schematic maps that visualize the value of accumulated exposure doses for 12 years and during 1986–2055

лютні значення та відсотки) проб молока та картоплі, де питома активність ^{137}Cs у молоці та картоплі та/або ^{90}Sr — у молоці виявилася нижчою за МДА. Наводиться також загальна оцінка якості вимірювань організаціями (переважно радіохімічними лабораторіями міських, районних та обласних СЕС). Аналізуються причини виявлення суттєвих розбіжностей результатів контрольних вимірювань з вимірюваннями на місцях.

Збірка 15 подає результати загальнодозиметричної паспортизації лише для 198 НП, що були визначені наказом Голови Держагенства України з уп-

тоes samples generalized over raion where the specific activity of ^{137}Cs (in milk and potatoes) and/or ^{90}Sr (in milk) was lower vs. minimum detectable activity (MDA). General estimate of the quality of measurements by organizations (mainly radiochemical laboratories of municipal, raion and oblast SES) is also demonstrated. The reasons of sufficient differences between the results of the control measurements with measurements in the fields are analysed.

The **Collection 15** includes the results of general dosimetric passportization only for 198 settlements specified by the order of the Head of the State Agency of

равління зоною відчуження № 116 від 10.08.2012 р. (текст наказу подається в одному з Додатків **Збірки 15**). Суттєве зменшення кількості НП, що підлягають дозиметричній паспортизації, стало результатом аналізу даних щодо рівнів радіоактивного забруднення молока, вмісту радіоцезію у організмі жителів та величини паспортної дози у НП за попередні роки.

Збірка 16 містить результати загальнодозиметричної паспортизації для 356 НП, виконаних відповідно до затверджених Державним агентством України з управління Зоною відчуження “Рекомендацій щодо проведення робіт з дозиметричної паспортизації у 2013 році населених пунктів України, які згідно із законодавством віднесено до зон радіоактивного забруднення” [19]. У цій Збірці, крім Головної таблиці з результатами дозиметричної паспортизації 2013 р., наведено детальний аналіз як об’єму, так і якості вимірювань питомої активності ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування. Визначається, що у ряді районів, де проходила дозиметрична паспортизація, досить великий відсоток ($>18\%$ по ^{137}Cs у молоці, $>30\%$ по ^{137}Cs у картоплі, $>85\%$ по ^{90}Sr у молоці) зразків має рівень питомої активності радіонуклідів, що не перевищує МДА приладів та методик, які застосовуються.

Ukraine on Exclusion Zone Management with # 116 from 10.08.2012. The text of the order is filed in one of the appendices of the **Collection 15**. A significant reduction in the number of settlements to be dosimetrically passported resulted from analysis of data on levels of radioactive contamination of milk, content of radiocesium in bodies of inhabitants and value of passport dose of the settlement in previous years.

The **Collection 16** includes the results of general dosimetric passportization for 356 settlements performed according to the approved by the State Agency of Ukraine on Exclusion Zone Management “Guidelines for the works on dosimetric passportization in 2013 of the settlements of Ukraine, which under the Law were referred to the radioactive contamination” [19]. In this Collection, besides the Main table with the results of dosimetric passportization in 2013 there is a detailed analysis of both content and quality of the measurements of specific activity of both ^{137}Cs and ^{90}Sr in food. It is pointed out that in some raions where the dosimetric passportization took place there is very high percentage ($>18\%$ of ^{137}Cs in milk, $>30\%$ of ^{137}Cs in potatoes, $>85\%$ of ^{90}Sr in milk) of samples has a level of specific activity of radionuclides to be not exceeding the MDA of devices and methods that were used.

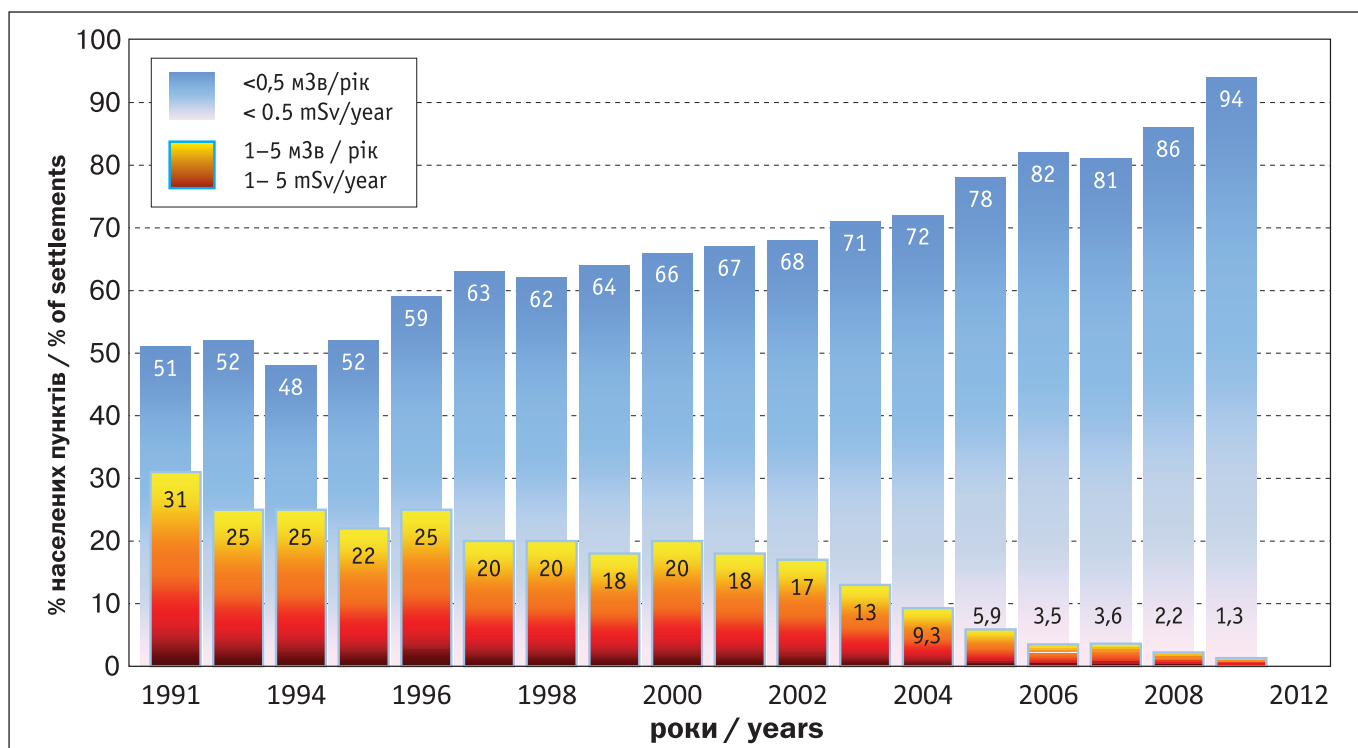


Рисунок 8. Динаміка відносного розподілу щорічних паспортних доз НП у період 1991–2011 рр. за даними загальнодозиметричної паспортизації

Figure 8. Dynamics of the relative distribution of annual passport doses in the settlements during 1991–2011 according to general dosimetric passportization

На рисунку 8 представлена динаміка розподілу НП, паспортизованих у період 1991–2011 рр. за дозовими інтервалами. Для зручності перегляду у кожному поточному році розглядаються 2 інтервали:

- а) інтервал, який відповідає третій зоні згідно з Постановою [1], паспортні дози НП у якому знаходяться у проміжку від 1 до 5 мЗв·рік⁻¹;
- б) паспортні дози НП не перевищують 0,5 мЗв·рік⁻¹.

ІНТЕРАКТИВНИЙ ІНФОРМАЦІЙНИЙ КОМП'ЮТЕРНИЙ ПАКЕТ (CD-ДИСК) З ВІЗУАЛІЗАЦІЄЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОЗИМЕТРИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ

Результати дозиметричної паспортизації, що проводилась упродовж усього післяаварійного періоду, були узагальнені у формі інформаційного комп'ютерного інтерактивного пакету “Рівні опромінення населення, яке мешкає на забруднених після аварії на ЧАЕС територіях України. Інформаційно-довідковий матеріал для постраждалих громад (Passport 1991–2006)” [22], створеного на замовлення Представництва ООН в Україні – Чорнобильська програма відродження та розвитку (рис. 9, а). Метою його створення було підвищення ступеня інформованості населення та відповідних державних органів щодо поточної радіаційно-гігієнічної та дозиметричної ситуації в регіонах України, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС. На рисунках 9 та 10 представлено ряд інтерфейсів цієї програми для різних регіонів радіоактивно забруднених територій України.

При виборі одного окремого населеного пункту можна отримати так званий дозиметричний паспорт НП, тобто всю радіоепідеміологічну та дозиметричну інформацію щодо цього НП за всі роки спостережень з інтервалу 1991–2006 рр. (рис. 9, б).

Розроблений пакет, зокрема, дозволяє інтерактивно вибирати один або декілька НП одного і більше районів областей та отримувати узагальнену інформацію щодо результатів поточного (для вказаного користувачем року) радіоекологічного моніторингу і величини відповідних доз опромінювання. Інформація може бути виведена у форматі тематичної карти (рис. 9, в), узагальненої карти-схеми (рис. 10, а) або таблиці (рис. 10, б). Структура інтерфейсу пакету передбачає можливість формування декількох рівнів представлення радіоекологічної і дозиметричної інформації, що відрізняються різним ступенем деталізації (населений пункт або район). Значення, що виводяться, позначені кольоровими маркерами залежно від величини результатів, що відображаються.

Figure 8 shows the dose dynamics in the settlements dosimetrically passported during 1991–2011. For easy viewing in any year are considered two dose intervals:

- a) dose interval, which corresponds to the third zone under Law of Ukraine [1]; passport dose of the settlement are in the range from 1 to 5 mSv·year⁻¹;
- b) the settlement passport dose is ≤ 0.5 mSv·year⁻¹.

INTERACTIVE INFORMATION COMPUTER PACKAGE (CD-DISC) WITH VISUALIZATION OF THE RESULTS OF DOSIMETRIC PASSPORTIZATION

The results of dosimetric passportization conducted throughout the post-accident period were summarized in the form of computer interactive information package “Radiation exposure levels of the population living in the contaminated after the Chernobyl accident oblasts of Ukraine; Informational and reference materials for the suffered communities (Passport 1991-2006)” [22], commissioned by the UN Office in Ukraine – the Chernobyl Recovery and Development Programme (Fig. 9a). The purpose of its creation was to raise awareness of the public and relevant authorities about the current radiation dosimetry and hygienic situation in the oblasts of Ukraine suffered by the Chernobyl accident. Figure 9 and 10 shows a number of interfaces of the package for different oblasts of radioactively contaminated areas of Ukraine.

When selecting a separate settlement, one can get so-called dosimetric passport of the settlement that is all the radio-epidemiological and dosimetric information on this settlement in all the years of observation within the interval 1991–2006 (Fig. 9 b).

The designed package, in particular, permits to interactively choose one or more the settlements of one or more raions of the oblasts and receive summary results of the current (for the user specified year) radio-ecological monitoring and the values of corresponding doses. The information can be displayed in thematic map format (Fig. 9c) generic schematic map (Fig. 10a) or a table (Fig. 10b). The interface structure of the package provides possibility for the presentation of multiple levels of radio-ecological and dosimetric information which differ with varying degrees of details (settlement or raion). The values displayed are marked with colored markers depending on the value of the results displayed.

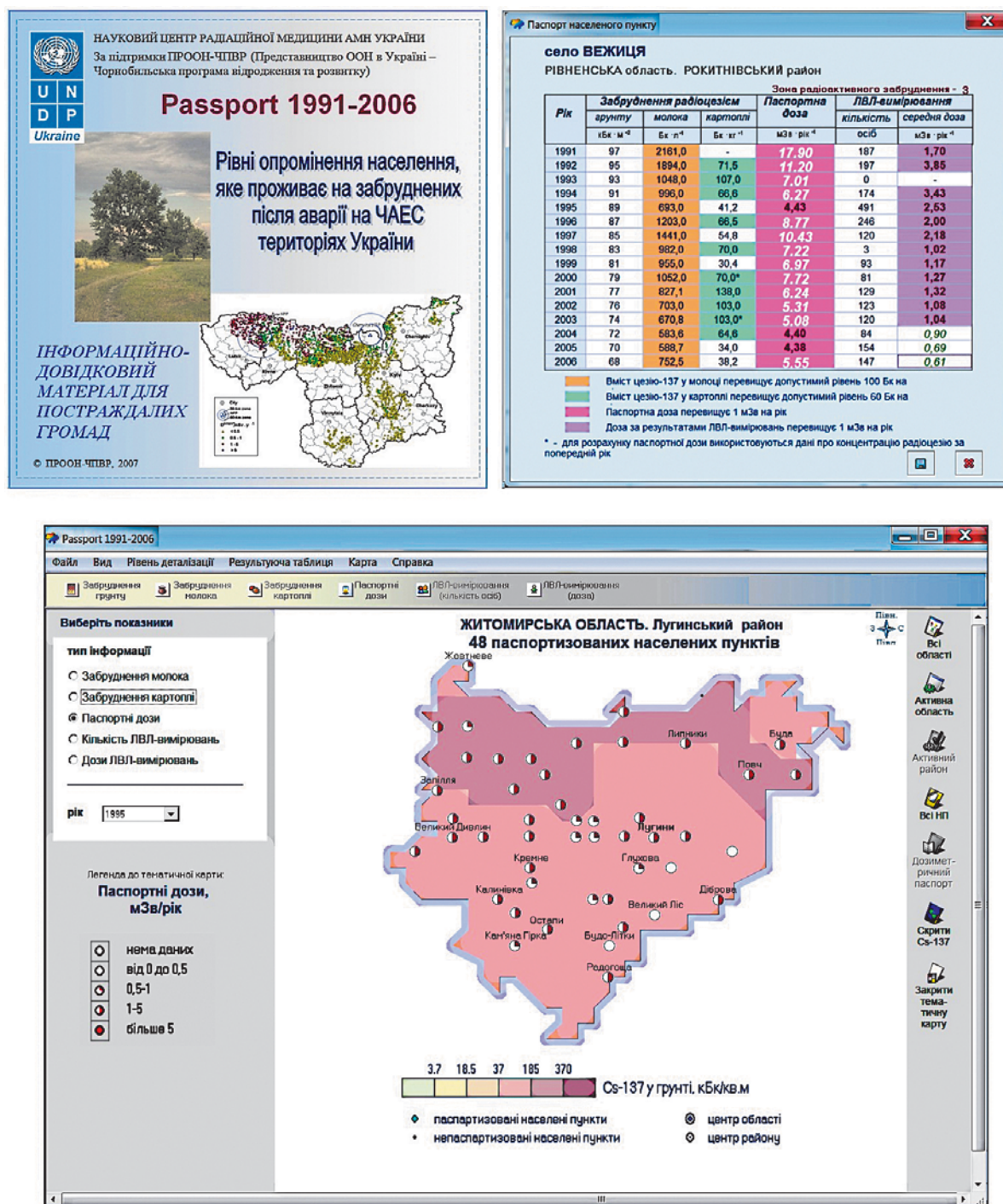


Рисунок 9. Приклади інтерфейсів комп'ютерного пакету результатів загальнодозиметричної паспортизації *Passport 1991–2006*: а) заставка; б) приклад паспорта населеного пункту (с. Вежиця Рівненської області); в) інтерфейс відображення результатів запиту для НП вибраного району у вигляді тематичної карти

Figure 9. Examples of interfaces for the computer package processing the results of the general dosimetric passportization *Passport 1991–2006*: a) backdrop; b) an example of the passport for a settlement (Vezhytsia village, Rivne oblast); c) interface for display of the query results for a settlement from the selected raion in thematic map format.

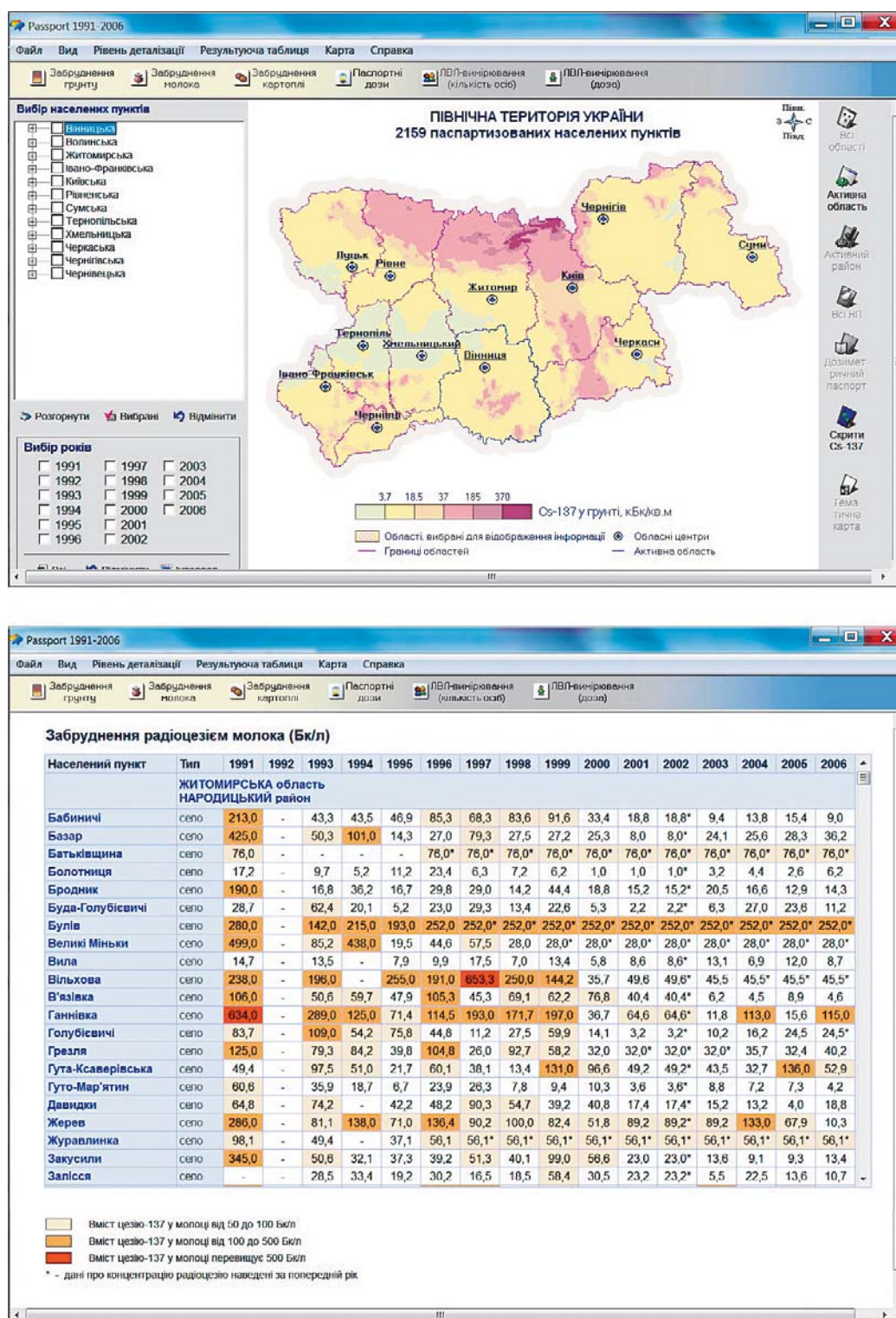


Рисунок 10. Приклади інтерфейсів комп'ютерного пакету результатів загальнодозиметричної паспортизації *Passport 1991–2006*: а) інтерфейс інтерактивного вибору даних; б) інтерфейс відображення результатів запиту для НП вибраного району у вигляді тематичної карти

Figure 10. Examples of interfaces for the computer package processing the results of the general dosimetric passportization *Passport 1991–2006*: а) interface of interactive data selection; б) interface for display of the query results for a settlement from the selected raion in thematic map format.

ВИСНОВКИ

Загальнодозиметрична паспортизація, що проводилася в Україні у рамках Державної програми подолання наслідків Чорнобильської катастрофи зіграла вирішальну роль на усіх етапах системи контролю поточного радіаційного стану та підтримки прийняття рішень щодо різних видів втручання та соціальних пільг населення радіоактивно забруднених територій. Ця робота може бути кваліфікована як науково-прикладне вивчення еволюції в часі і просторі постчорнобильських доз опромінення населення України.

Принципові особливості Загальнодозиметричної паспортизації можуть бути сформульовані наступним чином:

1. Як за масштабами, так і за тривалістю радіоекологічного та дозиметричного моніторингу, що проводилися на Україні у 1991–2014 рр., роботи, виконані в межах дозиметричної паспортизації, не мали аналогів серед досліджень, які проводились після інших широкомасштабних промислових та комунальних аварій, а також при виконанні програм подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в сусідніх країнах (Білорусь, Росія).
2. Абсолютно новаторськими стали як методологічні підходи до оцінки так званої паспортної дози НП, так і сама концепція річної дози як дози для прийняття рішень для введення прямих та непрямих контрзаходів для НП України.
3. Шістнадцять Збірок загальнодозиметричної паспортизації, що були видані впродовж усього пост-аварійного періоду, акумулюють результати десятків і сотень тисяч спектрометричних, радіохімічних та ЛВЛ-вимірювань, проведених у 1991–2014 рр. Ці результати моніторингу разом із розрахованими на їх основі річними паспортними дозами (та їх компонентами) є унікальною інформацією, що кількісно характеризує рівень та часову динаміку радіаційного стану для кожного із 2161 НП 74 районів 12 областей України впродовж усього післяаварійного періоду.
4. Завдяки роботам, що проведені за останні 23 роки в межах дозиметричної паспортизації НП України, створені унікальні за своєю структурою і змістом бази даних, які містять кількісні характеристики територіально-часового розподілу і динаміки змін низки важливих радіологічних показників, а саме:
 - вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування (молока та картоплі) місцевого виробництва (понад 500 тис. вимірів);

CONCLUSION

The total dosimetric passportization was performed in Ukraine under the National Programme directed to the recovery of the Chornobyl accident aftermath in Ukraine played a crucial role in all phases of the current radiation monitoring system and decision support on various kinds of interventions and social benefits to the population of radioactively contaminated areas. This work may be qualified as scientific and practical study of evolution in time and space of post-Chornobyl exposure doses of the population in Ukraine.

The principal features of the total dosimetric passportization can be formulated in the following manner:

1. Both in scales and duration of the radio-ecological and dosimetric monitoring conducted in Ukraine in 1991–2014, the works having done under the dosimetric passportization had no analogues in those studies that were performed after other large-scale industrial and communal accidents as well as at implementation of programs on recovery of the Chornobyl accident aftermath in neighboring countries (Belarus, Russia).
2. The methodological approaches to estimates of so-called passport dose and the concept of annual dose as the dose for making decisions for the introduction of direct and indirect emergency countermeasures to Ukraine have become to be absolutely innovative.
3. Sixteen Collections of general dosimetric passportization having been issued throughout the post-accident period accumulated the results of hundreds of thousands of spectrometric, radiochemical and WBC measurements performed in 1991–2014. These results of monitoring together with calculated on their base the annual passport doses (and their components) are unique information that quantifies the level and time dynamics of the radiation situation for each of the 2161 settlements of 74 raions in 12 oblasts throughout Ukraine in the post-accident period.
4. Thanks to the works having been done in the last 23 years under the dosimetric passportization of settlements of Ukraine, there have been created the unique in its structure and content databases that contain quantitative characteristics of territorial and temporal distribution and dynamics of changes in a number of important radiological parameters, namely:
 - ^{137}Cs and ^{90}Sr content in foods (milk and potatoes) of local production (over 500 thousands measurements);

➤ понад 1,3 млн. вимірів вмісту радіоцезію в організмі мешканців НП України;

➤ близько 100 тис. оцінок доз опромінення (окремо зовнішнього і внутрішнього) жителів НП, які розташовані на радіоактивно забруднених територіях.

5. У Національних доповідях “П’ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання” [23], “20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд в майбутнє” [24] та “25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього” [25] результати дозиметричної паспортизації виконували роль одного з основних дозових критеріїв при узагальненні наслідків Чорнобильської аварії за перші 15, 20 та 25 років відповідно.

6. Результати загальнодозиметричної паспортизації були основою для введення тих чи інших проти-радіаційних заходів на різних територіях, і саме результати цієї дозиметричної паспортизації мають бути основним, а може й єдиним об’єктивним критерієм призупинення будь-яких втручань у разі досягнення нормального (доаварійного) радіологічного стану на цих територіях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України від 27 лютого 1991 р. N 791а-XII “Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи” // Ядерне законодавство. Збірка нормативно-правових актів (станом на 1 січня 1998 р.). – К. : [б. в.], 1998. – С. 425–435.
2. Закон України від 28 лютого 1991 р. N 796-XII “Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи” // Ядерне законодавство. Збірка нормативно-правових актів (станом на 1 січня 1998 р.). – К. : [б. в.], 1998. – С. 435–479.
3. Постанова Кабінету Міністрів Української РСР від 23 липня 1991 року № 106 “Про організацію виконання постанов Верховної Ради Української РСР про порядок введення в дію законів Української РСР “Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи” та “Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи”. Додаток № 1.
4. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії (Збірка 6) / Міністерство охорони здоров’я України, Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, НЦРМ АМН України – К. : [б. в.], 1997. – 103 с.
5. 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. Табач-

➤ more than 1.3 million estimates of radiocesium content in the bodies of residents of settlements of Ukraine;
➤ about 100 thousands estimates of exposure doses (separately both internal and external) of inhabitants for the settlements located on the radioactively contaminated areas.

5. In the national reports “Fifteen years of the Chernobyl accident: Experience of overcoming” [23], “Twenty Years after Chernobyl Accident. Future outlook” [24] and “Twenty five Years after Chernobyl Accident: Safety for the Future” [25], the results of the dosimetric passportization served as one of the dose criterion for generalization of aftermath of the Chernobyl accident for the first 15, 20 and 25 years respectively.

6. The results of the total dosimetric passportization were the basis for the introduction of certain anti-radiation measures in different territories, and the results of this dosimetric passportization should be the primary or even unique objective criterion for suspending any interventions in the case of a normal (pre-accident) radiological condition in these areas.

REFERENCES

1. [On legal status of the areas radioactively contaminated by the Chernobyl disaster. The Law of Ukraine No. 791a-XII (February 27, 1991)]. In: Nuclear legislation. Collection of normative legal acts (status on January 1, 1998). Kyiv; 1998. p. 425-35. Ukrainian.
2. [About the status and social protection of citizens affected due to the Chernobyl disaster. The Law of Ukraine No. 796-XII (February 28, 1991)]. In: Nuclear legislation. Collection of normative legal acts (status on January 1, 1998). Kyiv; 1998. p. 435-79. Ukrainian.
3. [About the organization of implementation of the resolutions of Verkhovna Rada of Ukrainian SSR on the procedure for the enactment of Laws of Ukrainian SSR “On legal regime of territories contaminated by the Chernobyl accident” and “On status and social protection of citizens affected by the Chernobyl accident”]. Decree of the Cabinet of Ministries of Ukraine No. 106. Appendix 1 (status on July 23, 1991). Ukrainian.
4. Ministry of Health of Ukraine, Ministry of Emergencies and Affairs of Population Protection from the Consequences of Chernobyl Catastrophe of Ukraine, RCRM AMS of Ukraine. [General dosimetric passportization of the settlements of Ukraine, which contaminated by Chernobyl accident. Collection 6]. Kyiv; 1997. 103 p. Ukrainian.
5. Likhtarov IA, Kovgan LM, Tabachnyi LYa, et al.; Ministry of Health of Ukraine, Ministry of Affairs of Population Protection from the Consequences of Chernobyl Catastrophe of Ukraine, RCRM AMS of Ukraine, RPI ATS of Ukraine. [Radiation and dosimetric

ний та ін. ; МОЗ України, Мінчорнобиль України, НЦРМ АМНУ, ІРЗ АНУ. — К. : [б. в.], 1996. — 74 с.

6. Реконструкція та прогноз доз опромінення населення, яке мешкає на територіях України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС (Методика-97) : інструктивно-методичні вказівки / ред. І. А. Ліхтарьов. — К. : [б. и.], 1998. — 76 с.

7. Литвинец Л. А. Обеспечение оперативного мониторинга индивидуальных доз внутреннего облучения населения после аварии на ЧАЭС: дис. ...канд. техн. наук: 11.00.11. — К., 1994. — 151 с.

8. Experience, problems and results of mass implementation of whole-body counters at post Chernobyl period / O. N. Perevoznikov, I. A. Likhtarev, L. A. Litvinets, G. N. Jakovleva // Proc. of the International Workshop at Chiba, January 18-20, 1994. — Chiba (Japan), 1994. — P. 129–139.

9. Перевозніков О. Система забезпечення інструментальної індивідуальної дозиметрії населення в умовах великої радіаційної аварії (на прикладі Чорнобильської катастрофи) : автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.26.05 / Нац. техн. ун-т України КПІ. — К., 1995. — 35 с.

10. Научно-методическое сопровождение дозиметрической паспортизации населенных пунктов Украины с использованием счетчиков излучения человека : метод. рекомендации. — К. : [б. и.], 1995. — 31 с.

11. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases following the Chernobyl accident: objectives, design and methods / V. A. Stezhko, E. E. Buglova, I. I. Danilova [et al.] // Chernobyl Thyroid Diseases Study Group of Belarus, Ukraine, and the USA // Radiat. Res. — 2004. — Vol. 161, No. 4. — P. 481–492.

12. Childhood exposure due to the Chernobyl accident and thyroid cancer risk in contaminated area of Belarus and Russia / P. Jacob, Y. Kenigsberg, I. Zvonova [et al.] // Br. J. Cancer. — 1999. — Vol. 80, No. 9. — P. 1461–1469.

13. Age- and sex-specific relative thyroid radiation exposure to I-131 in Ukraine after the Chernobyl accident / W. F. Heidenreich, I. Kayro, M. Chepurny [et al.] // Health Phys. — 2001. — Vol. 80, No. 3. — P. 242–250.

14. Thyroid doses resulting from the Ukraine Chernobyl accident — part 1: Dose estimates for the population of Kiev / I. A. Likhtaryov, G. M. Gulko, I. A. Kairo [et al.] // Health Phys. — 1994. — Vol. 66, No. 2. — P. 137–146.

15. Thyroid dose assessment for the Chernigov region (Ukraine): estimation based on ^{131}I thyroid measurements and extrapolation of the results to districts without monitoring / I. A. Likhtarev, G. M. Gulko, B. G. Sobolev [et al.] // Radiat. Environ. Biophys. — 1994. — Vol. 33. — P. 149–166.

16. Ukrainian thyroid doses after the Chernobyl accident / I. A. Likhtarev, N. K. Shandala, G. M. Gulko [et al.] // Health Physics. — 1993. — Vol. 64, No. 6. — P. 594–599.

17. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. (Збірка 14). — К. : [б. в.], 2012. — 99 с.

18. “Програма робіт з дозиметричної паспортизації населених пунктів, які згідно з діючим законодавством віднесено до зон радіоактивного забруднення”, затверджена наказом ДАЗВ України № 116 від 10.08.2012.

passportization of the settlements of Ukrainian territory which suffered from radioactive contamination as a consequence of the Chernobyl accident, including thyroid dosimetric passportization. Instructions and practical policies: “Methods- 96”]. Kyiv; 1996. 74 p. Ukrainian.

6. Likhtarov IA, editor. [Reconstruction and prognosis inhabitant's exposure doses who living on the territories of Ukraine contaminated by the Chornobyl accident (Methods-97) : Instructions and practical policies]. Kyiv; 1998. 76 p. Ukrainian.

7. Litvinets LA. [Supporting of a real-time monitoring of individual doses of internal irradiation of the population after the Chernobyl accident] [dissertation]. Kyiv, 1994. 151 p. Russian.

8. Perevoznikov ON, Likhtarev IA, Litvinets LA, Jakovleva GN. Experience, problems and results of mass implementation of whole-body counters at post Chernobyl period. In: Proceedings of the International Workshop at Chiba, 1994 January 18-20. Chiba. Japan; 1994. p. 129-39.

9. Perevoznikov O. [Supporting system of individual dosimetry of the population in the large radiation accident (for example Chernobyl accident)] [author's abstract of Dr. Sc. Dissertation]. Kyiv: National Technical University of Ukraine KPI; 1995. 35 p. Ukrainian.

10. [Scientific and methodological support of dosimetric passportization of the settlements of Ukraine using whole body counters. Guideline]. Kyiv; 1995. 31 p. Ukrainian.

11. Stezhko VA, Buglova EE, Danilova LI, Drozd VM, Krysenko MA, Lesnikova NR. et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases following the Chernobyl accident: objectives, design and methods. Chernobyl Thyroid Diseases Study Group of Belarus, Ukraine, and the USA. Radiat Res. 2004;161(4):481-92.

12. Jacob P, Kenigsberg Y, Zvonova I, Buglova E, Heidenreich WF, Golovneva A, et al. Childhood exposure due to the Chernobyl accident and thyroid cancer risk in contaminated area of Belarus and Russia. Br J Cancer. 1999;80(9):1461-69.

13. Heidenreich W, Kayro I, Chepurny M, et al. Age- and sex-specific relative thyroid radiation exposure to I-131 in Ukraine after the Chernobyl accident. Health Phys. 2001;80(3):242-50.

14. Likhtarov IA, Gulko GM, Kairo IA, Los IP, Henrichs K, Paretzke HG. Thyroid doses resulting from the Ukraine Chernobyl accident - part 1: Dose estimates for the population of Kiev. Health Phys. 1994;66(2):137-46.

15. Likhtarev IA, Gulko GM, Sobolev BG, Kairo IA, Chepurny NI, Prohl G, et al. Thyroid dose assessment for the Chernigov region (Ukraine): estimation based on ^{131}I thyroid measurements and extrapolation of the results to districts without monitoring. Radiat Environ Biophys. 1994;33:149-66.

16. Likhtarev IA, Shandala NK, Gulko GM, Kairo IA, Chepurny NI. Ukrainian thyroid doses after the Chernobyl accident. Health Phys. 1993;64(6):594-99.

17. General dosimetric passportization and results of WBC monitoring in the settlements of Ukraine, which contaminated by

19. Рекомендації щодо проведення робіт з дозиметричної паспортизації у 2013 році населених пунктів України, які згідно із законодавством віднесено до зон радіоактивного забруднення : лист ДАЗВ України № 01-1718/1.4.1 від 30.05.2013.
20. Определение годовых суммарных эффективных эквивалентных доз облучения населения, для контролируемых районов РСФСР, УССР, БССР, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС (Методические указания) / И. А. Лихтарев, К. И. Гордеев, М. И. Балонов [и др.]. — М. : [б. и.], 1991. — 8 с.
21. Ретроспективно-прогнольні дози опромінення населення та загальнодозиметрична паспортизація 1997 р. населених пунктів України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1986–1997 р.р. Збірка 7 / під ред. І. А. Ліхтарьова). — Київ : МОЗ України, 1998. — 155 с.
22. Рівні опромінення населення, яке проживає на забруднених після аварії на ЧАЕС територіях України (інформаційно-довідковий матеріал для постраждалих громад) [Електронний ресурс] / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, Г. В. Федосенко [та ін.] ; НЦРМ АМН України, за підтримки ПРООН-ЧПВР. — Компакт-диск. — Комп'ютерний пакет Passport 1991-2006. — К., 2007.
23. П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання : Національна доповідь України. — Київ : Чорнобильінтерінформ, 2001. — 144 с.
24. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд в майбутнє: Національна доповідь України. — К.: Атіка, 2006. — 232 с.
25. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього: Національна доповідь України. — К.: КІМ, 2011. — 365 с.
- Chornobyl accident. Data for 2011. Collection 14; 2012. 99 p. Ukrainian.
18. [The program of works on dosimetric passportization of the settlements which under current legislation referred to zones of radioactive contamination. No. 116 from 10.08.2012]. Approved by State Agency of Ukraine on Exclusion Zone Management; 2012. Ukrainian.
19. [Guidelines for the works on dosimetric passportization in 2013 of the settlements of Ukraine, which under the Law were referred to the radioactive contamination] : letter State Agency of Ukraine on Exclusion Zone Management, N 01-1718/1.4.1 from 30.05.2013. Ukrainian.
20. Likhtarev IA, Gordeev KI, Balonov MI, Minenko VF, et al. [Determining the annual total effective equivalent exposure doses of population for controlled areas of the RSFSR, UkrSSR and BSSR which suffered from radioactive contamination caused by the Chornobyl accident. (Practical policies)]. Moscow; 1991. 8 p. Russian.
21. Likhtarov IA, editor. [Retrospective-predicted doses of exposure of the population and general dosimetric passportization in 1997 of the settlements of Ukraine contaminated by Chornobyl accident. Summary data for the 1986-1997 years. Collection 7]. Kyiv : Ministry of Health of Ukraine; 1998. 155 p. Ukrainian.
22. Likhtarov IA, Kovgan LM, Fedosenko GV, et al. [Irradiation levels of the population living in the contaminated after the Chernobyl accident regions of Ukraine; Informational and reference materials for the suffered communities (Passport 1991-2006)]. Computer package "Passport 1991-2006." Kyiv: RSRM AMS of Ukraine, supported by UN Chernobyl Recovery and Development Programme; 2007. Russian.
23. [Fifteen years of the Chornobyl accident: Experience of overcoming]. National Report of Ukraine. Kyiv: Chornobylinterinform; 2001. 144 p. Ukrainian.
24. [Twenty Years after Chornobyl Accident. Future outlook: National Report of Ukraine]. Kyiv: Atika; 2006. 216 p. Ukrainian.
25. Twenty five Years after Chornobyl Accident. Safety for the Future: National Report of Ukraine. Kyiv: KIM; 2011. 328 p.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2015

Received: 14.09.2015