

І. П. Дрозд^{1*}, Ю. С. Олійник², О. А. Сова¹¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна² Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

*Відповідальний автор: radiobiology@kinr.kiev.ua

**ОЦІНКА РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ МІСТКОСТІ ТЕРИТОРІЙ
В АРЕАЛІ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ ЯДЕРНОГО ПАЛИВНОГО ЦИКЛУ**

Проведено науковий аналіз теоретичних основ методології оцінки радіоекологічної місткості територій в зоні впливу об'єктів ядерного паливного циклу України. Розглянуто існуючі концепції забезпечення екологічної безпеки за техногенного впливу на довкілля. Запропоновано методіку оцінки радіоекологічної ємності територій поблизу діючих та нових потенційних підприємств у контексті безпеки людини.

Ключові слова: ядерний паливний цикл, екологічна ємність території, радіоекологічна ємність довкілля, техноємність.

Вступ

У сучасній літературі термін екологічної ємності території поки не є остаточно визначеним і загально визнаним. Часто це викликано конкретною специфікою даного поняття до галузі дослідження. Деякими авторами екологічна ємність розглядається в розрізі господарської ємності екосистеми регіону, під якою розуміється енергетична здатність екосистеми території виробляти кисень і поглинати вуглекислий газ, що утворюється в результаті господарської діяльності. Таке визначення є вузькоспеціалізованим і призначено для конкретних досліджень в області теорії сталого розвитку, оскільки не торкається багатьох аспектів функціонування екосистеми. Також екологічну ємність території визначають як міру максимального техногенного впливу. Однак таке визначення не відображає можливості екосистеми регіону і біогеоценозу зокрема до репродукції основних компонентів навколишнього середовища. Переважно під максимально можливим техногенним навантаженням, яке може витримувати територія, прийнято розглядати екологічну техноємність території. Наприклад, повну екологічну ємність території описують як сукупність екологічної техноємності території, демографічної ємності і репродуктивного потенціалу біоти. Такий підхід охоплює велику сукупність факторів, що робить його менш точним. Інші автори пропонують просторово-часовий метод оцінки екологічної ємності території; при цьому вона сама має на увазі як сукупність екологічних характеристик будь-якого окремо взятого регіону. Виходячи з крайньої специфіки даного методу, це визначення слід використовувати саме в розрізі цього дослідження. У зарубіжній літературі найближчим синонімом є термін "ecological carrying capacity", який переважно відноситься до ємності середовища при поширенні популяцій. Також це визначення пов'язане з "ecological footprint", тобто

впливом видів на середовище в процесі життєдіяльності. Підсумовуючи вищевикладене, спробуємо дати загальне поняття екологічної ємності території. За своєю суттю це межа, перевищення якої в процесі господарської діяльності, природного антропогенного впливу викличе кризовий стан екосистеми регіону. Виходячи з цієї межі, повинна здійснюватися збалансована політика охорони довкілля, де екологічна ємність є граничним орієнтиром. Дане визначення включає в себе, з одного боку, максимально можливий техногенний і антропогенний вплив на навколишнє природне середовище і, з іншого боку, сукупність всіх біогеоценозів, природних компонентів і потужність потоків біогеохімічного кругообігу речовин. Згідно з цим визначенням перевищення екологічної ємності території призводить до кризи екосистеми.

На сьогоднішній день не існує єдиної методики оцінки екологічної ємності, яка застосовувалася б при здійсненні політики раціонального природокористування.

У вік науково-технічного прогресу в індустріально розвинених країнах будівництво та експлуатація промислових об'єктів, у тому числі об'єктів атомної енергетики і промисловості, нафто- і газопроводів тощо, збільшують навантаження на стан навколишнього середовища, що призводить до порушення екологічної рівноваги в екосистемах. Саме тому актуальною проблемою сучасності стає вибір для нового будівництва та раціональне використання територій.

Неконтрольоване споживання природних ресурсів у підсумку може привести до краху і саму людську популяцію, якщо люди братимуть у природного середовища більше, ніж необхідно для самовідновлення, тобто перевищать його ємність. Терміном «ємність природного середовища» або «екологічна ємність території» визначають потенційну здатність природного середовища переносити навантаження без порушення основних функцій екосистем [1].

© І. П. Дрозд, Ю. С. Олійник, О. А. Сова, 2017

Екологічна ємність території

До недавнього часу поняття «екологічна ємність території» взагалі не використовували, а значить була відсутня і методологія її оцінки. Очевидно тому в спеціальній літературі наразі зустрічаються різноманітні варіації цього визначення.

Так, Шувалов Ю. В. та ін. [2] за екологічну ємність навколишнього середовища вважають потенціал природних поновлюваних і непоновлюваних матеріальних і енергетичних ресурсів, тривале використання і навіть вичерпання яких не призведе до втрати стійкого розвитку регіону, деградації і незворотних змін природних екосистем, у тому числі людської популяції. Шуркіна К. А. у своїй роботі дає визначення екологічної ємності як здатності природного середовища переносити антропогенні навантаження, зберігаючи свою стійкість [3]. Денисенко Т. В. під екологічною ємністю території розуміє принципово новий ресурс, який об'єднує в собі асиміляційний потенціал території, з одного боку, і граничне екологічне навантаження, з іншого [4]. Мозгова О. С. визначає екологічну ємність як можливість навколишнього середовища для виробництва споживаних національною економікою ресурсів (продуктів харчування, деревини, енергії) [5]. Гершанок Г. А. під ємністю території розуміє не тільки межі фізико-хімічних можливостей середовища, вичерпання яких у процесі господарської діяльності призведе до небажаних змін у ній (зрушення екологічної рівноваги), але й ступінь здатності середовища території підтримувати функції населення, як її центрального біотичного утворення, тобто сукупність її соціальної, економічної та екологічної складових [6].

Найповніше визначення, на наш погляд, дають Акімова Т. А. та Хаскін В. В. [7]. Вони окремо виділяють екологічну техноємність території (ЕТТ) як узагальнену характеристику території, що кількісно відповідає максимальному техногенному навантаженню, яке може витримати й переносити протягом тривалого часу (роки) сукупність реципієнтів та екологічних систем території без порушення їхніх структурних і функціональних властивостей. Отже, з одного боку, це показник здатності природної системи регенерувати вилучені з неї ресурси й нейтралізувати шкідливі антропогенні впливи, а з іншого – це міра максимально допустимого втручання людини в природні цикли. ЕТТ є складовою повної екологічної ємності території, що визначається обсягами основних природних резервуарів (повітряного басейну, сукупності водойм і водотоків, земельних площ і запасів ґрунтів, біомаси флори

та фауни) і потужністю потоків біогеохімічного кругообігу, які оновлюють вміст цих резервуарів, швидкістю атмосферного газообміну, поповнення обсягів чистої води, процесів ґрунтоутворення та продуктивністю біоти.

Ємність екосистеми змінюється в часі і її можна визначати як на певний момент часу, так і як середню за певний період.

Екологічну ємність екосистеми можна визначити через максимально можливу чисельність популяції, потреби якої задовольняються ресурсами екосистеми без видимого збитку для його подальшого благополуччя [8].

Денисенко Т. В. [9] пропонує таку схему оцінки екологічної ємності території:

1. Районування території, що підлягає оцінці, за виділеними ознаками. Доцільно проводити таке районування за адміністративним поділом, оскільки саме за цим принципом здійснюється управління екологічним станом території.

2. Виділення специфіки забруднення за кожним видом ресурсу, що аналізується, на певній території. Для атмосферного повітря і водних ресурсів встановлюється структура викидів і скидів; для земельного ресурсу – обсяги порушених земель, зайнятих звалищами відходів, і рекультивованих; для відходів виробництва – обсяг наявних відходів, можливий обсяг їхньої переробки.

3. Визначення критичного і граничнодопустимого рівнів забруднення.

4. Розрахунок збитків і природоохоронних витрат (вартості питомої шкоди, освоєння землі, природоохоронних витрат по кожному виду ресурсу, що аналізується, витрат по поводженню з відходами).

5. Економічна оцінка екологічної ємності території здійснюється за методикою [10].

Існують й інші методичні підходи до оцінки екологічної ємності території. Одним із таких є інтегральний критерій середньої тривалості життя мешканців певного регіону як результуючий ефект оцінки екологічних умов його використання [11].

Автори [12] пропонують методіку визначення господарської (як частини екологічної ємності), виробничої і соціальної ємності екосистем регіону.

Для розрахунку екологічної техноємності території використовують формулу, запропоновану в роботі [13]. Розрахунок заснований на емпірично підтвердженому припущенні, згідно з яким ЕТТ становить частку загальної екологічної ємності території, яка визначається коефіцієнтом варіації відхилень характеристичного складу середовища від природного рівня і його коливань. Перевищення цього рівня мінливості при-

писується антропогенним (техногенним) впливам, які досягли границі стійкості природного комплексу території.

Радіємність екосистем

Поняття радіємності, а точніше фактора радіємності, було вперше введено у 1960 р. в роботі [14]. Фактор радіємності був визначений як частка радіонуклідів від загальної кількості, що потрапили в екосистему, яка утримується в кожному з її компонентів. У роботі [15] розширено це поняття, і за авторським визначенням «радіємність, це фундаментальна властивість екосистем, що визначає граничну кількість радіонуклідів, яку може стабільно утримувати біота екосистеми без радіаційно зумовленого пошкодження (зміни) своїх основних функцій (ріст, приріст

біомаси, і кондиціонування оточуючого середовища». Для характеристики стану біоти за дії на неї різних факторів в екосистемах використовується до 30 різних показників. Серед них основними є біорізноманіття, біомаса, чисельність і швидкість розмноження.

Отже, радіємність – функція дозового навантаження.

Полікарпов Г. Г. у своїй роботі [16] виділяє 4 основні дозові межі (табл. 1), згідно з якими реальне дозове навантаження на компоненти екосистеми починається з перевищення 0,4 - 4 Гр/рік.

У цьому контексті Аміро Б. Д. навів величини значень дозових коефіцієнтів для біоти екосистем для основних дозоутворюючих радіонуклідів (табл. 2) [17].

Таблиця 1. Шкала дозових навантажень і зон в екосистемах

Номер дозової межі	Зона	Потужність дози, Гр/рік
1	Зона радіаційного благополуччя	< 0,001 - 0,005
2	Зона фізіологічного маскування	> 0,005 - 0,05
3	Зона екологічного маскування: а) наземні тварини б) гідробіоти та наземні тварини	> 0,05 - 0,4 > 0,05 - 4
4	Зона явних екологічних ефектів: а) драматичних для наземних тварин б) драматичних для гідробіотів і наземних тварин в) катастрофічних для тварин і рослин	≥ 0,4 ≥ 4 ≥ 100

Таблиця 2. Величини значень дозових коефіцієнтів для біоти екосистем для деяких радіонуклідів, Гр/рік/Бк/кг

Радіонуклід	Внутрішнє опромінення	Зовнішнє опромінення			
		від води	від повітря	від ґрунтів	вегетация
¹³⁷ Cs	4,1·10 ⁻⁶	2,7·10 ⁻⁹	1,72·10 ⁻⁶	4,02·10 ⁻⁶	1,72·10 ⁻⁶
³ H	2,88·10 ⁻⁸	0	0	0	0
⁴⁰ K	3,44·10 ⁻⁶	1,76·10 ⁻⁹	1,43·10 ⁻⁶	2,64·10 ⁻⁶	1,43·10 ⁻⁶
³² P	3,52·10 ⁻⁶	1,57·10 ⁻⁹	1,43·10 ⁻⁶	2,36·10 ⁻⁶	1,43·10 ⁻⁶
²⁴¹ Am	2,86·10 ⁻⁵	1,48·10 ⁻¹⁰	7,73·10 ⁻⁸	2,22·10 ⁻⁷	7,73·10 ⁻⁸
²³⁹ Pu	2,64·10 ⁻⁵	3,72·10 ⁻¹²	2,35·10 ⁻⁹	5,58·10 ⁻⁹	2,35·10 ⁻⁹
⁹⁰ Sr	9,92·10 ⁻⁷	3,07·10 ⁻¹⁰	2,83·10 ⁻⁷	4,61·10 ⁻⁷	2,83·10 ⁻⁷
²²² Rn	1,12·10 ⁻⁴	8,91·10 ⁻⁹	6·10 ⁻⁶	1,43·10 ⁻⁵	6·10 ⁻⁶
¹⁴ C	2,5·10 ⁻⁷	6,51·10 ⁻¹²	6,01·10 ⁻⁹	9,77·10 ⁻⁹	6,01·10 ⁻⁹

Водночас слід зазначити, що всі наявні сьогодні визначення поняття радіємності пов'язані з радіаційним впливом на біоценози. Але сьогодні особливо актуальним є радіаційний вплив на людину і пов'язане з цим поняття радіємності. Це пов'язано з тим, що наразі понад мільйон людей живуть на радіаційно-забруднених унаслідок аварії на ЧАЕС територіях. Крім цього, сьогодні в Україні жодний тип електростанції не може скласти альтернативу АЕС. У зв'язку з цим і з політичною та економічною ситуацією в державі, Україна взяла курс на створення власного

замкнутого ядерного паливного циклу (ЯПЦ), тобто необхідно буде будувати його нові об'єкти. Це будівництво не повинне створювати умови перевищення радіємності території в контексті понаднормового опромінення персоналу цих об'єктів і населення, яке проживає на прилеглих територіях.

У зв'язку з цим, нашим завданням було запропонувати концептуальні основи визначення радіоекологічної ємності території в контексті безпеки людини.

Радіоемність територій (розробка концептуальних основ)

Очевидно, радіоемність не може лімітуватися дозою опромінення людини, що межує з виникненням первинних радіаційно обумовлених ефектів опромінення. Тому ми вважаємо, що поняття радіоемності необхідно прив'язувати до існуючих узаконених нормативів радіаційної безпеки.

Економічно й екологічно доцільно об'єкти ЯПЦ будувати залежно від етапу ЯПЦ: від первинного збагачення урану до виготовлення твєлів – поблизу місця видобування урану; для етапу поводження з радіоактивними відходами – у зоні відчуження ЧАЕС (ЗВ). Відповідно будуть відрізнятися базові дозові обмеження: у першому випадку це неперевикнення нормативів для населення; у другому – для персоналу.

Згідно з НРБУ [18] та Законом України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» [19] визначено граничну межу дози для населення – 1 мЗв/рік; згідно з [18] гранично допустима річна доза для персоналу підприємств ЯПЦ становить 20 мЗв, тому ми пропонуємо наступний спосіб оцінки радіоемності територій яку вибирають як потенціальний майданчик для будівництва об'єкта ЯПЦ.

1. Радіоемність території лімітується сумарною дозою опромінення населення 1 мЗв/рік поза ЗВ та 20 мЗв/рік у ЗВ.

2. Використовуючи методику реконструкції доз [20] чи іншу загальноновизнану рекомендовану методику, визначають середню реконструйовану дозу по роках для території потенційного будівельного майданчика.

3. До реконструйованої дози додають проектну дозу, узятую з оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) підприємства, що проектується.

4. Сума доз за пп. 2 і 3 не повинна перевищувати 1 мЗв/рік поза ЗВ за кожен окремий рік і не більше 70 мЗв упродовж середнього терміну життя людини (70 років підряд) та 20 мЗв/рік за кожен окремий рік роботи в ЗВ, але не більше 0,4 мЗв за 20 років роботи в ЗВ.

5. Нормативні обмеження для населення стосуються межі санітарно-захисної зони підприємства ЯПЦ.

Не рекомендується проектувати та будувати об'єкти ЯПЦ на забруднених унаслідок аварії на ЧАЕС територіях (крім ЗВ), оскільки до цих пір для населення таких територій не реконструйовано дози опромінення за 1986 р.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. *Экология в вопросах и ответах* (Ростов-Дон: Феникс, 2002) 384 с.
2. Ю.В. Шувалов, М.В. Паршина, Е.П. Зуев. Оценка экологической емкости природной среды в угледобывающих регионах с учетом перспективы развития угольной промышленности. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)* 1 (2008) 265.
3. К.А. Шуркина. Анализ функционирования агроэкосистем с позиции энергетического подхода (на примере крестьянского хозяйства «Сомер-2»); автореф. дис. ... канд. географ. наук (Томск, 2009) 23 с.
4. Т.В. Денисенко. Экологическая емкость территории: проблемы оценки и управления. *Интерэкспо Гео-Сибирь* 6 (2007) 238.
5. О.С. Мозговая. Применение концепции «экологический след» для расчета резервов экологической емкости с целью определения рекреационной нагрузки в национальных парках Беларуси. *Журнал международного права и международных отношений* 2 (2007) 85.
6. Г.А. Гершанок. Социально-экономическая и экологическая емкость территории при оценке устойчивости ее развития. *Экономика региона* 4 (2006) 166.
7. Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. *Основы экоразвития* (Москва: Изд-во. Рос. экон. акад., 1994) 312 с.
8. *Наукові засади розробки стратегії сталого розвитку України* (Одеса: ІПРЕД НАН України, 2012) 714 с.
9. Т.В. Денисенко. Экологическая емкость территории: принципы оценки и анализ результатов. *Интерэкспо Гео-Сибирь* 7 (2005) 206.
10. *Временная типовая методика определения экологической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды* (Москва: Экономика, 1986) 91 с.
11. В.С. Литвиненко, Н.В. Пашкевич, Ю.В. Шувалов. Экологическая емкость природной среды Кемеровской области. *Перспективы развития промышленности. Экобюллетень* 3 (2008) 28.
12. А.И. Татаркин, Г.А. Гершанок. Методология оценки устойчивого развития локальных территорий на основе измерения их социально-экономической и экологической емкости. *Вест. НГУ. Сер.: Социально-экономические науки* 6(1) (2006) 40.
13. Т.А. Моисеенкова, В.В. Хаскин. Методика расчета экологической техноемкости территории (к проекту 2.5.6) (Москва: Рос. экон. акад. им. Г.В. Плеханова, 1992) 48 с.
14. А.Л. Агре, В.И. Корогодин. О распределении радиоактивных загрязнений в медленно-обмениваемом водоеме. *Медицинская радиология* 1 (1960) 67.
15. Ю.А. Кутлахмедов. *Дорога к теоретической ра-*

- діоєкології (Київ: Фітосоціоцентр, 2015) 360 с.
16. Г.Г. Поликарпов. Последствия Кыштымской и Чернобыльской аварий для гидробионтов. Радиационная биология. Радиоэкология 35(4) (1995) 536.
 17. B.D. Amiro. Radiological dose conversion factor for generic non-human biota used for screening potential ecological impacts. *J. Environ. Radioactivity* 35(1) (1997) 35.
 18. [Норми радіаційної безпеки України \(НРБУ-97\) \(Київ, МОЗ України, 1997\) 122 с.](#)
 19. [Закон України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи»: від 28.02.1991 р., № 796-XII, у редакції Закону від 19 грудня 1991 р. № 2001-XII, ВВР УРСР \(1991\).](#)
 20. И.А. Лихтарев и др. *Реконструкция и прогноз доз облучения населения, проживающего на территориях Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии ЧАЭС. Инструктивно-методические указания: «Методика-97»* (Киев, Минздрав Украины, МинЧАЭС Украины, НЦРМ АМНУ, ИРЗ АТНУ, 1998) 76 с.

І. П. Дрозд^{1,*}, Ю. С. Олійник², Е. А. Сова¹

¹ *Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев, Украина*

² *Национальный технический университет Украины «КПИ, Киев, Украина*

*Ответственный автор: radiobiology@kinr.kiev.ua

ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ТЕРРИТОРИЙ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Проведен научный анализ теоретических основ методологии оценки радиоэкологической емкости территорий в зоне влияния действующих объектов ядерного топливного цикла Украины. Рассмотрены существующие концепции обеспечения экологической безопасности при техногенном воздействии на окружающую среду. Предложена методика оценки радиоэкологической емкости территории вблизи действующих и новых потенциальных предприятий в контексте безопасности человека.

Ключевые слова: ядерный топливный цикл, экологическая емкость территории, радиоэкологическая емкость окружающей среды, техноемкость.

I. P. Drozd^{1,*}, Yu. S. Oliynyk², O. A. Sova¹

¹ *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *National Technical University of Ukraine "KPI, Kyiv, Ukraine*

*Corresponding author: radiobiology@kinr.kiev.ua

ASSESSMENT OF RADIOECOLOGICAL CAPACITY OF THE TERRITORIES UNDER THE IMPACT OF NUCLEAR FUEL CYCLE OBJECTS

Scientific analysis of the theoretical basis of the methodology for estimating the radioecological capacity of the territories in the zone of the influence of the operating facilities of nuclear fuel cycle in Ukraine was carried out. Existing concept of the environmental security under the technogenic impact to the environment was considered. The methods of the estimation of the radioecological capacity of the territory near existing and new potential enterprises in the context of human security was proposed.

Keywords: nuclear fuel cycle, ecological capacity of the territory, radio-ecological capacity of the environment, techno-capacity.

REFERENCES

1. V.I. Korobkin, L.V. Peredelsky. *Ecology Questions and Answers* (Rostov-Don: Phoenix, 2002) 384 p. (Rus).
2. Yu.V. Shuvalov, M.V. Parshina, E.P. Zuev. Estimation of environmental capacity of the natural environment in coal-mining regions, taking into account the prospects for the development of the coal industry. *Gornyj Informatsionno-Analiticheskij Byulleten' (Nauchno-Tekhnicheskij Zhurnal) 1* (2008) 265. (Rus)
3. K.A. Shurkina. Analysis of agroecosystems functioning from the standpoint of the energy approach (on the example of the peasant farm "SoMer-2": PhD thesis abstract (Tomsk, 2009) 23 p. (Rus)
4. T.V. Denisenko. Ecological capacity of the territory: problems of assessment and management. *Interespo Geo-Sibir' 6* (2007) 238. (Rus)
5. O.S. Mozgovaya. Application of the concept of "ecological footprint" for the calculation of ecological capacity reserves for the purpose of determining the recreational load in the national parks of Belarus. *Zhurnal Mezhdunarodnogo Prava i Mezhdunarodnykh Otnoshenij 2* (2007) 85. (Rus)
6. G.A. Gershanok. Socio-economic and ecological capacity of the territory in sustainability assessing of

- its development. *Ekonomika Regiona 4* (2006) 166. (Rus)
7. T.A. Akimova, V.V. Khaskin. *Fundamentals of eco-development* (Moskva: Izdatelstvo Ros. ekon. akad., 1994) 312 p. (Rus)
 8. *Scientific Principles of Sustainable Development Strategy in Ukraine* (Odesa: IMPEER NAS of Ukraine, 2012) 714 p. (Ukr)
 9. T.V. Denisenko. Environmental capacity of the territory: assessment principles and results analysis. *Interekspo Geo-Sibir'* 7 (2005) 206. (Rus)
 10. *Temporary model method for economic effectiveness determining of environmental protection measures and economic damage estimating caused to the national economy by pollution of the environment* (Moskva: Ekonomika, 1986) 91 p. (Rus)
 11. V.S. Litvinenko, N.V. Pashkevich, Yu.V. Shuvalov. Environmental capacity of the natural environment of the Kemerovo region. *Prospects for the development of industry. Ekobyulleten'* 3 (2008) 28. (Rus)
 12. A.I. Tatarkin, G.A. Gershanok. Methodology for assessing of the sustainable development of local territories on the basis of measuring their socioeconomic and ecological capacities. *Vest. NSU. Ser.: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki* 6(1) (2006) 40. (Rus)
 13. T.A. Moiseenkova, V.V. Khaskin. Methodology for calculating the ecological techno-capacity of the territory (to the project 2.5.6) (Moskva: Ros. Ekonom Akad. im. G.V. Plekhanova, 1992) 48 p. (Rus)
 14. A.L. Agre, V.I. Korogodin. On the radioactive contaminants distribution in a slowly congested water reservoir. *Meditinskaya Radiologiya* 1 (1960) 67. (Rus)
 15. Yu.A. Kutlakhmedov. *The road to the theoretical radioecology* (Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2015) 360 p. (Rus)
 16. G.G. Polikarpov. Consequences of the Kyshtym and Chernobyl accidents for hydrobionts. *Radiatsionnaya Biologiya. Radioekologiya* 35(4) (1995) 536. (Rus)
 17. B.D. Amiro. Radiological dose conversion factor for generic non-human biota used for screening potential ecological impacts. *J. Environ. Radioactivity* 35(1) (1997) 37.
 18. *Radiation Safety Standards of Ukraine (NRBU-97)* (Kyiv, Ministry of Health of Ukraine, 1997) 122 p. (Ukr)
 19. The Law of Ukraine "On the status and social protection of citizens affected by the Chernobyl disaster": dated Feb. 28, 1991, No. 796-XII, in the wording of the Law of Dec. 19, 1991, No. 2001-XII, VVR of the Ukrainian SSR (1991). (Ukr)
 20. I.A. Likhtarev et al. *Reconstruction and forecast of radiation doses to the population living in the territories of Ukraine, exposed to radioactive contamination as a result of the Chernobyl accident. Methodological instructions: "Methodic-97"* (Kyiv, Ministry of Health of Ukraine, Ministry for Emergencies and Affairs of Population Protection from the Consequences of the Chernobyl Catastrophe of Ukraine, Scientific Center of Radiation Medicine of the Academy of Medical Sciences of Ukraine, Scientific and Research Institute of Radiation Protection of the Academy of Technological Sciences of Ukraine, 1998) 76 p. (Rus)

Надійшла 20.02.2017
Received 20.02.2017