

после хирургического лечения / В. Н. Запорожан, И. З. Гладчук, Н. Н. Рожковская [и др.] // Одесский медицинский журнал. – 2009. – № 5 (115). – С. 39–44.

2. Attard J.-A. Adhesive small bowel obstruction: epidemiology, biology and prevention / J.-A. Attard, A. R. MacLean // *Can. J. Surg.* – 2007. – Vol. 50, N 4. – P. 291–300.

3. The effect of rosiglitazone in the prevention of intra-abdominal adhesion formation in a rat uterine horn model / F. Demirturk, H. Aytan, A. Caliskan [et al.] // *Human Reproduction.* – 2006. – Vol. 21, N 11. – P. 3008–3013.

4. Binda M. M. Prevention of adhesion formation in a laparoscopic mouse model should combine local treatment with peritoneal cavity conditioning / M. M. Binda, P. R. Koninckx // *Human Reproduction.* – 2009. – Vol. 4, N 6. – P. 1473–1479.

5. Regulation of inducible nitric oxide synthase in post-operative adhesions / G. M. Saed, M. Zhao, M. P. Diamond, H. M. Abu-Soud // *Human Reproduction.* – 2006. – Vol. 21, N 6. – P. 1605–1611.

6. Inhibition of CCL1-CCR8 Interaction Prevents Aggregation of Macrophages and Development of Peritoneal Adhesions / A. Hoshino, Y. I. Kawamura, M. Yasuhara [et al.] // *The Journal of Immunology.* – 2007. – Vol. 178. – P. 5296–5304.

7. Margetts P. J. Basic mechanisms and clinical implications of peritoneal fibrosis / P. J. Margetts, Ph. Bonniaud // *Peritoneal Dialysis International.* – 2003. – Vol. 23, N 6. – P. 530–541.

8. Бежин А. И. Выбор способа моделирования спаячной болезни / А. И. Бежин, В. А. Липатов, В. В. Григорян // Актуальные проблемы экологии, экспериментальной и клинической медицины : материалы 2-й Рос. науч.-практ. конф. / под ред. Ф. С. Авдеева, И. А. Андреева, П. А. Яковлева. – Орел, 2001. – С. 52–53.

9. Лилли Р. Гистологическая техника и практическая гистохимия / Р. Лилли. – М. : Мир, 1969. – 645 с.

10. Hypoxia-inducible factor signaling in the development of tissue fibrosis / D. F. Higgins, K. Kimura, M. Iwano, V. H. Haase // *Cell Cycle.* – 2008. – Vol. 7, N 9. – P. 1128–1132.

11. Kisseleva T. Mechanisms of Fibrogenesis / T. Kisseleva, D. A. Brenner // *Experimental Biology and Medicine.* – 2008. – Vol. 233. – P. 109–122.

12. Запорожан В. М. Молекулярно-генетичні детермінанти виникнення мультифакторіальних захворювань: сучасний стан проблеми і перспективи дослідження / В. М. Запорожан, Ю. І. Бажора, Ю. М. Ворохта // *Інтегративна антропологія.* – 2008. – № 2 (12). – С. 4–7.

13. Reactive oxygen species and EGR-1 gene expression in surgical postoperative peritoneal adhesions / S. Roy, C. J. Clark, K. Mohebbi [et al.] // *World J. Surg.* – 2004. – Vol. 28, N 3. – P. 316–320.

14. Lee B. Experimental murine endometriosis induces DNA methylation and altered gene expression in eutopic endometrium / B. Lee, H. Du, H. S. Taylor // *Biol. Reprod.* – 2009. – Vol. 80. – P. 79–85.

УДК 614.876(477):504.064.2

О. І. Герасимов¹, академік АНВШ, д-р фіз.-мат. наук, проф.,

С. В. Ціповяз², канд. мед. наук, доц.

АНТРОПОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОПРОМІНЕННЯ МАЛИМИ ДОЗАМИ РАДІАЦІЇ ТА СТИСЛИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ В УКРАЇНІ

¹ Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна,

² Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

УДК 614.876(477):504.064.2

О. И. Герасимов¹, С. В. Циповяз²

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЛУЧЕНИЯ МАЛЫМИ ДОЗАМИ РАДИАЦИИ И КРАТКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В УКРАИНЕ

¹ Одесский государственный экологический университет, Одесса, Украина,

² Одесский национальный медицинский университет, Одесса, Украина

Человечество сосуществует с радиоактивным излучением на протяжении всей своей истории. Речь идет, безусловно, о так называемых малых дозах облучения. Начиная с XX в., к естественным источникам радиоактивного загрязнения добавились еще факторы антропологического происхождения, связанные с научно-технической революцией в сфере использования ядерной энергии. В данной статье авторы хотят обратить внимание на некоторые детали формирования и влияния малых доз радиационного излучения и дать краткий обзор радиационной обстановке в Украине, которая существенно влияет на их характеристики.

Ключевые слова: антропология, радиационное облучение, радиоактивное загрязнение.

UDC 614.876(477):504.064.2

O. I. Gerasymov¹, S. V. Tsipoviyaz²

ANTHROPOLOGICAL ASPECTS OF SMALL-DOSED IRRADIATION, AND SHORT REVIEW OF A MODERN RADIOECOLOGICAL MAP IN UKRAINE

¹ The Odessa State Ecological University, Odessa, Ukraine,

² The Odessa National Medical University, Odessa, Ukraine

The mankind coexists with a small dosed irradiation during the whole period of its development. So called small or weak doses of irradiation are meant. Since the XX century the natural sources of radiation have been added by the factors of anthropological origin connected with a technical progress in the nuclear industry. In the present paper the authors are trying to outline some details of the formation and influence of the small dosed irradiation. A short review of a modern radioecological contamination map of Ukraine is also proposed.

Key words: anthropology, radiation exposure, radioactive contamination.

Інтенсивне випробовування ядерної зброї в середині ХХ ст., використання атомної енергетики, іонізуючого випромінювання в народному господарстві призвели до збільшення радіаційного фону на планеті [1]. Ці процеси спричинили певні зміни акцентів у радіоекологічних і медичних дослідженнях [2–5]. У них усе більше уваги приділяють дослідженням дії радіації у відносно малих дозах, які є пролонгованими в часі. Які ж дози опромінення вважати малими? Серед фахівців щодо цього немає однаковості, але більшість із них вважають, що діапазон малих доз знаходиться вище природного фону і перевищує його приблизно в десять разів. Верхня межа діапазону малих доз є менш визначеною, оскільки існує велика різниця між радіочутливістю у різних організмів. Мірилом верхньої межі малих доз вважають ту дозу радіації, яка є причиною 50 % загибелі особин даного виду протягом 30–60 днів ($LD_{50/30}$) або 100 % за той же час ($LD_{100/30}$). Діапазон малих доз обмежується «зверху» величиною, яка на 2 порядки (у сто разів) менша, ніж $LD_{50/30}$ для даного виду живих істот. Коли малі дози стосуються людини, то мова йде про дози 4–5 рад (0,04–0,05 Гр) в умовах одноразового опромінення.

Звернімося тепер до того, як реалізується дія іонізуючого випромінювання на рівні окремих іонізуючих частинок або квантів при взаємодії з ДНК (яка в даному випадку є біологічною мішенню). Ця, так би мовити, мікродозиметрія свідчить про те, що навіть одне-єдине влучання в біологічну мішень може призвести до необоротного ушкодження гена. Зміна генетичної інформації може спричинити загибель клітини. Отже, іонізуюча радіація — це єдиний відомий людству фізичний агент, який не має порога ефекту, оскільки навіть за найменшого впливу (одна іонізуюча частинка) можуть виникнути серйозні біологічні наслідки. Прямий висновок з вищесказаного полягає в тому, що будь-яке додаткове опромінення до існуючого (природного) радіаційного фону є шкідливим і небезпечним.

Зауважмо, що імовірний характер дії радіації впливає тільки на ті біологічні процеси, які безпосередньо пов'язані з функціонуванням генетичного апарату клітини. Такі ефекти розвиваються за принципом «усе або нічого» (іонізуюча частинка або влучила, або не влучила в «мішень»); зі збільшенням дози радіації збільшується кількість таких елементарних подій, а не їх величина. Усі інші біологічні ефекти опромінення залежать від величини отриманої дози — зі збільшенням дози опромінення збільшується виразність ефекту. Так, зі збільшенням дози опромінення збільшується тривалість затримки поділу кожної окремої клітини, а також сукупності клітин.

Більш того, за малих доз опромінення, рівні яких межують із природним фоном, вдається зареєструвати навіть стимулювальну дію радіації. Така дія проявляється у збільшенні частоти клітинних поділів, прискореному проростанні та покращанні схожості насіння і навіть підвищенні врожайності сільськогосподарських культур. Збільшується виведення курчат (зменшується їх вимирання при вилуплюванні з яєць). Курчата швидше набирають масу, а у курей покращується яйценосність. Збільшується стійкість тварин до бактеріальних і вірусних інфекцій. Таким чином, не тільки у рослин, а й у тварин (навіть у радіочутливих видів ссавців) виділяють діапазон доз, які знаходяться в межах 1–25 рад, що викликають стимуляцію життєдіяльності. Цей ефект називають радіаційним гормезисом. Утім, потрібно звернути увагу на те, що для імовірнісних (стохастичних) ефектів, тобто мутацій, явище гормезису, строго кажучи, не доведене.

За таких умов застосування теорії так званої безпорогової дії радіації [4] істотно обмежується і є ґрунтовним тільки для стохастичних генетичних ефектів (з метою радіаційного захисту інколи робиться припущення, що стохастичні ефекти мають безпорогову лінійну залежність імовірності виникнення в умовах малих доз опромінення). З другого боку, деякими фахівцями було доведено, що в дії радіації існує поріг навіть для стохастичних ефектів. До них належать, наприклад, збільшення випадків лейкозів і раку (який виникає внаслідок ушкодження хромосом). У діапазоні значних доз опромінення (20–30 рад) чітко реєструються лінійна залежність частоти віддалених наслідків від дози опромінення. Зі зменшенням доз усе важче встановити таку залежність, а якщо врахувати, що існує природний рівень раку і лейкозів (їх виникнення не пов'язане з радіацією та опроміненням), то встановлення залежності «доза-ефект» є вкрай проблематичним.

За вищезазначених обставин, щоб встановити ефекти малих доз радіації, тобто визначити достовірність наукового експерименту, потрібно в тисячі разів збільшити кількість дослідних тварин. При цьому потрібно, щоб тварини (наприклад миші) були однорідною популяцією, що також вкрай важко забезпечити. Крім того, для такої значної кількості тварин досить важко створити однорідні умови. Зважаючи на всі ці обставини, можна зробити висновок, що експериментальна перевірка безпорогової або порогової концепції дії радіації на організм (для обґрунтування вибору однієї з них) є надзвичайно важким завданням, яке сьогодні остаточно не розв'язане.

Стосовно порогової концепції дії радіації варто зазначити, що дана концепція має досить ґрунтовне теоретичне і навіть частково експе-

риментальне підтвердження. Основний зміст полягає в тому, що в клітині існують цілі системи, які відповідають за відновлення ушкоджень її генетичного апарату. Такі системи відновлення ДНК називають системами репарації. Ці системи є надзвичайно ефективними та мають потужний запас функціональної стійкості до навантажень, пов'язаних з відновленням ураженої ДНК. Виходячи з цього стверджують, що при малих дозах радіації (низькі рівні ушкоджень генетичного апарату) системи відновлення навіть можуть встигнути повністю ліквідувати ушкодження генетичного апарату. Тільки при збільшенні дози (потужності опромінення) вище певного рівня системи відновлення не встигають «ремонтувати» ДНК. Наслідки опромінення (тобто суто ефект) реєструються за збільшенням кількості генетичних ушкоджень.

Як же розуміти дуалізм, тобто наявність двох протилежних концепцій дії малих доз радіації?

На думку деяких фахівців у цій галузі, існує пояснення, яке може розтлумачити доцільність і змістовність доказів обох концепцій (але аж ніяк не поєднати їх у єдину концепцію!). Звернімо увагу на той факт, що, незважаючи на наявність потужних систем репарації ДНК (ми не збираємося тут аналізувати молекулярно-генетичні механізми протирадіаційного захисту, які не є предметом даного доробка [6]), вони не можуть повністю ліквідувати ушкодження генетичного апарату (як радіаційної, так і нерадіаційної природи). Системи відновлення генетичного апарату клітини сформувалися водночас із виникненням життя на Землі. Разом з організмами системи відновлення еволюціонували як системи захисту генетичної інформації клітини, організму від мутагенного впливу навколишнього середовища (у тому числі й радіаційного фону).

З другого боку, повне відновлення зміненої генетичної інформації не в інтересах кожного біологічного виду, що існує на Землі. Умови життя на планеті Земля поступово змінюються, тому біологічному виду потрібно постійно до них пристосовуватися. Якщо вид, який на 100 % захищає свою спадковість, втрачає можливість пристосовуватися у змінених умовах довкілля, на нього чекає загибель. Стає очевидним, що для видів є обґрунтованою необхідність збереження певної кількості мутантних особин, які б у змінених умовах життя були більш придатними для існування внаслідок кращого пристосування. Завдяки цим особинам, у вже змінених умовах довкілля вид зможе успішно розмножуватися і зберегтися (убезпечення від вимирання).

Виходячи з вищевикладеного, можна припустити, що, незважаючи на наявність потужних систем відновлення (захисту) генетичного апарату клітини, в умовах природного радіаційного (у ширшому значенні — мутагенного) фону виникають мутантні особини серед популяції

усіх видів живих істот. Мутаційний процес відбувається безперервно. Отже, мутантні організми є «сировиною», завдяки якій відбувається природний добір і зберігаються організми (види), найбільш пристосовані до даних умов. При цьому особини, які набули шкідливих ознак й ослаблюють здатність популяції до пристосування у змінених умовах довкілля, «вибраковуються» природним чином.

Виходить, що репаративні системи ліквідують не всі, а лише частину ушкоджень ДНК. Якась частина ушкоджень не відновлюється і дає початок мутаціям, які виникають з частотою, найбільш вигідною для популяції даного виду. Таким чином, навіть природний радіаційний фон, який співіснує із життям на Землі мільярди років, відіграє роль «постачальника» мутацій. Поріг відсутній або знаходиться нижче фону. Ця мутагенна роль радіації зберігається і в надфоновій області малих доз опромінення. Репаративні системи видаляють основну масу мутацій, за виключенням біологічно необхідних. Тому в межах надмалих доз опромінення відсутня лінійна залежність між відношенням «доза-ефект», а спостерігається хвилеподібна залежність або відбувається асимптотичне насичення. Тільки починаючи з якоїсь величини дози (для кожного виду організмів вона є індивідуальною), залежність «доза-ефект» апроксимується лінійною функцією, тобто спостерігається лінійне збільшення кількості ушкоджень ДНК, що є показником переходу від малих до, так би мовити, суттєвих доз радіації (існування такої межі обумовлюється перевищенням резервних можливостей репаративних систем клітини).

Якщо слідувати запропонованій інтерпретації, дійдемо висновку, що в межах малих доз радіації цілком можливими є ефекти стимуляції фізіологічних функцій клітин і цілого організму (гормезис), а також мутагенні ефекти, які є порівнюваними з дією природного мутагенного фону.

Перейдемо тепер до другої складової нашого повідомлення, тобто до стислого огляду радіаційної ситуації в Україні, яка виникла, зокрема, внаслідок чорнобильської катастрофи (з метою проаналізувати шляхи та масштаби радіаційного опромінення, у тому числі в малих дозах).

Складна динаміка викиду радіоактивних речовин з реактора під час аварії на Чорнобильській АЕС, яка тривала приблизно 10 днів, за умов змін метеорологічних факторів призвела до комплексного забруднення величезних територій України (і не тільки України!). Детальний аналіз мапи радіаційного забруднення можна знайти, наприклад, у [3; 4]. Чорнобильські радіоактивні випадання — дрібнодисперсні частинки ядерного палива і конденсаційна компонен-

та, що утворилася в результаті конденсації на поверхні різноманітних носіїв парогазової фази летких продуктів поділу (радіоізоотопів I, Te, Cs і, значно меншою мірою, — Sr і Ru), витік яких відбувся при високотемпературному відпалі ядерного палива. Радіонуклідами паливної компоненти (^{90}Sr , $^{238-241}\text{Pu}$, ^{241}Am тощо) була забруднена, в основному, близька зона аварії, так звана зона відчуження, і прилеглі до неї території на півночі Київської області та на заході Чернігівської. За межами зони відчуження щільність забруднення ^{90}Sr території майже сумірна з рівнями глобальних випадань після випробування ядерної зброї в атмосфері. У прилеглих із 30-кілометровою зоною районах щільність забруднення ^{90}Sr і ^{238}Pu території не перевищує 40 і 100 Бк/м² відповідно.

Забруднення території за межами зони відчуження було пов'язане, в основному, із леткими високорухливими радіоізотопами йоду і цезію, викид яких відбувався при високотемпературному розігріві ядерного палива реактора. Після виходу з матриці ядерного палива радіонукліди піднімалися в конвективному потоці повітря на значну висоту, конденсувалися на різноманітних носіях і розсіювалися в атмосфері на величезні відстані. Цезієві конденсаційні плями у віддаленій зоні аварії сформувалися за рахунок випадань ^{137}Cs разом з атмосферними опадами.

У результаті Чорнобильської аварії найбільшого забруднення зазнали південно-західна частина Східноєвропейської рівнини й Українсько-Білоруського Полісся. У 2006 р. площі, забруднені ^{137}Cs понад 555 кБк/м², становили близько 1 тис. км²; 185–555 кБк/м² — близько 2 тис. км²; 37–555 кБк/м² — близько 22,5 тис. км². Щільність забруднення ^{90}Sr понад 100 кБк/м² і $^{238-240}\text{Pu}$ вище 3,7 кБк/м² спостерігається на території 1,1 тис. км².

Найбільше після аварії постраждали сільське населення і сільськогосподарське виробництво України. На основі радіологічного обстеження, проведеного з травня по липень 1986 р., 57 000 га сільськогосподарських угідь в Україні були початково виведені з господарського використання. На початку 1990-х були виведені ще близько 100 тис. га (лише на 30 % цієї території рівень забруднення ^{137}Cs перевищував 555 кБк/м²).

З 2 по 5 травня 1986 р. разом із населенням з 30-кілометрової зони ЧАЕС було евакуйовано 50 000 голів великої рогатої худоби, 13 000 свиней, 3300 овець і 700 коней. У межах зони відчуження більш як 20 000 сільськогосподарських і свійських тварин, включаючи кішок і собак, що залишилися після евакуації, були знищені та поховані. У зв'язку з відсутністю кормів для евакуйованих тварин і труднощами утримання їх великої кількості на територіях, куди вони бу-

ли перевезені, проведено забій евакуйованих тварин. У гострий період після аварії було неможливо диференціювати різні рівні забруднення особин, і в період з травня по липень 1986 р. загальна кількість забитих тварин становила 95 500 голів великої рогатої худоби і 23 000 свиней. Велика кількість туш була похована, частина зберігалася в холодильниках, але це призвело до значних гігієнічних, практичних і економічних ускладнень.

У 2293 населених пунктах 72 районів 12 областей України, які, згідно з постановою Кабінету Міністрів України (КМУ) від 23.01.91 р. № 106 та розпорядженнями КМУ від 12.01.93 р. № 17-Р і від 27.01.95 р. № 37-Р, зараховані до зон радіоактивного забруднення, починаючи з 1991 р. здійснюється моніторинг об'єктів навколишнього середовища та продуктів харчування. Загальна площа зон радіоактивного забруднення в Україні становить 53,45 тис. км², при цьому на землі сільськогосподарського використання зі щільністю забруднення понад 37 кБк/м² припадає 1,2 млн га. Потребують реабілітації та повернення до господарського використання 130,6 тис. га сільськогосподарських угідь, які після аварії були виведені з господарського використання.

Загальна кількість населення, що мешкає в зонах радіоактивного забруднення 12 областей України, на 1.01.2007 р. становила 2,29 млн осіб, з яких п'яту частину становлять діти до 18 років. При цьому чисельність населення з дозами, що перевищують 1 мЗв/рік, сягає 137 тис. осіб, які проживають у 42 населених пунктах. Половина вказаних осіб мешкала в м. Коростень (паспортна доза — 1,1 мЗв/рік). Незважаючи на те, що здебільшого ґрунти забруднені ^{137}Cs у Київській і Житомирській областях, найвищі показники паспортних доз (понад 2 мЗв) зареєстровані в 13 населених пунктах Рівненської області. Це пов'язано з аномально високими коефіцієнтами переходу ^{137}Cs з торф'яно-болотних ґрунтів півночі Рівненської області в сільськогосподарську продукцію. Про цю особливість регіону Українсько-Білоруського Полісся було добре відомо ще до аварії. У 1967–1970 рр. у результаті глобальних випадань рівні забруднення ^{137}Cs молока у цьому регіоні досягали 74 Бк/л. Тому нині саме ґрунтові розбіжності в основному визначають вплив на радіоактивне забруднення сільськогосподарської продукції. Так, продукція, вироблена на чорноземах півдня Київської області, при їхньому значному забрудненні радіоізотопами цезію (до 555 кБк/м²), відповідала усім чинним нормативам, а в Рівненській області, при випасі великої рогатої худоби і заготівлі сіна на торфовищах, навіть із щільністю забруднення ґрунту нижче 100 кБк/м², і сьогодні спостерігається перевищення допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs у молоці та м'ясі у

5–15 разів. При вирощуванні картоплі й овочів на цих торф'яниках також можуть спостерігатися перевищення допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs у продуктах харчування.

Протягом післяаварійного періоду радіаційна ситуація в Україні значно поліпшилася. Було проведено ретельний радіаційний моніторинг сільськогосподарського виробництва, угідь, продукції, радіологічний контроль і відбракування; здійснено комплекс заходів у галузі сільськогосподарського виробництва, спрямованих на зниження радіоактивного забруднення продуктів харчування населення; встановлено контроль за перебігом природних автореабілітаційних процесів (радіоактивний розпад, фіксація та перерозподіл радіонуклідів у ґрунті). З початку 90-х років у громадському секторі України не виробляється продукція, забруднена понад гігієнічні державні нормативи. Протягом останніх років в Україні відбулися значні зміни у структурі землекористування. Нині лише близько 20 % сільськогосподарської продукції виробляється у фермерських господарствах, при цьому практично вся картопля і молоко виробляються населенням в особистих підсобних господарствах.

На відміну від Білорусі та Росії, у населених пунктах Українського Полісся, розташованих на ґрунтах, які характеризуються аномально високими міграційними властивостями радіоізотопів цезію, на внутрішнє опромінення населення за рахунок споживання місцевих продуктів харчування припадає основна частина (70–95 %) загальної дози опромінення населення. В особистих підсобних господарствах досі виробляється і споживається населенням сільськогосподарська продукція, що не відповідає гігієнічним державним нормативам щодо допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР–2006). В останні роки лише в 54 населених пунктах Рівненської (49), Житомирської (2) і Волинської (3) областей виявлені показники середньої питомої активності ^{137}Cs у молоці, вищі за допустимий рівень, а саме 100 Бк/л. У 10–15 найбільш критичних селах Рівненської області, в основному в Рокитнівському районі, середня питома активність ^{137}Cs у молоці корів досягає 500–1500 Бк/л. У 2–3 селах Рівненської області спостерігається перевищення вмісту ^{137}Cs у картоплі й овочах. Сьогодні перевищення допустимих рівнів вмісту ^{90}Sr у продуктах харчування в Україні зареєстроване лише в зерні, яке виробляється на півночі Київської області в Іванківському районі на кордоні з зоною відчуження. Тут вміст ^{90}Sr у зерні може досягати 70 Бк/кг при нормативі для продовольчого зерна 20 Бк/кг. Найвищі рівні вмісту ^{137}Cs нині відзначаються в лісових грибах (до 50 кБк/кг у свіжих і 200 кБк/кг у сухих), що в 100 разів перевищує допустимі рів-

ні, а також у м'ясі диких тварин на забруднених територіях. Виходячи з динаміки останніх років, рівні радіоактивного забруднення місцевих продуктів харчування, а відповідно, і дози внутрішнього опромінення населення стабілізувалися і без застосування контрзаходів будуть зменшуватися вкрай повільно. Особливо повільно спадатиме радіоактивне забруднення лісових екосистем.

Сьогодні вміст радіонуклідів у ґрунтових і поверхневих водах відповідає гігієнічним нормативам для питної води (2 Бк/л) і води для зрошення (1 Бк/л) і практично не становлять небезпеки для населення. У 2008 р. вміст ^{90}Sr і ^{137}Cs у воді р. Прип'ять був нижчим за ДР–2006 більш ніж удесятеро, і навіть у водоймі-охолоджувачі Чорнобильської АЕС відповідав нормативу для питної води. Вміст ^{90}Sr і ^{137}Cs у ґрунтовій воді водозаборів м. Прип'ять і м. Чорнобиль нижчий за ДР–2006 більш ніж у 100 разів. Відповідні дослідження та зроблені на їх основі прогнози показали, що міграція радіонуклідів у ріки із захоронень радіоактивних відходів у зоні відчуження також не становить небезпеки і в майбутньому не чинитиме істотного впливу на радіоактивне забруднення Дніпровського каскаду [4].

Починаючи з 1987 р., повсюди за межами зони відчуження рівні радіоактивного забруднення повітря відповідали і відповідають чинним гігієнічним нормативам, відповідно і забруднення повітря не становить небезпеки для населення. Навіть у зоні відчуження в природних умовах у 2008 р. середня концентрація радіонуклідів у повітрі була більш ніж у 1000 разів нижчою за допустимі рівні. Проведення сільськогосподарських робіт пов'язане з антропогенним впливом на ґрунт, що призводить до підвищеного пилопідйому радіоактивних речовин. Інгаляційне надходження радіонуклідів у організм механізаторів за один робочий день може перевищувати річне надходження для інших груп населення. І навіть у такому разі скрізь за межами зони відчуження концентрації радіонуклідів у зоні дихання механізаторів при проведенні сільськогосподарських робіт не перевищують встановлених нормативів.

Отже, на сучасному етапі ми маємо та в перспективі, скоріше за все, матимемо справу саме з дією малих доз опромінення населення та їхніми наслідками. Наш стислий огляд двоєдиної проблеми малих доз і радіаційного стану мав за мету стимулювати міждисциплінарні дослідження відповідних антропологічних аспектів. Дійсно, контролювання масштабів і наслідків опромінення малими дозами радіації, з урахуванням складної морфології його складових, потребує використання зваженого еколого-антропологічного підходу. Останній у принципі міг би дозволити якщо не розв'язати, то взяти під конт-

роль основну проблему, якою є реабілітація на території, забрудненій у результаті аварії на ЧАЕС, і вплив інших, постійно або тимчасово діючих джерел малих доз опромінення як природного, так і антропогенного походження (де доза зовнішнього опромінення допускає проживання населення).

Окрім постійного дозиметричного та радіометричного моніторингу, розв'язання цього завдання потребує також міждисциплінарних зусиль у фізико-технічному, медико-біологічному, сільськогосподарському і соціально-економічному напрямках. Природні умови в Україні, які склалися внаслідок чорнобильської катастрофи, окрім трагічних наслідків, також створили унікальну лабораторію для вивчення можливостей антропологічного підходу до реабілітації населення та реалізації концепції сталого розвитку суспільства за дії визначених вище факторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Актуальные* проблемы и задачи научного сопровождения производства сельскохозяйственной продукции в зоне радиоактивного загрязнения ЧАЭС / М. В. Зубец, Б. С. Пристер, Р. М. Алексахин [и др.] // *Агроэкологический журнал*. – 2011. – № 1. – С. 5–20.
2. *Пристер Б. С.* Проблемы сельскохозяйственной радиэкологии и радиобиологии при загрязнении окружающей среды молодыми смесями продуктов ядерного деления / Б. С. Пристер. – Чернобыль : Ин-т проблем безопасности АЭС, 2008. – 320 с.
3. *Ильязов Р. Г.* Эколого-антропологическая методология обеспечения радиационной безопасности населения на территории, загрязненной в результате аварии на ЧАЭС / Р. Г. Ильязов // *Матер. междунар. межотрасл. конф., посвящ. 25-летию чернобыльской катастрофы (Казань 27–28 апреля 2011 г.)*. – Казань, 2011. – С. 21–24.
4. *Кутлахмедов Ю. О.* Основы радиэкологии / Ю. О. Кутлахмедов, В. И. Корогодін, В. К. Кольтовер. – К. : Вища школа, 2003. – 320 с.
5. *Гудков І. М.* Радіоекологія / І. М. Гудков. – К., 2011. – 368 с.
6. *Molecular Genetics of Development* / ed. by J. G. Scandalios. – L. : Academic Press, 1987. – 460 p.

*Передплачуєте
і читайте
журнал*

ІНТЕГРАТИВНА АНТРОПОЛОГІЯ

У ВИПУСКАХ ЖУРНАЛУ:

**Передплата приймається
у будь-якому
передплатному пункті**

Передплатний індекс 08210

- ◆ Методологія інтегративних процесів
- ◆ Генетичні аспекти біології та медицини
- ◆ Патологічні стани і сучасні технології
- ◆ Філософські проблеми геронтології та геріатрії
- ◆ Дискусії