

3. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Находько Ю. В. Пом'якшення води відпрацьованими лужними розчинами травлення алюмінію // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 1999. – № 4. – С. 43–46.
4. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды: В 2 т. / Л.А. Когановский, М.А. Шевченко. – К.: Наук. думка, 1980. – Т. 1. – 680 с.
5. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Тищенко Т.С. Зниження корозійної агресивності води при її пом'якшенні // *Наукові вісті НТУУ “КПІ”*. – 1999. – № 1. – С. 156–160.
6. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Смола О.В. Вплив іонів кальцію, магнію та алюмінію на корозію сталі у воді // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 2000. – № 2. – С. 18–21.

УДК 621.039.58+615.7

І.М. Гудков, В.О. Кашпаров

Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
кафедра радіобіології та радіоекології і УкрНДІ сільськогосподарської радіології

## ДО ЗМІНИ ПАРАДИГМИ В РАДІОЕКОЛОГІЇ: АНТРОПОЦЕНТРИЧНИЙ І (ЧИ) ЕКСЦЕНТРИЧНИЙ ПІДХОДИ У ПРОТИРАДІАЦІЙНОМУ ЗАХИСТІ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

© Гудков І.М., Кашпаров В.О., 2010

**Розглянуто антропоцентричний і ексцентричний підходи щодо захисту і охорони живих об'єктів навколишнього середовища від дії іонізуючої радіації. Зроблено спробу довести, що зусилля радіоекологів, які розроблюють прийоми охорони природи від впливу іонізуючих випромінювань, і лікарів-радіобіологів, які займаються проблемами радіаційної безпеки людини, мають бути спрямовані на створення синтетичної концепції, котра водночас забезпечує як охорону життя людини, так і всієї біоти.**

**The anthropocentric and excentric approaches to protection of the environmental beings against the ionizing radiation are considered. The attempt is done to prove that efforts of the radioecologists aimed to develop the approaches to protect the environment against the ionizing irradiation, and efforts of the radiobiologists working for the radiation protection of man, must be combined in order to create the synthetic conception, which would ensure protection of both human and biota.**

У першій половині минулого століття проблема захисту живих організмів від дії іонізуючої радіації переважно стосувалося лише порівняно вузького кола спеціалістів-дослідників, явища радіоактивності – фізиків, хіміків, біологів, геологів, а також лікарів-радіологів та їх пацієнтів. Хоча вже тоді спостерігалися випадки змін у складі фітоценозів на територіях з підвищеним рівнем природного техногенного радіаційного фону – як правило, місцях видобутку уранових руд [14].

Проте у другій половині століття внаслідок масових випробувань атомної зброї, аварій на підприємствах ядерного паливного циклу, збільшення масштабів видобутку урану у сотні і тисячі разів і, відповідно, захоронення радіоактивних відходів, широкого застосування іонізуючих випромінювань у медицині ситуація кардинально змінилася і постало питання про небезпеку опромінення іонізуючою радіацією усього людства і більше того – усього живого. Саме тоді була сформульована і майже до кінця століття панувала, до речі не тільки в радіаційній екології, а й в екології, загалом, як і в науках, пов'язаних з природоохоронними проблемами, так звана „антропоцентрична концепція” захисту біоти. Згідно з нею людина є головним живим об'єктом навколишнього природного середовища, який передусім потребує захисту від несприятливих чинників, і заходи, які забезпечують такий захист, захищають усі живі організми.

Щодо радіоекології, як складової частки системи радіаційної безпеки, то протягом останніх десятиліть наукові основи протирадіаційного захисту живих організмів ґрунтуються на постулаті, який у 1977 р. було сформульовано в Публікації 26 МКРЗ (Міжнародна комісія з радіаційного захисту) приблизно так: „Якщо радіаційними стандартами забезпечена охорона здоров'я людини, то у цих умовах захищена від впливу іонізуючої радіації і біота” [10]. З деякими змінами, котрі було відтворено у 1991 р. в Публікації 60 [11], цей принцип було дещо уточнено: «Комісія вважає, що нормативи, які забезпечують захист людини, повинні гарантувати відсутність ризику для інших видів біоти. В деяких випадках допускається ураження окремих особин (за винятком людини), проте ступінь цього ураження не повинен призводити до порушення функціонування видів або розбалансування міжвидових відносин». Покладена в її основу система радіаційного нормування передбачає, що низькі дози опромінення людини, як одного з найбільш радіочутливих компонентів біоти, автоматично забезпечують низькі дози опромінення і інших живих організмів.

Засновані на цьому принципі підходи до радіаційного захисту живих об'єктів довкілля отримали широке розповсюдження в останню чверть ХХ століття і знайшли відображення в законодавчих актах з охорони навколишнього середовища багатьох країн. І класична антропоцентрична свідомість дотепер пронизує всі сфери діяльності людини, зокрема і природоохоронну.

Але вже у другій половині минулого століття стало зрозумілим, що внаслідок, незбалансованого природокористування, нераціональної експлуатації людиною природно-ресурсного потенціалу виникає безліч ситуацій, коли певні об'єкти біоти окрім людини вимагають особливого захисту і охорони від дії багатьох несприятливих чинників саме антропогенного походження. Що стосується радіаційної безпеки, то антропогенний підхід виявляється припустимим лише для населених людиною територій і, якщо межа дози не перевищена для людини як свого роду індикаторного радіочутливого організму, можна тільки з певною умовністю говорити про межі дози для решти організмів. Нині цей підхід не спрацьовує, наприклад, для зони відчуження Чорнобильської АЕС. Можна вважати, що декілька тисяч осіб персоналу, що і тепер задіяний на самій АЕС і деяких спеціальних організаціях в межах зони, але не проживає у ній постійно, цілою низкою заходів захищені від дії іонізуючої радіації. Проте у деяких видів рослин, зокрема сосни, що зростають на забруднених радіонуклідами ділянках неподалік від АЕС, особливо в місцях біля сховищ радіоактивних відходів, відзначені певні порушення і зміни [4, 8]. Загалом система захисту, що ґрунтується на антропоцентричному принципі, забезпечує охорону від впливу іонізуючого випромінювання тільки середовище існування людини.

На планеті ж внаслідок вибухів понад двох тисяч атомних бомб, експлуатації близько 450 ядерних реакторів і сотень аварій на підприємствах ядерного паливного циклу виникли свого роду радіаційні резервації (радіонуклідні аномалії), де проживання людей неможливе чи просто, де людина відсутня, але є інші об'єкти живої природи. Такі доволі великі осередки є у місцях колишніх масових випробувань атомної зброї у штаті Невада в США, на Новій Землі в Росії, у Семіпалатинській області в Казахстані, на островах Океанії, в Австралії. Такими є деякі території в морях світового океану, які стали кладовищами ядерних відходів, місця видобутку уранових руд, відторгнуті території на Східно-Уральському радіоактивному сліді, згадана зона відчуження Чорнобильської АЕС. Дози опромінення деяких видів тварин і рослин в таких умовах на одиницю щільності радіоактивного забруднення можуть в багато разів перевищувати дозу опромінення людини. Тим більше, що поглинена доза опромінення для окремих об'єктів біоти і людини навіть у разі перебування в однакових умовах, в одній екосистемі залежить від дуже багатьох чинників і може різнитися в багато разів. Це залежить від типу радіонуклідного забруднення, біологічних особливостей видів, шляхів надходження радіонуклідів в організм та багатьох інших чинників. Наприклад, радіоцезій рівномірно (дифузно) розподіляється в організмі хребетних, зокрема і людини, а у разі надходження до рослин переважно концентрується в клітинах меристем – критичних тканинах вищих рослин [2, 5], створюючи дуже високі дози локального опромінення. Саме цим пояснюється невідповідність ступеня прояву радіобіологічних ефектів порівняно невеликим дозам загального опромінення, що часто спостерігається [2, 3] Відомо також, що деякі види рослин, зокрема в родинях бобових, капустяних, лободових та деяких інших, які мають високі коефіцієнти нагромадження окремих радіонуклідів,

можуть отримувати дозу опромінення значно більшу, ніж інші види. Надзвичайно великою здатністю до нагромадження радіонуклідів мають гідробіоти, як водяної рослини, так і тварини, значення коефіцієнтів нагромадження у яких сягають сотень і тисяч. З урахуванням близької радіочутливості та низки едифікаторних, визначаючих функціонування та стійкість екосистем видів (хвойні деревні породи, трав'яні види рослин з родин лілейних, бобових, більшість тварин-савців), зрозуміло, що таке співвідношення поглинених людиною та іншими об'єктами живої природи доз потребує особливої уваги щодо захисту рослин, тварин та їх угруповань.

У ранній період аварії на ЧАЕС (1986 р.) для багатьох видів біоти (передусім наземної флори та фауни) на найбільш забруднених ділянках спостерігалось перевищення доз опромінення щодо допустимих величин, проте в цьому разі опромінення людини також було вищим, ніж допустимі для аварійних ситуацій межі. У разі використання цих рівнів опромінення людини лише сосна, лукові рослини та ґрунтові безхребетні захищені слабше, ніж людина, а ступінь захисту інших видів біоти (гідробіоти) близький до рівня захисту людини або перевищує його. Внаслідок цього можна стверджувати, що використання аварійних норм радіаційного захисту людини не гарантує адекватного захисту об'єктів природного середовища, деякі види якого можуть зазнавати більшого, ніж людина, впливу, навіть якщо такі заходи з захисту населення, як евакуація не застосовувалися.

Крім того, на відміну від більшості природних об'єктів людина може захистити себе від впливу зовнішніх факторів, зокрема і від дії іонізуючої радіації, наприклад, шляхом скорочення часу перебування у зоні опромінення, екранування, зменшення у раціоні продуктів харчування, що містять радіонукліди. Відомі деякі види живих організмів, радіочутливість яких сумірна з радіочутливістю людини і, навіть, перевищує її. На такі організми дія антропоцентричної концепції практично не розповсюджується.

І стало зрозуміло, що потрібен новий методологічний підхід до радіаційного захисту як людини, так і біоти, оскільки лише з цих позицій видається можливим розробити наукові основи оцінки наслідків радіоактивного забруднення біосфери. Саме тому, значною мірою стимульована екологічними наслідками аварії на Чорнобильській АЕС, наприкінці минулого століття і на початку нового в радіоекології почала формуватися „ексцентрична концепція”, в основу якої покладено необхідність окремого, спеціального захисту чи охорони всіх живих організмів. Активні кроки у формуванні нової концепції в системі радіаційного захисту навколишнього середовища були здійснені Міжнародним союзом радіоекологів [6]. У МКРЗ у 2005 р. був спеціально створений 5-й комітет «Радіаційного захисту навколишнього середовища», основне завдання якого полягає у підборі достатньо репрезентативних (критичних) видів рослин і тварин, методів розрахунку доз та кількісних і якісних показників оцінки ступеня прояву радіобіологічних ефектів. Спостерігаються певні зміни і в позиції МАГАТЕ, яке в останні роки також підкреслює важливість більш зваженого підходу до проблеми протирадіаційного захисту біоти [7, 13].

І в останній „Публікації 103” МКРЗ від 2007 р. [12] на відміну від усіх попередніх акценти чітко зміщені у бік охорони не тільки людини, а загалом живих організмів від дії іонізуючої радіації в середовищі їх існування. Розробка принципів охорони об'єктів навколишнього середовища від впливу іонізуючої радіації, питання оцінки ризику опромінення не тільки людини, але й інших живих організмів, стали головними напрямками сучасної системи протирадіаційного захисту біоти. Для оцінки впливу іонізуючих випромінювань на біоту 5-м Комітетом МКРЗ були запропоновані такі референтні організми: шурі, качки, жаби, лосось, бджоли, краби, олені, земляні черв'яки, сосни, дикоростучі трави і морські водорості. На сучасному етапі для вирішення питань протирадіаційного захисту навколишнього середовища та нормування допустимих рівнів його радіонуклідного забруднення найбільш актуальними є такі завдання: поповнення існуючих баз даних інформацією по радіобіологічних ефектах у референтних організмів, розробці і удосконаленню дозиметричних моделей для цих організмів, проведення нових експериментальних досліджень з метою уточнення залежностей „доза-ефект”, урахування мультістресорних дій на біоту, гармонізація і порівняння оцінок ризиків дії на навколишнє середовище радіаційних і негативних чинників нерадіаційної природи (важких металів, пестицидів, кислотних дощів, високих та низьких температур та загалом зміни клімату).

Необхідно визнати, що питання антропоцентричного і (чи) ексцентричного підходів щодо протирадіаційного захисту живих компонентів навколишнього природного середовища до тепер залишається суто академічною, теоретичною, навіть філософською категорією, так як можливості застосування практичних прийомів їх захисту окрім людини дуже обмежені – фактично вони зводяться до фізичної ліквідації джерел опромінення або зниження ступеня їх дії, що далеко не завжди можливо реалізувати. Що стосується застосування будь-яких хімічних препаратів, то якщо протирадіаційний захист зводити лише до радіопротекції у її класичному значенні – зниження біологічної дії іонізуючих випромінювань, то і в даному випадку радіоекологію чекає невдача – сучасна радіобіологія не має фізичних чи хімічних засобів, зданих достатньо ефективно зменшувати наслідки опромінення в умовах хронічного опромінення не тільки біоти загалом, а й окремих її представників, зокрема і людини.

Проте, проблему протирадіаційного захисту біоти можна розглядати і дещо з іншого боку [9]. Хронічне опромінення, яке становить небезпеку для неї, здебільшого є наслідком забруднення територій радіонуклідами. Люди, що мешкають на цих територіях, до 90–95 % дози отримують за рахунок внутрішнього опромінення, тобто з продуктами харчування, джерелом яких є продукція рослинництва та тваринництва. В останню радіонукліди надходять з продукцією кормовиробництва, основу якої становить також продукція рослинництва. Отже, для забезпечення протирадіаційного захисту людини треба зменшувати нагромадження радіонуклідів в продукції рослинництва і тваринництва. І в цьому сенсі сільськогосподарська радіоекологія має цілу систему протирадіаційних заходів (так званих „контрзаходів”), практична реалізація котрих дає змогу зменшити дозу опромінення людини на порядок [1].

На превеликий жаль, під час розгляду концепції протирадіаційного захисту цей підхід не враховується. Хоча тут вже згадувалося, що обмеження споживання продуктів харчування, що містять радіонукліди, є одним з прийомів зменшення дози опромінення людини. У викладеному вище ракурсі він, безперечно, має антропоцентричну спрямованість. Проте, якщо проблему розглянути ширше, то застосування контрзаходів, спрямованих на зменшення надходження радіонуклідів в продукцію рослинництва-кормовиробництва, тобто, в сільськогосподарські культури в умовах агроценозів, можна розповсюдити як на інші фітоценози, так і ценози у найширшому понятті. Практика їх застосування в умовах природних луків і пасовищ сільськогосподарського призначення однозначно підтверджує це.

Отже, розроблення принципів охорони об'єктів навколишнього середовища від впливу іонізуючої радіації, питання оцінки ризику опромінення не тільки людини, але й інших організмів, стали головними напрямками сучасної системи протирадіаційного захисту. Все це свідчить про те, що зусилля радіоекологів, які розроблюють прийоми охорони природи від дії іонізуючих випромінювань, і лікарів-радіологів, які займаються проблемами радіаційної безпеки людини, мають бути спрямовані на розроблення синтетичної позиції, яка водночас забезпечує охорону життя і людини і всіх інших живих організмів.

1. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період (Рекомендації) / Б.С. Прістер, В.О. Кашпаров, М.М. Лазарев та ін. – К.: Атака-Н, 2007. – 196 с. 2. Гродзинский Д.М., Булах А.А., Гудков И.Н. Радиобиологические эффекты у растений // Чернобыльская катастрофа. – К.: Наук. думка, 1995. – С. 293–311. 3. Гудков И.М., Иванова О.О. Меристеми – тканини, що відповідні за формування доз внутрішнього опромінення рослин на забруднених радіонуклідами територіях // Парадигми сучасної радіобіології. Радіаційний захист персоналу об'єктів атомної енергетики. Тези доп. – Чорнобиль: Чорнобильінтерформ, 2004. – С. 12–13. 4. Йоценко В.І., Кашпаров В.О., Гудков И.М., Левчук С.Є., Лазарев М.М. Дослідження ефектів опромінення соснових насаджень на ПТЛРВ Рудий ліс // Междунар. научн. семинар «Радиоэкология Чернобыльской зоны» 27–29 сентября 2006 г. – Славутич: Чернобыльский центр по проблемам ядерной безопасности, 2006. – С. 41–44. 5. Михеев А.Н. Гетерогенность распределения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  и обусловленные ими нагрузки на критические ткани главного корня проростков // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – № 39, вып. 6. – С. 663–666. 6. Brechignac F. Protection of the environment: how to position radioprotection in an

*ecological risk assessment perspective // The Science of The Total Environment. – 2003. – Vol. 307. – P. 35–54.* 7. *Ethical considerations in protecting the environment from the effects of ionizing radiation. A report for discussion. Vienna: IAEA-TECDOC-1270, 2002.* 8. *Grodzinsky D.M., Gudkov I.N. Radiation damage of plants in the Chernobyl Nuclear accident Impact Zone // 20 Years After the Chernobyl Accident – Past, Present and Future. – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2007. – P. 231–246.* 9. *Gudkov I. N. Strategy of biological radiation protection of biota at the radionuclide contaminated territories // Radiation Risk Estimates in Normal and Emergency Situations. – Berlin-London-N.Y.-Dordrecht: Springer, 2006. – P. 101–108.* 10. *ICRP Publication 26. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. – Oxford: Pergamon Press, 1977. – 190 p.* 11. *ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. – Oxford: Pergamon Press, 1991. – 192 p.* 12. *ICRP Publication 103. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. – Oxford: Pergamon Press, 2007. – 332 p.* 13. *Report of the Specialist' meeting on environmental protection from the effects of ionizing radiation: International perspectives. Ref. 723-J9-SP-1114.2, 29 August – 1 September 2000. Vienna, 2000.* 14. *Stoklasa J., Penkava G. Biologie des Radiums und Uraniums. – Berlin: Verlag von Paul Parey, 1932. – 150 p.*

УДК 504.054

**Т.М. Доскач, М.С. Мальований, З.С. Одноріг, А.О. Мараховська**  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра екології та охорони навколишнього середовища

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ДИСПЕРСНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ**

© Доскач Т.М., Мальований М.С., Одноріг З.С., Мараховська А.О., 2010

**Виконано дослідження для вирішення проблеми попередження забруднення атмосферного повітря аміаком. Досліджено адсорбційну здатність цеоліту, палигорскиту та глауконіту щодо аміаку.**

**There is conducted for the decision of problem of warning of contamination of atmospheric air by an ammonia. Investigational adsorbptivity of zeolite, paligorskite and to the glauconite in relation to an ammonia.**

**Постановка проблеми.** Тваринницькі ферми є значним джерелом забруднення атмосфери газовими викидами, зокрема аміаком. Питання запобігання цього забруднення сьогодні вирішується шляхом регулювання складу підстилки та періодичністю її заміни і оновлення. Проте завдяки відсутності у складі підстилки сорбентів не вдається повністю уникнути забруднення атмосфери як в приміщеннях тваринницьких ферм, так і в місцях складування відпрацьованої підстилки. Це і зумовило необхідність розроблення комплексної технології попередження забруднення атмосфери газовими викидами тваринницьких ферм.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Останнім часом значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення газових та рідинних середовищ від забруднювачів, зокрема із застосуванням природних дисперсних сорбентів – цеолітів, бентонітів, палигорскитів, глауконітів [1–4]. Перевагами застосування цих адсорбційних матеріалів є:

- 1) природні сорбенти, широко розповсюджені в Україні;
- 2) природні сорбенти є доступним, недорогим матеріалом;
- 3) адсорбційні технології з використанням природних дисперсних сорбентів забезпечують високий ступінь очищення;