

УДК 504.5:628.4.047

DOI: 10.31470/2786-6327/2022/2/118-125

Юрій Козубенкокандидат історичних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін і валеології
Університету Григорія Сковороди в Переяславі

nibbbiru@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5037-15594>

Researcher ID: W-6177-2018

(вул. Сухомлинського, 30, м. Переяслав, Київська обл., 08401, Україна)

**РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В КОНТЕКСТІ
ГЛОБАЛЬНИХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ХХІ СТОЛІТТЯ**

У статті досліджено радіаційне забруднення навколишнього середовища в контексті його соціально-екологічних наслідків, що є однією з важливих проблем ХХІ століття. Нині використання радіоактивних технологій, що можуть завдавати шкоди навколишньому середовищу особливо помітно в медицині: медичне обладнання одноразового використання, що стерилізується інтенсивними випромінюваннями, посіло чільне місце в боротьбі з поширенням інфекційних захворювань, а діагностичне застосування рентгенівських променів і радіоактивних ізотопів має тенденцію розширюватися вдвічі приблизно кожні 10 років. Для збереження харчових продуктів та зниження їх втрат повсюдно використовуються випромінювання, а методи стерилізації – для знищення комах та шкідників-переносників хвороб. Промислова радіографія застосовується для перевірки якості зварних швів та виявлення тріщин, а також допомагає запобігати руйнуванню інженерно-технічних споруд. У нашій країні проблеми радіоактивних випромінювань та радіоактивного забруднення навколишнього середовища довгі роки мали «закритий характер». Ними займалося вкрай обмежене коло фахівців, а тому багато термінів, що використовуються, не були введені в широкий науковий обіг. Тому, перш ніж перейти до вироблення будь-яких превентивних принципів, які гарантують забезпечення радіаційної безпеки, доцільно концептуалізувати систему найчастіше використовуваних понять, які несуть у собі певну частку соціального навантаження. До таких понять слід віднести поняття радіаційної безпеки, радіаційного забруднення, ділянки радіаційного забруднення, опромінення, колективної та ефективної дози опромінення, потужності дози опромінення, віддалених наслідків опромінення тощо. Відомо, що вплив на довкілля, що виникає внаслідок цієї різної неспецифічної, тобто. не пов'язаної безпосередньо з атомним виробництвом антропогенної діяльності, і з урахуванням великої кількості людей, на яких виявляється цей вплив, робить значний внесок у колективну дозу населення Землі. У той самий час досить складно визначити, який конкретний радіоактивний ефект дають специфічні, тобто. безпосередньо з радіоактивним виробництвом, джерела радіації.

Ключові слова: радіація, радіаційне забруднення, екологія, соціально-екологічні наслідки, випромінювання, опромінення.

Yuri KozubenkoCandidate of Historical Sciences, Assistant Professor of the Department
of Medical and Biological Disciplines and Valeology,

Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav,

nibbbiru@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5037-15594>

Researcher ID: W-6177-2018

(30, Sukhomlynsky Str., Pereiaslav, Kyiv region, Ukraine, 08401)

**RADIATION POLLUTION OF THE ENVIRONMENT IN THE CONTEXT OF
GLOBAL SOCIAL AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE XXIST CENTURY**

The article examines radiation pollution of the environment in the context of its socio-ecological consequences, which is one of the important problems of the XXI century. Today, the use of radioactive

technologies that can harm the environment is particularly visible in medicine: single-use medical equipment sterilized by intense radiation has taken a prominent place in the fight against the spread of infectious diseases, and the diagnostic use of X-rays and radioactive isotopes tends to double approximately every 10 years. Radiation is widely used to preserve food products and reduce their losses, and sterilization methods are used to destroy insects and disease-carrying pests. Industrial radiography is used to check the quality of welds and detect cracks, and also helps prevent the destruction of engineering structures. In our country, the problems of radioactive emissions and radioactive pollution of the environment were «closed» for many years. They were engaged in by an extremely limited circle of specialists, and therefore many of the terms used were not introduced into wide scientific circulation. Therefore, before proceeding to the development of any preventive principles that guarantee the provision of radiation safety, it is advisable to conceptualize a system of the most frequently used concepts that carry a certain share of social burden. Such concepts should include the concepts of radiation safety, radiation pollution, areas of radiation pollution, exposure, collective and effective radiation dose, radiation dose rate, remote consequences of radiation, etc. It is known that the impact on the environment arising from this various non-specific, i.e. anthropogenic activity not directly related to atomic production, and taking into account the large number of people affected by this effect, makes a significant contribution to the collective dose of the Earth's population. At the same time, it is quite difficult to determine which specific radioactive effect is given by specific, i.e. directly with radioactive production, sources of radiation. Issues of safe handling of radioactive waste, medical consequences of radiation exposure, radiation safety of the population, territories contaminated as a result of accidents at radiation-hazardous facilities are still poorly studied. Socio-political aspects of radiation safety management also remain undeveloped.

Key words: *radiation, radiation pollution, ecology, socio-ecological consequences, radiation, exposure.*

Постановка проблеми. Одним з факторів екологічно чистого суспільного розвитку, який заслуговує на особливу увагу, є радіаційна безпека.

Застосування джерел іонізуючого випромінювання та радіоактивних речовин для медичних, промислових, сільськогосподарських цілей або для наукових досліджень є невід'ємною складовою сучасного існування та діяльності людини. У кожному конкретному випадку складно оцінити ефективність, сумарний ефект від господарського застосування радіаційних технологій. Однак, незважаючи на це, мабуть, слід говорити про його зростання, оскільки обсяг цих технологій зростає, а сфера використання розширюється.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика дослідження доволі вузько висвітлена у працях науковців. Зокрема, дослідженнями екологічних проблем довкілля та радіаційного забруднення навколишнього середовища займалися Е. Соколов (Sokolov E., 1998), Ю. Бойчук (Бойчук Ю., 2003), О. Войцехович (Войцехович О. В., 1996). Оцінкою радіаційного забруднення у своїх працях займалися Є. Іванов (Іванов Є., 1999), І. Мисковець (Мисковець І. Я., 2002). Проблемою радіаційного забруднення та, зокрема, ролі Чорнобильської атомної електростанції в досліджуваній проблемі займалися Л. Константинов (Константинов М. П., 2003), І. Гамалій (Гамалій І. П., 2002), Л. Полетаєва (Полетаєва Л. М., 2002), В. Бар'ягтар (Бар'ягтар В. Г., 1996). Соціально-екологічні наслідки від радіаційного забруднення навколишнього середовища було висвітлено у праці О. Лялюк (Лялюк О., 1999).

Метою статті є на основі доступних джерел і літератури висвітлити причини та наслідки радіаційного забруднення в Україні та світі, а також визначити його вплив на забруднення навколишнього середовища в контексті соціально-екологічних проблем XXI століття.

Виклад основного матеріалу дослідження. Незважаючи на позитивні оцінки використання ядерної енергії, більш ніж п'ятдесятирічний досвід її промислового освоєння сприяв формуванню та накопиченню значного ядерного потенціалу, що становить серйозну радіаційну небезпеку.

Водночас питання безпечного поводження з радіоактивними відходами, медичних наслідків радіаційного впливу, радіаційної безпеки населення, територій, забруднених внаслідок аварій на радіаційно-небезпечних об'єктах, ще мало вивчені. Не розробленими залишаються і соціально-політичні аспекти управління радіаційною безпекою.

Важливо позначити основні джерела радіаційного опромінення, що викликають забруднення навколишнього середовища і є загрозою здоров'ю населення.

Усі джерела радіаційного випромінювання можна поділити на первинні та вторинні.

До первинних джерел зазвичай відносять: природний радіаційний фон; технологічно посилену природну радіацію, пов'язану з неядерним виробництвом; радіацію, що виникає в результаті ядерних випробувань, експлуатації підприємств ядерно-паливного циклу, а також споживання різних джерел іонізуючого випромінювання.

Вторинними джерелами радіаційного опромінення є радіоактивні відходи.

Доцільно коротко охарактеризувати дані джерела та показати їх потенційну небезпеку як для навколишнього середовища, так і для людини.

Природні джерела радіації поділяються на джерела зовнішнього та внутрішнього опромінення.

Зовнішнє опромінення діє на організм ззовні та утворюється джерелами іонізуючого випромінювання неземного походження (космічна радіація) та джерелами земного походження (джерелами, що знаходяться у ґрунті, будівельних матеріалах, повітрі).

Вплив космічних променів здійснюється на всі ділянки земної поверхні, однак у різному ступені. Наприклад, залежно від широти і висоти над рівнем моря він різний. Так, екваторіальні області отримують менше радіації, ніж полюси, через відхилення магнітними полями заряджених частинок космічних променів; рівень опромінення зростає з висотою, оскільки зменшується шар атмосфери, що відіграє роль захисного екрану від космічних променів. Суттєвому, хоч і відносно нетривалому, опроміненню піддаються екіпажі та пасажир літаків: зокрема, пасажир літака, що летить на типовій крейсерській висоті, отримує вчетверо більшу дозу радіації за одну годину, ніж від усієї ядерної промисловості за рік.

Рівень земної радіації визначається складом і концентрацією радіонуклідів, які знаходяться в поверхневих породах. Природно, що він різний для різних місць на Землі. Основними радіоактивними елементами, які містяться в земних породах з моменту утворення планети, є ізотопи урану – U-238 (період напіврозпаду $1 - 47 \cdot 10^9$ років), торію – Th-232 ($1 - 41 \cdot 10^{10}$ років) та калію K-40 ($1 - 28 \cdot 10^{10}$ років), середня концентрація яких зростає зі збільшенням глинистої фракції. Основний внесок у дозу опромінення на поверхні землі здійснюють радіонукліди, що знаходяться у верхньому 30-сантиметровому шарі ґрунту. Гамма-випромінювання, яке випускається цими радіонуклідами, відносно рівномірно опромінює все тіло людини (Полетаєва Л. М., 2002).

Прийнято вважати, що природне радіаційне випромінювання, якому всі живі організми піддаються з самого моменту виникнення життя на Землі, явно ніяк не зашкодило розвитку фауни і флори і, мабуть, залишалося приблизно однаковим упродовж усієї історії розвитку людства.

Внутрішнє опромінення походить з самого організму, де містяться радіоактивні речовини, які є в ньому від самого народження і постійно надходять з повітрям, водою і їжею, у тому числі радіонукліди, утворені при взаємодії космічних променів з атмосферою Землі. Це опромінення складає в середньому приблизно 2/3 ефективної еквівалентної дози, одержуваної від природних джерел радіації. Решта надходить з допомогою джерел земного походження.

До основних джерел внутрішнього опромінення відносяться: радіоактивний ізоотоп калій-40, який є важливим учасником процесу управління гомеостазом в організмі людини (K-40), рубідій-87 (Rb-87), уран-238 (U-238), торій-230 (Th-230), радій-226 (Ra-226), радон-222 (Rn-222), свинець-210 (Pb-210) та полоній-210 (Po-210) (Іванов Є., 1999).

Крім природного радіаційного фону існує технологічно посилену природну радіацію. Вона виникає в результаті широкого діапазону індустріальної діяльності, наприклад, такої, як неядерне виробництво енергії, промислові виробництва, видобуток і очищення руди тощо.

Дослідники виділяють основні технологічні процеси, в результаті яких виникають підвищені рівні природних радіонуклідів у навколишньому середовищі. Зокрема, характерною рисою виробничих процесів енергетичних підприємств, що використовують неядерне паливо, таке, як геотермальна енергія, природний газ, нафта, вугілля, торф, є атмосферні викиди, зливи рідин і тверді відходи, що містять природні радіонукліди. Наприклад, виробництво геотермальної енергії супроводжується виділенням в атмосферу суміші пари і радоновмісних газів з рівнями концентрації до декількох КБк/л, таким чином приблизно подвоюючи загальну кількість радону в навколишньому повітрі. Природний газ містить радон у концентраціях близько 7-10 Бк/л із середнім значенням 9 Бк/л. У процесі видобутку нафти та природного газу термальні соляні розчини піднімаються на поверхню, збагачуючись радієм. Їхнє осідання на трубах, контейнерах тощо викликає підвищену гамма-дозу, наприклад, на поверхні танкерів-сховищ до 50 мкЗв/год.

Найбільший внесок у загальний радіологічний вплив на людину та навколишнє середовище серед усіх неядерних джерел енергії здійснює вугілля. Галуззю, в якій також відбувається утворення потенційних джерел радіоактивного забруднення, є видобуток та очищення руди. Операції розробки та дроблення руди призводять до вивільнення природних радіонуклідів у навколишнє середовище у формі рідких стоків із самого рудника та вилуговування розчинів з виробок, твердих відходів і виділення в атмосферу частинок пилу та радону. Реальна кількість нуклідів, що вивільняються сильно залежить від виду розроблюваної руди (Гамалій І. П., 2002).

Одним із суттєвих специфічних факторів радіаційного забруднення навколишнього середовища є радіоактивні опади, які утворюються внаслідок ядерних вибухів під час випробувань ядерної зброї. При вибухах частина радіоактивного матеріалу випадає неподалік місця випробування, якась частина затримується в тропосфері, підхоплюється вітром і переміщується на великі відстані, залишаючись приблизно на одній висоті. Перебуваючи у повітрі в середньому близько місяця, радіоактивні речовини під час цих переміщень поступово випадають на землю. Однак більша частина радіоактивного матеріалу викидається в стратосферу, де він залишається багато місяців, повільно опускаючись і розсіюючись по всій поверхні земної кулі.

Радіоактивні опади містять кілька сотень різних радіонуклідів, проте більшість з них мають мізерно малі концентрації або швидко розпадаються, а основний внесок у опромінення людини здійснює лише незначна кількість радіонуклідів. Внесок до очікуваної колективної ефективної еквівалентної дози опромінення населення від ядерних вибухів, що перевищує 1 %, здійснюють тільки чотири радіонукліди: вуглець-14, цезій-137, цирконій-95 і стронцій-90. Дози опромінення за рахунок цих та інших радіонуклідів змінюються в часі, оскільки час їхнього існування має великі розбіжності. Слід зазначити, що річні дози опромінення чітко корелюють із випробуваннями ядерної зброї в атмосфері: їх максимуми припадають на ті ж роки.

Іншим специфічним джерелом опромінення є атомні електростанції. Проте всупереч громадській думці нині вони роблять дуже незначний внесок у сумарне опромінення населення: при нормальній роботі ядерних установок викиди радіоактивних матеріалів у навколишнє середовище дуже мізерні.

Атомні електростанції є лише частиною досить складної сукупності виробництв, званої ядерно-паливним циклом (ЯПЦ). ЯПЦ складається з таких виробництв: 1) видобуток та переробка уранової руди з отриманням хімічних концентратів урану (рудодобувні та рудопереробні заводи); 2) одержання чистих сполук урану з концентратів (афінажні заводи), виробництво гексафториду урану та розділення його ізотопів (заводи з одержання гексафториду та розділення ізотопів); 3) виготовлення ядерного палива та тепловиділяючих елементів – твелів (заводи з виготовлення твелів); 4) використання палива для одержання енергії на АЕС; переробка відпрацьованого (опроміненого) на АЕС ядерного палива (радіохімічні заводи або заводи з регенерації палива); 5) обробка відходів, зберігання або захоронення середньо- та високотоксичних відходів і транспортування ядерних продуктів між підприємствами.

При здійсненні процесів ЯПЦ утворюються пилоподібні, рідкі та тверді відходи, що містять радіоактивні речовини. Крім того, у водойми скидається значна кількість тепла з АЕС у вигляді нагрітої води.

Завдяки жорстким правилам поводження з радіоактивними відходами в біосферу надходить їхня незначна частина (менше 0,008%). З них близько 95% припадає на заводи з переробки ядерного палива, приблизно 5% – на АЕС і лише 0,0035% – на заводи з видобутку та переробки уранових руд (Мисковець І. Я., 2002).

Водночас у районах, де розташовані атомні електростанції та підприємства ядерно-паливного циклу, вміст радіонуклідів в атмосферних опадах та ґрунті суттєво перевищує середні значення. Кількість радіоактивних речовин, що надійшли в навколишнє середовище при аваріях, виявляється набагато більшою і таке забруднення часто носить глобальний характер.

З розширенням виробництв ядерно-паливного циклу і використанням закритих джерел іонізуючого опромінення у різних галузях промисловості збільшується кількість відпрацьованих джерел – радіоактивних відходів, які підлягають захороненню. Це вторинні джерела радіоактивного забруднення, які утворюються внаслідок видобутку та переробки радіоактивних руд, роботи АЕС, на підприємствах, які використовують радіоактивні речовини у своїй виробничій діяльності, у науково-дослідних та медичних установах.

До радіоактивних відходів відносяться також розчини, вироби та матеріали, біологічні об'єкти, що містять радіоактивні речовини в кількостях, що перевищують величини, встановлені нормами й правилами і не підлягають подальшому використанню.

Усі без винятку джерела радіоактивного випромінювання антропогенного походження, зазначені вище, тією чи іншою мірою забруднюють біосферу, а опромінення, що виникає в результаті їхнього впливу, не тільки носить глобальний характер, але також є неконтрольованим, оскільки неможливо визначити будь-які обмежені фіксовані дози, які одержують люди. Під радіоактивним забрудненням біосфери розуміють потрапляння радіоактивних ізотопів (елементів з однаковим порядковим номером, але з різною атомною масою) в живі організми та їхнє середовище проживання (атмосферу, гідросферу, ґрунт). Радіоактивне забруднення локального характеру виникає від радіонуклідів, що містяться в будівельних матеріалах, медичного та професійного опромінення, викидів радіоактивних речовин численних підприємств, що працюють з дослідницькими ядерними установками та радіоактивними речовинами у відкритому вигляді (Лялюк О., 1999).

Усі види радіоактивного випромінювання небезпечні, оскільки вони мають властивість виривати електрони із зовнішніх орбіт атомів, тобто іонізувати їх, що, зокрема, стало підставою називати радіоактивне випромінювання іонізуючим. Так, наприклад, кожна α -частка, що випускається плутонієм-239, володіючи дуже високою енергією, здатна іонізувати до 100 000 молекул; β -частка, що випускається стронцієм-90, може іонізувати 6300 молекул. Іони, що утворюються в тканинах, хімічно дуже активні, що призводить до зміни властивостей живої клітини, порушення її нормального функціонування.

Загалом наслідки опромінення для здоров'я людей можна розділити на дві категорії: нестохастичні та стохастичні ефекти. Перші виникають у результаті інтенсивного короточасного впливу, що є наслідком або аварійної ситуації, або ядерного вибуху, а другі пов'язані з тривалим опроміненням. Гострі ураження, що полягають у руйнуванні клітин, пошкодженні тканин органів, спричиняють швидку загибель організму і зазвичай проявляються протягом короткого проміжку часу. Зокрема, при поглиненій дозі 100 Гр смерть настає через кілька годин або днів внаслідок пошкодження центральної нервової системи, при поглиненій дозі 10–50 Гр смерть настає через один-два тижні внаслідок внутрішніх крововиливів (головним чином у шлунково-кишковому тракті), при дозах 3–5 Гр в 50% випадків опромінені помирають протягом одного-двох місяців внаслідок ураження клітин головного мозку (Sokolov E., 1998).

Якщо сильні дози радіації призводять до загибелі організму, то слабші дози (сублетальні) також не можна вважати нешкідливими. Опромінення такими дозами іонізуючої радіації має наступні негативні наслідки: а) послаблює опромінений організм, зменшує його життєдіяльність (уповільнення росту, зниження опірності інфекцій та імунітету організму); б) пливає на демоекологічні характеристики популяції (зниження довголіття та властивого популяціям

показника природного приросту через тимчасову або повну стерилізацію тощо); в) вражає гени (відбуваються небажані або сублетальні мутації, які проявляються лише у другому чи третьому поколінні); г) частково здійснює кумулятивний вплив, викликаючи необоротні ефекти.

Найбільш серйозними із усіх наслідків тривалого опромінення людини при малих дозах є рак та генетичні захворювання. Симптоми цих захворювань можуть виявлятися не відразу, іноді для цього потрібні цілі десятиліття. Крім того, пізні симптоми важко відрізнити від звичайних хвороб, спричинених старінням організму. Іонізуюче випромінювання може викликати рак молочної залози, щитоподібної залози, лейкоз, рак легень, шлунково-кишкового тракту та кісток. Ці хвороби спостерігалися у людей, які зазнали опромінення в Нагасакі та Хіросімі, в робочих уранових копалень, у жителів районів з підвищеним радіаційним фоном.

Згідно з наявними даними, першими в групі ракових захворювань, що вражають населення в результаті опромінення, знаходяться лейкози. Вони викликають смерть людей у середньому через 10 років з моменту опромінення – набагато раніше, ніж інші види ракових захворювань. Згідно з оцінками Наукового комітету з дії атомної радіації ООН (НКДАР ООН), ймовірність смерті від лейкозу дозою 1 Гр дорівнює 0,002 (Войцехович О. В., 1996).

Найпоширенішими видами раку, спричиненого дією радіації, є рак молочної залози та рак щитоподібної залози. При дозі 1 Гр ймовірності виникнення раку щитоподібної залози та раку молочної залози оцінюються величиною 0,01. Однак обидва різновиди раку в принципі виліковні, а смертність від раку щитоподібної залози особливо низька: на 1 Гр опромінення ймовірність смерті від раку молочної залози дорівнює 0,005, а ймовірність смерті від раку щитоподібної залози – 0,001 (Бар'ягтар В. Г., 1996).

Рак легень також належить до найпоширеніших різновидів ракових захворювань, здобутих в результаті радіоактивного опромінення. Відповідно до поточних оцінок, ймовірність смерті від раку легень на 1 Гр індивідуальної дози опромінення для вікової групи старше 35 років становить 0,005 і 0,0025 у групі, що складається з представників різного віку.

Слід зазначити, що всі форми раку, які викликаються опроміненням, можуть бути викликані іншими агентами, і людина зазвичай не може вказати на опромінення як на його причину. Для того щоб за допомогою статистичних методів встановити, чи пов'язані певні форми раку з малими рівнями опромінення, потрібно було б обстежити дуже велику кількість людей – близько сотні тисяч. Для отримання достатньо надійної оцінки ризику захворювання на рак необхідно, щоб отримані в результаті обстежень дані задовольняли цілу низку умов. Ці умови включають в себе точне знання величини поглиненої дози і проведення тривалого регулярного обстеження протягом десятиліть за наявності контрольної групи людей, яку можна порівнювати у всіх відносинах (крім опромінення) з групою осіб, за якою ведеться спостереження. Діагностика повинна проводитися дуже якісно, необхідно виявляти всі випадки ракових захворювань (Константинов М. П., 2003).

Вивчення генетичних наслідків опромінення пов'язане зі ще більшими труднощами, ніж у разі раку. По-перше, дуже мало відомо про те, які пошкодження виникають у генетичному апараті при опроміненні; по-друге, повне виявлення всіх спадкових дефектів відбувається лише протягом багатьох поколінь; і, по-третє, як і у разі раку, ці дефекти неможливо відрізнити від тих, які виникли з інших причин.

Генетичні порушення, що виникають в результаті радіаційного опромінення, можна віднести до двох основних типів: хромосомні аберації, що включають зміни числа або структури хромосом, та мутації в самих генах. Генні мутації поділяються далі на домінуючі (які виявляються відразу в першому поколінні) і рецесивні (які можуть проявитися лише в тому випадку, якщо в обох батьків мутованим є один і той же ген; такі мутації можуть не проявитися впродовж багатьох поколінь чи не виявитися взагалі). Обидва типи аномалій можуть призвести до спадкових захворювань у наступних поколіннях, а можуть і не виявитися взагалі.

Оцінки НКДАР ООН стосуються лише випадків тяжкої спадкової патології. Ці оцінки виражають важкі генетичні наслідки через такі параметри, як тривалість життя та період

працездатності. Отримано такі наближені оцінки: хронічне опромінення населення з потужністю дози 1 Гр на покоління скорочує період працездатності на 50 000 років, тривалість життя також на 50 000 років на кожний мільйон новонароджених серед дітей першого опроміненого покоління; ті ж параметри при постійному опроміненні багатьох поколінь виходять на стаціонарний рівень: скорочення періоду працездатності складе 340 000 років, а скорочення тривалості життя – 286 000 років на кожен мільйон новонароджених.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, вплив радіації призводить до тяжких наслідків як для довкілля, так і людини. Отже, захист навколишнього середовища від радіоактивного забруднення – важливе державне завдання, пов'язане не лише з підтриманням оптимального балансу між темпами економічного зростання та станом довкілля, але й з проблемою виживання. У зв'язку з подальшим розвитком атомної енергетики, використанням атомної енергії в мирних та оборонних цілях, застосуванням джерел іонізуючого випромінювання в медицині, промисловості та інших сферах діяльності забезпечення ядерної та радіаційної безпеки стає найважливішою складовою національної безпеки держави. Однією з глобальних проблем, вирішити яку вже найближчим часом необхідно не тільки Україні, але і всьому світовому співтовариству, є проблема безпечного поводження з радіоактивними відходами.

Список використаних джерел і літератури

1. Sokolov E., Krivolutsky D. (1998). Change in ecology and biodiversity after a nuclear disaster in the Southern Urals. Sofia: Pensoft. 228 p.
2. Бар'ягтар В. Г. (1996). Чорнобильська катастрофа. Київ: Наукова думка. 576 с.
3. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. (2003). Екологія і охорона навколишнього середовища. Суми: ВТД «Університетська книга». 284 с.
4. Войцехович О. В., Лаптев Г. В., Канівець В. В. (1996). Радіаційне забруднення водних об'єктів зони відчуження ЧАЕС. *Бюлетень екологічного стану зони відчуження*. Київ: Чорнобиль-Інтерінформ. Вип. 1(6). С. 37–44.
5. Гамалій І. П. (2002). Обґрунтування змісту та організації радіоекологічного моніторингу агроландшафтів з плямистим радіоактивним забрудненням. *Регіональні екологічні проблеми*. Київ: Обрії. С. 126–128.
6. Іванов Є. (1999). Оцінка стану хімічного і радіоактивного забруднення антропогенно-обумовлених геокомплексів. *Сучасна географія та навколишнє природне середовище*. Вінниця. С. 30–32.
7. Константинов М. П., Журбенко О. А. (2003). Радіаційна безпека. Суми: ВТД «Університетська книга». 151 с.
8. Лялюк О. (1999). Соціально-екологічні напрямки захисту від забруднення радіонуклідами. *Сучасна географія та навколишнє природне середовище*. Вінниця. С. 46–47.
9. Мисковець І. Я. (2002). Оцінка еколого-радіаційного стану території, забрудненої радіонуклідами. *Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища-2002*. Одеса. С. 288–289.
10. Полетаєва Л. М., Корбан Д. В. (2002). Стан радіаційної небезпеки на Україні. *Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища*. Одеса. С. 305–306.

Refereces

1. Sokolov, E., Krivolutsky, D. (1998). Change in ecology and biodiversity after a nuclear disaster in the Southern Urals. Sofia: Pensoft.
2. Bariahtar, V. H. (1996). Chornobylska katastrofa [The Chernobyl disaster] Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
3. Boichuk, Yu. D., Soloshenko, E. M., Buhai, O. V. (2003). Ekologhiia i okhorona navkolyshnoho seredovyshcha [Ecology and environmental protection]. Sumy: VTD «Universytetska knyha» [in Ukrainian].
4. Voitsekhovych, O. V., Laptev, H. V., Kanivets, V. V. (1996). Radiatsiine zabrudnennia vodnykh obiektiv zony vidchuzhennia ChAES [Radiation contamination of water bodies in the exclusion zone of the Chernobyl Nuclear Power Plant]. *Biuleten ekolohichnoho stanu zony vidchuzhennia – Bulletin of the ecological status of the exclusion zone*, 1 (6), 37–44 [in Ukrainian].
5. Hamalii, I. P. (2002). Obgruntuvannia zmistu ta orhanizatsii radioekolohichnoho monitorynhu ahrolandshaftiv z pliamystym radioaktyvnym zabrudnenniam [Justification of the content and organization of radioecological monitoring of agricultural landscapes with spotty radioactive contamination]. *Rehionalni ekolohichni problem – Regional environmental problems*, 126–128 [in Ukrainian].
6. Ivanov, Ye. (1999). Otsinka stanu khimichnoho i radioaktyvnoho zabrudnennia antropohenno-obumovlenykh heokompleksiv [Assessment of the state of chemical and radioactive contamination of anthropogenically caused geocomplexes]. *Suchasna heohrafiia ta navkolyshnie pryrodne seredovyshche – Modern geography and natural environment*, 30–32 [in Ukrainian].
7. Konstantinov, M. P., Zhurbenko, O. A. (2003). Radiatsiina bezpeka [Radiation safety]. Sumy: VTD «Universytetska knyha» [in Ukrainian].

8. Lialiuk, O. (1999). Sotsialno-ekolohichni napriamky zakhystu vid zabrudnennia radionuklidamy [Socio-ecological directions of protection against contamination by radionuclides]. *Suchasna heohrafiia ta navkolyshnie pryrodne seredovyshche – Modern geography and natural environment*, 46–47. [in Ukrainian].
9. Myskovets, I. Ya. (2002). Otsinka ekoloho-radiatsiinoho stanu terytorii, zabrudnenoj radionuklidamy [Assessment of the environmental and radiation status of the territory contaminated with radionuclides]. *Hidrometeorolohiia i okhorona navkolyshnoho seredovyshcha-2002 – Hydrometeorology and environmental protection-2002*, 288–289 [in Ukrainian].
10. Poletaieva, L. M., Korban, D. V. (2002). Stan radiatsiinoi nebezpeky na Ukraini [State of radiation danger in Ukraine]. *Hidrometeorolohiia i okhorona navkolyshnoho seredovyshcha-2002 – Hydrometeorology and environmental protection-2002*, 305–306 [in Ukrainian].