

- 6 Голояд Б.Я. Екологічні основи захисту гірсько-лісових басейнових екосистем від шкідливих екзогенних процесів в Українських Карпатах / Б.Я. Голояд, І.І. Бойчук. – Івано-Франківськ, 2001. – 389 с.
- 7 Голубець М.А. Антропогенні зміни біогеоцентричного покриву в Карпатському регіоні / М.А. Голубець, І.І. Козак, М.П. Козловський та ін. – К.: Наук. думка, 1994. – 166 с.
- 8 Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М.Д. Гродзинський. – К.: Лікей, 1995. – 233 с.
- 9 Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2001. – 272 с.
- 10 Зорін Д.О. Екологічна безпека Дністровського каньйону як регіонального коридора національної екологічної мережі України / Д.О. Зорін // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2011. – № 2 (4). – С. 44–55.
- 11 Киндюк Б.В. Коливання водності малих річок Українських Карпат / Б.В. Киндюк // Український географічний журнал. – 2004. – № 2. – С. 33–37.
- 12 Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І.П. Ковальчук. – Львів: Ін-т українознавства, 1997. – 440 с.
- 13 Кравчук Я.С. Геоморфологія Передкарпаття / Я.С. Кравчук. – Львів: Меркатор, 1994. – 347 с.
- 14 Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К.: Знання, 2003. – 479 с.
- 15 Мельник А.В. Українські Карпати. Еколого-ландшафтознавче дослідження / А.В. Мельник. – Львів: ВЦ Львів. нац. ун-ту ім. Івана Франка, 1999. – 286 с.
- 16 Міщенко Л.В. Геоекоекологічне районування / Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с.
- 17 Побігун О.В. Геоекоекологічний моніторинг Карпатського регіону України як основа раціонального природокористування: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Львів, 2005. – 20 с.
- 18 Поп С.С. Природні ресурси Закарпаття / С.С. Поп. – Ужгород: Карпати, 2009. – 310 с.
- 19 Приходько М.М. Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем / М.М. Приходько. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2013. – 201 с.
- 20 Руденко В.П. Географія природно-ресурсного потенціалу України: Підручник у 3-х частинах / В.П. Руденко. – Чернівці: Зелена Буковина, 1999. – 568 с.
- 21 Руденко Л.Г. Концептуальні основи еколого-географічних досліджень та еколого-географічного картографування / Л.Г. Руденко, А.І. Бочавська // Український географічний журнал. – 1995. – № 3. – С. 56–62.
- 22 Рудько Г.І. Конструктивна геоекоекологія: наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Чернівці: Маклаут, 2008. – 320 с.
- 23 Рудько Г.І. Землезнавство. Еколого-ресурсна безпека Землі / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К.: Академпрес, 2009. – 512 с.
- 24 Рудько Г.І. Вступ до медичної геології / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К.: Академпрес, 2010. – Т. I – 736 с., Т. II – 448 с.
- 25 Стойко С.М. Вчення про біосферу – наукова основа її охорони / С.М. Стойко // Український ботанічний журнал. – 2009. – Т. 66, № 3. – С. 293–306.
- 26 Чубатый О.В. Влияние леса на водность рек Карпат (на примере р. Рика) / О.В. Чубатый, В.С. Олійник // Водные ресурсы. – 1976. – № 4. – С. 50–57.

© О. М. Адаменко,  
Н. О. Зоріна,  
В. С. Скрипник

*Надійшла до редакції 27 березня 2017 р.  
Рекомендував до друку  
докт. техн. наук О. М. Мандрик*

УДК 502/504.054

**О. О. Стефанишин, Т. Г. Гарасимів, В. В. Мах**  
*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

## РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Однією з найважливіших для України сьогодні є проблема охорони навколишнього середовища. Вплив радіоактивного випромінювання особливо небезпечний для організмів.

Актуальною задачею є оцінка стану радіаційного забруднення, а також діагностика забрудненості навколишніх територій.

**Ключові слова:** радіація, забруднення, Чорнобиль, АЕС.

Одной из важнейших для Украины сегодня является проблема охраны окружающей среды. Влияние радиоактивного излучения особенно опасно для организмов. Поэтому особенно актуальной для людей являются оценка состояния радиационного загрязнения, а также диагностика загрязнения окружающих территорий.

**Ключевые слова:** радиация, загрязнение, Чернобыль, АЭС.

Nowadays one of the most important problems for Ukraine is a problem of environmental protection. The influence of radioactive radiation is rather dangerous for organisms. For this reason particularly actual for people is the assessment of radiation pollution condition and also the territory contamination diagnostics.

**Key words:** radiation, pollution, Chornobyl, NPS .

**Постановка проблеми.** Загальновідомо, що екологічна ситуація в Україні наразі не є задовільною. Почастішали випадки викидів в атмосферу оксиду вуглецю, вуглекислого газу, діоксиду сірки, пилу, різних оксидів та радіонуклідів. Важливою проблематикою радіаційного забруднення, адже, якщо забруднення пилом, побутовим сміттям, або різними токсинами вже є для людей звичним і легко помітним, то радіаційне забруднення важко помітити чи діагностувати без спеціальних приладів.

Основні проблеми що потребують вирішення:

– оцінка стану радіоекологічного картографування в Україні та можливості його покращення;

– пошук можливостей контролю і обліку радіоактивно забруднених територій;

– проведення аналізу стану радіаційного забруднення;

– визначення основних типів джерел радіоактивного забруднення;

– аналіз ризиків від радіаційного забруднення і його впливу на здоров'я людини.

**Аналіз останніх досліджень.** З політичних та економічних причин картографічні роботи на Україні проводили в обмежених обсягах і з недостатньою повнотою. Їхній головний недолік полягав у тому, що радіоекологічне картографування і прогнозування проводили як радіаційне або радіогеохімічне. Головно оцінювали лише щільність забруднення екосистем основними техногенними радіонуклідами ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ), а більшість важливих показників, які характеризують вплив Чорнобильської катастрофи на екосистеми радіаційно забруднених регіонів, особливо таких, як динаміку захворюваності, народжуваності і смертності населення, тривалість життя не відображали на картах.

Найдетальніші картографічні і прогнозні роботи проводили в межах 30-кілометрової зони відчуження (Чорнобильська..., 1996). До 1992 р. була підготовлена серія карт масштабу 1 : 100 000 щільності забруднення ґрунтового покриву зони відчуження  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , радіоізотопами плутонію та іншими радіонуклідами. Під час їхнього утворення використовували геоінформаційні технології, сучасні засоби математичного аналізу даних і просторового моделювання. Атлас вміщує прогнозні карти щільності забруднення ґрунтів техногенними радіонуклідами до 2016 р.

Недоліком подібних часткових прогнозних карт є врахування лише одного з безлічі чинників, що впливають на зміну концентрації техногенних радіонуклідів у місці їхньої локалізації, а саме – константи періоду напіврозпаду певного радіоізоотопу. У результаті такі прогнозні карти дублюють аналогічні карти сучасної щільності радіоактивного забруднення і відрізняються лише постійними понижуючими коефіцієнтами та інтервалом прогнозування.

В Інституті географії НАН України у 1990-1992 рр. складена серія карт масштабу 1 : 100 000 ландшафтно-геохімічних показників довкілля й умов міграції радіонуклідів у межах 60-кілометрової зони ЧАЕС (Давидчук, Сорокіна, Калиненко та ін., 1999).

Матеріали досліджень дали можливість побудувати карти прогнозу зміни щільності забруднення ґрунтів з урахуванням усього спектру чинників, що впливають на концентрацію, міграцію, осадження і фіксацію радіонуклідів. Створення таких, по-справжньому прогнозних карт для всієї території України є найважливішим завданням найближчого майбутнього.

Для решти території України в плані оцінки радіаційної ситуації зроблено набагато менше, ніж для зони відчуження. Все це, незважаючи на те, що існують значні обсяги накопиченої аналітичної бази даних, головню щодо щільності забруднення  $^{137}\text{Cs}$ , яка становить сотні тисяч визначень. За умови геоінформаційного опрацювання всієї зібраної інформації проблема комплексного радіоекологічного картографування території України буде успішно вирішена.

На сьогодні створені два варіанти карт щільності забруднення всієї території України  $^{137}\text{Cs}$  (на 1989 і 1991 р.) і один –  $^{90}\text{Sr}$  (на серпень 1992 р.) масштабом 1 : 500 000. В генералізованих варіантах вони широко доступні користувачам (Атлас..., 1996; Україна..., 1996, 1996). Підготовлена до опублікування перша версія карти забруднення ізотопами плутонію.

Незважаючи на виняткове значення існуючих радіоекологічних карт, виявлено низку слабких місць під час їхньої підготовки, які потребують доопрацювання (Чорнобильська..., 1996):

- недостатня вивченість радіаційно забруднених територій України, особливо південних і східних регіонів;

- завищена нижня межа виділення аномалій  $^{137}\text{Cs}$ . Зокрема, якщо для плутонію і  $^{90}\text{Sr}$  ця межа становить відповідно 1,5 мКі/км<sup>2</sup> і 150 мКі/км<sup>2</sup>, тобто у двічі – тричі вище рівня глобальних випадань цих радіонуклідів, то для  $^{137}\text{Cs}$  він дорівнює 1 Кі/км<sup>2</sup>, що перевищує фоновий рівень аж у 15-20 разів. Це призвело до того, що значні площі на Україні, реально забруднені в результаті Чорнобильської катастрофи, дотепер позначені на картах як нібито чисті, вводячи в оману населення, державні органи і громадськість;

- погана «чутливість» інтервалів шкали значень радіоактивності при побудові відповідних карт забруднення зі значеннями 1, 5, 15, 40 Кі/км<sup>2</sup>, яка приховує реальну структуру поширення радіоактивних випадань по території України;

- недостатнє використання сучасних методик побудови карт, засобів і методів геоінформаційного моделювання.

Відзначені недоліки значною мірою усунуті в серії карт поліського регіону України масштабу 1 : 200 000, що охоплюють радіаційно забруднені (з рівнем понад 0,5 Кі/км<sup>2</sup> за  $^{137}\text{Cs}$ ) райони Київської, Житомирської, Рівненської і Волинської областей. У цій роботі вперше зроблена спроба розширити рамки реально проведеного картографування радіаційної ситуації до власне радіоекологічного картографування. Атлас охоплює карти екологічного стану природного середовища; щільності поверхневого забруднення  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ ; міграції радіонуклідів; захворюваності населення, які підсумовуються в інтегральній карті оцінки ступеня радіоекологічної безпеки проживання населення на території Українського Полісся.

Побудовані в такий спосіб карти є результатом детальних теоретико-методичних досліджень (Чорнобильська..., 1996). Ними закладено основи комплексного аналізу різномірної інформації, яка характеризує стан уражених викидами техногенних радіонуклідів екосистем, зроблено перехід від простої оцінки радіаційної ситуації до глибшої і багатофакторної радіоекологічної оцінки, а саме – до радіоекологічного моніторингу та картографування. На цій основі у подальшому здійснюватимуться прогностичні моделі і довгострокові прогнози розвитку радіаційної ситуації як наукової основи для розробки рекомендацій із захисту населення і довкілля від негативних наслідків антропогенної діяльності.

**Мета досліджень.** На теперішній стадії розвитку науки, немає можливості легко знезаразити величезні площі забрудненої території. Тому метою даних досліджень

радіаційної безпеки є діагностика забрудненості для обмеження доступу до забруднених територій і захисту людини від впливу радіації. [1–7].

**Викладення основного матеріалу.** Дуже великою проблемою для радіаційної безпеки України стала аварія на Чорнобильській атомній електростанції 26 квітня 1986р. Аварії на АЕС мають значні відмінності від ядерних вибухів. Вони відрізняються від ядерних вибухів більшою тривалістю викидів, що змінює напрямок потоків повітряних мас, тому практично немає можливості прогнозувати розміри зон ураженості. Внаслідок Чорнобильської катастрофи на території України забруднено 12 областей, 86 адміністративних районів, 2311 населених пунктів, де загалом мешкає близько 2 млн 600 тис жителів, у тому числі – 600 тис дітей Чорнобильська зона відчуження разом із зоною безумовного (обов'язкового) відселення займає територію 55 тис. кв. км. Майже чверть її назавжди залишиться забрудненою. Потрібно, принаймні, 240 тис. років (або десять періодів напіврозпаду плутонію), щоб ця територія лише умовно позбавилась радіоактивності [1]. Забруднено радіонуклідами понад 7 млн гектарів землі, серед яких 3 млн га сільськогосподарських угідь та 2 млн лісових масивів. Ще близько 1.5 млн чоловік проживає на території, де радіоактивний фон у десятки разів перевищує допустимі норми (Київська, Житомирська, Чернівецька, Рівненська, Черкаська, Вінницька, Чернігівська, Кіровоградська, Івано-Франківська області). Велику небезпеку докільню завдають близько 1000 тимчасових могильників навколо ЧАЕС, у яких знаходиться 40 млн куб. м твердих відходів з сумарною радіоактивністю понад 200 тис Кі, і саркофаг над четвертим блоком, який вибухнув. Там ще залишилася велика кількість радіоактивного бруду потужністю в багато сотень тисяч кюрі, надійність нерозповсюдження якого зовсім не гарантована. Унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС майже 5% населення України проживає на території, що зазнала радіаційного забруднення.

На сьогодні понад 80% українських дітей є хворими, і певна частка в цій статистиці зумовлена наслідками Чорнобильської катастрофи. Через відсутність належних очисних споруд в атмосферу щороку викидається понад 12 млн т шкідливих речовин, викликає занепокоєння стан питної води, продуктів харчування. Зони екологічного лиха охопили близько 30% нашої території. Враховуючи вищезазначене, особливого значення набуває актуальність екологічної безпеки населення, яке проживає на забруднених територіях[3].

Вплив Чорнобильської аварії на здоров'я людей дуже значний і буде проблемою не тільки для нас, а й для прийдешніх поколінь. Уже в 1992-1994 роках в Житомирській і Київській областях, як і в Білорусі, за даними Міністерства Охорони Здоров'я України, у жительок забруднених радіонуклідами районів значно збільшилася кількість народження недоношених дітей і калік, кількість тяжких ускладнень вагітності (у 2,5-3 рази), є серйозні генетичні зміни здоров'я. В результаті потрапляння радіоактивних речовин в організм у багатьох людей була уражена щитоподібна залоза, виникла променева хвороба. Нині спостерігається тенденція до збільшення онкологічних захворювань, захворювань ендокринної системи, систем кровообігу, травлення, а також захворювань, пов'язаних з імунною системою. У зв'язку з тим, що у продуктах викиду найбільше радіонуклідів з великим періодом піврозпаду, зараження буде тривалим.

Сьогодні основними типами джерел радіоактивного забруднення природного середовища є:

– уранова промисловість, яка займається видобуванням, переробкою, збагаченням і виготовленням ядерного палива. Аварійні ситуації можуть виникнути при виготовленні, зберіганні і транспортуванні ядерних виробів, зокрема тепловиробляючих елементів (ТВЕЛів);

– ядерні реактори різних типів, в активній зоні яких зосереджено велику кількість радіоактивної речовини і які є атомними бомбами, процеси в яких уповільнено до стаціонарного стану. На режимах безаварійної експлуатації АЕС спостерігається забруднення довкілля внаслідок витоків радіоактивної рідини, викидів вентиляційного

повітря, захоронення радіоактивних допоміжних матеріалів, інструменту, спецодягу та інше. Не вирішено питання і про ізоляцію приміщень АЕС після відпрацювання експлуатаційного терміну ядерних блоків, який дорівнює приблизно 20 рокам;

– радіохімічна промисловість, на підприємствах якої проводиться переробка і поновлення відпрацьованого матеріалу. При роботі АЕС “вигоряння” ядерного палива в ТВЕЛлах призводить до погіршення умов атомної реакції, що не дає змоги використати потенціал палива повністю. Тому ТВЕЛли замінюють до величини, яка набагато більша, ніж була в природній урановій руді. Тому відпрацьоване паливо АЕС має велику радіоактивність і є небезпечним для довкілля. Ще більшу небезпеку мають ядерні боєприпаси, термін зберігання яких скінчився;

– місця переробки і захоронення радіоактивних відходів, які внаслідок неможливості забезпечити абсолютну ізоляцію джерела радіації виділяють радіонукліди в природне середовище. Спочатку цьому питанню не приділяли належної уваги і ядерні держави скидали радіоактивні відходи в ріки, моря та океани, у вироблені штольні;

– використання радіонуклідів у народному господарстві у вигляді закритих радіоактивних джерел невеликої потужності у промисловості, медицині, геології, сільському господарстві. При недостатній кваліфікації споживачів, відсутності жорсткого контролю за використанням, перевантаженості наявних сховищ для використаних виробів та з інших причин питання радіаційного забруднення має велике значення.

В Україні екологічний чинник поряд із соціально-економічним є визначальним у народжуваності й смертності населення. З 1992 р. показники смертності у нашій країні перевищують показники народжуваності, тому спостерігається зменшення кількості населення. Це особливо гостро виявляється у регіонах, де значне радіоактивне і промислове забруднення довкілля (Чернігівська, Київська, Житомирська, Донецька, Луганська, Дніпропетровська і Запорізька області). Радіація шкідлива як у великих дозах, так і в малих. Відомо, що 95% радіонуклідів потрапляють в організм людини через продукти харчування, особливо через молоко, м'ясо, рибу й дари лісу.

Сільськогосподарські продукти, зібрані на забруднених ґрунтах, нерідко є шкідливими для вживання. Так, у пшениці може нагромаджуватися кадмій – метал, що провокує різні хвороби. Особливо небезпечними для здоров'я людей є забруднення води. З неякісною водою в організм можуть потрапляти бактерії та віруси, шкідливі речовини. Діючи на організм людини впродовж тривалого часу, токсичні речовини навіть у малих дозах знижують імунітет (стійкість організму до хвороб). Внаслідок цього частішають випадки різних захворювань, загострюються існуючі хронічні хвороби.

Для підтримання здоров'я людині потрібно чисте довкілля, незабруднені продукти та вода. Отож, плануючи свою господарську діяльність, що забезпечує різні потреби населення, треба неодмінно пам'ятати про збереження природного середовища як найнеобхіднішої потреби, яка забезпечує наше існування.

**Висновок.** Оскільки провести очищення всіх територій від радіаційного забруднення при сучасному розвитку науки майже неможливо, а природне очищення територій відбуватиметься ще кілька мільйонів років, то необхідно хоча б знати які території є забрудненими. Використання для таких цілей звичайних карт є недоцільним, бо дані про радіаційний стан постійно змінюються. Результатом майбутніх досліджень буде розробка програмного забезпечення (ПЗ) для обліку і контролю радіоактивних територій, а також визначення темпу їх знезараження. Будуть створені інтерактивні карти на основі такого ПЗ як складова частина веб-сервісу з вільним доступом. Завдяки цьому кожна людина зможе дізнатись, яка територія є непридатною для проживання, вирощування їжі чи навіть перебування там впродовж невеликого проміжку часу.

### Література

1 Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25 червня 1991 р. № 1264-XII // ВВР України. – 1991. – № 41. – С. 546.

2 Закон України “Про Загальнодержавну програму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи на 2006 – 2010 роки” від 14 березня 2006 р. № 3522-IV. – Режим доступу : rada.gov.ua

3 Кодекс України про адміністративні правопорушення // ВВР Української РСР. – 1984. – № 51. – С. 1122.

4 Гудков І. Проблеми реалізації контрзаходів на забруднених радіонуклідами сільськогосподарських угіддях : міжнар. наук.-практ. конфер. з питань соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, 24-25 квітня 2008 р., Київ / І. Гудков. – К. : “Соцінформ”, 2008. – 220 с.

5 Мартиненко В. О. Удосконалення системи державного управління охороною природного середовища в регіоні / В. О. Мартиненко // Теорія та практика державного управління : зб. наук. пр. – 2004. – Вип. 1 (1). – С. 18–23.

6 Нягу А. Социальная политика в отношении пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС. Две парадигмы в стратегии реабилитации : міжнар. наук.-практ. конф. з питань соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи 24 – 25 квітня 2008 р., К. / А. Нягу. – К. : “Соцінформ”, 2008. – 220 с.

7 Програма ПРООН-ГЕФ екологічного оздоровлення басейну Дніпра. – К. : Видавничо-поліграфічне ТОВ “Ай Бі”, 2003. – С. 53.

© О. О. Стефанишин,  
Т. Г. Гарасимів,  
В. В. Мах

*Надійшла до редакції 12 квітня 2017 р.  
Рецензію на статтю надав  
докт. техн. наук М. І. Горбійчук*