

# Запобігання та ліквідація надзвичайних ситуацій

УДК 699.85:351.862

А.В. Писарев<sup>1</sup>, І.О. Радченко<sup>1</sup>, С.А. Тузіков<sup>2</sup>, С.А. Писарев<sup>3</sup>, А.Ф. Лазутський<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Національна академія Національної гвардії України, Харків

<sup>2</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

<sup>3</sup> Факультет військової підготовки НТУ «ХПІ», Харків

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ СТУПЕНЯ І ПОВНОТИ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОАКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ

В даній статті розглянута методика оцінки ступеня і повноти дезактивації при виникненні радіоактивного забруднення з врахуванням значної більшості факторів, що впливають на ступінь радіоактивного зараження.

**Ключові слова:** ефективність, дезактивація, диспергування, радіоактивне забруднення, радіонукліди, коефіцієнт дезактивації.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Оцінка ступеня дезактивації при виникненні радіоактивного забруднення за допомогою визначення коефіцієнта дезактивації не завжди є ефективною, так як в більшості випадків не повністю враховує потужність дози зараження всієї сукупності забруднених об'єктів, ступінь очищення повітря і води, уникнення ураження людей при попаданні радіонуклідів в організм людини, диспергування радіонуклідів в процесі пилотворення. Тому виникає проблема розроблення методики комплексного і системного контролю радіаційної обстановки. Ця проблема може виникнути на сучасному етапі ймовірного застосування противником ядерних боєприпасів малої потужності або ж руйнування терористами радіаційно-небезпечних об'єктів.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Спроби розробки методики оцінки проводились але з урахуванням окремих напрямків. В деяких останніх публікаціях були ці питання опубліковані [1–5], тому в даній статті автори спираються в першу чергу на дані дослідження, а також на дані отримані під час ліквідації Чорнобильської катастрофи.

**Мета статті** – розглянути методику оцінки ступеня і повноти дезактивації при виникненні радіоактивного забруднення з врахуванням значної більшості факторів, що впливають на ступінь радіоактивного зараження.

### Виклад основного матеріалу

Мета дезактивації – забезпечити безпеку людей. Її можна вважати досягнутою, коли радіоактив-

не (РА) забруднення об'єктів знижуються нижче допустимих норм [6]. Таку дезактивацію слід вважати ефективною. При видаленні РА речовин ефективність дезактивації оцінюється за допомогою коефіцієнта дезактивації  $K_d$ , а в разі зниження небезпеки опромінення людей – за допомогою коефіцієнта зниження потужності дози (ПД) –  $K_3$ . У зв'язку з існуючими розбіжностями в оцінці ефективності дезактивації і деякої невизначеності зазначених коефіцієнтів зупинимося більш детально на їх характеристиці. Коефіцієнт дезактивації характеризує видалення РА речовин з поверхні різних об'єктів (в зарубіжній літературі іноді називають фактором дезактивації), тобто

$$K_d = \frac{A_{\Pi}}{A_K}, \quad (1)$$

де  $A_{\Pi}$ ,  $A_K$  – відповідно початкове (до дезактивації) і кінцеве (після дезактивації) РА забруднення поверхонь об'єктів.

Крім  $K_d$  ефективність дезактивації можна оцінити за допомогою частки видалених в процесі дезактивації РА забруднень або, що залишилися на поверхні забруднень після дезактивації –  $\alpha_F$  і  $\beta_F$  ці величини відповідно дорівнюють:

$$\alpha_F = \frac{A_K}{A_{\Pi}} \cdot 100\%; \quad \beta_F = \frac{A_{\Pi} - A_K}{A_{\Pi}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Зв'язок між  $\alpha_F$ , і  $\beta_F$  і  $K_d$  характеризується наступним чином:

$K_d$	1	10	50	100	1000
$\alpha_F$	100	10	2	1	0,1
$\beta_F$	0	90	98	99	99,9

Коефіцієнт зниження ПД  $K_3$ , який показує зменшення небезпеки опромінення людей, дорівнює:

$$K_3 = \frac{D_{\text{п}}}{D_{\text{к}}}; \quad K_3 = \frac{\text{ПД}_{\text{п}}}{\text{ПД}_{\text{к}}}, \quad (3)$$

де  $D_{\text{п}}$  і  $D_{\text{к}}$  – поглинена або еквівалентна доза, що виходить від забрудненого об'єкта до і після дезактивації;  $\text{ПД}_{\text{п}}$ ,  $\text{ПД}_{\text{к}}$  – потужність дози до і після дезактивації, рад / год. або Р/год.

Так, після дезактивації села Буковець на Брянщині, що потрапила на Чорнобильський слід, ПД знизилася в середньому з 300 до 204 мР/год., тобто коефіцієнт зниження ПД становив 1,5 [7].

Коефіцієнт зниження ПД  $K_3$  можна виразити через  $K_{\text{д}}$

$$K_{\text{д}} = \frac{n_2}{n_3 K_3}, \quad (4)$$

де  $n_2$  – параметр, що зв'язує забруднення поверхні об'єктів з дозою, одержаною від цієї поверхні;  $n_3$  – параметр, що зв'язує гранично допустиму дозу (ГДД) і допустимий рівень забруднення (ДУ).

При вимірюванні забруднень поверхонь різних об'єктів (транспорту, одягу, окремих ділянок місцевості тощо) відношення параметрів  $n_2/n_3$  залишається приблизно постійним, що означає рівність між  $K_{\text{д}}$  і коефіцієнтом зниження ПД, тобто  $K_{\text{д}}=K_3$ . З цієї причини  $K_{\text{д}}$  може розраховуватися в тих випадках, коли забруднення об'єктів визначається в Бк/м<sup>2</sup> або в Р/год.

Таким чином, в більшості випадків ефективність дезактивації оцінювалася за допомогою  $K_{\text{д}}$ , а коефіцієнт зниження ПД  $K_3$  застосовувався в тому випадку, коли ПД визначалася сукупністю забруднених об'єктів: наприклад, всередині приміщень від обладнання, стін і підлоги; в населених пунктах – від будівель і територій, а на місцевості – від ділянок, що примикають до зони вимірювання забруднення.

Перехід від рівня забруднення місцевості  $A_{\text{м}}$  до потужності дози над цією місцевістю можна представити в наступному вигляді:

$$\text{ПД}_{\text{м}} = V_{\text{д}} A_{\text{м}}, \quad (5)$$

де  $V_{\text{д}}$  – дозовий коефіцієнт, Кі·год/(Р·км<sup>2</sup>); дозовий коефіцієнт після Чорнобильської катастрофи знижувався з 9,4 через 1 годину після катастрофи до 3,0 по закінченню року [6].

Для місцевості зв'язок між  $K_{\text{д}}$  і коефіцієнтом зниження ПД  $K_3$  замість рівняння (4) можна виразити як

$$K_{\text{д}} = V_{\text{д}} K_3. \quad (6)$$

Умови (1–6) широко застосовувалися для оцінки ефективності дезактивації в Чорнобилі. У той же час визначати повноту дезактивації за допомогою

одного  $K_{\text{д}}$ , який часто служив єдиним критерієм ефективності обробки, не можна, так як не враховується безпека РА забруднень об'єктів, що зазнали дезактивації.

У Чорнобилі, коли забрудненню піддавалося велика кількість різних об'єктів, а дезактивація здійснювалася в присутності забруднених об'єктів або місцевості, оцінка ефективності обробки по  $K_{\text{д}}$  не означала зниження небезпеки і не виключала можливості опромінення людей з боку об'єктів, що зазнали дезактивації.

Найбільш точно і однозначно оцінка ефективності дезактивації за значеннями  $K_{\text{д}}$  може бути використана лише в певних умовах: при дезактивації зразків обмеженого розміру, для дослідницьких цілей, при обмеженому забрудненні поверхонь об'єктів і деяких інших випадків.

Для того щоб визначити фактичну ефективність дезактивації за допомогою  $K_{\text{д}}$  вдаються до деяких хитрощів, коли до забрудненого об'єкту прикріплюють зразки обмеженого розміру, виконані з того ж матеріалу, що і поверхня об'єкта. Спільно з об'єктом піддаються забрудненню і дезактивації і ці зразки. Визначення РА забруднень зразків до і після дезактивації не становить труднощів, важливо тільки, щоб зразки і натуральний об'єкт перебували в однакових умовах забруднення і дезактивації.

При обробці об'єктів на незабрудненій місцевості і на основі замкнутого циклу  $K_{\text{д}}$  за певних умов, про які мова піде нижче, може характеризувати повноту обробки.

Таким чином, незважаючи на широке використання  $K_{\text{д}}$  для оцінки якості дезактивації, подібна оцінка все ж умовна. Ця умовність пов'язана також із визначенням кінцевого забруднення оброблених об'єктів. Якщо забруднення відсутнє або не фіксується дозиметричною апаратурою, тобто  $A_{\text{к}}=0$ , то втрачає сенс визначення  $K_{\text{д}}$  за формулою (1).

Значення  $K_{\text{д}}$  у вигляді, представленого формулою (1), показують у скільки разів знизилася РА забруднення поверхні об'єкта в результаті дезактивації. Отримані значення  $K_{\text{д}}$ , однак, не дозволяють оцінити досягнута мета дезактивації чи ні, так як при одному і тому ж  $K_{\text{д}}$ , але різних початкових рівнях забруднень залишкові кількості забруднень будуть неоднаковими і не ясно нижче вони існуючих норм радіаційної безпеки чи ні.

Відносно забруднених поверхонь безпечна кількість РН визначається допустимими нормами. У зв'язку з цим можна говорити про необхідний  $K_{\text{д}}$ , який відносно шкірних покривів можна представити в наступному вигляді:

$$K_{\text{д}}^{\text{н}} = \frac{A_{\text{п}}}{D_{3_{\text{шк}}}}, \quad (7)$$

де  $DZ_{\text{шк}}$  - допустимі рівні забруднення шкірних покривів.

У зв'язку з тим, що допустимі РА забруднення для поверхонь різних об'єктів відрізняються від  $DZ_{\text{шк}}$  необхідний  $K_{\text{д}}^{\text{H}}$  в цьому випадку можна уявити як:

$$K_{\text{д}}^{\text{H}} = \frac{A_{\text{п}}}{DZ_{\text{п}}}, \quad (8)$$

де  $DZ_{\text{п}}$  - допустимі рівні забруднення поверхні об'єктів і одягу.

За умов вторинного забруднення з урахуванням коефіцієнту перенесення  $K_{\text{п}}$ , при  $A_{\text{вих}}=A_{\text{п}}$ , де  $A_{\text{вих}}$  - активність в розрахунку на одиницю вихідної поверхні,  $\text{Ки}/\text{м}^2$  або  $\text{Бк}/\text{м}^2$ , замість формули (7) можна написати:

$$K_{\text{д}}^{\text{H}} = \frac{A_{\text{п}}K_{\text{п}}}{DZ_{\text{п}}}. \quad (9)$$

За допомогою формули (1) визначається  $K_{\text{д}}$  за початковим та кінцевим забрудненням об'єктів. Для того щоб скористатися формулами (7) і (9) і обґрунтувати необхідну ефективність дезактивації крім початкового РА забруднення (до дезактивації) необхідно знати допустиме забруднення ( $DZ_{\text{п}}$ ).

Значення допустимих рівнів забруднення ( $DZ$ ) визначається законодавствами країн на основі міжнародних рекомендацій. Так, в Німеччині допустимий рівень РА забруднення об'єктів після дезактивації не повинен перевищувати  $3,7 \text{ кБк}/\text{м}^2$ . В нашій країні діють норми радіаційної безпеки, які рекомендують чисельні значення для різних об'єктів [8]. У Чорнобилі були встановлені  $DZ$  на основі фактичної небезпеки і особливостей РА забруднень. Допустимий рівень забруднення місцевості в Чорнобилі в залежності від РН складає: для  $^{239}\text{Pu}$  - 0,1;  $^{90}\text{Sr}$  - 3 і  $^{137}\text{Cs}$   $15 \text{ Ки}/\text{км}^2$ . При обробці населених пунктів в Чорнобилі ПД після дезактивації не повинна перевищувати  $0,2 \text{ МР}/\text{год}$  по  $\gamma$ -випромінюванню, а по  $\beta$ -забрудненню зовнішніх поверхонь будівель і споруд - не перевищувати  $67 \text{ кБк}/\text{м}^2$ .

В атомній енергетиці прийнято  $DZ$  поверхонь обладнання по  $\alpha$ -випромінюючих радіонуклідів (РН)  $1 \text{ кБк}/\text{м}^2$  і для  $\beta$ -випромінюючих РН  $10 \text{ кБк}/\text{м}^2$  [9]. Відповідно до градування дозиметричних приладів рівень забруднення поверхонь і відповідно значення  $DZ$  використовують в  $\text{Р}/\text{год}$ .

Поєднати отриманий  $K_{\text{д}}$  за допомогою формули (1) з його необхідним значенням можна, якщо повноту дезактивації оцінювати за допомогою приведеного  $K_{\text{д}}$  ( $PK_{\text{д}}$ ). Цей коефіцієнт враховує досягнуту ефективність обробки і необхідну ефективність з урахуванням  $DZ$ .  $PK_{\text{д}}$  на основі формул (1) і (9) можна представити у вигляді:

$$PK_{\text{д}} = \frac{\lg K_{\text{д}}}{\lg K_{\text{д}}^{\text{H}}} = \frac{\lg A_{\text{п}} - \lg A_{\text{к}}}{\lg A_{\text{п}} - \lg DZ_{\text{п}}}. \quad (10)$$

У зв'язку з тим, що до дезактивації  $A_{\text{п}} > DZ_{\text{п}}$  і  $\lg A_{\text{п}} > \lg DZ_{\text{п}}$  знаменник завжди більший нуля, а в разі досягнення мети дезактивації  $A_{\text{к}} = DZ_{\text{п}}$  чисельник і знаменник стають рівними між собою, тобто  $PK_{\text{д}}$  дорівнює 1, що і означає досягнення необхідної ефективності дезактивації. У разі, коли  $A_{\text{п}} = A_{\text{к}}$  дезактивація не відбулася і  $PK_{\text{д}}$  дорівнює нулю. Інакше кажучи, дезактивація тоді ефективна, коли з урахуванням її гарантії  $PK_{\text{д}}$  буде більше одиниці.

За допомогою  $PK_{\text{д}}$  можна кількісно і незалежно від вихідного рівня РА забруднення оцінити ефективність дезактивації, а головне зіставити якість дезактиваційних робіт, що проводяться різними способами і за різних умов, що обумовлені особливостям РА забруднень і об'єкта що дезактивується.

Градацію якості виробів, що склалася, можна поширити на ефективність дезактивації і визначити її як відмінна, хороша, задовільна, незадовільна і вкрай незадовільна. У зв'язку з цим числове значення  $K_{\text{д}}$  можна визначити чітко, виходячи з значень  $PK_{\text{д}}$ . При  $PK_{\text{д}} > 2$  можна вважати ефективність обробки відмінною. Коли  $PK_{\text{д}}$  лежить в межах  $1,5 < PK_{\text{д}} < 2$ , то дезактивація досягає мети і її можна оцінити як хороша.

Задовільною буде така дезактивація, коли  $PK_{\text{д}}$  перевищує одиницю, але менше 1,5, тобто  $1,0 < PK_{\text{д}} < 1,5$ . Незадовільна і вкрай незадовільна дезактивація буде в тому випадку, коли  $PK_{\text{д}}$  менше 1,0 і менше 0,5 відповідно.

Для оцінки ефективності дезактивації за формулою (10) необхідно знати логарифми вимірюваних величин або розробити таблиці і графіки, які дозволяють б швидко розраховувати і давати оцінку ефективності дезактиваційних робіт.

У польових умовах при масовому забрудненні об'єктів і в інших випадках, коли немає можливості скористатися формулою (10) якість дезактивації можна оцінити за спрощеним варіантом з використанням наведеного коефіцієнта дезактивації  $PK_{\text{д}}'$ , який з урахуванням формул (1) і (8) дорівнює:

$$PK_{\text{д}}' = \frac{K_{\text{д}}}{K_{\text{д}}^{\text{H}}} = \frac{DZ_{\text{п}}}{A_{\text{к}}}. \quad (11)$$

В даному випадку наведений коефіцієнт дезактивації ( $PK_{\text{д}}'$ ) представляє співвідношення між фактичним і необхідним  $K_{\text{д}}$  або між допустимим забрудненням після дезактивації і значенням активності, що залишилася після дезактивації.

Крім бальної оцінки за допомогою  $PK_{\text{д}}'$  в атомній енергетиці [9] прийнята бальна оцінка повноти обробки на основі ПД за допомогою формули (3). В узагальненому вигляді для визначення якості дезактиваційних робіт можна скористатися наступною шкалою [7-6; 10-11]:

Шкала якості	I	II	III	IV	V
Ефективність дезактивації	відмінна	хороша	задовільна	незадовільна	вкрай незадовільна
За значеннями ПК <sub>д</sub> (ПК' <sub>д</sub> )	понад 2	1,5–2,0	1,0–1,5	0,5–1,0	менше 0,5
За величиною					
– в атомній енергетиці	понад 100	50–100	25–50	менше 25	-
– у Чорнобилі	понад 20	10–20	2–10	2	менше 2

Забруднення водоймищ і повітря радіонуклідами, які розповсюджені в об'ємі, характеризується їх концентрацією, яка виражається зазвичай  $\text{Кі/м}^3$ , а ефективність дезактивації або точніше очищення оцінюється за допомогою коефіцієнта очищення  $K_o$ , який дорівнює:

$$K_o = \frac{v_A^{\text{II}}}{v_A^{\text{K}}}, \quad (12)$$

де  $v_A^{\text{II}}$ ,  $v_A^{\text{K}}$  – концентрація РА речовин (об'ємна активність) до і після дезактивації.

Якщо враховувати небезпеку потрапляння РА речовин в організм людини, то необхідні значення коефіцієнта очищення можна представити у вигляді:

$$K_{\text{Оч}}^{\text{H}} = \frac{v_A^{\text{II}}}{\text{ДК}}, \quad (13)$$

де ДК – допустима концентрація РА речовин у воді або в повітрі.

Небезпеку становить та частина радіонуклідів, яка потрапила в організм людини: допустиме надходження лімітується вмістом РН в критичному органі. Між концентрацією РН і їх кількістю, що потрапили в організм людини, існує певний зв'язок:

$$A_{\text{ВРН}} = B^{\text{ВРН}} v_A^{\text{II}}, \quad (14)$$

де  $B^{\text{ВРН}}$  – коефіцієнт, що характеризує зв'язок між ДК і гранично допустимим надходженням (ГДН) РН в організм людини. Тоді замість умови (13) необхідний коефіцієнт очищення можна виразити таким чином:

$$K_{\text{Оч}}^{\text{H}} = \frac{A_{\text{ВРН}}}{\text{ГДН}}. \quad (15)$$

Крім коефіцієнта очищення повноту знешкодження повітря і води можна оцінити за допомогою ступеня очищення, яка дорівнює:

$$\eta = \frac{v_A^{\text{II}} - v_A^{\text{K}}}{v_A^{\text{II}}} \cdot 100\%. \quad (16)$$

Необхідне значення ступеня очищення відповідно до

$$\eta^{\text{H}} = \frac{v_A^{\text{II}} - \text{ДК}}{v_A^{\text{II}}}. \quad (17)$$

Таким чином за допомогою формул (13; 15) і (17) можна розрахувати необхідний коефіцієнт або ступінь очищення повітря і води, щоб уникнути можливості ураження людей при попаданні РН в

організм людини.

В результаті пилоутворення може забруднюватися повітряне середовище. Кількісно цей процес визначається коефіцієнтом диспергування, який можна представити у вигляді:

$$K_{\text{Оч}}^{\text{H}} = \frac{K_{\text{дис}} S_1}{\text{ДК}}; \quad K_{\text{Оч}}^{\text{H}} = \frac{K_{\text{дис}} N_s}{\text{ДК}}, \quad (18)$$

де  $S_1$  – забруднення поверхні в розрахунку на одиницю площі,  $\text{Кі/м}^2$ ;  $N_s$  – число активних частинок на одиницю поверхні, що генерує в повітря РА частинки.

Таким чином, диспергування РН в процесі пилоутворення під час сухої погоди може призвести не тільки до різкого зростання забруднення повітря, але й до погіршення масового забруднення різних об'єктів особливо транспорту.

Невизначеності в змінах РА забруднень і оцінці ефективності дезактивації можна уникнути, якщо повноту обробки визначати не по  $K_d$ , а за коефіцієнтом зниження ПД [див. формулу (3)].

Для цієї мети проводять вимір ПД, яка виникає від забруднених зовнішніх поверхонь об'єкту, в тих місцях, що пов'язані з перебуванням людей (водія, розрахунку, екіпажу тощо). В результаті дезактивації зовнішніх поверхонь знижується ПД на робочих місцях, що і дає можливість оцінити ефективність дезактивації. Подібний підхід був застосований після вторинного забруднення техніки в результаті руху автомобілів в дощову погоду по сліду РА хмари, утвореної в результаті підземного ядерного вибуху з викидом ґрунту. Дезактивації підлягала найбільш забруднена ходова частина автомобілів, а до коефіцієнта зниження ПД, який був визначений згідно формули (3), становив 5–6.

Таким чином, для контролю РА забруднень, особливо за умов масових забруднень необхідний не одноразовий і не одномоментний, а комплексний і системний контроль радіаційної обстановки на основі розробленої системи і з використанням різних методів.

## Висновки

1. В більшості випадків ефективність дезактивації оцінювалася за допомогою  $K_d$ , а коефіцієнт зниження ПД застосовувався в тому випадку, коли ПД визначалася сукупністю забруднених об'єктів: наприклад, всередині приміщень від обладнання, стін і підлоги; в населених пунктах – від будівель і

територій, а на місцевості – від ділянок, що примикають до зони вимірювання забруднення.

2. Незважаючи на широке використання  $K_d$  для оцінки якості дезактивації, подібна оцінка все ж умовна. Ця умовність пов'язана також із визначенням кінцевого забруднення оброблених об'єктів. Якщо забруднення відсутнє або не фіксується дозиметричною апаратурою, то втрачає сенс визначення коефіцієнта дезактивації.

3. За допомогою отриманих аналітичних виразів можна розрахувати необхідний коефіцієнт ефективності дезактивації різних об'єктів, повноту і ступінь очищення повітря і води, щоб уникнути можливості ураження людей при попаданні РН в організм людини.

4. Диспергування РН в процесі пилоутворення під час сухої погоди може призвести не тільки до різкого зростання забруднення повітря, але й до погіршення масового забруднення різних об'єктів особливо транспорту.

5. Для контролю РА забруднень, особливо за умов масових забруднень необхідний не одноразовий і не одномоментний, а комплексний і системний контроль радіаційної обстановки з використанням різних методів.

### Список літератури

1. Особливості прогнозування вторинного радіоактивного забруднення при контакті із забрудненими поверхнями різних об'єктів / А.В. Писарев та ін. // *Materiály VII mezinárodní vědecko – praktická conference «Vědecký pokrok na přelomu tisíciletí – 2011»/ – Díl 19. Biologické vědy. Ekologie. Chemie a chemická technologie. – Praha: Publishing House "Education and Science" s.r.o., 2011. – Pp. 54-59.*

2. Підвищення ефективності дезактивації за рахунок одночасного застосування різних способів дезактивації / А.В. Писарев та ін. // *Безпека життя-діяльності людини – освіта, наука, практика. – Збірник наукових*

*праць XI міжнародної науково-методичної конференції. – Донецьк: Лавис, 2012. – С. 174-178.*

3. Лазутський А.Ф. Щодо питання визначення фізико-хімічних процесів поверхневого радіоактивного забруднення / А.Ф. Лазутський, А.В. Писарев, В.О. Табуненко // *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ "ХПІ". – 2010. – № 17. – С. 31-35.*

4. Лазутський А.Ф. Щодо питання визначення фізико-хімічних процесів глибокого радіоактивного забруднення / А.Ф. Лазутський, А.В. Писарев, В.О. Табуненко // *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ "ХПІ". – 2009. – № 16. – С. 13-17.*

5. Lazutskiy A. Individual doses, which is formed from the radioactive cloud at the straight route of exposure / A. Lazutskiy, A. Pisarev, S. Kovzhoga, S. Tuzikov // *Zbornik prispevkov z 18. vedeckej konferencie s medzinrodnou účasťou "Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí". 2. časť-5-6 jún 2013. – Žilina: Žilinská univerzita v Žiline v EDIS-vidavateľstve ŽU, 2013. – P. 311-316.*

6. ГОСТ 20286 – 90. Загрязнение радиоактивное и дезактивация. – М.: Изд. стандартов, 1990.

7. Назаров А.Г. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов / А.Г. Назаров. – М.: ВНИИТИ, 1990. – 113 с.

8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ: 1997.

9. Руководство по дезактивации поверхностей. – М.: Энергоатомиздат, 1984.

10. Чернобыль – пять трудных лет. Обзор под ред. Ю.В. Свинчева, В.А. Качалова. – М.: АТ, 1992.

11. Карташевский В.П. Дезактивация военной техники / В.П. Карташевский. – Чернобыль, 1988.

Надійшла до редколегії 28.02.2017

**Рецензент:** д-р хім. наук проф. В.Д. Калугін, Національний університет Цивільного захисту України, Харків.

### МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ И ПОЛНОТЫ ДЕЗАКТИВАЦИИ ОБЪЕКТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

А.В. Писарев, И.А. Радченко, С.А. Тузиков, С.А. Писарев, А.Ф. Лазутский

*В данной статье рассмотрена методика оценки степени и полноты дезактивации при возникновении радиоактивного загрязнения с учетом значительного количества факторов, влияющих на степень радиоактивного заражения.*

**Ключевые слова:** эффективность, дезактивация, диспергирование, радиоактивное загрязнение, радионуклиды, коэффициент дезактивации.

### DEVELOP AN INTEGRATED SYSTEM OF SYSTEMATIC MONITORING OF RADIATION SITUATION AT THROUGH VARIOUS METHODS

A. Pisarev, I. Radchenko, S. Pisarev, A. Lazutskiy, S. Tuzikov

*This article describes the method of estimating the degree of deactivation in the event of radioactive contamination in view of a significant number of factors that affect the degree of radioactive contamination. Because the method of estimation by determining the deactivation rate in the event of radioactive zagrязneniya is not etsya always effective, because in most cases do not fully take into account the dose rate of infection of the totality of contaminated sites, the degree of purification of air and water, to prevent the destruction of people in contact with radionuclides in the human body, the dispersion of radionuclides in the dusting.*

**Keywords:** efficiency, decontamination, dispersion, radioactive contamination, radionuclides, decontamination coefficient.