

**І. М. Мартинюк<sup>1</sup>, О. В. Матикін<sup>2</sup>, А. М. Грек<sup>3</sup>, В. В. Марущенко<sup>3</sup>,  
О. Ю. Чернявський<sup>3</sup>, Н. Г. Марінцова<sup>4</sup>, М. О. Платонов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного,  
науково-дослідна лабораторія аналізу та прогнозування надзвичайних ситуацій,

<sup>2</sup>Управління оперативного забезпечення ОК “Схід”,

<sup>3</sup>Факультет військової підготовки Національного технічного  
університету “Харківський політехнічний інститут”,

<sup>4</sup>Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології

## **ОЦІНКА РИЗИКУ У РАЗІ БІОЛОГІЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ МІСЦЬ ДИСЛОКАЦІЇ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ**

© Мартинюк І. М., Матикін О. В., Грек А. М., Марущенко В. В., Чернявський О. Ю.,  
Марінцова Н. Г., Платонов М. О., 2015

Гіпотетично розглянуто можливість біологічного зараження місць дислокації військових підрозділів внаслідок інфікування природного походження (епідемії, інфекції) і антропогенного характеру (аварії підприємств біологічного призначення, біотероризму). Запропоновано методичні підходи до оцінювання кількості мікроорганізмів, які можуть потрапити у навколишнє середовище (місця дислокації) через захисні системи підприємств біологічного профілю. Небезпеку для людини (військовослужбовця) можна оцінити єдиною методичною основою з мінімально необхідними основними кількісними характеристиками патогенних мікроорганізмів та їх безпечною концентрацією.

**Ключові слова:** біологічне зараження, фактори ризику, шкідливі речовини, патогенні мікроорганізми, концентрація забруднень, інфікуюча доза, фактори зовнішнього середовища.

The article describes the hypothetical possibility of biological contamination of places of deployment of military units by means of the naturally occurring infection (epidemic infection) and the man-induced one (accidents at the biological enterprises, bioterrorism). Methodological approaches for estimating the number of microorganisms that can get in to the environment (home stations) through protective systems of biological companies have been suggested. Health hazards for the military can be assessed on the unified methodical basis with a baseline minimum of the basic quantity characteristics of pathogenic microorganisms and their safe concentration.

**Keywords:** biological contamination, risk factors, harmful substances, pathogens, concentration of contaminants, infecting dose, environmental factors.

**Актуальність.** Ризики об’єктивно присутні практично в усіх сферах діяльності людей, у їх взаєминах з навколишнім середовищем. Відповідно у кожній з цих сфер ризики мають свої особливості, свої певні специфічні прояви. Так, ризик біологічної загрози у випадку як прямого застосування біологічної зброї (біотероризм), так і в результаті природних епідемій інфекційних хвороб або аварій на підприємствах мікробіологічного профілю постійно зростає. Дешевизна, відносна простота використання біологічних агентів, швидкість, масштабність і різноманіття проявів при застосуванні біологічної зброї підвищує суспільну небезпеку біологічного тероризму, збільшує його дестабілізуючий вплив на соціально-політичну обстановку та є серйозною загрозою

для здоров'я й життя значної кількості населення. Погіршення екологічних і економічних умов життя населення підвищує ймовірність виникнення епідемій таких інфекційних захворювань, як грип (нових форм), віспа, лихоманка Ебола й Ласса та інших.

**Постановка проблеми.** Фактор ризику відповідно до визначень [1–4] властивий будь-яким фізичним явищам і процесам, які впливають на робоче і навколишнє середовище та є одним із основних понять, що використовуються під час оцінювання активної людської діяльності.

Стан зовнішнього середовища може характеризуватись певними критеріями, які дозволяють визначити характер і масштаби дії деяких факторів на людину і його оточення. Існують також і показники стану зовнішнього середовища, під якими розуміють комплекс рівнів і періодів експозиції, які пов'язані із специфічною дією різних факторів зовнішнього середовища на людину, тварин і рослинність, а також на оточення загалом.

**Метою статті** є розгляд ряду факторів ризику для особового складу у випадку біологічного зараження в місцях їх дислокації та методичні підходи до оцінювання (прогнозу) кількості мікроорганізмів.

**Виклад основного матеріалу.** Джерелами біологічного зараження місць дислокації можуть бути джерела як природного походження (інфекції), так і ті, що виникли внаслідок аварій підприємств біологічного профілю, які близько розміщуються (диверсії, біологічний тероризм).

У результаті вищеперерахованих можливих подій на території дислокації виникає сукупність несприятливих дій на особовий склад, яку можна представити таким рівнянням регресії з деякими змінними [6]:

$$R = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + ex_4 + fx_5 + gx_6 + \dots + h_1x_1x_2 + \dots + h_nx_1x_2x_3x_4x_5x_6 + E, \quad (1)$$

де  $R$  – реакція (здатність несприятливо діяти на експонований об'єкт, особовий склад);  $x_1$  – вологість;  $x_2$  – температура;  $x_3$  – хімічна токсичність атмосфери (фактор відкритого повітря);  $x_4$  – сонячна радіація;  $x_5$  – розмір частинок аерозолі;  $x_6$  – фактор стійкості;  $E$  – погрішності, що не усуваються.

Безперечно, це рівняння не обмежується факторами  $x_1 - x_6$ , їх кількість визначається конкретною ситуацією, яка склалася на території.

Безпеку для особового складу від стану зовнішнього середовища, враховуючи рівняння (1), можна охарактеризувати так:

$$N = \sum_{i=1}^n Ni \leq BP. \quad (2)$$

Фізичний зміст виразу (2) зводиться до такого: кількість шкідливих речовин  $N_i$ , які потрапляють на територію особового складу, не повинна перевищувати визначеного нешкідливого для людини безпечного рівня (БР).

Звідси впливає таке поняття, як гранично допустима концентрація (ГДК). Вона може бути максимально-разовою, середньодобовою тощо. Принцип установа ГДК є основним принципом гігієни [7, 8].

Визначення ГДК шкідливих речовин у навколишньому середовищі показує, що сучасне поняття про них не можна використати відносно мікробного забруднення цього середовища, насамперед через принципову різницю між хімічним і мікробним забрудненням [9]. Крім того, поняття граничної межі (“прийнятної ризику”) для багатьох біологічних речовин та мікроорганізмів відсутнє.

Інфікуюча доза різних патогенних мікроорганізмів може значно варіювати від одиниці до декількох десятків, сотень і навіть тисяч мікроорганізмів [23].

Отже, найімовірніше, необхідно орієнтуватися на “крайній” варіант, тобто вважати, що інфікуюча доза патогенних мікроорганізмів дорівнює одній мікробній клітині або біологічно активній одиниці [21].

Вищенаведений показник може характеризувати абсолютну безпеку і для особового складу, і для місць їх дислокації. Несприятливі фактори, які діють на патогенні бактерії, можна також описати універсальним рівнянням регресії з деякими змінними (1), але для цього необхідно ввести додаткові показники, наприклад,  $x_7$  – дезінфекція;  $x_8$  – хімічна токсичність водних джерел;  $x_9$  – хімічна токсичність ґрунту.

Характер виживання патогенних мікроорганізмів від того чи іншого фактора описується рівнянням виду:

$$C_t = C_0 \cdot e^{-kt}, \quad (3)$$

де  $C_t$  – відносна кількість життєздатних мікроорганізмів у відсотках, за час  $t$ ;  $C_0$  – початкова концентрація ( $t = 0$ );  $k$  – константа експоненціальної загибелі (відносна кількість загинувших мікроорганізмів за одиницю часу [10].

Своєю чергою,  $k$  є функцією від  $R$  (рівняння 1).

Отже, фактори, визначені у рівнянні (1), і визначають стійкість мікроорганізмів у випадку зараження середовища місць дислокації, свідчать про складність механізму дії цього середовища на відмирання патогенних мікроорганізмів (табл. 1, 2) [22, 24–27].

Таблиця 1

#### Здатність мікроорганізмів виживати у воді

Вид бактерій	Вода (кількість клітин на одиницю об'єму)			
	водопровідна	річкова	морська	кринична, озерна
Ешерихії:				
непатогенні	2–262	21–183	4–70	50–75
патогенні	4–87	60–192	12–70	48–90
Сальмонели	2–193	4–183	16–40	5–107
Шигели	15–27	12–22	8–16	12–45
Холерний вібріон	4–40	17–19	7–47	3–30
Вібріон Ельтор	2–62	10	10–60	13–70
Лептоспіри	3–50	9–150	3–7	40–117
Бруцельоз	8–85	15–92	–	4–122
Туляремідні бактерії	31–92	7–31	–	12–60
Спори сибірської виразки	–	10 років	8-12 років	Понад 10 років

Таблиця 2

#### Здатність вірусів виживати у воді

Характеристика води	Віруси	Здатність виживати за добу при температурі (кількість клітин на одиницю об'єму)	
		4–10 °C	18–25 °C
1	2	3	4
Річкова Дуже забруднена Помірно забруднена	Коксаки А-2	188	–
	Поліомієліт Е	27–130	11–75
	Коксаки А-2	14	5
	А-5	113	40
	А-9	10	8
	В-3	20	–
	ЕСНО 7	90–115	75–88
Автоклавована	ЕСНО 9	11	–
	Поліомієліт Е	96	–
	Коксаки А-2	160	–
	А-5	716	121

1	2	3	4
Стічна необроблена	Фаги Т1Т2	200	–
	Поліомієліт 1	60–180	75–88
	Коксаки А-2	61	41
	А-5	200–300	30–69
	А-7	115–124	75–90
	А-9	12	6
	ЕСНО 1	130	28–41
	ЕСНО 6	60	20–32
Водопровідна, колодязна	Поліомієліт Е	65–100	40–54
	Коксаки А-2	100	72
	А-5	50–811	27–234
	А-6	25	–
	А-7	62–420	25–223
	А-14	57–400	22–162
	ЕСНО 7	75–80	48–54
	Аденовіруси 5 Вірусний гепатит А	68–124 156	54–75 –

Не виключено, що бактеріальне зараження місць дислокації військовослужбовців може відбуватися через прилеглі інженерні системи підприємств біологічної промисловості, які не є абсолютними бар'єрами, у зв'язку з чим характеризуються таким показником, як коефіцієнт проскакування часток, які містять патогенні мікроорганізми.

Очевидно, кількість мікроорганізмів, що може потрапити у зовнішнє середовище, переборюючи різні “бар'єри”, залежатиме від декількох параметрів: забруднення (обнасіненості) матеріального потоку, тривалості його надходження на очисні спорудженні, ефективності відповідної інженерно-технічної системи, що в загальному виді можна записати рівнянням:

$$N = f(q, t, h), \quad (4)$$

де  $N$  – кількість мікроорганізмів, які можуть потрапити у довкілля;  $q$  – забрудненість матеріального потоку, яке підлягає очищенню в інженерно-технічній системі;  $t$  – тривалість надходження забрудненого матеріального потоку;  $h$  – ефективність системи.

Тоді сумарний викид частинок, які проникають у навколишнє середовище, буде визначатись сумою надходження таких частинок через різні інженерно-технічні системи:

$$N = \sum_{i=1}^n Ni = \sum_k N_{\kappa n} + \sum_l N_{\delta n} + \sum_m N_{\eta n} + \sum_p N_{\mu n} + \sum_d N_{\sigma n} + \sum_f N_{\tau n} + \sum_e N_{\nu n}, \quad (5)$$

де  $N$  – сумарна кількість частинок, які проникають у навколишнє середовище через усі системи ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $N_{\kappa n}$  – сумарна кількість частинок, які проникають через  $K$ -системи очищення вентиляційного повітря, що видаляється із приміщень; аналогічний зміст мають показники для інших відповідних матеріальних потоків: повітря, що видаляється із боксованих пристроїв (БП); предметів і матеріалів, які передаються передаточними пристроями (ПП); технологічного повітря (ТП); повітря, яке фільтрується крізь огорожувальні конструкції (споруди лабораторії – ОК); стічних вод (СВ), а також працюючого персоналу (ПрП).

Роботи [11–12] дають змогу оцінити в узагальненому вигляді інтегральний ефект можливого забруднення зовнішнього середовища технічними системами через різні потоки, що обгороджують.

**Системи очищення повітря фільтрацією.** Відомо, що ефективність очищення повітря фільтрацією залежить від параметрів повітря, що очищається (вологості, температури), фізико-хімічних характеристик забруднень, що видаляються, характеристик фільтра і процесу фільтрації. При цьому реальний рівень концентрації забруднень в повітрі безпосередньо перед фільтром має

визначальне значення. З огляду на співвідношення (4), можна визначити  $N_l$  – кількість часток (мікроорганізмів), що переборюють одну конкретну систему за певний проміжок часу ( $t$ ) за співвідношенням:

$$N_l = C_0 \cdot Q \cdot t \cdot Kn \cdot t, \quad (6)$$

де  $Q$  – продуктивність системи;  $t$  – тривалість дослідницьких операцій, що призводять до переведення мікроорганізмів в аерозоль;  $C_0$  – концентрація мікроорганізмів у повітрі, що видаляється;  $Kn$  – коефіцієнт проскакування фільтра.

Тобто загальна кількість часток (мікроорганізмів), що потрапляють із всіх вентиляційних ( $K$ ), технологічних ( $P$ ) систем, що боксують ( $l$ ) за проміжок часу  $t$  у навколишнє середовище, становитиме:

$$\begin{aligned} N_{en} + N_{mn} + N_{bn} = & \sum_k C_0^k \cdot Q_{en}^k \cdot t_{en}^k \cdot \\ & \cdot K_{n(en)}^k \cdot t + \sum_p C_0^p \cdot Q_{ms}^p \cdot t_{ms}^p \cdot K_{n(ms)}^p \cdot t + \\ & + \sum_l C_0^l \cdot Q_{bn}^l \cdot t_{bn}^l \cdot K_{n(bn)}^l \cdot t. \end{aligned} \quad (7)$$

**Системи теплової обробки стічних вод.** Кількість мікроорганізмів, що виносяться за термічний бар'єр зі стоками у зовнішні мережі, залежатиме від обсягів стоків ( $V_{cs}$ ), їх обнасіненості ( $C_0^{cs}$ ), констант термічної стійкості мікроорганізмів і режиму термообробки.

Значення критерію стерилізації з використанням подані у [14–16] інформації, можна розрахувати східчастим інтегруванням відомого співвідношення:

$$\nabla = A \int_0^t \exp(-E / RT) \cdot dt, \quad (8)$$

де  $A$  – стеричний фактор;  $E$  – енергія активації;  $R$  – газова постійна;  $T$  – температура.

З огляду на це співвідношення (8), у загальному вигляді кількість мікроорганізмів, що викидаються зі стоками для  $f$ -систем після термообробки, за час  $t$  становитиме:

$$N_{cs} = \sum_f V_{cs}^f \cdot C_0^{cs} \cdot \exp(-\nabla p) \cdot t. \quad (9)$$

**Санітарні пропускники.** Кількість мікроорганізмів, що виносяться за цей бар'єр у навколишнє середовище за певний проміжок часу ( $t$ ), залежатиме від вихідної обнасіненості спеціального одягу та його типу, що використовується в лабораторії ( $C_0$ ), потужності потоку людей, що проходять через пропускник ( $Q_{pp}$ ); ступеня (коефіцієнта) захисту шкірних покривів людини ( $K_l$ ), ефективності обробки захисного одягу ( $\eta_l$ ), ефективності обробки (ступінь повноти) шкірних покривів ( $\eta_2$ ), що в загальному вигляді можна записати у вигляді співвідношення:

$$N_{pp} = \sum_e C_0^e \cdot Q_{pp}^e \cdot K_l^e \cdot h_l^e \cdot h_2^e \cdot t. \quad (10)$$

**Передатні пристрої.** Кількість мікроорганізмів, які можуть потрапити в зовнішнє середовище за час ( $t$ ) з переданими з “брудних” приміщень предметами й матеріалами, визначається вихідною обнасіненістю предметів і матеріалів ( $C_0$ ), потужністю потоку переданих предметів ( $Q_{mn}$ ), коефіцієнтом ефективності відповідного режиму знезаражування ( $\eta_{mn}$ ), що має фізичний зміст критерію стерилізації. Методичний підхід до оцінювання ефективності режимів термічної стерилізації предметів і матеріалів у передатних пристроях аналогічний такому під час обробки стоків. Тоді за аналогією маємо:

$$N_{mn} = \sum_m C_0^m \cdot Q_{mn}^m \cdot h_{mn}^m \cdot t \quad (11)$$

**Огороджувальні конструкції споруд (будинків).** Кількість мікроорганізмів, які можуть потрапити у зовнішнє середовище за час ( $t$ ) через огороджувальні конструкції із внутрішніх зонуваних приміщень лабораторії, залежатиме від концентрації мікроорганізмів в атмосфері цих приміщень ( $C_0$ ), сумарної поверхні огороджувальних конструкцій, зонуваних приміщень ( $F_{ок}$ ),

показника проникності аерозолі ( $Z_{OK}$ ) для відповідних огорожувальних конструкцій і коефіцієнта, що враховує вплив теплового й вітрового напору ( $H$ ) [18–22]. Отже

$$N_{OK} = \sum_d C_0^{OK} \cdot F_{OK}^d \cdot Z_{OK}^d \cdot H_t \cdot t. \quad (12)$$

Тобто загальне рівняння для визначення кількості мікроорганізмів, які можуть потрапити з лабораторії до навколишнього середовища й в результаті – в місця дислокації військ, за проміжок часу ( $t$ ) з різними матеріальними потоками, переборюючи відповідні “бар’єри”, набуде вигляду:

$$\begin{aligned} N = \sum_{i=1}^n Ni = & \sum_k C_0^k \cdot Q_{\text{en}}^k \cdot t_{\text{en}}^k \cdot K_{n(\text{en})}^k \cdot t + \\ & + \sum_p C_0^p \cdot Q_{\text{me}}^p \cdot t_{\text{me}}^p \cdot K_{n(\text{me})}^p \cdot t + \\ & + \sum_l C_0^l \cdot Q_{\text{on}}^l \cdot t_{\text{on}}^l \cdot K_{n(\text{on})}^l \cdot t + \\ & + \sum_f V_{\text{ce}}^f \cdot C_0^{\text{ce}} \cdot \exp(\nabla p) \cdot t + \sum_e C_0^e \cdot Q_{\text{ПП}}^e \cdot K_1^e \cdot h_1^e \cdot h_2^e \cdot t + \\ & + \sum_m C_0^m \cdot Q_{\text{ПП}}^m \cdot h_{\text{ПП}}^m \cdot t + \sum_d C_0^{OK} \cdot F_{OK}^d \cdot Z_{OK}^d \cdot H_t \cdot t. \end{aligned} \quad (13)$$

**Висновок.** Визначено загальні методичні підходи до оцінювання (прогнозу) кількості мікроорганізмів, які можуть потрапити з лабораторії підприємств біологічного профілю в навколишнє середовище через відповідні захисні системи й пристрої.

Незалежно від розв’язуваного завдання (захист працюючого персоналу, місць дислокації, навколишнього середовища) небезпеку для людини (військовослужбовця) можна оцінити за єдиною методичною основою. Для цього необхідно знати дві основні кількісні характеристики: по-перше, в яких кількостях патогенні мікроорганізми можуть перебувати в середовищі робочих приміщень і зовнішньому середовищі в результаті діяльності тієї або іншої лабораторії й, по-друге, яка кількість їх є безпечною (припустимою) для персоналу лабораторій і населення навколишніх районів (місць дислокації військовослужбовців).

1. Замфир Г., Дуда Р. О некоторых перспективных проблемах в области гигиены окружающей среды // *Гиг. и сан.* – 1973. – № 8. – С. 84–85. 2. Bell G. P., Beattie I. R. Assessing risks in the nuclear and non-nuclear industries. – In: *Loss prevention and safety promotion in the process industries* // Ed. C. H. Buschmann. Amsterdam: Elsevier, 1974, p. 61–70. 3. Gibson S. B. Risk criteria in hazard analysis. – *Chem. Eng. Prog.*, 1976, vol. 72. 4. Farmer F. R. Major loss prevention. – In: *Process industry. Proc. Symp., Newcastle upon Tyne. London, 1971, p. 82–86.* 5. Дроздов С. Г., Сергеев В. П. Защита неэндемичных территорий от тропических вирусных геморрагических лихорадок. – М.: Медицина, 1984. – 288 с. 6. Larson E. W. Some requirements and characteristics of aerobiological research. – *Dev. ind. Microbiol.*, 1974, vol. 15, N 1, p. 33–37. 7. Саноцкий И. В., Уланова И. П. Критерии вредности в гигиене и токсикологии при оценке опасности химических соединений. – М.: Медицина, 1975. – 328 с. 8. Карпатовский Н. П. Охрана природы: Справочник для работников нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1980. – 376 с. 9. Кротков Ф. Г., Терман А. В. Концепция приемлемого риска и гигиеническое нормирование // *Гиг. и сан.* – 1973. – № 10. – С. 88–92. 10. Жалко-Титаренко В. П. Экспериментальное изучение полидисперсных бактериальных аэрозолей. Сообщение 3. Изучение аэрозолей дифтерийной палочки // *Журн. микробиол.* – 1965. – № 2. – С. 68–72. 11. Матвеев В. Е. Основы асептики в технологии чистых микробиологических препаратов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 321 с. 12. Матвеев В. Е., Скворцов Г. Е. Оценка асептической эффективности технологических процессов в микро-биологической промышленности // *Микробиол. пром-сть.* – 1970. – № 4. – С. 31–34. 13. Складнев А. А., Падалкин В. П., Вадимов В. М., Ефимов В. Е. Производственная санитария в микробиологической промышленности. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 200 с. 14. Deindoerfer F. H. Microbiological process discussion. Calculation of heat sterilization times for fermentation media. – *Appl. Microbiol.*, 1957, vol. 5.

№ 4, p. 221–228. 15. Deindoerfer F. H., Humphrey A. E. Analytical method for calculating heat sterilization times. *Appl. Microbiol.*, 1959a, vol. 7. № 4, p. 256–264. 16. Deindoerfer F. H., Humphrey A. E. Principles in the design of continuous sterilizers. – *Appl. Microbiol.*, 1959b, vol. 7. № 4, p. 264–270. 17. Deindoerfer F. H., Humphrey A. E. Scale-up of heat sterilization operations. – *Appl. Microbiol.*, 1961, vol. 9. № 2, p. 134–139. 18. Рысин С. А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов: Справочник. – М.: Госстройиздат, 1961. – 704 с. 19. Рысина Э. М. Об опыте обеззараживания воздуха операционной аэрозолями перекиси водорода. – В кн.: Проблемы дезинфекции и стерилизации: Сб. науч. тр./Моск. НИИ вакцин и сывороток им. И. Н. Мечникова, 1974. – Вып. 23. – С. 75–78. 20. Талиев В. Н., Карнас Е. Е., Пурумов А. Н. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха в бесфонарных промышленных зданиях. В кн.: Вентиляция промышленных и сельскохозяйственных зданий / НИИ санитарной техники. – М.: Госстройиздат, 1961, Вып. 9. – С. 8–22. 21. Chatigny M. A., Clinger D. I. Contamination control in aerobiology. – In: *An introduction to experimental aerobiology* / Ed. R. L. Dimmick, A. B. Akers. New York etc.: Wiley, 1969, p. 194–263. 22. Скворцов В. В., Киктенко В. С., Кучеренко В. Д. Выживаемость и индикация патогенных микробов во внешней среде. – М.: Медицина, 1966. – 360 с. 23. Беклемишев И. Д., Суходоева Г. С. Аллергия к микробам в клинике и эксперименте. – М.: Медицина, 1979. – 260 с. 24. Белых И. А., Плутахин С. В., Ковальчук И. М. и др. Роль воды в химическом и биологическом заражении личного состава // Вестник Национального технического университета “ХПИ”: Сборник научных работ. – 2003. – Вып. 3. – С. 110–120. 25. Руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях ВОЗ. – М.: Медицина, 1985. – 128 с. 26. Кульский Л. А. Теоретическое обоснование технологии очистки воды: (классификация примесей воды и выбор методов ее очистки) / Л. А. Кульский; АН УССР. Ин-т коллоидной химии и химии воды. Сектор химии и технологии воды. – К.: Наукова думка, 1968. – 127 с. 27. Грек А. М., Сакун О. В., Іксариця В. В., Бєлих І. А., Батуров В. А. Біологічна небезпека (учора, сьогодні, завтра) // Сучасні проблеми токсикології. – 2012. – № 2. – С. 17–27.