Центральний науково-дослідний інститут
Збройних Сил України
Military Science. Vol. 2 No. 1 (2024)

DOI: 10.62524/msj.2024.2.1.10

Методичний підхід до визначення номенклатури рухомих засобів для виконання обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз

Костянтин Фурманов
Kostiantyn Furmanov
кандидат військових наук, старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного управління
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, Повітрофлотський проспект, 28 Б, Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-0049-8959
e-mail: k.furmanov16@gmal.com

Олег Гутченко
Oleh Hutchenko
кандидат військових наук, старший дослідник
начальник науково-дослідного відділу
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, Повітрофлотський проспект, 28 Б, Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-1724-6918
e-mail: gutchenko.oleg@gmail.com

Катерина Гутченко
Kateryna Hutchenko
кандидат медичних наук,
науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, Повітрофлотський проспект, 28 Б, Київ, Україна
ORCID: 0009-0008-6377-7745
e-mail: dr.gutches@ukr.net

Анотація (Abstract). Актуальність статті обумовлена тим, що в умовах відбиття широкомасштабної агресії, дій України з деокупації захоплених територій і реалізації стратегічного курсу на приєднання до європейської спільноти та НАТО існують потенційні загрози з боку російської федерації. Продовжуючи свою ворожу риторику, тероризуючи Україну ракетними ударами, керівництво росії погрожує застосуванням ядерної зброї, що встановлює найвищий рівень небезпеки та може призвести до масштабного радіаційного забруднення (Уроки російсько-української війни 2022 року: воєнні аспекти, 2022).
Зважаючи на такий стан безпекового середовища, слід ефективно реагувати на ядерні загрози та здійснювати надійний захист військ, які, у свою чергу, мають бути готові до дій в умовах радіаційного зараження. Це вимагає від Збройних Сил України ефективної підготовки військових частин (підрозділів) хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту, які спроможні виконувати завдання за призначенням, а у подальшому бути готовими до виявлення й оцінювання ядерних загроз у спільних діях (операціях) з підрозділами країн – членів НАТО. Зазначене потребує розв'язання проблемних питань щодо номенклатури засобів хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту Збройних Сил України із

забезпечення потрібного рівня захисту військ. Особливо складними завданнями у сучасних умовах є виявлення й оцінювання хімічної, біологічної, радіологічної обстановки маршрутів висування і районів зосередження військ, прикриття військ і об'єктів Збройних Сил України від розвідки та ураження сучасними засобами високоточної зброї, ліквідація наслідків хімічного, біологічного, радіологічного зараження. Значною мірою максимальне скорочення втрат військ під час дій в умовах хімічного, біологічного, радіологічного зараження забезпечується шляхом застосування наявних і перспективних засобів хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту. Проте ухвалення виважених рішень стосовно номенклатури рухомих засобів хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту неможливе без визначення величини втрат засобів хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту під час виконання завдань в операціях Збройних Сил України відповідно до тенденцій розвитку Збройних Сил України, форм і способів ведення воєнних дій, засобів збройної боротьби.

Для вирішення цього проблемного питання ми пропонуємо методичний підхід до визначення номенклатури на прикладі рухомих засобів для виконання обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз.

Завдяки методичному підходу з'явиться можливість формувати обґрунтовані практичні рекомендації щодо порядку визначення номенклатури засобів хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту. У статті представлено номенклатуру засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз, яка залежить від обсягу завдань виявлення й оцінювання цих загроз та можливостей самих засобів, що залучаються для виконання завдань. Матеріали статті можуть бути корисними для посадових осіб органів військового управління, які здійснюють планування хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного (ХБРЯ) захисту під час бойових дій.

Ключові слова (Keywords): ядерні загрози, засоби, обсяг завдань, можливості, номенклатура, характеристики.

Вступ (Introduction)

З набранням чинності Договором про нерозповсюдження ядерної зброї (Treaty on the Non-Proliferation) у 1970 році країни світу розділились на тих, які є офіційними володарями ядерної зброї, та решту держав. Близько 90% світових ядерних арсеналів припадає приблизно рівними частками на дві з цих країн – рф і США.

Нині ядерний арсенал рф є у складі нестратегічних ядерних сил (НЯС) (наземний, повітряний, морський компоненти), що включають з'єднання і частини сухопутних військ, повітряно-космічних сил та ВМФ, які мають на озброєнні оперативно-тактичну (тактичну) ядерну зброю.

На озброєнні збройних сил росії перебуває близько 2000 нестратегічних ядерних боєголовок, 760 боєголовок може бути встановлено на крилатих, протичовнових і зенітних ракетах, торпедах і глибинних бомбах на підводних човнах, авіаносних кораблях, крейсерах, есмінцях, фрегатах, [корветах], літаках і вертольотах морської авіації, 570 боєголовок – на повітряних суднах, зокрема на літаках типу Ту-22М3, Су-24М та Су-34. Усі зазначені літаки можуть нести ядерні бомби вільного падіння, а Ту-22М3 також КРПБ Х-22 "Буря".

Об'єктами ураження ядерною зброєю рф можуть бути ділянки оборони в місцях прориву противника, міста, що ведуть кругову оборону, та будівлі органів управління державою (силами оборони), з метою прориву оборони, порушення управління та знищення керівництва держави.

На озброєнні НЯС зс рф перебувають:

ядерні артилерійські боєприпаси – доповнення до звичайної артилерії, здатні якісно збільшити її можливості та ефективність дій проти оборонних порядків військ противника, об'єктів тилу, а також у контрбатарейній боротьбі;

тактичні ракети (оперативно-тактичні ракети), які становлять основу арсеналу тактичної ядерної зброї.

Найбільш небезпечне застосування тактичних ядерних боєприпасів, які можуть бути встановлені на балістичні та крилаті ракети типу "Іскадер-М", "Точка-У", "Кинджал" та "Калібр-ПЛ (НК)" потужністю більше 10 кт у тротиловому еквіваленті, що може призвести до суцільного руйнування споруд у радіусі до 1 км, ураження до 80% особового складу та населення, що не перебуває в укриттях, а також до виходу з ладу засобів радіоелектронної та електротехнічної апаратури в радіусі до 2,5 км (Методика оцінювання обстановки у надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру, 2018).

Зазначене свідчить про актуальність і важливість виявлення й оцінювання ядерних загроз військ з метою створення сприятливих умов для успішної підготовки та ведення бойових дій.

Виявлення й оцінювання ядерних загроз організовується і здійснюється для своєчасного попередження військ про фактори ураження, зокрема радіоактивне зараження на пунктах управління, маршрутах висування, шляхах підвезення, евакуації, у районах зосередження та дій військ. (Доктрина з хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ (сил), 2020). Завдання здійснюється штатними та спеціально підготовленими позаштатними підрозділами хімічної, біологічної, радіологічної розвідки шляхом збирання даних про хімічну, біологічну, радіологічну (ХБР) обстановку за маршрутами пересування, районами та напрямками дій військ.

Незважаючи на можливі масштаби наслідків реалізації ядерних загроз та їх негативний вплив на дії військ, на цей час забезпеченість повною номенклатурою засобів Збройних Сил України (ЗС України) щодо виявлення й оцінювання ядерних загроз для виконання обсягу цих завдань потребує уточнення.

Це впливає на повноту виявлення й оцінювання ядерних загроз для підтримки ухвалення рішень органами військового управління. Отже, очевидно, що виявлення й оцінювання ядерних загроз у сучасних умовах ведення бойових дій набуває особливого значення.

Таким чином, для підвищення забезпеченості ЗС України повною номенклатурою засобів захисту від ядерних загроз виникає потреба у розв'язанні задачі з визначення кількості засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз *i*-го типу з урахуванням сучасних особливостей умов виконання цих завдань в операції (бойових діях). Для цього пропонується розширити перелік показників оцінювання функціонування засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз шляхом введення додаткових показників часу та повноти виконання завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз (на прикладі хімічної, біологічної, радіологічної розвідки), удосконалити спосіб визначення можливостей цих засобів, використавши коефіцієнти важливості окремих зразків засобів. Це дозволить визначити їхню номенклатуру для виконання обсягу завдань в умовах високого рівня загрози застосування противником ядерної зброї.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

У рамках методичного підходу до визначення номенклатури засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз здійснено вибір, а також обґрунтування показників і критеріїв визначення номенклатури і кількості цих засобів.

Як критерій прийнято мінімум вартості c_i i-го засобу ХБРЯ захисту, який характеризує ступінь досягнення мети, що полягає у виконанні завдань з виявлення й оцінювання ядерних загроз вчасно і в повному обсязі.

Методичний підхід до визначення номенклатури засобів ХБРЯ захисту, зокрема засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз, передбачає проведення розрахунків у чотири етапи.

На 1-му етапі здійснюється формування вихідних даних, необхідних для проведення розрахунків, а саме: завдання виявлення й оцінювання ядерних загроз, які необхідно виконати; загальна площа операційного району ОУВ, S, км^2; вартість однієї машини для виявлення й оцінювання ядерних загроз c_i, i-го типу, грн; заданий час на виявлення й оцінювання ядерних загроз, $T_{виявл}$, год; величина відносних втрат машин виявлення й оцінювання ядерних загроз за одну годину функціонування, $k_{втр}$.

Для визначення ступеня відповідності можливостей наявної номенклатури засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз обсягу покладених на них завдань (на прикладі завдань ХБР розвідки) визначено наближені можливості наявних підрозділів ХБР розвідки батальйону ХБРЯ захисту (бХБРЯз) оперативного угруповання військ (ОУВ) і потрібний обсяг завдань ХБР розвідки під час бойових дій (Тактичні розрахунки із завдань служби РХБ захисту, 2017):

можливості підрозділів ХБР розвідки бХБРЯз ОУВ становлять $S_{розвід}^{можл} = 6100\ км^2$;

орієнтовний обсяг завдань ХБР розвідки (площа радіаційної розвідки районів ведення бойових дій ОУВ) унаслідок застосування тактичних ядерних боєприпасів прийнято $S_{розвід}^{потр} = 8640\ км^2$.

У табл. 1 наведено приклад середніх значень розмірів зон радіоактивного зараження внаслідок вибухів тактичних ядерних боєприпасів типу 3ВБ4 (3ВБ11) потужністю 2 кТ у тротиловому еквіваленті шляхом застосування 240 мм самохідного міномета 2С4 “Тюльпан”. Боєкомплект самохідного міномета 2С4 “Тюльпан” становить до 20 мін.

Таблиця 1 – Розміри зон радіоактивного зараження внаслідок вибухів тактичних ядерних боєприпасів типу 3ВБ4 (3ВБ11) потужністю 2 кТ у тротиловому еквіваленті (приклад)

Умови	Середнє значення розміру зони радіоактивного зараження внаслідок ядерного вибуху, км^2			
	Зона А (помірного зараження)	Зона Б (сильного зараження)	Зона В (небезпечного зараження)	Зона Г (надзвичайно небезпечного зараження)
Зараження за швидкості вітру 3-5, м/с	до 14 км у довжину, до 9,3 км у ширину, загальною площею до 44,1 км^2	до 4,8 км у довжину, до 4,5 км у ширину, загальною площею до 15,1 км^2	до 2,4 км у довжину, до 2,3 км у ширину, загальною площею до 7,5 км^2	до 1,2 км у довжину, до 1,3 км у ширину, загальною площею до 3,5 км^2
Дози опромінення, які може отримати особовий склад у разі відкритого розташування на місцевості, Рад	23	245	410	1300

На 2-му етапі “Визначення можливостей засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз і обсягу завдань” здійснюється:

у блоці 2.1, де проводяться розрахунки можливостей наявної номенклатури та кількості засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз *i*-го типу $\left(i=\overline{1,5}\right)$:

$$S^{можл}_{розвід\ i} = v_{i\ розвід} \cdot x_{i\ розвід} \cdot (1-k_{втр}) \cdot T_{розвід}\ , \quad (1)$$

де $S^{можл}_{розвід\ i}$ – величина площі, яку розвідують наявними засобами виявлення й оцінювання ядерних загроз *i*-го типу; $v_{i\ розвід}$ – можливості виявлення й оцінювання ядерних загроз однією машиною ХБР розвідки *i*-го типу, км^2/год; $x_{i\ розвід}$ – наявна кількість машин ХБР розвідки *i*-го типу, од.; $k_{втр}$ – величина відносних втрат машин ХБР розвідки за одну годину виявлення й оцінювання ядерних загроз; $T_{розвід}$ – заданий час на проведення ХБР розвідки, год;

у блоці 2.2, де здійснюються розрахунки потрібної площі районів ХБР розвідки *i*-го типу (обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз) у районі ведення бойових дій ОУВ:

$$S^{потр}_{розвід\ i} = \sum_{\alpha=1}^{k} S_{розвід\ \alpha i}\ , \quad (2)$$

де $\sum_{\alpha=1}^{k} S_{розвід\ \alpha i}$ – сума площ *k*-их районів, які займають підрозділи (частини) ОУВ, км^2; $\left(\alpha=\overline{1,k}\right)$.

Далі величину потрібного обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз $S^{потр}_{розвід\ i}$ порівнюємо із величиною можливостей $S^{можл}_{розвід\ i}$ наявної кількості засобів *i*-го типу. У разі відповідності прийнятих умов $S^{можл}_{розвід\ i} \geq S^{потр}_{розвід\ i}$ вважається, що можливостей наявної номенклатури та кількості засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз *i*-го типу щодо забезпечення ОУВ достатньо. Якщо ж зазначена умова не виконується, визначаємо номенклатуру та кількість засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз, які здатні забезпечити виконання обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз, для чого на **3-ому етапі** здійснюється "Визначення коефіцієнтів важливості засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз за їхніми орієнтовними тактико-технічними характеристиками (ТТХ) методом таксономії" (приклад) з використанням ТТХ машин ХБР розвідки (табл. 2) (Загорка, 2004).

Таблиця 1 – Матриця значень α_{ij} машин ХБР розвідки *i*-го типу

Тип машини ХБР розвідки, *i*, $\left(i=\overline{1,5}\right)$	*j*-та тактико-технічна характеристика машини, $\left(j=\overline{1,5}\right)$				
	Радіус контролю радіологічної обстановки, км	Можливості з виявлення радіологічної обстановки районів, км^2	Можливості з оцінювання радіологічної обстановки, районів, км^2	Запас ходу, км	Потужність двигуна, к.с.
РХМ-4-01	$\alpha_{11}=2$	$\alpha_{12}=30$	$\alpha_{13}=9$	$\alpha_{14}=500$	$\alpha_{15}=250$
РХМ-4	$\alpha_{21}=3$	$\alpha_{22}=32$	$\alpha_{23}=10$	$\alpha_{24}=600$	$\alpha_{25}=260$
РХМ-1К	$\alpha_{31}=1$	$\alpha_{32}=36$	$\alpha_{33}=11$	$\alpha_{34}=400$	$\alpha_{35}=240$
БРДМ-2рхб	$\alpha_{41}=4$	$\alpha_{42}=40$	$\alpha_{43}=12$	$\alpha_{44}=750$	$\alpha_{45}=140$
Козак-2М1	$\alpha_{51}=6$	$\alpha_{52}=50$	$\alpha_{53}=20$	$\alpha_{54}=650$	$\alpha_{55}=300$

Оскільки елементи матриці мають різні одиниці вимірювання, їх приводять до стандартизованого (нормованого) вигляду за формулою:

$$\alpha_{ij}^{*} = \frac{\alpha_{ij} - \alpha_{j\eta\theta}}{\sigma_j}, \tag{3}$$

де середньоарифметичне значення елементів j-го стовпця матриці відповідно до табл. 1:

$$\alpha_{j\eta\theta} = \frac{\sum_{i=1}^{5} \alpha_{ij}}{5}; \tag{4}$$

незміщена оцінка середньоквадратичного відхилення (дисперсії) від середньоарифметичного значення цих елементів (ТТХ) кожного стовпця матриці, табл. 1:

$$\overline{\sigma}_j^{2} = \frac{\sum_{i=1}^{5} \left(\alpha_{ij} - \alpha_{j\eta\theta}\right)^2}{5}. \tag{5}$$

Результати приведення до стандартизованого вигляду ТТХ машини (засобу) ХБР розвідки ОУВ з використанням формули (3) зводяться в табл. 3. Зазначені результати свідчать про те, що після центрування $\alpha_{ij} - \alpha_{j\eta\theta}$ і нормування (α_{ij}^{*}) отримані елементи α_{ij}^{*} можна вже порівняти між собою, на відміну від первинної порівнянності значень елементів α_{ij}.

Таблиця 3 – Нормовані значення α_{ij}^{*} ТТХ машини (засобу) ХБР розвідки

Тип машини ХБР розвідки, i, $\left(i = \overline{1,5}\right)$	j-та тактико-технічна характеристика машини, $\left(j = \overline{1,5}\right)$				
	1	*2*	*3*	*4*	*5*
РХМ-4-01	$\alpha^{*}_{11}=0,62$	$\alpha^{*}_{12}=0,95$	$\alpha^{*}_{13}=0,77$	$\alpha^{*}_{14}=0,59$	$\alpha^{*}_{15}=0,20$
РХМ-4	$\alpha^{*}_{21}=0,10$	$\alpha^{*}_{22}=0,70$	$\alpha^{*}_{23}=0,54$	$\alpha^{*}_{24}=0,14$	$\alpha^{*}_{25}=0,37$
РХМ-1К	$\alpha^{*}_{31}=1,14$	$\alpha^{*}_{32}=0,20$	$\alpha^{*}_{33}=0,31$	$\alpha^{*}_{34}=1,33$	$\alpha^{*}_{35}=0,03$
БРДМ-2рхб	$\alpha^{*}_{41}=0,41$	$\alpha^{*}_{42}=0,30$	$\alpha^{*}_{43}=0,09$	$\alpha^{*}_{44}=1,25$	$\alpha^{*}_{45}=1,65$
Козак-2М1	$\alpha^{*}_{51}=1,45$	$\alpha^{*}_{52}=1,56$	$\alpha^{*}_{53}=1,72$	$\alpha^{*}_{54}=0,51$	$\alpha^{*}_{55}=1,04$

Після використання формули (3) формується нормована матриця A^{*} із безрозмірними елементами:

$$A^* = \begin{Vmatrix} \alpha^*_{11}\alpha^*_{12}\alpha^*_{13}\alpha^*_{14}\alpha^*_{15} \\ \alpha^*_{21}\alpha^*_{22}\alpha^*_{23}\alpha^*_{24}\alpha^*_{25} \\ \alpha^*_{31}\alpha^*_{32}\alpha^*_{33}\alpha^*_{34}\alpha^*_{35} \\ \alpha^*_{41}\alpha^*_{42}\alpha^*_{43}\alpha^*_{44}\alpha^*_{45} \\ \alpha^*_{51}\alpha^*_{52}\alpha^*_{53}\alpha^*_{54}\alpha^*_{55} \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} 0{,}62\ 0{,}95\ 0{,}77\ 0{,}59\ 0{,}20 \\ 0{,}10\ 0{,}70\ 0{,}54\ 0{,}14\ 0{,}37 \\ 1{,}14\ 0{,}20\ 0{,}31\ 1{,}33\ 0{,}03 \\ 0{,}41\ 0{,}30\ 0{,}09\ 1{,}25\ 1{,}65 \\ 1{,}45\ 1{,}56\ 1{,}72\ 0{,}51\ 1{,}04 \end{Vmatrix}. \quad (6)$$

Далі на цьому етапі здійснено визначення коефіцієнтів важливості B_j відповідних ТТХ кожної машини (засобу) ХБР розвідки ОУВ за допомогою методу експертного опитування. Сукупність цих коефіцієнтів важливості можна відобразити матрицею такого вигляду:

$$B = \begin{Vmatrix} B_1\,0..0..0..0 \\ 0..B_2\,0..0..0 \\ 0..0..B_3\,0..0 \\ 0..0..0..B_4\,0 \\ 0..0..0..0..B_5 \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} 0,1..0..0..0..0 \\ 0..0,3..0..0..0 \\ 0..0..0,2..0..0 \\ 0..0..0..0,1..0 \\ 0..0..0..0..0,3 \end{Vmatrix}, \quad (7)$$

де B_j – “вага” j-их ТТХ аналізованого рухомого засобу ХБР розвідки, при цьому:

$$\sum_{j=1}^{5} B_j = 1. \quad (8)$$

У подальшому завдання зводиться до перемноження нормованої A^* (6) і діагональної B (7) матриць, при цьому кількість стовпців матриці A^* має дорівнювати кількості рядків матриці B. Після перемноження нормованої A^* і діагональної B матриці отримано “зважену” матрицю A^z :

$$A^z = \begin{Vmatrix} \alpha^z_{11}\alpha^z_{12}\alpha^z_{13}\alpha^z_{14}\alpha^z_{15} \\ \alpha^z_{21}\alpha^z_{22}\alpha^z_{23}\alpha^z_{24}\alpha^z_{25} \\ \alpha^z_{31}\alpha^z_{32}\alpha^z_{33}\alpha^z_{34}\alpha^z_{35} \\ \alpha^z_{41}\alpha^z_{42}\alpha^z_{43}\alpha^z_{44}\alpha^z_{45} \\ \alpha^z_{51}\alpha^z_{52}\alpha^z_{53}\alpha^z_{54}\alpha^z_{55} \end{Vmatrix}, \quad (9)$$

де елемент "зваженої" матриці $\alpha^z_{ij} = \alpha^*_{ij} \cdot B_j$ дорівнює скалярному добутку *i*-го вектор-рядка матриці A^* (6) на *j*-ий вектор-стовпець діагональної матриці B (7).

Результати перемноження нормованої A^* і діагональної B матриці зводяться в табл. 4.

Таблиця 4 – Коефіцієнти α^z_{ij} машини (засобу) ХБР розвідки

Тип машини ХБР розвідки, *i*, $(i = \overline{1,5})$	*j*-та тактико-технічна характеристика машини, $(j = \overline{1,5})$				
	1	*2*	*3*	*4*	*5*
РХМ-4-01	*0,062*	*0,285*	*0,154*	*0,059*	*0,06*
РХМ-4	*0,01*	*0,21*	*0,108*	*0,014*	*0,042*
РХМ-1К	*0,114*	*0,06*	*0,062*	*0,133*	*0,396*
БРДМ-2рхб	*0,041*	*0,09*	*0,018*	*0,125*	*0,495*
Козак-2М1	*0,145*	*0,468*	*0,344*	*0,051*	*0,312*

Після "згортки" коефіцієнтів важливості ТТХ α^z_{ij} отримано комплексні показники A^z_i машини (засобу) ХБР розвідки *i*-го типу:

$$A^z{}_{i\ розвід} = \sqrt{\left(\alpha^z{}_{11}\right)^2 + \left(\alpha^z{}_{12}\right)^2 + \ldots + \left(\alpha^z{}_{ij}\right)^2 + \ldots + \left(\alpha^z{}_{i5}\right)^2}. \qquad (10)$$

Далі для кожного типу вищезазначеної машини (засобу) ХБР розвідки визначено їхні коефіцієнти важливості $K_{i\ розвід} = \frac{A^z_{i\ розвід}}{\sum_i^5 A^z_{i\ розвід}}$.

На 4-му етапі "Визначення номенклатури та кількості рухомих засобів ХБР розвідки ОУВ" шляхом розв'язання оптимізаційної задачі цілочисельного лінійного програмування здійснюється з використанням коефіцієнтів важливості K_i цих машин (засобів). Зважаючи на те, що є п'ять *i*-их типів машин (засобів) для виконання певного завдання ХБР розвідки, кожна з них має можливості v_i та потрібний час T. Необхідно визначити номенклатуру та кількість X_i цих машин (засобів), що дозволить виконати потрібний обсяг завдань за умови мінімізації вартості всіх машин (засобів).

Вочевидь, загальна вартість складу машин (засобів) має дорівнювати:

$$min \sum_{i=1}^{5} c_i \cdot X_i \qquad (11)$$

за умови виконання потрібного обсягу завдань ХБР розвідки:

$$\sum_{i=1}^{5} v_{i\ розвід} \cdot K_{i\ розвід} \cdot X_{i\ розвід} \cdot T_{розвід} \geq \sum_{i=1}^{5} S^{потр}_{розвід\ i}, \qquad (12)$$

де $S^{потр}_{розвід\ i}$ визначається згідно з (2).

За результатами розв'язання оптимізаційної задачі вибираються невід'ємні значення змінних X_i, за яких цільова функція досягає мінімуму.

Результати розрахунків наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Номенклатура засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз (на прикладі засобів ХБР розвідки) батальйону ХБРЯ захисту оперативного угруповання військ

Найменування показників		Найменування машин ХБР розвідки			
		РХМ-4-01	РХМ-4	Козак-2М1	БРДМ-2РХБ
Можливості машини з ХБР розвідки районів, км^2/год, $v_{i\ розвід}$		*80*	*70*	*90*	*60*
Час на РХБ розвідку, год, $T_{розвід}^{опер}$		*10*	*10*	*10*	*10*
Коефіцієнт важливості машини, $K_{i\ розвід}$		*0,15*	*0,11*	*0,19*	*0,23*
Потрібний обсяг робіт, км^2, $S_{розвід}^{потр}$		*8640*			
Наявна номенклатура засобів ХБР розвідки, од. $x_{i\ розвід}$		-	-	-	*18*
Варіанти номенклатури засобів ХБР розвідки, од. $x_{i\ розвід}$	1	*4*	*6*	*4*	*9*
	2	*5*	*5*	*6*	*8*
	3	*4*	*6*	*7*	*7*
	4	*5*	*6*	*5*	*8*
Визначений раціональний варіант номенклатури засобів ХБР розвідки, од., $x_{i\ розвід}$	5	*6*	*4*	*6*	*7*

За результатами аналізу отриманих результатів виявлено, що для виконання потрібного обсягу завдань РХБ розвідки $S_{розвід}^{потр} = 8640\ км^2$ з урахуванням втрат необхідно від 20 до 24 одиниць засобів (машин) ХБР розвідки у складі бРХБз ОУВ (див. табл. 4, рис. 1).

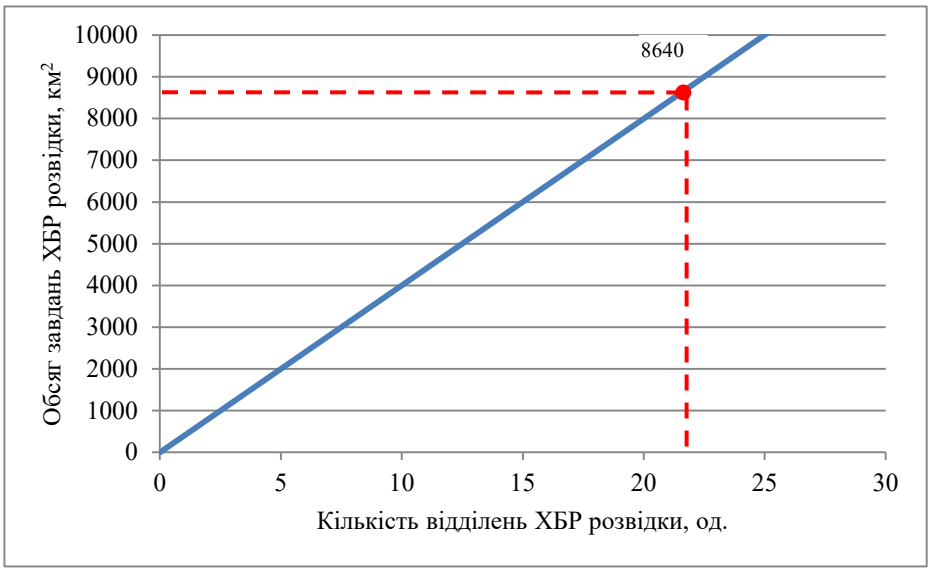


Рисунок 1 – Залежність виконання обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз (ХБР розвідки) від кількості засобів ХБР розвідки бХБРЯз ОУВ

Таким чином здійснюється визначення номенклатури та кількості рухомих засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз (на прикладі засобів ХБР розвідки *i*-го типу).

На цьому завдання із визначення номенклатури рухомих засобів для виконання обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз вважається виконаним.

Перспективами подальших досліджень є розроблення програмного забезпечення для скорочення часу роботи штабів та служб.

Результати й обговорення (Results and Discussions)

Отже, шляхом розширення переліку показників оцінювання функціонування засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз завдяки введенню додаткових показників часу та повноти виконання завдань виявлення й оцінювання обстановки (ХБР розвідки), удосконаленню способу визначення можливостей цих засобів шляхом використання коефіцієнтів важливості окремих зразків засобів визначено їхню номенклатуру для виконання обсягу завдань в умовах високого рівня загрози застосування противником ядерної зброї.

Це визначення означає, що результати оцінювання функціонування засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз залежать від рівня втрат засобів, які впливають на їхні можливості із виконання обсягу завдань під час бойових дій в умовах застосування противником ядерної зброї, номенклатури та кількості засобів виявлення й оцінювання обстановки (ХБР розвідки) та їхніх тактико-технічних характеристик.

Результати аналізу досліджень і публікацій показали, що питанням, які стосуються організації і здійснення захисту військ від ядерних загроз, зокрема виявлення й оцінювання ХБР обстановки, приділялася увага у низці робіт. Це, наприклад, загальні питання щодо організації та здійснення ХБР розвідки (радіаційний, хімічний, біологічний захист підрозділів, 2007), тактики військ радіаційного, хімічного, біологічного захисту стосовно виконання заходів з ХБР розвідки, обґрунтування тактичних розрахунків виконання завдань і заходів із ХБРЯ захисту, зокрема заходів із ХБР розвідки (Гутченко, Гишко, Прокоф'єв, 2017). Проте визначення номенклатури рухомих засобів для виконання обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз з урахуванням втрат цих засобів та їхньої важливості у зазначених дослідженнях і публікаціях не здійснювалось.

Досвід російсько-української війни переконує у тому, що під час ведення бойових дій в умовах ескалації рівня загроз обсяг завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз зростатиме, а можливості з їх виконання змінюватимуться. З огляду на зазначене, потрібно визначати номенклатуру засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз шляхом оцінювання їхніх характеристик, яке дозволить оцінити їхні можливості та важливість в умовах складної радіологічної обстановки, що було зроблено у статті за допомогою запропонованого методичного підходу.

Висновки (Conclusion)

Таким чином, представлений розширений перелік показників оцінювання функціонування засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз шляхом введення додаткових показників часу та повноти виконання завдань виявлення й оцінювання обстановки (ХБР розвідки), удосконалення способу визначення можливостей цих засобів завдяки використанню коефіцієнтів важливості окремих зразків засобів надав можливість визначити номенклатуру цих засобів для виконання обсягу завдань в умовах високого рівня загроз застосування противником ядерної зброї.

Дослідження показало, що результати оцінювання функціонування засобів виявлення й оцінювання ядерних загроз залежать від рівня втрат засобів, які впливають на їхні можливості із виконання обсягу завдань під час бойових дій в умовах застосування противником ядерної зброї, номенклатури та кількості засобів виявлення й оцінювання обстановки (ХБР розвідки) та їхніх тактико-технічних характеристик.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямі є дослідження завдань захисту від ХБР та ядерних загроз, а також розроблення з цією метою програмного забезпечення для скорочення часу роботи органів військового управління.

Рекомендації (Recommendations)

Матеріали публікації можуть бути корисними для посадових осіб органів військового управління, які здійснюють планування ХБРЯ захисту військ під час бойових дій. Результати зазначених розрахунків дозволять визначити номенклатуру засобів для виконання обсягу завдань виявлення й оцінювання ядерних загроз.

Посилання (References)

1. Гутченко А., Гишко В., Прокоф'єв В. Тактичні розрахунки із завдань служби РХБ захисту: метод. посіб. Харків. Харк. нац. ун-т повітряних сил ім. І. Кожедуба. 2017. С. 48.
2. Доктрина з хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ (сил). Командування Сил підтримки Збройних Сил України: ВКП 5(3)-00(03).01 від 26.10.2020. Київ. 2020. С. 35.
3. Загорка О. Порівняльне оцінювання зразків озброєння (комплексів і систем) за допомогою таксономічного методу. Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. Київ. 2004. № 3 (28). С. 96–102.
4. Інструкція "Хімічний, біологічний, радіологічний та ядерний захист в операціях НАТО". Командування Сил підтримки Збройних Сил України: ПТКП 10-25(263). Київ. 2023. С. 433.
5. Інформаційний бюлетень Державного департаменту США. URL: https://2001-2009.state.gov/t/vci/rls/prsrl/2008/102844.htm (дата звернення: 15.10.2022).
6. Інформаційний бюлетень. URL: https://www.washingtonpost.com/world/2022/10/05/russia-nuclear-weapons-military-arsenal/ (дата звернення: 08.10.2022).
7. Коваль В. Методичний підхід до оцінювання ефективності впровадження засобів автоматизації у роботу органів управління радіаційного, хімічного, біологічного захисту військ (сил). Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ. 2008. № 3 (3). С. 28–30.
8. Блекот О., Романюк В., Нікітін А., Коцюруба В. Методика оцінювання обстановки у надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру: навчально-методичний посібник. Київ. Нац. ун-т оборони України. 2018. С. 12.
9. Мещеряков І., Куртсеітов Т. Формування способів дій підрозділів РХБ захисту за досвідом військової агресії рф проти України. Проблемні питання організації підтримки дій військ (сил) Збройних Сил України в ході відбиття широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України (із врахуванням досвіду проведення операції об'єднаних сил). Зб. матер. наук.-практ. семін. (м. Київ. 27 квіт. 2023 р.). Київ. Нац. ун-т оборони України. С. 38–42.
10. Нікітін А., Висоцький П. Аналіз досвіду планування ХБРЯ захисту ОТУВ та застосування підрозділів РХБ захисту в умовах відсічі збройної агресії рф проти України. Проблемні питання організації підтримки дій військ (сил) Збройних Сил України в ході відбиття широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України (із врахуванням досвіду проведення операції об'єднаних сил). Зб. матер. наук.-практ. семін. (м. Київ. 27 квіт. 2023 р.). Київ. Нац. ун-т оборони України. С. 23–24.
11. Про затвердження Інструкції з функціонування системи попередження й оповіщення про хімічну, біологічну, радіологічну та ядерну загрозу (інцидент) у системі Міністерства оборони України. Наказ Міністерства оборони України від 22.03.2023

№ 152/нм. Київ. 2023. С. 43.
12. Ракетні війська стратегічного призначення Російської Федерації. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki (дата звернення: 08.10.2022).
13. Слободяник В., Севостьянов І., Швець О., Долгаленко О. Методика оцінки військово-технічного рівня і перспектив розвитку приладів радіаційної, хімічної, біологічної розвідки. Зб. наук. пр. ЦНДІ озброєння та військової техніки ЗС України. Київ. 2023. № 1 (75). С. 152–158.
14. Теплоухов Б. Зброя масового ураження та захист від неї: метод. посібник. Київ. Військовий ін-т Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. 2008. С. 100.
15. Уроки російсько-української війни 2022 року: воєнні аспекти (Інф.-аналіт. матер. Звіт № 19). Досвід застосування частин і підрозділів Сил підтримки Збройних Сил України в умовах широкомасштабної агресії російської федерації проти України. Київ. ЦНДІ ЗС України. 2022. Інв. № 18339. С. 132.
16. Чернявський І. Повнота радіаційної розвідки – критерій якості виявлення фактичної радіаційної обстановки у сучасних умовах. Актуальні проблеми моделювання ризиків і загроз виникнення надзвичайних ситуацій на об’єктах критичної інфраструктури. Матер. міжн. наук.-практ. конф. (м. Київ. 20–21 квіт. 2015 р.). Київ. УНДІ ЦЗ. 2015. С. 35–36.

References

1. Hutchenko, A., Hyshko, V., Prokofiev, V. Tactical calculations on the CBRN protection service's tasks: methodological manual. (2017). Kharkiv. Kharkiv National University of Air Force named after I. Kozhedub. P. 48.
2. Doctrine on Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Protection of Troops (Forces). Support Forces Command of the Armed Forces of Ukraine: (2020). VKP 5(3)-00(03).01 of 26.10.2020. Kyiv. P. 35.
3. Zahorka, O. Comparative assessment of weapons samples (complexes and systems) using the taxonomic method. (2004). Scientific Proceedings of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine. Kyiv. № 3 (28). P. 96-102.
4. Instruction "Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Protection in NATO Operations". Support Forces Command of the Armed Forces of Ukraine: (2023). PTKP 10-25(263). Kyiv.
P. 433.
5. Fact Sheet of the US Department of State. (2009).
https://2001-2009.state.gov/t/vci/rls/prsrl/2008/ 102844. htm (accessed 15.10.2022).
6. Information sheet. (2022).
https://www.washingtonpost.com/world/2022/10/05/russia-nuclear-weapons-military-arsenal/ (accessed 08.10.2022).
7. Koval, V. Methodical approach to assessing the effectiveness of the automatisation assets’ integration into the work of radiation, chemical and biological defence in troops’ (forces’) command and control bodies. (2008). Modern information technologies in the field of security and defence. Kyiv. № 3 (3). P. 28-30.
8. Blekot, O., Romaniuk, V., Nikitin, A., Kotsiuruba, V. Methodology for assessing the situation in emergency situations of technogenic and natural character: a study guide. (2018). Kyiv. National Defence University of Ukraine. P. 12.
9. Meshcheriakov, I., Kurtseitov, T. CBR defence units' action modes formation based on the

experience of russian military aggression against Ukraine. (2023). Problematic issues of organising support activities of the troops (forces) of the Armed Forces of Ukraine in the counteracting course the large-scale armed aggression of the russian federation against Ukraine (taking into account the experience of the joint forces operation). *Scientific and practical seminars materials' collection* (Kyiv, 27 April). Kyiv. National Defence University of Ukraine.
P. 38-42.

10. Nikitin, A., Vysotskyi, P. CBRN planning experience analysis for the protection of military facilities and the use of CBRN defence units in the counteracting course of russian federation against Ukraine armed aggression. (2023). Problematic issues of organising support activities of the troops (forces) of the Armed Forces of Ukraine in the counteracting course the large- scale armed aggression of the russian federation against Ukraine (taking into account the experience of the joint forces operation). *Scientific and practical seminars materials' collection* (Kyiv. 27 April). Kyiv. National Defence University of Ukraine. P. 23-24.
11. Regarding the Instruction on the Functioning of the System of Prevention and Warning of Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Threats (Incidents) in the System of the Ministry of Defence of Ukraine's Approval. (2023). Decree of the Ministry of Defence of Ukraine of 22.03.2023 No. 152/nm. Kyiv. P. 43.
12. Strategic Missile Forces of the russian federation. (2022). https://uk.wikipedia.org/wiki (accessed 08.10.2022).
13. Slobodianyk, V., Sevostianov, I., Shvets, O. & Dolhalenko, O. (2023). Methodology for Assessing the Military-Technical Level and Prospects for the Development of Radiation, Chemical, and Biological Reconnaissance Devices. *Scientific Proceedings of the Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine*. Kyiv. № 1 (75). P. 152-158.
14. Teploukhov, B. Weapons of mass destruction and protection against them: methodological guide. (2008). Kyiv. Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv.
P. 100.
15. Lessons of the russian-Ukrainian War of 2022: Military Aspects (2022). (Information and Analytical Report No. 19). Experience of using the units and subdivisions of the Support Forces of the Armed Forces of Ukraine in the context of the russian federation's large-scale aggression against Ukraine. Kyiv. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine. Inv. no. 18339. P. 132.
16. Completeness of radiation survey is a criterion for the quality of actual radiation situation in modern conditions' detection. (2015). Actual problems of modelling risks and threats of emergencies at critical infrastructure facilities. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Kyiv, 20-21 April). Kyiv. Ukrainian Research Institute of Civil Defence.
P. 35-36.

Центральний науково-дослідний інститут
Збройних Сил України
Military Science. Vol. 2 No. 1 (2024)

Methodological approach to determining the nomenclature of mobile assets for acomplishment the tasks of nuclear threat detection and assessment

Kostiantyn Furmanov
PhD in Military Science, senior staff scientist Chief of scientific-research derectorate

The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine 03049, 28B Povitroflotskyi Avenue, Kyiv, Ukraine

e-mail: k.furmanov16@gmal.com

ORCID: 0000-0002-0049-8959

Oleh Hutchenko
PhD in Military Science, senior staff scientist Chief of scientific-research branch

The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine 03049, 28B Povitroflotskyi Avenue, Kyiv, Ukraine

e-mail: gutchenko.oleg@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1724-6918

Kateryna Hutchenko PhD in medicine
Scientist
The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine 03049, 28B Povitroflotskyi Avenue, Kyiv, Ukraine

e-mail: dr.gutches@ukr.net
ORCID: 0009-0008-6377-7745

Abstract. The relevance of the article is due to the fact that in the context of countering large- scale aggression, Ukraine's actions to de-occupy the captured territories and implementing its strategic course to join the European community and NATO, there are potential threats from the russian federation. Continuing its hostile rhetoric, terrorising Ukraine with missile strikes, the russian leadership threatens to use nuclear weapons, which poses the highest level of danger and

can lead to large-scale radiation contamination (Lessons of the russian-Ukrainian war 2022: military aspects, 2022).

Taking into consideration this state of the security environment, it is necessary to respond effectively to nuclear threats and ensure reliable protection of troops, which, in their turn, should be ready to act in radiation contamination conditions. This requires the Armed Forces of Ukraine to effectively train military units of chemical, biological, radiological and nuclear defence capable of performing their assigned tasks and, in the further future, to be ready to detect and assess nuclear threats in joint actions (operations) with the units of NATO member states. All this requires solving problematic issues related to the nomenclature of chemical, biological, radiological and nuclear defence equipment of the Armed Forces of Ukraine to ensure the required level of protection of troops. Especially challenging tasks in the current environment are the detection and assessment of the chemical, biological and radiological situation of the movement routes and areas of troops' concentration, the covering of troops and facilities of the Armed Forces of Ukraine from reconnaissance and destruction by modern precision weapons, and the liquidation of the chemical,biological and radiological contamination consequences. To a large extent, the maximum reduction of troop losses during actions in conditions of chemical, biological and radiological contamination is ensured by the application of existing and prospective assets of chemical, biological, radiological and nuclear defence However, it is impossible to make reasonable decisions on the nomenclature of mobile chemical, biological, radiological and nuclear defence equipment without determining the amount of losses of chemical, biological, radiological and nuclear defence equipment during the conduct of tasks in the operations of the Armed Forces of Ukraine in accordance with the trends in the development of the Armed Forces of Ukraine, forms and methods of warfare, and assets of combat actions.

To solve this problematic issue, we propose a methodological approach to determining the nomenclature on the example of mobile assets to fulfil the scope of tasks for detecting and assessing nuclear threats.

The methodological approach will allow to formulate substantiated practical recommendations regarding the procedure for determining the nomenclature of chemical, biological, radiological and nuclear protection assets. The article presents the nomenclature of nuclear threat detection and assessment, which depends on the scope of detection and assessment tasks and the capabilities of assets used to accomplish these tasks. The materials of the article may be useful for officials of military command and control bodies involved in planning chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) defence during combat actions..

Keywords: nuclear threats, assets, scope of tasks, capabilities, nomenclature, characteristics.