

# Методика визначення обсягу завдань хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ під час дій в умовах радіоактивного та хімічного зараження

## Methodology for determining the scope of tasks of chemical, biological, radiological and nuclear protection of troops during operations in conditions of radioactive and chemical contamination

**Сергій Поплавець<sup>A</sup>**

**Corresponding author:** доктор філософії (PhD), професор кафедри, e-mail: [serg751505@gmail.com](mailto:serg751505@gmail.com), ORCID: 0009-0003-7538-0941

**Микола Швець<sup>B</sup>**

Доктор філософії (PhD), провідний науковий співробітник наукового відділу, e-mail: [1pochtoviy.box@ukr.net](mailto:1pochtoviy.box@ukr.net), ORCID: 0000-0001-7505-6234

**Сергій Буряк<sup>B</sup>**

Доктор філософії (PhD), доцент кафедри, e-mail: [seeergey2022@gmail.com](mailto:seeergey2022@gmail.com), ORCID: 0000-0002-2847-0595

**Serhii Poplavets<sup>A</sup>**

**Corresponding author:** Doctor of Philosophy, professor of the department, e-mail: [serg751505@gmail.com](mailto:serg751505@gmail.com), ORCID: 0009-0003-7538-0941

**Mykola Shvets<sup>B</sup>**

Doctor of Philosophy, leading researcher of the scientific department, e-mail: [1pochtoviy.box@ukr.net](mailto:1pochtoviy.box@ukr.net), ORCID: 0000-0001-7505-6234

**Serhii Buriak<sup>B</sup>**

Doctor of Philosophy, associate professor of the department, e-mail: [seeergey2022@gmail.com](mailto:seeergey2022@gmail.com), ORCID: 0000-0002-2847-0595

<sup>A</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, Україна

<sup>B</sup> Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

<sup>A</sup> Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, Ukraine

<sup>B</sup> National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

**Received:** June 19, 2024 | **Revised:** June 29, 2024 | **Accepted:** June 30, 2024

**DOI:** 10.33445/sds.2024.14.3.14

**Мета роботи:** визначення обсягу завдань хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ під час дій в умовах радіоактивного та хімічного зараження.

**Метод:** логіко-аналітичний.

**Результати дослідження:** розроблено методику визначення обсягу завдань хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ під час дій в умовах радіоактивного та хімічного зараження, яка на відміну від існуючих ґрунтується на логіко-аналітичному методі та охоплює необхідний комплекс заходів ХБРЯ заходів у разі виникнення складної радіаційної і хімічної обстановки.

**Теоретична цінність дослідження:** формування та розв'язання задач щодо визначення обсягу завдань хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ під час дій в умовах радіоактивного та хімічного зараження, з використанням традиційних методів дедукції та індукції.

**Тип статті:** описовий та розрахунково-аналітичний.

**Purpose:** determination of the scope of radiation, chemical, biological protection measures to perform tasks in conditions of radioactive and chemical contamination.

**Method:** logical-analytical.

**Findings:** a methodology for determining the scope of radiation, chemical, biological protection measures for the performance of tasks in conditions of radioactive and chemical contamination has been developed, which, unlike the existing ones, is based on a logical-analytical method and covers a set of measures necessary for the performance of tasks in the event of a radiation, chemical, dangerous situation.

**Theoretical implications:** formation and solving of problems regarding the determination of the scope of radiation, chemical, biological protection measures to perform tasks in conditions of radioactive and chemical contamination, using traditional methods of deduction and induction.

**Papertype:** descriptive and computational and analytical.

**Ключові слова:** обсяг, завдання, показник, захист, зараження, радіаційний, хімічний, радіологічний.

**Keywords:** scope of measures, indicators, radioactive and chemical contamination, radiation, chemical, biological protection.

### Вступ

Україна відноситься до держав з високим рівнем розвитку атомної енергетики. На території України діє чотири атомні електростанції та об'єкт укриття, які використовують 15 атомних енергетичних установок, 6 з яких знаходяться на Запорізький АЕС, яка окупована російськими військами у ході широкомасштабного вторгнення РФ на територію України, ще 4 атомні

енергетичні установки (одна з яких зруйнована) знаходяться на зупиненій Чорнобильській АЕС. Крім цього, на території України знаходиться велика кількість підприємств хімічної промисловості зі сховищами небезпечних хімічних речовин. В умовах ведення сучасних бойових дій є випадки застосування противником невідомих хімічних речовин та часом зростає ймовірність застосування рф нестратегічної ядерної зброї.

Досвід РУВ та локальних війн сучасності дає усі підстави стверджувати, що у ході ведення бойових дій звичайною зброєю можливе як супутнє так і навмисне зруйнування підприємств атомної енергетики та хімічної промисловості. Це призводить до виникнення складної радіаційної і хімічної обстановки [1]. В умовах виникнення радіаційного та хімічного зараження виникає необхідність у виявленні та оцінюванні радіаційної і хімічної обстановки, підтриманні живучості військ в цих умовах та ліквідації наслідків радіаційного і хімічного зараження. Більш складні завдання, які потребують використання спеціальної техніки і навичок, виконують підрозділи радіаційного, хімічного, біологічного захисту.

### **Теоретичні основи дослідження**

Аналіз підходів до побудови структури системи хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного (ХБРЯ) захисту військ (сил) [1-7], дозволяє зробити висновки, що під час генерування різних сценаріїв в умовах радіаційного та хімічного (РХ) зараження, основною складовою у цій системі є визначення обсягу завдань ХБРЯ захисту, що в подальшому дозволить його виконати оптимальним складом сил та засобів.

У роботах [1, 2, 8, 9] не враховані всі умови і фактори, які впливають на ефективність виконання завдань та заходів ХБРЯ захисту військ (сил), що в подальшому впливає на прогноз РХ обстановки, визначення обсягу завдань та заходів ХБРЯ захисту військ (сил) та визначення відповідних сил та засобів. Роботи [1, 2, 10] не враховують часові показники виконання визначених обсягів завдань та кількість сил і засобів РХБ захисту, що не дозволяє розв'язати оптимізаційну задачу щодо вибору оптимального комплексу сил та засобів РХБ захисту, яким можливо виконати завдання за визначений (мінімальний) час.

Ряд наукових робіт щодо оцінювання ефективності системи ХБРЯ захисту військ [5, 11] та визначення раціонального складу сил та засобів РХБ захисту [1-4], враховують комплекс заходів для створення раціональної моделі системи ХБРЯ захисту по виконанню завдань та заходів ХБРЯ захисту з урахуванням ресурсних обмежень та максимізації їх ефективності. У ході побудови такої моделі системи ХБРЯ захисту необхідно не тільки визначити обсяги завдань ХБР захисту [1-3, 6, 7] за можливими сценаріями розвитку обстановки під час зруйнування РХН об'єктів, а й сформулювати та розв'язати оптимізаційну задачу мінімізації часу виконання завдань з обмеженнями на обсяг сил та засобів РХБ захисту або визначити оптимальний склад сил та засобів РХБ захисту, який може виконати весь обсяг визначених завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що питанню раціонального розподілу обмеженого ресурсу присвячена велика кількість праць, серед яких є такі як [12-17]. При цьому, в [12-14] більш повно розглянуті градієнтні методи оптимізації. Методи лінійного програмування розглядалися в [15-16]. Але розглянуті в [15-16] підходи не дозволяють в повній мірі врахувати різну пріоритетність об'єктів забезпечення. В цілому ні в одній із праць [12-17] в прямій постановці за мету не ставилось вирішення прикладної задачі щодо визначення обсягу завдань ХБРЯ захисту з формуванням оптимального розподілу сил і засобів для їх виконання. Тому така задача із врахуванням вищезазначених умов формалізована не була.

### **Постановка проблеми**

Аналіз сучасних операцій у ході РУВ та досвід локальних війн сучасності показує, що можливе застосування противником зброї масового ураження (ЗМУ), а також зруйнування РХН об'єктів

вимагають від командирів, штабів, начальників родів військ і спеціальних військ і служб швидкої та об'єктивної оцінки обстановки, проведення в обмежені терміни ліквідації наслідків РХ зараження, підтримання живучості та відновлення боєздатності військ і здійснення маневру збереженими силами і засобами. Сьогодні реально існують загрози, які пов'язані з міжнародним тероризмом та, особливо, з можливим заволодінням і використанням систем ядерної, хімічної й біологічної зброї або окремих її елементів [1, 18, 19]. Зазначені обставини свідчать, що питання ХБРЯ захисту збройних сил і населення у сучасних умовах залишається досить актуальним в умовах потужних промислових агломерацій і обмежених можливостях існуючого складу сил та засобів РХБ захисту щодо виконання необхідних заходів ХБРЯ захисту. Під час РХ зараження, для визначення оптимального складу сил та засобів РХБ захисту військ (сил) необхідно не тільки визначити обсяги заходів за ймовірними сценаріями розвитку обстановки, а й поставити та розв'язати оптимізаційну задачу мінімізації часу виконання заходів з обмеженнями на обсяг сил та засобів РХБ захисту військ (сил). Вказані особливості вимагають розробки методики визначення обсягу завдань ХБРЯ захисту для виконання завдань в умовах РХ зараження.

## Результати

Визначення обсягу завдань хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ під час дій в умовах радіоактивного та хімічного зараження сформовані у вигляді часткових методик.

У ході визначення обсягу проведення радіаційної та хімічної розвідки під час руйнування АЕС, хімічно-небезпечних об'єктів (ХНО) або при застосуванні противником ядерної та хімічної зброї, основними показниками є:

- кількість та протяжність маршрутів, що підлягають РХ розвідці;
- кількість та площа районів, що підлягають РХ розвідці.

Складові часткової методики визначення обсягу проведення РХ розвідки представлені на рисунку 1.

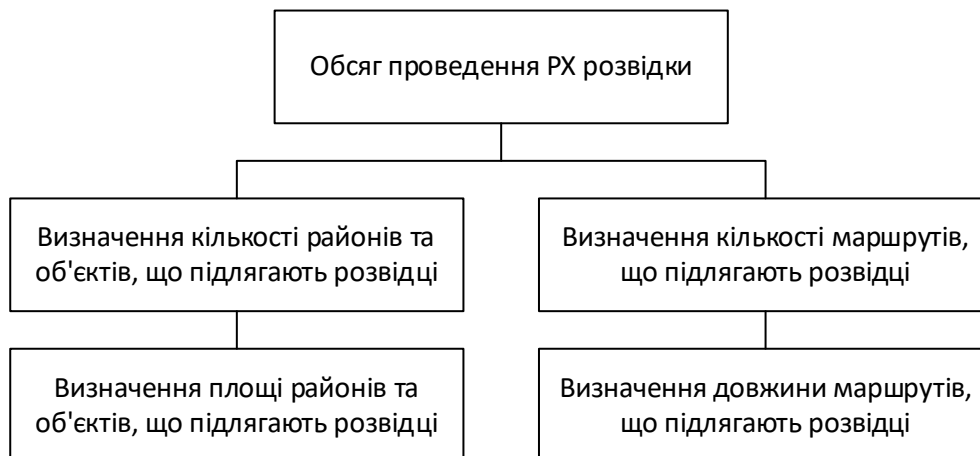


Рисунок 1 – Складові часткової методики визначення обсягу з РХ розвідки

Зазначені вище показники визначаються масштабами РХ зараження. Запланований обсяг може перевищувати реально можливий обсяг завдань, так як в ході виникнення складної РХ обстановки не всі райони і маршрути можуть бути заражені. Характер місцевості суттєво впливає на обсяг РХ розвідки, що підтверджується коефіцієнтами місцевості для визначення швидкості ведення РХ розвідки в особливих умовах (табл. 1) [20].

**Таблиця 1 – Коефіцієнти місцевості для визначення швидкості ведення радіаційної та хімічної розвідки в особливих умовах**

| Характер місцевості                               | Наземна РХ розвідка |         |         | Повітряна РХ розвідка |                 |
|---------------------------------------------------|---------------------|---------|---------|-----------------------|-----------------|
|                                                   | вдень               | вночі   | взимку  | вдень                 | вночі           |
| Гірські дороги                                    | 0,8/0,7             | 0,6/0,7 | 0,4/0,7 | 0,8/0,5               | 0,8/не ведеться |
| Пустинна: бездоріжжя / горбисті піски             | 0,6/0,6             | 0,4/0,6 | 0,4/0,6 | 1/1                   | 0,8/не ведеться |
| Бездоріжжя / піщані рівнини                       | 0,7/0,6             | 0,6/0,6 | 0,6/0,6 | 1/1                   | 0,8/не ведеться |
| Рівнинна (слабо пересічена / середньо пересічена) | 1/1                 | 0,8/0,8 | 0,8/0,8 | 1/1                   | 0,8/не ведеться |

Загальна кількість районів, що підлягають РХ розвідці в угрупованні, буде складатися із суми районів в кожній частині (підрозділі) та визначатися за формулою:

$$K_p = \sum_{i=1}^n K_{p_i}^{u(n)} + K_p^y \quad (1)$$

де  $n$  – кількість частин (підрозділів);  
 $K_{p_i}^{u(n)}$  – кількість районів в кожній  $n$ -ій частині (підрозділі), що підлягають розвідці;  
 $K_p^y$  – кількість районів при командних пунктах (КП), пунктах управління (ПУ) угрупованні, що підлягають розвідці.

Сумарна площа районів, що підлягають РХ розвідці визначається за формулою:

$$S_p = \left( \sum_{i=1}^n K_{p_i}^{u(n)} \cdot S_i + \sum_{j=1}^m K_p^y \cdot S_j^y \right) \cdot K_M \quad (2)$$

де  $S_i$  – площа  $i$ -го району, що підлягає розвідці в кожній частині (підрозділі) угруповання, км<sup>2</sup>;  
 $m$  – кількість елементів бойового порядку при КП (ПУ) частин (підрозділів);  
 $S_j^y$  – площа  $j$ -го району, що підлягає розвідці при КП (ПУ) частин (підрозділів), км<sup>2</sup>;  
 $K_M$  – коефіцієнт місцевості (таблиця 1).

Загальна кількість маршрутів ( $K_{марш}$ ), що підлягають розвідці, буде складатися з суми маршрутів у кожній частині (підрозділі) і при управлінні угрупованням та визначається співвідношенням:

$$K_{марш} = \sum_{i=1}^n K_{M_i}^{u(n)} + \sum_{j=1}^m K_{M_j}^y \quad (3)$$

де  $K_{M_i}^{u(n)}$  – кількість маршрутів у кожній  $i$ -ій частині (підрозділі), що підлягають розвідці;  
 $K_{M_j}^y$  – кількість  $j$ -х маршрутів при КП (ПУ) угруповання, що підлягають розвідці.

Протяжність маршрутів, які підлягають розвідці запишемо у вигляді:

$$L_M = \left( \sum_{i=1}^n K_{M_i}^{u(n)} \cdot L_{M_i}^{u(n)} + \sum_{j=1}^m K_{M_j}^y \cdot L_{M_j}^y \right) \cdot K_M \quad (4)$$

де  $L_{M_i}^{z(q,n)}$ ,  $L_{M_j}^y$  – протяжність  $i$ -го маршруту, що підлягає розвідці в кожній  $j$ -ій частині (підрозділі) та  $j$ -го маршруту при управлінні угрупованням, км.

Таким чином, з використанням даної часткової методики розраховується обсяг проведення РХ розвідки для угруповання, що вибирається для дослідження.

Часткова методика визначення обсягу проведення РХ контролю (рис. 2) сформована з складових

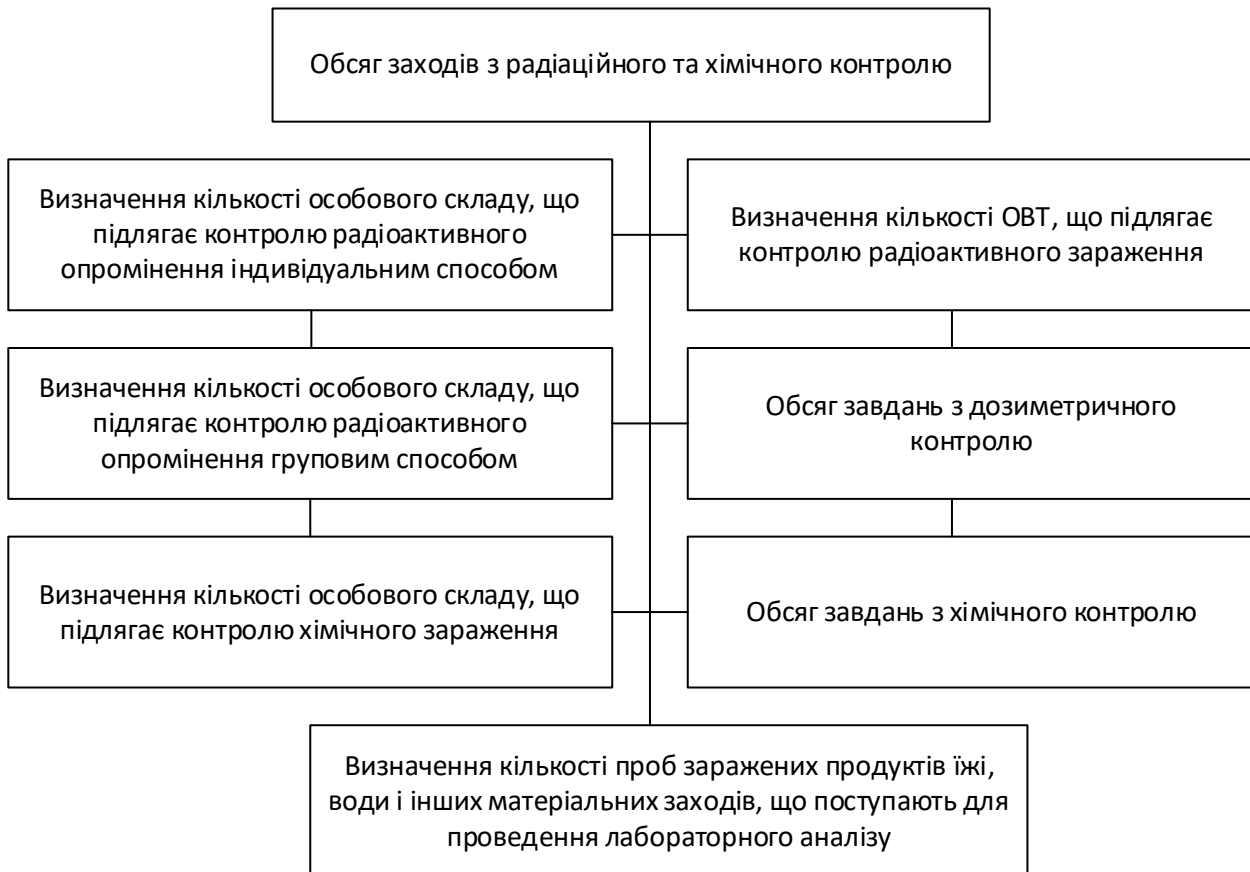


Рисунок 2 – Складові часткової методики визначення обсягу заходів з РХ контролю

РХ контроль включає три самостійні заходи, які відрізняються за метою, змістом, засобами та способами їх виконання [21]:

- військовий контроль опромінення особового складу;
- контроль радіоактивного зараження (РЗ);
- контроль хімічного зараження (забруднення) (ХЗ) особового складу, озброєння та військової техніки (ОБТ).

Обсяг заходів з РХ контролю оцінюється наступними показниками:

- кількість особового складу, що підлягає контролю радіоактивного опромінення індивідуальним способом;
- кількість особового складу, що підлягає контролю радіоактивного опромінення груповим способом;
- кількість особового складу, що підлягає контролю РЗ;
- кількість ОБТ, що підлягає контролю РЗ;
- кількість особового складу, що підлягає контролю ХЗ;
- кількість ОБТ, що підлягає контролю ХЗ.

Військовий контроль опромінення особового складу проводиться для визначення боєздатності військ в радіаційному відношенні. Він охоплює весь особовий склад незалежно

від характеру його діяльності [21] та досягається в ході проведення військового контролю опромінення індивідуальним і груповим способами.

Обсяг заходів з військового контролю опромінення в частині (підрозділі) визначається виходячи з чисельності особового складу:

$$O_{ВКО} = O_{контр}^{інд} + O_{контр}^{гр}, \quad (5)$$

де  $O_{контр}^{інд}$  – обсяг заходів військового контролю опромінення, що проведений індивідуальним способом;  
 $O_{контр}^{гр}$  – обсяг заходів військового контролю опромінення, що проведений груповим способом.

Обсяг заходів військового контролю опромінення, який проводиться індивідуальним способом, залежить від чисельності всього особового складу з урахуванням тих хто знаходиться у відриві від своїх частин (підрозділів) всіх військових ланок і визначається співвідношенням:

$$O_{контр}^{інд} = \sum_{i=1}^n (N_{оф_i}^{ч(n)} + N_{ср_i}^{ч(n)} + N_{відр_i}^{ч(n)}) + N_{оф}^y + N_{ср}^y + N_{відр}^y, \quad (6)$$

де  $n$  – кількість з'єднань (частин, підрозділів);  
 $N_{оф_i}^{ч(n)}$  – чисельність офіцерського складу частин (підрозділів);  
 $N_{ср_i}^{ч(n)}$  – чисельність сержантського та солдатського складу частин (підрозділів);  
 $N_{відр_i}^{ч(n)}$  – чисельність особового складу частин (підрозділів), які знаходяться у відриві від них;  
 $N_{оф}^y$  – чисельність офіцерського складу управління угруповання;  
 $N_{ср}^y$  – чисельність сержантського та солдатського складу управління угруповання;  
 $N_{відр}^y$  – чисельність особового складу управління угруповання, що знаходиться у відриві.

Обсяг заходів військового контролю опромінення, який проводиться груповим способом, залежить від кількості обслуг (розрахунків), відділень і взводів, що виконують бойову задачу в однакових умовах радіаційної захищеності. Для угруповання цей обсяг заходів розраховується наступним чином:

$$O_{контр}^{гр} = \sum_{i=1}^n (m_i^{ч(n)} \cdot N_{оc_i}) + \sum_{j=1}^m (m_j^y \cdot N_{оc_j}), \quad (7)$$

де  $m_i^{ч(n)}, m_j^y$  – кількість обслуг (розрахунків), відділень, взводів  $i$ -ої частини (підрозділу) та при  $j$ -тому КП (ПУ) угруповання, чол.;  
 $N_{оc_i}, N_{оc_j}$  – кількість особового складу кожної обслуг (розрахунку), відділень, взводів  $i$ -ої частини (підрозділу) та при  $j$ -тому КП (ПУ) угруповання, чол., відповідно.

Контроль РЗ здійснюється з метою визначення обсягу дезактиваційних робіт або повноти їх проведення, а також можливості використання продуктів харчування і води [21].

Результати контролю відображаються кількістю зараженого особового складу та ОВТ, що знаходиться в районі руйнувань РХН об'єктів в зоні відповідальності угруповання, а також кількістю проб заражених продуктів харчування, води і інших матеріальних засобів, що поступають на лабораторний аналіз, що і є основними показниками даного заходу. Тобто обсяг заходів радіаційного контролю буде, в основному, визначатися масштабами РЗ.

Необхідність проведення контролю РЗ ОБТ може виникнути у випадку передислокації заражених підрозділів на незаражені позиції, при подоланні підрозділами значних за площею зон РЗ в ході маневру, а також у випадку виводу ОБТ з заражених позицій в незаражені райони для здійснення ремонту.

Контроль РЗ особового складу, в основному, варто здійснювати одночасно з контролем ОБТ у викладених вище випадках, а також при вході особового складу у захищені споруди із заражених позицій.

Обсяг заходів з контролю РЗ особового складу та ОБТ з урахуванням специфіки виконання бойової задачі кожною частиною (підрозділом) в умовах зараження визначається:

$$O_{крз}^{OC} = \sum_{i=1}^n K_{OC_i} + \sum_{o=1}^m K_{OC_j} + \sum_{z=1}^k K_{OC_z} + \sum_{\mu=1}^l K_{OC_{\mu}} \quad (8)$$

$$O_{крз}^{OBT} = \sum_{i=1}^n K_{OBT_i} + \sum_{o=1}^m K_{OBT_j} + \sum_{z=1}^k K_{OBT_z} \quad (9)$$

- де  $n$  – кількість підрозділів, що здійснюють маневр із заражених позицій на незаражені;  
 $m$  – кількість підрозділів, що долають зони РЗ в ході маневру;  
 $k$  – кількість підрозділів, що вимагають проведення ремонту зараженого ОБТ у незаражених районах;  
 $l$  – кількість змін (розрахунків), які використовують захищені споруди на заражених позиціях;  
 $K_{OC}$  – кількість особового складу, які знаходяться у перерахованих вище підрозділах, змінах (розрахунках), чол.;  
 $K_{OBT}$  – кількість ОБТ, що знаходиться у перерахованих вище підрозділах, од.

Хімічний контроль проводиться з метою визначення необхідності і повноти дегазації ОБТ, матеріальних засобів, знезараження води та продовольства, встановлення можливості дій особового складу без засобів захисту, а також визначення фактів застосування противником невідомих отруйних речовин.

Внаслідок великих відмінностей в характері укриття, розташування особового складу і техніки в районах КП та на позиціях підрозділів проводити аналіз хімічної обстановки по одному забрудненому елементу немає можливості. Тобто всі і все, що опинилося в зонах хімічного забруднення, повинні пройти хімічний контроль.

Обсяг завдань з хімічного контролю визначається за співвідношеннями:

$$O_{хк}^{OC} = \sum_{i=1}^n K_{OC_i} \quad (10)$$

$$O_{хк}^{OBT} = \sum_{i=1}^n K_{OBT_i} \quad (11)$$

- де  $n$  – кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів), що опинилися в зонах дії ХЗ;  
 $K_{OC_i}$  – кількість особового складу  $i$ -го елементу бойового порядку частин (підрозділів), що опинилися в зонах дії ХЗ, чол.;  
 $K_{OBT_i}$  – кількість ОБТ  $i$ -го елементу бойового порядку частин (підрозділів), що опинилися в зонах дії ХЗ, од.

Кількість особового складу та ОВТ елементів бойового порядку частин (підрозділів), що опинилися в зонах ХЗ визначаються наступним чином:

$$K_{OC_i} = D \cdot N_{OC} \cdot K_{I3OC}^y, \quad (12)$$

$$K_{OBT_i} = D \cdot N_{OBT} \cdot K_{I3OBT}^y, \quad (13)$$

$$D = \frac{S_{\pi}}{S_{\pi 3}} \leq 1 \quad (14)$$

- де  $D$  – частка елементів бойового порядку, що опинилися в зоні ХЗ;  
 $S_{\pi 3}$  – площа ХЗ, м<sup>2</sup>;  
 $S_{\pi}$  – площа елементів бойового порядку, що опинилися в зоні ХЗ, м<sup>2</sup>;  
 $N_{OC}$  – кількість особового складу на площі ХЗ, чол.;  
 $N_{OBT}$  – кількість ОВТ на площі ХЗ, од.;  
 $K_{I3OC}^y$  – усереднений коефіцієнт інженерної захищеності особового складу на площі ХЗ [21];  
 $K_{I3OBT}^y$  – усереднений коефіцієнт інженерної захищеності ОВТ [21].

Кількість забруднених проб, які потребують лабораторного аналізу, залежать від масштабів ХЗ, а також районів забруднених небезпечними хімічними речовинами (НХР).

Як правило взяття проб будуть здійснювати розрахунки, які проводять РХ розвідку.

Отже, орієнтовно визначити кількісні характеристики представляється можливим тільки шляхом використання даних про можливе зараження елементів бойового порядку угруповання РР, отруйними речовинами (ОР) та НХР.

Кількість заражених проб, що потребують лабораторного аналізу визначаються у вигляді:

$$K_{\pi}^{zap} = \sum_{i=1}^n K_{\pi_i}^{zap} + \sum_{j=1}^m K_{\pi_j}^{zap} + \sum_{z=1}^k K_{\pi_z}^{zap}, \quad (15)$$

- де  $n$  – кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів), що опинилися в зонах дії РЗ;  
 $K_{\pi_i}^{zap}$  – кількість заражених проб у кожному  $i$ -му елементі бойового порядку;  
 $m$  – кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів), що опинилися в районах застосування ОР;  
 $K_{\pi_j}^{zap}$  – кількість заражених проб в кожному  $j$ -му елементі бойового порядку частин (підрозділів);  
 $k$  – кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів), що опинилися в зонах дії НХР;  
 $K_{\pi_z}^{zap}$  – кількість заражених проб в кожному  $z$ -му елементі бойового порядку частин (підрозділів).

Таким чином, використовуючи дані про РХ зараження (забруднення) та НХР визначається обсяг заходів по РХ контролю в частинах (підрозділах) угруповання.

Для прийняття рішення на ведення бойових дій в умовах РХ зараження, командир угруповання та його штаб повинні мати у своєму розпорядженні як найбільш повну і своєчасну інформацію про фактичний стан і ступені РХ зараження елементів бойового порядку угруповання, частин (підрозділів), шляхів підвозу, маневру та евакуації.

Структура часткової методики визначення обсягу заходів збору, узагальнення, обробки та видачі інформації про ХБРЯ обстановку представлена на рисунку 3 [22, 23].

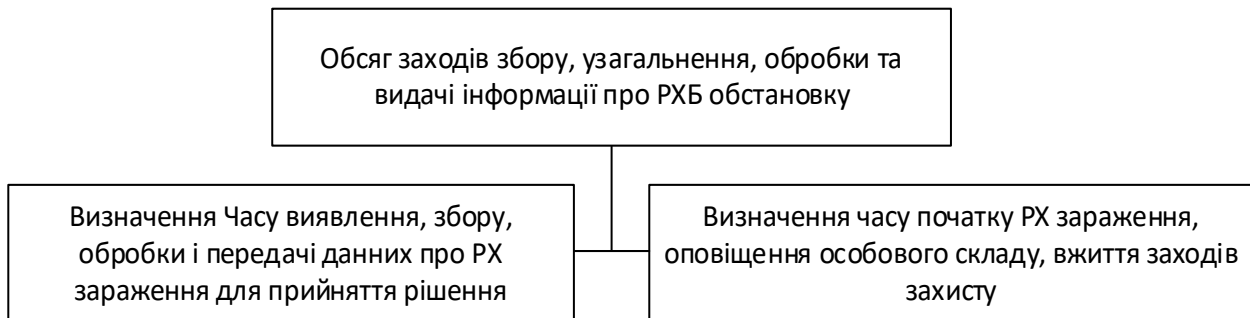


Рисунок 3 – Структура часткової методики визначення обсягу заходів збору, узагальнення, обробки та видачі інформації про ХБРЯ обстановку

За допомогою інформації про ХБРЯ обстановку визначаються:

- гранично допустимі строки перебування особового складу на зараженій місцевості; максимальна і безпечна тривалість боєздатності підрозділів;
- можливі радіаційні та хімічні втрати особового складу підрозділів;
- строки і способи маневру частин (підрозділів) на запасні позиції;
- заходи і строки відновлення боєздатності військ.

Необхідна оперативність прийняття рішення командиром угруповання забезпечується відповідністю циклу прийняття рішення умовам ХБРЯ обстановки. Показник оперативності – ймовірність того, що рішення буде прийнято за час, який забезпечує його реалізацію підпорядкованими частинами (підрозділами). Цей показник залежить від наявного та потрібного часу.

Потрібний час необхідний для вирішення задач управління за умов РХ зараження визначається у вигляді [22, 23]:

$$T_{\text{потр}} = t_{\text{в}} + t_{\text{з}} + t_{\text{о}} + t_{\text{п}}, \quad (16)$$

де  $t_{\text{в}}, t_{\text{з}}, t_{\text{о}}, t_{\text{п}}$  – час на виявлення, збір, обробку і передачу даних про РХ зараження, відповідно.

Вирішення заходів РХ розвідки та встановлення початку РХ зараження здійснюється з метою негайного вжиття необхідних заходів захисту з урахуванням наявного часу та буде визначатися тривалістю виявлення початку зараження, оповіщення особового складу і вжиття необхідних заходів захисту. Цей час не повинен перевищувати часу початку уражаючого впливу НХР. Він визначається із співвідношення [22, 23]:

$$T_{\text{наявн}} = t_{\text{виявл}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{взз}}, \quad (17)$$

де  $t_{\text{виявл}}$  – час виявлення початку РХ зараження, с;  
 $t_{\text{оп}}$  – час оповіщення особового складу, с;  
 $t_{\text{взз}}$  – час вжиття заходів захисту, с.

$$T_{\text{зар}} = T_{\text{пзх}} + T_{\text{нпт}(\partial)}, \quad (18)$$

де  $T_{\text{пзх}}$  – час підходу зараженої хмари, с;  
 $T_{\text{нпт}(\partial)}$  – час набору порогової токсодози (доза), с.

При цьому повинна виконуватись вимога:  $T_{\text{наявн}} \leq T_{\text{зар}}$ .

Час, що витрачається на час виявлення початку РХ зараження, оповіщення особового складу та вжиття заходів захисту є випадковою величиною. Причиною тому є нестабільність роботи технічних засобів розвідки, каналів передачі даних, різна професійна підготовка особового складу підрозділів РХБ захисту тощо. Оскільки величини  $T_{\text{наявн}}$  і  $T_{\text{потр}}$  на практиці є випадковими, то оперативність прийняття рішення в умовах РХ зараження визначається наступним чином [22, 23]:

$$P = 1 - e^{-\frac{T_{\text{наявн}}}{T_{\text{потр}}}}, \quad (19)$$

Таким чином, зростання оперативності вироблення та прийняття рішення в умовах РХ зараження дозволяє здійснити завчасне оповіщення військ, виконати практичні заходи щодо їх захисту та суттєво знизити втрати особового складу.

Складові часткової методики визначення обсягу заходів спеціальної обробки наведені на рисунку 4.

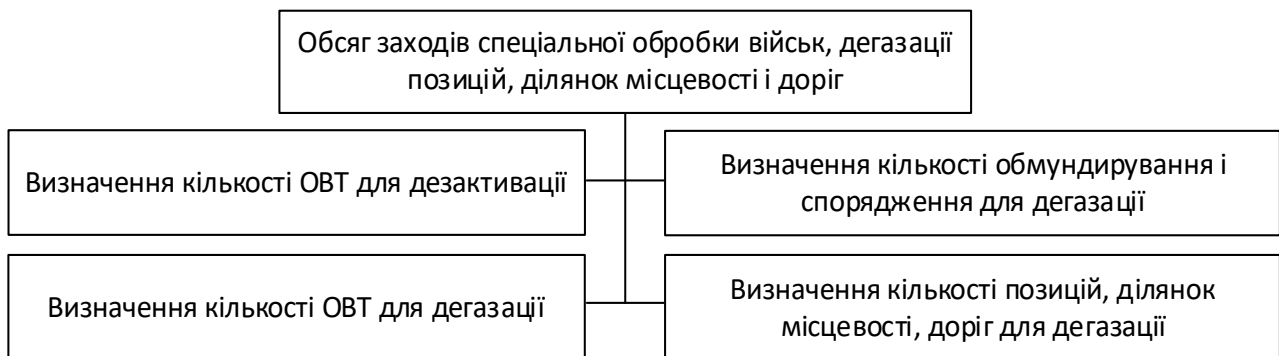


Рисунок 4 – Складові часткової методики визначення обсягу заходів спеціальної обробки

Обсяг заходів спеціальної обробки військ оцінюється наступними показниками:

- кількість ОБТ, що підлягає дезактивації і дегазації відповідно при ХБРЯ зараженні елементів бойового порядку угруповання;
- кількість обмундирування і спорядження, яке підлягає дегазації;
- кількість позицій, ділянок місцевості і доріг, що підлягає дегазації;
- площа радіаційного (хімічного) зараження.

Масштаби зараження (забруднення) в межах угруповання, частин (підрозділів), впливають на обсяг завдань по спеціальній обробці військ, дегазації позицій, ділянок місцевості і доріг [24]. Але масштаби районів зараження не можуть кількісно характеризувати обсяг завдань по спеціальній обробці, так як не у всіх випадках потрібно проведення дезактивації заражених об'єктів.

Дезактивація ОБТ, обмундирування та засобів індивідуального захисту проводиться в тому випадку, якщо ступінь їх зараження перевищує допустимі норми [25].

Таким чином, для отримання кінцевого значення обсягу завдань по спеціальній обробці військ, дегазації позицій, ділянок місцевості і доріг необхідно мати дані кількісних характеристик усіх перерахованих вище показників.

Приведемо порядок розрахунку кожного показника.

Обсяг заходів по дезактивації ОБТ, у співвідношенні з раніше наведеними даними, буде в значній мірі збігатися з обсягом заходів з контролю радіаційного зараження ОБТ та визначається виразом:

$$O_{\text{Д}}^{\text{ОБТ}} = \sum_{i=1}^n K_{\text{ОБТ}_i} + \sum_{j=1}^m K_{\text{ОБТ}_j} + \sum_{z=1}^k K_{\text{ОБТ}_z}, \quad (20)$$

де  $n$  – кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів) в зонах дії РЗ;

- $K_{OBT_i}$  – кількість ОВТ в  $i$ -му елементі бойового порядку частин (підрозділів);  
 $m$  – кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів) в районах застосування ОР;  
 $K_{OBT_j}$  – кількість ОВТ в  $j$ -му елементі бойового порядку частин (підрозділів);  
 $k$  – кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів) в зонах дії НХР;  
 $K_{OBT_z}$  – кількість ОВТ в  $z$ -му елементі бойового порядку частин (підрозділів).

Отже, при визначенні обсягу завдань по дегазації озброєння і військової техніки, а також обмундирування і спорядження необхідно мати дані про кількість елементів бойового порядку частин (підрозділів), які зазнали хімічного забруднення, і відповідно кількості озброєння і військової техніки та особового складу, що знаходяться в них. Відповідно до цього обсяг завдань з даного заходу визначається так:

$$O_{ДЕГ}^{OC} = D \cdot \sum_{i=1}^n K_{OC_i} \cdot K_{I3OC}^y, \quad (21)$$

$$O_{ДЕГ}^{OBT} = D \cdot \sum_{i=1}^n K_{OBT_i} \cdot K_{I3OBT}^y, \quad (22)$$

- де  $n$  – кількість елементів бойового порядку угруповання, що опинилися в зонах дії РЗ;  
 $O_{ДЕГ}^{OC}$ ,  $O_{ДЕГ}^{OBT}$  – обсяг завдань по дегазації обмундирування (спорядження) та зараженого ОВТ та спорядження, відповідно.

Характеристики площ елементів бойового порядку військових частин свідчать, що для визначення обсягу заходів по дегазації позицій, ділянок місцевості і доріг необхідно брати близько 25 % зараженої площі і розраховувати за формулою:

$$O_{ДЕГ}^n = 0.25 \cdot \sum_{i=1}^n S_{ЗБП}^3, \quad (23)$$

- де  $n$  – кількість заражених елементів бойового порядку військових частин;  
 $S_{ЗБП}^3$  – площа кожного  $i$ -го зараженого елемента бойового порядку військових частин, км<sup>2</sup>.

Таким чином, обсяг заходів щодо спеціальної обробки військ, дегазації позицій, ділянок місцевості і доріг можна визначити при прогнозуванні ХБРЯ обстановки в межах відповідальності військових частин.

## Висновки

Таким чином, розроблено методику визначення обсягу завдань ХБРЯ захисту для виконання завдань в умовах РХ зараження, яка на відміну від існуючих ґрунтується на логіко-аналітичному методі та охоплює комплекс заходів, необхідний для виконання завдань у разі виникнення ХБРЯ обстановки. Складової цієї методики, являються часткові методики щодо визначення обсягу заходів з РХ розвідки; РХ контролю; збору, узагальнення, обробки та видачі інформації про ХБРЯ обстановку; спеціальної обробки.

Напрямок подальших досліджень є визначення обсягу завдань ХБРЯ захисту для виконання завдань в умовах РХ зараження, з врахуванням дифузійних процесів розповсюдження радіонуклідів і небезпечних хімічних речовин в атмосфері та моделюванні атмосферної дисперсії в наслідок руйнування РХН об'єктів з використанням комп'ютерних програм і

алгоритмів, що імітують дисперсію забруднювачів.

### **Фінансування**

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

### **Конкуруючі інтереси**

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

### **Список використаних джерел**

1. Поплавець С., Гузченко С., Вороб'єв О., Авраменко А., & Шумейко В. (2022). Можливий підхід щодо визначення раціонального складу сил та засобів радіаційного, хімічного, біологічного захисту для виконання заходів в умовах радіоактивного та хімічного зараження. *Social Development & Security*, 12(5), 130-146. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.5.12> [Дата звернення 1 червня 2024].
2. Поплавець С. І., & Лазебник С. В. (2019). Моделі та методика формування раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту повітряного командування під час підготовки до бойових дій. Системи озброєння та військова техніка, 3(59), 43-47. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.59.05> [Дата звернення 1 червня 2024].
3. Поплавець С. І. (2019). Методика визначення раціонального складу сил та засобів радіаційного, хімічного, біологічного захисту повітряного командування. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 3(61), 24-29. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.61.04> [Дата звернення 1 червня 2024].
4. Лазебник С.В., Поплавець С.І., Ткачук С.С., Рибкін О.В., Олексій Колмогоров О.В., & Третяк Д.В. (2020). Методика визначення раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту повітряного командування. *InterConf*, 2(35). 699-707. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/16-18.11.2020/61> [Дата звернення 1 червня 2024].
5. Поплавець С.І. Гишко Г.Б., Кушпета Р.Ю., Колмогоров О.В., & Бабіч О.В. (2021). Оцінка ефективності методики формування раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту. *InterConf*, 73. 349-357. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/6-8.09.2021/90> [Дата звернення 1 червня 2024].
6. Поплавець С.І. Гишко Г.Б., Кушпета Р.Ю., Явтушенко В.О., Колмогоров О.В., & Шамрай Н.Б. (2021). Обґрунтування показників та критеріїв формування раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту. *InterConf*, 46, 448-460. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2021> [Дата звернення 4 червня 2024].
7. Поплавець С.І. Колмогоров О.В., Дроль О.Ю., Тітов О.В., Шамрай Н.Б. & Бабіч О.В. (2021). Вибір та обґрунтування показників і критеріїв формування раціональної моделі системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту. *InterConf*, 51, 990-998. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/18-19.04.2021/74> [Дата звернення 1 червня 2024].
8. Романюк В. П. (2012). Погляди щодо РХБ захисту військ (сил) в умовах локальних війн та конфліктів сучасності. *Труди університету*, 1 (107), 124-129.
9. Казмірчук В. О. Саврун Б.Є., & Цибуля С. А. (2014). Проблемні питання РХБ захисту військ (сил) в зоні територіальної оборони. *Військово-технічний збірник*, 2 (11), 77–84. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.11.2014.77-84> [Дата звернення 1 червня 2024].
10. Поплавець С.І. Дробаха Г.А., & Циганко О.В. (2019). Можливий підхід до визначення обсягу завдань радіаційної, хімічної, біологічної розвідки. 25 міжнародна наукова

конференція ХНУПС “Новітні технології – для захисту повітряного простору”, 10-11 квітня, 456.

11. Поплавець С.І. (2017). Підвищення ефективності системи РХБ захисту в Повітряних Силах Збройних Сил України в наслідок інтенсифікації її ресурсного потенціалу. 12 науково-практична конференція Національної академії НГУ “Актуальні питання матеріально-технічного забезпечення військових формувань та правоохоронних органів”, 26 жовтня, 48.
12. Вентцель Е.С. (1972). Исследование операций. Москва: Советское радио, 552 с.
13. Юрков Б.Н. (1990). Исследование операций. Москва: ВИА, 528 с.
14. Аоки М. (1977). Введение в методы оптимизации. Москва: Наука, 344 с.
15. Полак Е. (1971). Численные методы оптимизации. Единый подход. М. Мир, 376с.
16. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., & Фомин С. В. (1979). Оптимальное управление. Учебное пособие. Москва: Наука, 224с.
17. Берзин Е.А. (1974). Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. Москва: Советское радио, 276 с.
18. Тарадуда Д.В. (2017). Підхід до розробки стратегії безпеки від ХБРЯ інцидентів терористичного характеру в Україні. Вісник Національного університету цивільного захисту України, 1, 329-335. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNUCZUDU\\_2017\\_1\\_47](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNUCZUDU_2017_1_47) [Дата звернення 1 червня 2024].
19. Тарадуда Д.В., & Демент М.О. (2016). Підхід до кількісної оцінки небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з терористичними актами на радіаційно небезпечних об'єктах. Збірка наукових праць “Проблеми надзвичайних ситуацій”, 24, 126-132. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3250> [Дата звернення 1 червня 2024].
20. Гутченко А.Г., Гишко Г.Б., & Прокоф'єв В.О. (2017). Тактика дій підрозділів радіаційного, хімічного, біологічного захисту. Частина 3. Тактичні розрахунки за завданнями служби РХБ захисту. Навчально-методичний посібник. Харків: ХНУПС, 48 с.
21. Гайдабука В.Є., Писарев С.А., & Марущенко В.В. (2017). Бойове застосування підрозділів військ радіаційного, хімічного, біологічного захисту: Навч. посібник. Харків: ФВП НТУ ХПІ, 184 с.
22. Поплавець С.І. Кушпета Р.Ю., Колмогоров О.В., Сафарова Г.М. & Бабіч О.В. (2021). Деякі погляди щодо визначення обсягу заходів збору, узагальнення, обробки та видачі інформації про радіаційну і хімічну обстановку. *Scientific Collection. InterConf*, 65, 177-185. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/6-8.07.2021/84> [Дата звернення 1 червня 2024].
23. Поплавець С., Гузченко С., Нікітін А., Мещеряков І. & Капля І. (2023). Деякі погляди щодо визначення обсягу заходів збору, обробки, аналізу, узагальнення та видачі інформації про хімічну, біологічну, радіологічну обстановку. *Social Development & Security*, 13(3), 184-195. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.3.12> [Дата звернення 1 червня 2024].
24. Нікітін А., Воробйов О., Парталіян А., Курцеїтов Т., Романюк В. & Іващук О. (2022). Обґрунтування раціонального розподілу пунктів спеціальної обробки на маршрутах руху в разі руйнування об'єкта ядерної енергетики. *Social Development & Security*, 12 (4), 129-137. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.4.12> [Дата звернення 1 червня 2024].
25. Гишко Г.Б. (2017). Спеціальна обробка у підрозділах Повітряних Сил: дегазація, дезактивація, дезінфекція. Навчально-методичний посібник. Харків: ХНУПС, 168 с.

## References

1. Poplavets S., Huzchenko S., Vorobyev O., Avramenko A., & Shumeiko V. (2022). A possible approach to determining the rational composition of forces and means of radiation, chemical, biological protection for the implementation of measures in conditions of

- radioactive and chemical contamination. Journal of scientific works. Social development and security. 12 (5), 130-146. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.5.12> [View date June 1, 2024].
2. Poplavets S. I., & Lazebnyk S. V. (2019). Models and methods of forming a rational structure of the system of radiation, chemical, biological protection of the air command during preparations for combat operations. Weapon systems and military equipment. 3 (59), 43-47. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.59.05> [View date June 1, 2024].
  3. Poplavets S. I. (2019). The method of determining the rational composition of forces and means of radiation, chemical, biological protection of the air command. Collection of scientific works of the Kharkiv National University of the Air Force, 3(61), 24-29. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.61.04> [View date June 1, 2024].
  4. Lazebnyk S. V., Poplavets S. I., Tkachuk S. S., Rybkin O. V., Oleksiy Kolmogorov O. V., & Tretyak D. V. (2020). The method of determining the rational structure of the system of radiation, chemical, biological protection of the air command. InterConf, 2(35), 699-707. Available from : <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/16-18.11.2020/61> [View date June 1, 2024].
  5. Poplavets S. I. Gishko G. B., Kushpeta R. Yu., Kolmogorov O. V., & Babich O. V. (2021). Evaluation of the effectiveness of the method of forming a rational structure of the system of radiation, chemical, biological protection. InterConf, 73, 349-357. Available from : <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/6-8.09.2021/90> [View date June 1, 2024].
  6. Poplavets S. I. Gishko G. B., Kushpeta R. Yu., Yavtushenko V. O., Kolmogorov O. V., & Shamrai N. B. (2021). Justification of the indicators and criteria for the formation of a rational structure of the radiation, chemical, biological protection system. InterConf, 46, 448-460. URL: <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2021> [View date June 1, 2024].
  7. Poplavets S. I. Kolmogorov O. V., Drol O. Yu., Titov O. V., Shamrai N. B. & Babich O. V. (2021). Selection and substantiation of indicators and criteria for the formation of a rational model of the radiation, chemical, biological protection system. InterConf, 51, 990-998. Available from : <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/18-19.04.2021/74> [View date June 1, 2024].
  8. Romanyuk V. P. (2012). Views on RHC protection of troops (forces) in the conditions of local wars and modern conflicts. Works of the university, 1 (107), 124-129.
  9. Kazmirchuk V. O. Savrun B. E., & Tsybulya S. A. (2014). Problematic issues of RHC protection of troops (forces) in the zone of territorial defense. Military and technical collection. 2 (11). 77–84. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.11.2014.77-84> [View date June 1, 2024].
  10. Poplavets S.I. Drobakha G.A., & Tsyganko O.V. (2019). A possible approach to determining the scope of radiation, chemical, biological intelligence tasks. 25th international scientific conference of KhNUPS "New technologies - for airspace protection", April 10-11, 456.
  11. Poplavets S.I. (2017). Increasing the effectiveness of the RHC protection system in the Air Force of the Armed Forces of Ukraine as a result of the intensification of its resource potential. 12th scientific and practical conference of the National Academy of NSU "Actual issues of logistical support of military formations and law enforcement agencies", October 26, 2014.
  12. Ventzel E.S. (1972). Operations research. Moscow: Soviet radio, 552 p.
  13. Yurkov B.N. (1990). Operations research. Moscow: VIA, 528 p.
  14. Aoki M. (1977). Introduction to optimization methods. Moscow: Science, 344 p.
  15. Polak E. (1971). Numerical optimization methods. Unified approach. Moscow: Mir,. 376 p.
  16. Alekseev V.M., Tikhomirov V.M., & Fomin S.V. (1979). Optimal control. Educational manual. Moscow: Science, 224 p.
  17. Berzin E.A. (1974). Optimal distribution of resources and elements of systems synthesis.

Moscow: Soviet radio, 276 p.

18. Taraduda D. V. (2017). Approach to the development of a security strategy against CBRN terrorist incidents in Ukraine. Bulletin of the National University of Civil Defense of Ukraine, 1, 329-335. Available from : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNUCZUDU\\_2017\\_1\\_47](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNUCZUDU_2017_1_47) [View date June 1, 2024].
19. Taraduda D.V., & Dement M.O. (2016). An approach to quantitative assessment of the danger of emergency situations associated with terrorist acts at radiation-hazardous facilities. Collection of scientific works. Problems of emergency situations. (24). 126-132. Available from : <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3250> [View date June 1, 2024].
20. Gutchenko A. G., Gishko G. B., & Prokofiev V. O. (2017). Tactics of radiation, chemical, biological protection units. Part 3. Tactical calculations for the tasks of the RHC defense service. Educational and methodological manual. Kharkiv: KhNUPS, 48 p.
21. Haydabuka V. E., Pisarev S. A., & Marushchenko V. V. (2017). Combat use of radiation, chemical, biological defense units. Training manual. Kharkiv: FVP NTU KhPI, 184 p.
22. Poplavets S.I., Kushpeta R.Yu., O.V. Kolmogorov O.V., Safarova H.M. & Babich O.V. (2021). Some views on determining the scope of activities for collecting, summarizing, processing and issuing information about the radiation and chemical environment. InterConf, (65). 177-185. Available from : <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/6-8.07.2021/84> [View date June 1, 2024].
23. Poplavets, S., Huzchenko, S., Nikitin, A., Meshcheriakov, I., & Kaplia, I. (2023). Some views on determining the scope of collection, processing, analysis, generalization and release of information on the chemical, biological, radiological environment. Social Development and Security, 13(3), 184-195. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.3.12> [View date June 1, 2024].
24. Nikitin, A., Vorobiov, O., Partalian, A., Kurtseitov, T., Romaniuk, V., & Ivashchuk, O. (2022). Rationale for the rational distribution of special processing points on traffic routes in the event of the destruction of a nuclear power facility. Social Development and Security, 12(4), 129-137. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.4.12> [View date June 1, 2024].
25. Hishko G. B. (2017). Special processing in Air Force units: degassing, decontamination, disinfection. Educational and methodological manual. Kharkiv: KhNUPS, 168 p.