

# Визначення технологій штучного інтелекту для забезпечення виконання завдань хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту військ (сил) Збройних Сил України

## Definition of artificial intelligence technologies to ensure the fulfillment of tasks of chemical, biological, radiological and nuclear protection of troops (forces) of the Armed Forces of Ukraine

**Андрій Бевзюк<sup>A</sup>**

**Corresponding author:** доктор філософії, e-mail: anbvk@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3245-9054

**Анатолій Нікітін<sup>A</sup>**

Доктор філософії, професор кафедри, e-mail: tolik-nikitin@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1487-0616

**Іван Мещеряков<sup>A</sup>**

Доктор філософії, доцент кафедри, e-mail: shulyk3004@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5797-0735

**Микола Підгородецький<sup>A</sup>**

К. техн. наук, доцент, начальник кафедри, e-mail: nickpidhorodetskyi@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4807-8635

**Людмила Юдіна<sup>B</sup>**

Аспірант, e-mail: ljusilia27@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7496-8418

**Andrii Bevziuk<sup>A</sup>**

**Corresponding author:** doctor of Philosophy, e-mail: anbvk@ukr.net, ORCID:0000-0003-3245-9054

**Anatolii Nikitin<sup>A</sup>**

Doctor of Philosophy, professor of the department, e-mail: tolik-nikitin@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1487-0616

**Ivan Meshcheriakov<sup>A</sup>**

Doctor of Philosophy, associate professor of the department, e-mail: shulyk3004@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5797-0735

**Mykola Pidhorodetskyi<sup>A</sup>**

Candidate of technology Sciences, docent, head of the department, e-mail: nickpidhorodetskyi@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4807-8635

**Liudmyla Yudina<sup>B</sup>**

Postgraduate, e-mail: ljusilia27@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7496-8418

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

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

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

<sup>B</sup> National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Received: April 8, 2024 | Revised: April 25, 2024 | Accepted: April 30, 2024

DOI: 10.33445/sds.2024.14.2.18

**Мета роботи:** ідентифікація та аналіз потенційних застосувань штучного інтелекту для підвищення ефективності та рівня захисту збройних сил від небезпек хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного походження. Підкреслення потенційних можливостей штучного інтелекту, що спрямоване на підвищення готовності та ефективності військових підрозділів у вирішенні завдань забезпечення безпеки та захисту в умовах небезпеки з боку хімічних, біологічних, радіологічних та ядерних загроз.

**Метод:** порівняння, аналіз, синтез.

**Результати дослідження:** проведено аналіз сумісності систем попередження та оповіщення про хімічні, біологічні, радіологічні та ядерні інциденти країн НАТО та України.

**Теоретична цінність дослідження:** досягнення рівня сумісності підрозділів Збройних Сил України під час спільних дій з підрозділами країн-членів НАТО.

**Тип статті:** описовий та оглядовий.

**Purpose:** identification and analysis of potential applications of artificial intelligence to increase the efficiency and level of protection of the armed forces against threats of chemical, biological, radiological and nuclear origin. Emphasizing the potential capabilities of artificial intelligence, which is aimed at increasing the readiness and efficiency of military units in solving the tasks of ensuring security and protection in conditions of danger from chemical, biological, radiological and nuclear threats.

**Method:** comparison, analysis, synthesis.

**Research results:** an analysis of the compatibility of chemical, biological, radiological and nuclear incident warning and notification systems of NATO countries and Ukraine was carried out.

**Theoretical value of the research:** achieving the level of compatibility of units of the Armed Forces of Ukraine during joint actions with units of NATO member countries.

**Papertype:** descriptive and research.

**Ключові слова:** штучний інтелект, хімічний, біологічний, радіологічний, ядерний захист, інформаційні технології, мінімізація наслідків надзвичайних ситуацій, система управління.

**Key words:** artificial Intelligence, chemical, biological, radiological, nuclear protection, Information Technology, minimization of consequences of emergency situations, management system.

## **Вступ**

В умовах широкомасштабного вторгнення російської федерації в Україну не виключається можливість застосування агресором зброї масового ураження, зокрема хімічної зброї. Наявні у агресора засоби доставки, перетворюють фактично всю територію країни на зону підвищеного ризику, що потребує значних сил та засобів для захисту населення від її уражаючих факторів. З практики відомо, що протягом воєнного конфлікту постійно підтримувати високий рівень захисних заходів на випадок застосування хімічної зброї дуже складно [1], це негативно впливає на ефективність будь-якої діяльності населення і повинно бути мотивованим. Зміни в поглядах на застосування противником хімічної зброї, потребують і відповідних змін у системі попередження й оповіщення про хімічну загрозу (інцидент), яка наразі функціонує в Збройних Силах України [2]. Головним завданням такої системи має стати постійний моніторинг динаміки конфлікту в режимі реального часу з метою оцінки хімічної обстановки з паралельною підтримкою ефективних управлінських рішень, що мінімізують людські втрати. Задачу такого рівня неможливо вирішити без створення розгалуженого комплексу технологій штучного інтелекту, інтегрованих в систему підтримки прийняття рішень на всіх етапах функціонування системи попередження й оповіщення про хімічну, біологічну, радіологічну та ядерну загрозу (інцидент).

## **Результати**

Відповідно до засад внутрішньої і зовнішньої політики України, з урахуванням характеру актуальних загроз національній безпеці, а також враховуючи велику ймовірність застосування у війні з боку противника зброї масового ураження, одним із основних завдань є готовність сил оборони України до дій в умовах радіаційного, хімічного та біологічного зараження. Досягнення критичного ступеня тероризму з боку російської федерації, збільшення випадків застосування невідомих хімічних речовин особливо задушливої дії, а також враховуючи непередбачувані дії ворога в цій сфері змушують робити конкретні кроки у напрямку протидії цим викликам.

Наявність зазначених загроз, з урахуванням набутого досвіду, вимагає створення системи попередження та оповіщення військ про хімічну небезпеку, яка повинна оперативно забезпечувати органи військового управління інформацією про хімічну обстановку і як наслідок зменшити втрати особового складу в районах виконання завдань.

Міжнародний досвід локальних конфліктів останніх років показує, що сучасні бойові дії проводяться в умовах високої інтенсивності та динаміки. Ця обставина обумовлює наявність величезного потоку інформації, обробка якої і оперативне прийняття по ній рішення неможливі без застосування технологій штучного інтелекту. Сучасне управління наслідками хімічного зараження базується на активному застосуванні інформаційних технологій, що передбачає: збір та обробку інформації, прогнозування розвитку хімічної обстановки та оцінку ризиків, інтеграцію та консолідацію даних моніторингу в режимі реального часу, створення експертних систем та баз знань, координацію дій та інформаційну підтримку при організації взаємодії підрозділів. Діяльність, яка пов'язана з інформаційними технологіями в цьому процесі, полягає у створенні та розгортанні інформаційної інфраструктури. Проблема організації збору, обробки та аналізу інформації про хімічну обстановку в даний час є однією з найбільш актуальних проблем, яка потребує вирішення [3, 4].

Військове керівництво армій провідних країн світу відповідно до нових підходів до будівництва збройних сил, особливу увагу приділяє розвитку систем, заснованих на використанні штучного інтелекту (далі – ШІ) як головного фактора у досягненні воєнно-стратегічної переваги. Як приклад, збройні сили країн-членів НАТО у своїй діяльності щодо реагування на хімічні, біологічні, радіологічні та ядерні інциденти виконують вимоги STANAG

2497 AEP-45 "Warning and reporting and hazard prediction of chemical, biological, radiological and nuclear incidents (reference manual)" [5].

В свою чергу інформація про хімічні, біологічні, радіологічні та ядерні (далі – ХБРЯ) інциденти обробляється в автоматичному режимі за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення "CBRN-Analysis" [6].

Україна активно продовжує інтеграцію в колективну систему безпеки та набуття членства в НАТО, що визначено в засадах національної безпеки України. З цією метою Збройним Силам України необхідно досягнути певного рівня сумісності, поступово впроваджуючи стандарти і процедури НАТО, зокрема у сфері забезпечення хімічного, біологічного, радіаційного і ядерного (Chemical, Biological, Radiation, Nuclear) захисту, що становить взаємний інтерес для країн НАТО і України з урахуванням досвіду сторін. Реалізуючи зазначений напрямок, з метою забезпечення єдиного погляду на побудову системи попередження та оповіщення про хімічні, біологічні, радіологічні та ядерні інциденти та відповідно до положень STANAG 2497 Ed. 6/AEP-45, наказом Міністерства оборони України від 22.03.2023 №152 затверджена Інструкція з функціонування системи попередження і оповіщення про хімічну, біологічну, радіологічну та ядерну загрозу (інцидент) у системі Міністерства оборони України [2].

Незважаючи на те, що обидві системи: "Warning and reporting" (далі – W&R) та "попередження і оповіщення про ХБРЯ загрозу (інцидент)" мають схожу мету, вони відрізняються в способах і методах її досягнення. Головна відмінність, яка може суттєво вплинути на досягнення певного рівня сумісності наших підрозділів під час спільних дій з підрозділами країн-членів НАТО є відсутність в підрозділах та органах управління ЗС України спеціального автоматизованого апаратного та програмного забезпечення для виявлення, прогнозування та оповіщення про ХБРЯ загрозу (інцидент), яке є основою функціонування системи попередження та оповіщення (W&R) сил НАТО [7].

Зазначене свідчить про те, що використання технологій ШІ для забезпечення виконання завдань ХБРЯ захисту військ (сил) в сучасних умовах є перспективним напрямком наукових досліджень, оскільки ефективність управління військами багато в чому залежить від обґрунтованості та своєчасності прийняття рішень посадовими особами органів управління всіх рівнів ієрархії.

У звіті NATO Science&Technology Organization. [8] відмічаються основні сфери потенційного впливу ШІ на розвиток обороноздатності країн світу протягом наступних 20 років у таких сферах:

1. C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance – командування, контроль, канали зв'язку, комп'ютери, розвідка, спостереження та рекогносцировка): бойові підрозділи використовуватимуть надійні автономні системи з підтримкою ШІ, які будуть здатні виконувати завдання, що виходять за рамки тих, які вважаються нудними, брудними, небезпечними чи дорогими. Очікується, що деякі сфери потенційного застосування будуть у більш широкому використанні віртуальних помічників (аналог Google Home, AppleSiri або Amazon Alexa), забезпечувати процеси прийняття рішення з підтримкою ШІ у військових діях. ШІ має значні перспективи для покращеного збору, обробки даних, а також їх оцінки (або визначення цілей) на основі категоризації та ефектів. Наприклад, аналітики ШІ зможуть використовувати надійні системи, здатні виконувати завдання, збирати, обробляти, використовувати, поширювати (TCPED – Tasking, Collection, Processing, Exploitation and Dissemination) та отримувати інформацію з усього спектра доступних датчиків і відповідних архівних даних. Додаткові сфери інтеграції ШІ включатимуть систему розширеної індикації та попереджень, інструменти управління інформацією та знаннями, а також забезпечуватиме використання допоміжних засобів для прийняття рішень задля більш ретельного та надійного аналізу розвідувальних даних. Це включатиме встановлення моделей життя, картографування розміщення людей на місцевості, аналіз соціальних мереж, а також

підтримку прийняття рішень щодо націлювання. Дуже швидкісні нейроморфні електронні компоненти з дуже малою потужністю на основі ШІ конкуруватимуть з людським сприйняттям інформації, забезпечуючи вбудовану сенсорну обробку для розпізнавання образів, визначення цілей та ідентифікації.

2. Зброя та її ефективне використання: ШІ потенційно може використовуватися для перехресних підказок, планування траєкторії, уникнення зіткнень, вибору зброї, оцінки пошкоджень у бою та координації наслідків.

3. UxV (безпілотні авіасистеми та озброєння наступного покоління кораблів майбутнього): сфери потенційного впливу ШІ на планування траєкторії, уникнення зіткнень/роїння, допомога оператору (наприклад, один оператор керує кількома UxV). Динамічне планування місії для автономних систем (наприклад, навігація, збір даних, характеристика навколишнього середовища й адаптивне зондування) забезпечуються інтеграцією систем глибокого навчання в мобільні платформи, що поліпшить роботизовані можливості для навігації в небезпечних, складних або дорогих у вирішенні ситуаціях. ШІ забезпечуватиме повністю автономне знешкодження вибухових боєприпасів у міських районах. Інтелектуальна автономність також забезпечуватиме широкі можливості для безпілотних підводних апаратів.

4. Планування можливостей: ШІ підтримуватиме розробку аналітичних рішень для допомоги в довгостроковому плануванні в рамках військових захисних операцій, включаючи підтримку прийняття складних рішень, що виходять за межі традиційних; забезпечуватиме допомогу в оцінці складних факторів і ланцюгів ефектів для осіб, які приймають рішення.

5. CBRN (Chemical, Biological, Radiological and Nuclear – хімічна, біологічна, радіаційна та ядерна загрози): національна оборона країн світу потребує набору інтегрованих технологій, які забезпечують швидке виявлення, ідентифікацію та моніторинг (DIM) CBRN загроз під час будь-яких місій. ШІ підтримуватиме покращення автономності для виявлення, інтеграції інформації з відповідних датчиків і злиття даних.

6. Військова медицина: ШІ має потенціал для формування клінічних знань, заснованих на емпіричній інформації, передових методах діагностики та лікування задля зменшення захворюваності та рівня смертності серед усіх шарів населення. Крім того, ШІ надаватиме автоматизовані інструменти підтримки прийняття рішень та діагностичні інструменти, щоб допомогти медикам у цій військовій сфері.

7. Логістика: системи ШІ (особливо в поєднанні з цифровими близнюками) можуть мінімізувати час ремонту обладнання, звести до мінімуму збої в системі, покращити управління запасами та ремонтами тощо.

8. Кібер- та інфопростір: інтелектуальна (тобто з підтримкою ШІ) автономність виходить за межі мобільних платформ. Для стійких автономних мереж і кібервійни система має виявляти, оцінювати та реагувати, перш ніж люди зможуть зрозуміти ситуацію. ШІ може оцінювати та інтерпретувати величезні обсяги сенсорних та інтелектуальних даних, приймати незалежні рішення та швидко діяти відповідно до цих рішень, водночас працювати як частина команди "людина – ШІ".

З проведеного аналізу, стає цілком зрозуміло, що використання штучного інтелекту для забезпечення ХБРЯ захисту військ (сил) є одним із стратегічних пріоритетів у сфері формування та розвитку військового потенціалу та озброєння. На жаль, в Україні це питання практично не реалізовано, а відповідні концепції, теоретичні напрацювання, технічні та програмні засоби майже відсутні.

У цьому контексті, впровадження технологій штучного інтелекту стає актуальною та важливою задачею, і це може бути обґрунтовано наступними ключовими аргументами:

1. Загострення геополітичної ситуації: Україна розташована в регіоні, де динаміка політичних та військових подій постійно змінюється. Військова агресія з боку російської

федерації створює умови, за яких Збройні Сили України повинні перебувати в постійній бойовій готовності, а системи захисту військ від різних видів загроз повинні постійно удосконалюватись.

2. Зміна характеру загроз: сучасні загрози стають все більш складними та непередбачуваними. Терористичні групи та силові структури здатні використовувати хімічні, біологічні, радіологічні та ядерні засоби, що вимагає вдосконалення заходів захисту та реагування на такі загрози.

3. Потреба в оперативній реакції: час відгуку на потенційні загрози визначає їх наслідки. Використання технологій ШІ повинні забезпечити автоматизацію та прискорити процеси моніторингу, аналізу та прийняття рішень щодо захисту військ (сил) від загроз.

4. Потреба у вдосконаленні прогнозування: ШІ може бути використаний для аналізу великих обсягів даних та прогнозування розвитку подій за несприятливих умов. Зазначене допоможе приймати більш обґрунтовані рішення та підвищити рівень готовності військ (сил) до можливих загроз.

5. Модернізація інфраструктури і зброї: Україна постійно працює над модернізацією своєї військової техніки та інфраструктури. Впровадження штучного інтелекту може покращити функціональність та ефективність нових систем та засобів захисту.

6. Міжнародний досвід: багато країн вже успішно впровадили технології штучного інтелекту у військовий сектор та сферу захисту від військових загроз. Вивчення та адаптація їхнього досвіду може позитивно вплинути на український контекст.

Огляд сучасних методів і технологій в галузі хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту, які можуть бути посилені за допомогою ШІ, дасть уявлення про потенційні можливості важливість інтеграції ШІ у цю сферу. Деякі сучасні методи та технології включають (Рис. 1).



Рисунок 1 – Сучасні методи та технології інтеграції штучного інтелекту

1. Раннє виявлення та моніторинг загроз:

- системи сенсорів на реагування виникнення надзвичайних ситуацій. За допомогою ШІ можливо аналізувати дані з сенсорів та систем моніторингу, що допомагає виявляти надзвичайні ситуації, включаючи викиди хімічних, біологічних, радіологічних або ядерних речовин;

- прогнозування погодних умов та атмосферної дифузії. ШІ може використовуватися для створення моделей, які передбачають розповсюдження уражаючих чинників загроз у певних погодних умовах.

2. Аналіз та інтерпретація даних :

- автоматизована обробка зображень та сигналів. ШІ допомагає в розпізнаванні характерних ознак хімічних, біологічних, радіологічних та ядерних загроз на зображеннях та сигналах;

- машинне навчання для аналізу даних. ШІ може навчатися розрізняти нормальні і патологічні зразки даних та робити висновки про можливі загрози.

3. Керування ресурсами та евакуація :

- оптимізація розподілу ресурсів. ШІ допомагає визначити найефективніший спосіб розподілу сил і засобів ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, спеціального обладнання, засобів індивідуального захисту та інших ресурсів;

- маршрутизація евакуації. ШІ може визначити оптимальні маршрути евакуації для мінімізації потенційних ризиків в разі виникнення загрози.

4. Контроль за об'єктами та обладнанням :

- системи дистанційного управління. ШІ може бути використаний для розробки систем автоматизованого контролю за об'єктами та обладнанням, що включає в себе системи охорони та дистанційного управління;

- виявлення аномалій в роботі роботів та безпілотних апаратах. ШІ допомагає виявляти аномалії, що може бути ознакою несправностей або вторгнень.

5. Кіберзахист та кібербезпека:

- виявлення та захист від кібератак. ШІ допомагає виявляти та захищати військові мережі від кібератак, включаючи аналіз трафіку та виявлення потенційно шкідливого програмного забезпечення;

- кібераналітика ШІ використовується для аналізу великих обсягів кіберінформації з метою виявлення загроз та уразливостей.

6. Автоматизовані системи командно-контрольної обробки інформації:

- системи автоматизованої обробки інформації. ШІ допомагає автоматизувати процеси збору, аналізу та обміну інформації між військовими підрозділами та рятувальними службами.

Використання ШІ в галузі ЗС може покращити якість та ефективність заходів захисту військ та цивільного населення від хімічних, біологічних, радіологічних та ядерних загроз. Це сприяє реагуванню на надзвичайні ситуації та підвищує загальний рівень безпеки.

## **Висновки**

У результаті огляду сучасних методів і технологій в галузі хімічного, біологічного, радіологічного та ядерного захисту, які можуть бути посилені за допомогою штучного інтелекту, видно, що штучний інтелект відіграє ключову роль у підвищенні ефективності та якості заходів захисту. Штучний інтелект дозволяє автоматизувати та оптимізувати різноманітні процеси, включаючи раннє виявлення та моніторинг загроз, аналіз та інтерпретацію даних, керування ресурсами та евакуацію, контроль за об'єктами та обладнанням, кіберзахист та кібербезпеку, та автоматизовані системи командно-контрольної обробки інформації.

Інтеграція штучного у цю сферу сприяє покращенню реакції на надзвичайні ситуації та забезпечує підвищений рівень безпеки для військових та цивільного населення. Застосування штучного інтелекту допомагає ефективно виявляти загрози, оперативно реагувати на них та мінімізувати їхні наслідки. Такий підхід дозволяє забезпечити адекватну підготовку та

реагування на найрізноманітніші сценарії надзвичайних ситуацій, сприяючи загальній безпеці та стійкості суспільства.

### **Фінансування**

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

### **Конкуруючі інтереси**

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

### **Список використаних джерел**

1. Нікітін А.А., Блекот О.М., Романюк В.П. та Бевзюк А.П. (2022). Метод оцінки ймовірного ризику втрати здоров'я людини в умовах забруднення небезпечними хімічними речовинами. *Український військово-медичний журнал*, 3 (4), 121–127. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4\(3\)-121](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4(3)-121) [Дата звернення 8 квітня 2024].
2. Про затвердження Інструкції з функціонування системи попередження і оповіщення про хімічну, біологічну, радіологічну та ядерну загрозу (інцидент) у системі Міністерства оборони України. Наказ МО України від 22.03.2023 №152. URL: [https://drive.google.com/file/d/1rcdfga4zdm4-mhLJpel1XFbVPz\\_L5hAq/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1rcdfga4zdm4-mhLJpel1XFbVPz_L5hAq/view?usp=sharing) [Дата звернення 8 квітня 2024].
3. Поплавець С., Гузченко С., Нікітін А., Мещеряков І. та Капля І. (2023). Деякі погляди на визначення обсягу збору, обробки, аналізу, узагальнення та оприлюднення інформації про хімічну, біологічну, радіологічну обстановку. *Соціальний розвиток і безпека*, 13 (3), 184–195. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.3.12> [Дата звернення 8 квітня 2024].
4. Нікітін А.А., Хіврич О.В. та Володченкова Н.В. (2018). Удосконалення методики оцінювання ризику в умовах надзвичайної ситуації. *Харчова промисловість*, 24, 131-137. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/28735/1/NHVol%20131-137.PDF> [Дата звернення 8 квітня 2024].
5. Тактична публікація “Інструкція “Попередження, оповіщення та прогнозування загрози хімічних, біологічних, радіологічних та ядерних інцидентів. URL: <https://jurkniga.ua/contents/poperedzhennya-opovishchennya-ta-prognozuvannya-zagrozi-khimichnikh-biologichnikh-radiologichnikh-ta-yadernikh-intsidentiv.pdf> [Дата звернення 8 квітня 2024].
6. CBRN-Analysis. URL: <https://bruhn-newtech.com/cbrn-analysis/> [Дата звернення 8 квітня 2024].
7. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. Наукове видання Тез доповідей XXVIII Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2020 у п'яти частинах. 2020. Ч. V. 25–26. URL: [https://science.kpi.kharkov.ua/wp-content/uploads/2020/11/TEZI\\_VITV\\_-\\_A5\\_MK\\_-2020.pdf](https://science.kpi.kharkov.ua/wp-content/uploads/2020/11/TEZI_VITV_-_A5_MK_-2020.pdf) [Дата звернення 8 квітня 2024].
8. Reding, D. F., Eaton, J. *Science & Technology Trends 2020–2040. Exploring the S&T Edge / NATO Science & Technology Organization. Office of the Chief Scientist, Brussels, Belgium.* URL: [https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST\\_Tech\\_Trends\\_Report\\_2020-2040.pdf](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf) [Дата звернення 8 квітня 2024].

### **References**

1. Nikitin A. A., Blekot O. M., Romaniuk, V. P., & Bevziuk, A. P. (2022). Probable risk of loss assessment method personal health under conditions of contamination with dangerous chemical substances. *Ukrainian Journal of Military Medicine*, 3(4), 121–127. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4\(3\)-121](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4(3)-121) [View date April 8, 2024].

2. On the approval of the Instructions on the functioning of the chemical, biological, radiological and nuclear threat (incident) warning and notification system in the system of the Ministry of Defense of Ukraine. Order of the Ministry of Defense of Ukraine dated March 22, 2023 No. 152. Available from : [https://drive.google.com/file/d/1rcdfga4zdm4-mhLJpel1XFbVPz\\_L5hAq/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1rcdfga4zdm4-mhLJpel1XFbVPz_L5hAq/view?usp=sharing) [View date April 8, 2024].
3. Poplavetz, 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 April 8, 2024].
4. Nikitin, A., Hivrich, O., Volodchenkova, N. (2018). Improving the risk assessment in the conditions of the emergency situation. *Food industry*, 24, 131-137. Available from : <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/28735/1/NHVol%20131-137.PDF> [View date April 8, 2024].
5. Tactical publication "Instructions "Warning, alerting and forecasting the threat of chemical, biological, radiological and nuclear incidents. Available from : <https://jurkniga.ua/contents/poperedzhennya-opovishchennya-ta-prognozuvannya-zagrozi-khimichnikh-biologichnikh-radiologichnikh-ta-yadernikh-intsidentiv.pdf> [View date April 8, 2024].
6. CBRN-Analysis. Available from : <https://bruhn-newtech.com/cbrn-analysis/> [View date April 8, 2024].
7. Information technologies: science, engineering, technology, education, health. Scientific edition Abstracts of reports XXVIII International. science and practice conf. MicroCAD-2020 in five parts. 2020. Ch. V. 25-26. Available from : [https://science.kpi.kharkov.ua/wp-content/uploads/2020/11/TEZI\\_VITV\\_-A5\\_MK\\_-2020.pdf](https://science.kpi.kharkov.ua/wp-content/uploads/2020/11/TEZI_VITV_-A5_MK_-2020.pdf) [View date April 8, 2024].
8. Reding, D. F., Eaton, J. *Science & Technology Trends 2020–2040. Exploring the S&T Edge / NATO Science & Technology Organization. Office of the Chief Scientist, Brussels, Belgium.* Available from : [https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST\\_Tech\\_Trends\\_Report\\_2020-2040.pdf](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf) [View date April 8, 2024].