

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**«Вплив хімічної зброї на екосистему»**

Грубрин Тетяна

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології  
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. \_\_\_\_\_

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**«Вплив хімічної зброї на екосистему»**

Виконав студент групи ЕК-21

Спеціальність: 101 «Екологія»

Грубрин Тетяна

Керівники: проф. Кривомаз Т.І.

Київ 2025 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 101 «Екологія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. \_\_\_\_\_

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 року

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

\_\_\_\_\_ Грубрин Тетяна \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: «Вплив хімічної зброї на екосистему»
2. затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.
2. Керівники роботи: проф. Кривомаз Т.І.  
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання студентом роботи до захисту
4. Зміст пояснювальної записки за розділами: Вступ. Характеристика хімічної зброї та її застосування. Загальна характеристика досліджуваного регіону. Оцінка впливу хімічної зброї на екологічний стан Донецької області. Заходи щодо зниження негативного впливу хімічної зброї на екологічний стан довкілля та здоров'я населення. Висновки. Список використаної літератури.
5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 12 рисунків та 8 таблиць з вихідними даними та розрахунками.

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;  
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Характеристика хімічної зброї та її застосування	
Загальна характеристика досліджуваного регіону	
Оцінка впливу хімічної зброї на екологічний стан Донецької області	
Заходи щодо зниження негативного впливу хімічної зброї на екологічний стан довкілля та здоров'я населення	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. Кафедри

\_\_\_\_\_ Ткаченко Т.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ Кривомаз Т.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент

\_\_\_\_\_ Грубрин Ю.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Реферат

Робота викладена на 76 сторінці друкованого тексту, містить 12 рисунків та 8 таблиць. Перелік посилань включає 52 джерела.

Однією з головних ознак цивілізованої держави є забезпечення екологічної безпеки країни. Вона є компонентом національної безпеки, визначає ступінь захищеності людини, суспільства, є таким станом навколишнього природного середовища, за якого забезпечується запобігання погіршенню екологічної обстановки та виникненню небезпеки для здоров'я людей. Екологічні злочини, які вчиняють російські війська, з кожним днем завдають непоправної шкоди довкіллю. Природні ресурси страждають від бомбардувань та мінувань територій, будівництва фортифікаційних споруд, пожеж, руйнувань водної інфраструктури та підтоплення земельних угідь. Поодинокі вибухи або вибухи декількох боєприпасів представляють собою велику небезпеку як для людини та інших живих організмів, так і для середовища їх проживання. Дослідження питання вихористання хімічної зброї для оцінки наслідків для довкілля цих надзвичайних ситуацій, зокрема, викидів забруднюючих речовин, є актуальним питанням техногенної безпеки. При цьому важливе значення має визначення загального складу та кількості забруднюючих речовин, які утворились внаслідок вибухів, та виявлення їх впливу на довкілля.

**Ключові слова:** оцінка екологічного стану, екологічна безпека, військові дії, токсичні речовини, хімічні речовини, хімічна зброя, екосистеми.

## Abstract

The work is presented on 76 pages of printed text, contains 12 figures and 8 tables. The list of references includes 52 sources.

One of the main features of a civilized state is ensuring the ecological security of the country. It is a component of national security, determines the degree of protection of man and society, is such a state of the natural environment,

which ensures the prevention of deterioration of the ecological situation and the emergence of dangers to human health. Environmental crimes committed by Russian troops cause irreparable damage to the environment every day. Natural resources suffer from bombing and mining of territories, construction of fortifications, fires, destruction of water infrastructure and flooding of land. Single explosions or explosions of several munitions pose a great danger to both humans and other living organisms, and to their habitat. Research into the use of chemical weapons to assess the environmental consequences of these emergencies, in particular, emissions of pollutants, is a pressing issue of technogenic safety. In this regard, it is important to determine the general composition and quantity of pollutants formed as a result of explosions, and to identify their impact on the environment.

***Keywords:*** *assessment of the ecological state, environmental safety, military operations, toxic substances, chemicals, chemical weapons, ecosystems*

## ЗМІСТ

	Вступ.....	8
Розділ 1	Характеристика хімічної зброї та її застосування.....	11
1.1.	Використання хімічної зброї під час військових дій.....	14
1.2.	Класифікація хімічної зброї.....	20
1.3.	Класифікація бойових токсичних хімічних речовин.....	25
Розділ 2	Загальна характеристика досліджуваного регіону .....	31
2.1.	Характеристика фізико-географічного розташування Донецької області.....	31
2.2.	Клімат Донецької області.....	34
2.3.	Геологічна характеристика Донецької області.....	34
Розділ 3	Оцінка впливу хімічної зброї на екологічний стан Донецької області.....	47
Розділ 4	Заходи щодо зниження негативного впливу хімічної зброї на екологічний стан довкілля та здоров'я населення.....	67
	.....	
	Висновки .....	73
	Список використаної літератури .....	74

## Вступ

Тема диплому набуває нової **актуальності**, оскільки військові дії в Україні здійснюються державою-агресором, Російською Федерацією, яка погрожувала і продовжує погрожувати застосуванням хімічної зброї.

Війна на території України призвела до численних руйнувань не лише інфраструктури та економіки, але й довкілля. Екологічні злочини стали невід'ємною складовою військових дій, спричиняючи непоправні наслідки для природних ресурсів, екосистем та здоров'я населення. Вибухи, обстріли, хімічні забруднення, знищення лісів та забруднення водних ресурсів стали серйозною загрозою для екологічної безпеки країни, яка тривалий час потребуватиме відновлення

Пошкодження інфраструктурних об'єктів, таких як нафтопереробні заводи, хімічні підприємства, електростанції, газові сховища, призводить до викиду небезпечних речовин у повітря, ґрунт і водні ресурси. Окрім цього, забруднення спричиняють вибухи боєприпасів, мінування територій та руйнування лісових і сільськогосподарських угідь. Значні ризики екологічної катастрофи становлять також військові дії в зоні Чорнобильської зони відчуження, де вже заздалегідь вразлива екосистема піддається додатковому тиску. Крім того, війна порушує нормальну роботу природоохоронних структур, що унеможливорює належний моніторинг і контроль за ситуацією в екологічній сфері. Це спричиняє довгострокові екологічні наслідки, які залишатимуться актуальними навіть після завершення бойових дій. Відповідно до сучасних законів України, екологічні злочини можуть підпадати під юрисдикцію як кримінального, так і адміністративного права. Проте, у військовий час постає питання ефективності цих механізмів, оскільки під час бойових дій складно здійснювати оперативний моніторинг ситуації та зібрати докази. Багато міжнародних екологічних та правозахисних організацій звертають увагу на необхідність удосконалення

національного законодавства для ефективної протидії екологічним злочинам в умовах конфлікту.

Наразі є інформація, що ворог застосував хімічну зброю невідомого походження, і експерти вважають, що Російська Федерація могла використати нервово-паралітичний газ зарин. Зарин був скинутий з безпілотного літального апарату і викликав схожі симптоми (тахікардію, запаморочення, втрату свідомості, слабкість і печіння в очах) у трьох людей.

Факт застосування хімічної зброї остаточно не підтверджений, оскільки в той час у області велися бойові дії і військові не мали часу та ресурсів для ідентифікації хімічних агентів, але провідні світові держави прокоментували інцидент із застереженнями на адресу держави-агресора. Якщо буде доведено, що хімічна зброя була застосована на території України, це буде порушенням Женевських конвенцій, і Росія понесе відповідальність і буде покарана за всіма міжнародними стандартами.

Застосування хімічної зброї має серйозні екологічні та генетичні наслідки, це пов'язано з руйнуванням генетичної системи людини, що може вплинути на майбутні покоління.

Екологічні наслідки пов'язані з впливом токсичних речовин на рослинні і тваринні організми, а також на ґрунт, воду і повітря. Застосування хімічної зброї – це катастрофа, що призведе до критичного стану навколишнього середовища, адже хімічна зброя – це зброя, яка навмисно спричиняє смерть або поранення через свою токсичність.

**Об'єкт дослідження:** вплив на екосистеми використання хімічної зброї.

**Предмет дослідження:** екологічні наслідки використання хімічної зброї на території Донецької області.

**Мета роботи:** вивчити наслідки для навколишнього природного середовища та населення використання хімічної зброї.

Відповідно до мети були поставлені наступні **задачі:**

- Здійснити характеристику хімічної зброї та її застосування, яка використовується під час повномасштабного вторгнення на території України;
- Надати класифікацію бойових токсичних хімічних речовин;
- Оцінити вплив хімічної зброї на екологічний стан Донецької області;
- Запропонувати заходи щодо зниження негативного впливу хімічної зброї на екологічний стан довкілля та здоров'я населення.

## Розділ 1

### Характеристика хімічної зброї та її застосування

Основоположними документами у сфері нерозповсюдження хімічної та біологічної зброї є Протокол про заборону застосування на війні задушливих, отруйних чи інших подібних газів і бактеріологічних засобів (Женевський протокол), Конвенція про заборону розробки, виробництва, накопичення запасів бактеріологічної (біологічної) та токсинної зброї та про її знищення (КБТЗ) та Конвенція про заборону розробки, виробництва, накопичення та застосування хімічної зброї та про її знищення (КХЗ).

**Женевський протокол**, укладений та підписаний у 1925 році за ініціативи Ліги Націй, забороняв застосування задушливих, отруйних та інших подібних газів, а також бактеріологічних засобів на війні. Протокол створив перепону на шляху застосування хімічної та біологічної зброї, однак не передбачав заборону розробки, виробництва та накопичення такої зброї масового знищення. Згодом переговорний процес щодо цих видів зброї був продовжений, в результаті чого були укладені міжнародні договори про заборону біологічної зброї 1972 року та заборону хімічної зброї 1992 року.

**Конвенція про заборону розробки, виробництва, накопичення запасів бактеріологічної (біологічної) та токсинної зброї та про її знищення (КБТЗ)** була відкрита для підписання у 1972 році та набула чинності у 1975 році. Вона стала першим міжнародним документом, спрямованим на запобігання розповсюдженню біологічної зброї. Країни-учасниці Конвенції беруть на себе зобов'язання не розробляти, не виробляти, не придбавати та не зберігати особливо небезпечні для людини, тварин та рослин мікроорганізми, не призначені для використання у мирних цілях (проведення наукових досліджень, профілактичних, захисних та інших заходів), а також обладнання та засоби доставки, призначені для застосування таких мікроорганізмів у збройних конфліктах або у будь-яких протиправних цілях. Крім того, КБТЗ передбачає знищення наявних у

держави-учасниці мікроорганізмів, обладнання та засобів доставки, що є предметом Конвенції, або перенаправлення такого біологічного матеріалу на мирне використання. Також, держави-учасниці беруть на себе зобов'язання не передавати іншим державам або міжнародним організаціям біологічну зброю і товари, що можуть бути використані для її створення, та не допомагати і не заохочувати їх до такого придбання. Водночас, вони зобов'язуються співпрацювати у мирних цілях та дотримуватись положень Конвенції, не стримуючи економічний та технологічний розвиток держави.

У 1992 році на Генеральній Асамблеї ООН було ухвалено проект **Конвенції про заборону розробки, виробництва, накопичення та застосування хімічної зброї та про її знищення (КХЗ)**, призначеної доповнити Женевський протокол в частині повної заборони хімічної зброї, недопущення її розповсюдження та відтворення у майбутньому. Роком пізніше її було відкрито для підписання. Після ратифікації КХЗ 65 державами, Конвенція набрала чинності у 1997 році. Як і КБТЗ має безстрокову дію.

Згідно з Конвенцією розробка, виробництво, володіння та застосування хімічної зброї забороняється. До всіх держав-учасниць Конвенції встановлюється вимога знищити існуючі запаси хімічної зброї (якщо така є). Реалізація цієї заборони, а також вся діяльність, пов'язана із знищенням хімічної зброї, контролюється створеною для цього Організацією про заборону хімічної зброї (ОЗХЗ) із штаб-квартирою в Гаазі (Нідерланди).

Крім того, Конвенція регулює виробництво, переробку та споживання хімікатів, що є речовинами, які відносяться до хімічної зброї, а також таких, що можуть використовуватись для її виробництва (це так звані хімікати подвійного використання, які мають цілком цивільне призначення). Зазначені категорії хімікатів наведені у Додатку з хімікатів до Конвенції. В залежності від ризику, який несе хімікат, його включено до одного з трьох списків хімікатів Додатку:

Список 1 – хімікати, що у минулому застосовувались як хімічна зброя, вони дуже обмежено використовуються у мирних цілях та становлять високий ступінь ризику; до них застосовується жорсткий контроль, включаючи встановлення обмежень щодо максимального обсягу виробництва;

Список 2 – хімікати, які головним чином є прекурсорами хімікатів Списку 1, більшість з яких використовується у промисловості та становить значний ризик з точки зору цілій Конвенції;

Список 3 - хімікати, що становлять певний ризик, оскільки вони також можуть бути використані у виробництві хімічної зброї, водночас виробляються у великій кількості в комерційних цілях та знаходять широке застосування у хімічній промисловості.

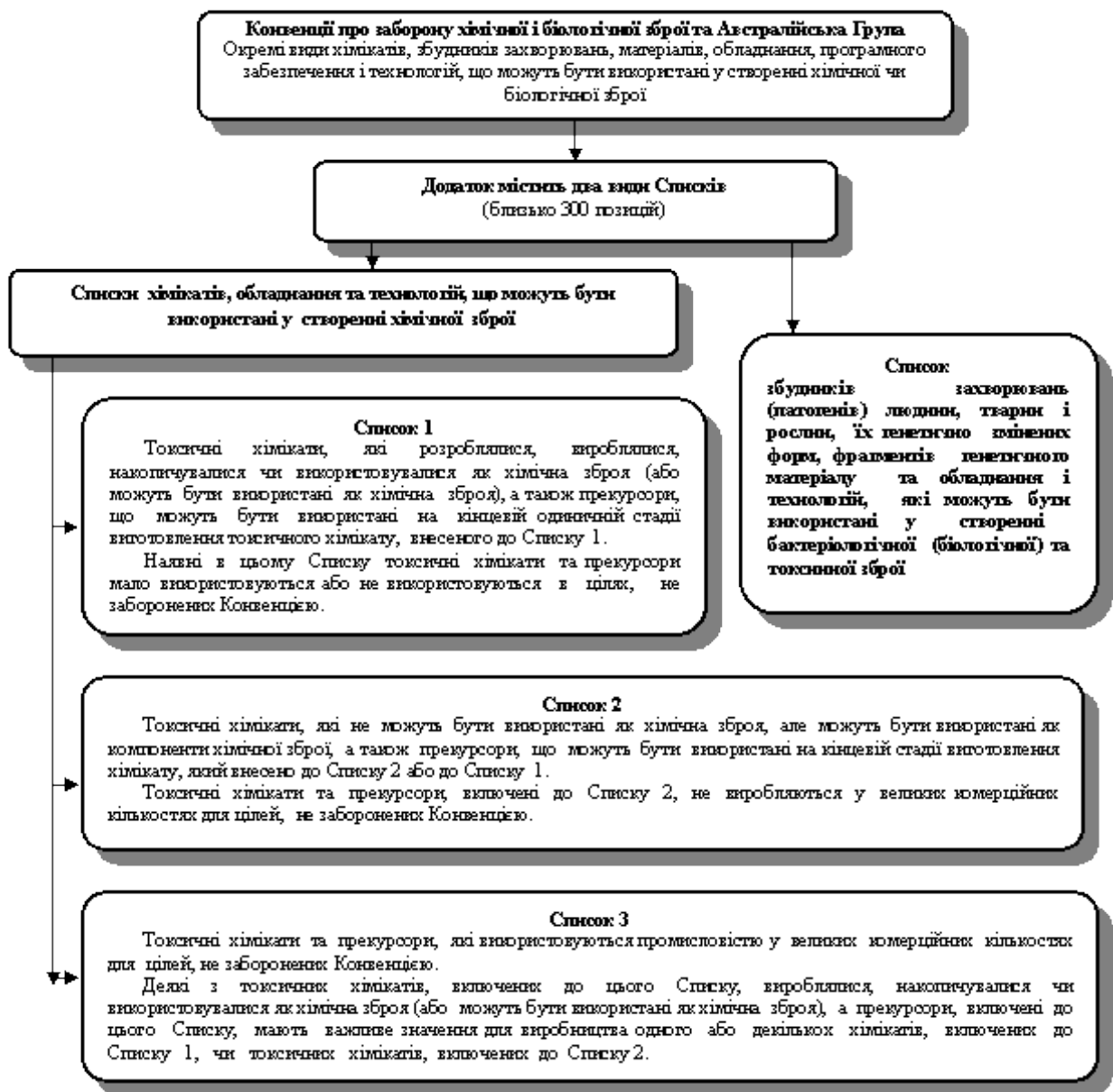


Рис.1.1. Структура типів товарів, які підлягають контролю[17]

Так звана **Австралійська група** (далі - АГ) була створена у 1985 році, коли світова спільнота висловила занепокоєння з приводу використання хімічної зброї (далі - ХЗ) під час ірано-іракської війни 1980-1988 років для здійснення країнами-учасницями однакових правил щодо контролю за експортом над товарами, що можуть бути використані для створення хімічної чи біологічної зброї, у тому числі “агентів” та “прекурсорів” цієї зброї.

Структура списків товарів, які підлягають контролю відповідно до КЗХЗ, КБТЗ та АГ, наведена на рис.1.1.

### 1.1. Використання хімічної зброї під час військових дій

Сучасне використання хімічної зброї почалося під час Першої світової війни. Обидві сторони використовували токсичні гази для знищення особового складу на полі бою. Основними речовинами, що використовувалися, були хлор, фосген і іприт, які детонували в боєприпасах. В результаті війни ця зброя призвела до численних жертв, причому не лише серед бійців, але й серед цивільного населення. Це призвело до підписання Женевського протоколу про заборону використання хімічної зброї у 1925 році, а 13 січня 1993 року Україна від імені ООН підписала в Парижі Конвенцію про заборону розробки, виробництва, зберігання і застосування хімічної зброї та про її знищення. Ця міжнародна конвенція, підписана в рамках ООН, має на меті повністю заборонити використання та виробництво хімічної зброї, оскільки вона завдає шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людей [1].

Застосування хімічної зброї масового знищення (зокрема, зарину) в Сирії у 2013 році актуалізувало питання вивчення хімічної зброї з точки зору її хімічних властивостей та впливу на довкілля.

Перше офіційне і повномасштабне застосування хімічної зброї було здійснене німцями 22 квітня 1915 року проти французьких військ біля річки Іпр (Бельгія): 6000 балонів, що містили 180 тонн газоподібного хлору, були розміщені на території площею 6 км. В результаті атаки за перші кілька годин загинуло близько 6000 осіб і 15000 було поранено. Через місяць російська армія зазнала подібної газової атаки. Хлорним газом було отруєно 9 000 осіб, з яких 1 200 померли, а в 1916 році французька армія застосувала ціанід (ціанід) як хімічну зброю проти німців.

Під час Корейської війни (1950-1954) та В'єтнамської війни (1963-1975) американські військові широко використовували напалм (суміш натрію, алюмінію та високих жирних кислот, яка при додаванні до рідкого палива (наприклад, бензину) утворює желеподібну запальну суміш, що використовується в запалювальних та ракетних бомбах) як хімічну зброю.

Лише у В'єтнамі було використано понад 100 000 тонн хімічних агентів, від яких постраждало понад 2 мільйони людей. Хімічними речовинами було забруднено майже 1,5 мільйона гектарів у В'єтнамі і повністю знищено майже півмільйона гектарів рослинності.

Міжнародна конвенція про заборону розробки, виробництва, накопичення і застосування хімічної зброї та про її знищення була прийнята в Парижі в січні 1993 року. Однак на землі все ще зберігається велика кількість хімічної зброї, і не можна виключати можливість її застосування. Наприклад, у березні 1995 року члени «Аум Сінрікьо» застосували хімічну зброю, включаючи нервово-паралітичну речовину зарин, проти пасажирів токійського метро, що призвело до тисяч серйозних і легких поранень і 13 смертей.

Ознаки застосування хімічної зброї: у місцях застосування хімічної зброї утворюється туман або дим. Білий або злегка забарвлений дим, туман або пара там, де вибухнули боєприпаси, що містять хімічну зброю; якщо хімічна зброя була застосована в літаку, позаду літака з'являються темні смуги, які швидко розсіюються і осідають на землю; хімічна зброя падає на землю, рослини, будівлі або поверхні обладнання у вигляді масляних крапель, плям або реактивних струменів; зелена трава змінює колір, опадає листя тощо. У більшості випадків постраждалі люди відчувають страх, утруднене дихання, нудоту і головний біль.

Хімічна зброя потрапляє в організм через органи дихання, шкіру і слизові оболонки (очі і носоглотку), шлунково-кишковий тракт, а також через кров з ран і порізів. Для досягнення максимальної ефективності хімічну зброю переводять у бойовий стан у вигляді парів, аерозолів або крапель.

13 січня 1993 року 189 країн підписали Конвенцію про заборону розробки, виробництва, накопичення і застосування хімічної зброї та про її знищення. Основними цілями Конвенції є заборона розробки, виробництва, придбання, накопичення і збереження хімічної зброї; прямої або непрямої передачі хімічної зброї; застосування або підготовки хімічної зброї у

військових цілях; надання допомоги в діяльності, забороненій Конвенцією; надання допомоги або підбурювання інших держав до здійснення діяльності, забороненої Конвенцією; використання хімічної зброї для боротьби з масовими заворушеннями; знищення хімічної зброї. Забороняється використання агентів для боротьби з масовими заворушеннями.

Аналізуючи ці інциденти, слід зазначити, що в останні десятиліття були випадки летального застосування хімічної зброї. Одним із прикладів є застосування хімічної зброї у Першій світовій війні. Отруйні гази використовувалися з обох сторін, спричиняючи страждання і великі втрати на полі бою. Першу світову війну неофіційно називають «війною хіміків» через використання токсичних речовин з різними ефектами протягом усього конфлікту. Більшість з них були добре відомими хімікатами, які можна було заряджати у стандартні боєприпаси, такі як гранати та артилерійські снаряди. Серед хімікатів, що використовувалися, були хлор, ціанід і гірчичний газ. В результаті загинуло майже 100 000 людей. Хімічна зброя також використовувалася під час ірано-іракської війни і громадянської війни в Сирії.

Бойові отруйні речовини - це токсичні речовини і токсини, які впливають на життя людей і тварин, а також фітотоксичні речовини, що використовуються для знищення посівів і лісів у військових конфліктах.

Найнебезпечнішими хімічними речовинами є зарин і іприт, які розпадаються з утворенням різних похідних, таких як ізопропіл.

Зарин - це нервово-паралітичний газ, смертельна отрута, яка діє на нервову систему і спричиняє смерть. Висока розчинність цього елемента робить його ще більшою загрозою для людей і навколишнього середовища. Зарин вбиває прісноводну рибу і становить загрозу для людей, якщо потрапляє в організм. Як нейротоксин зарин впливає на тварин. Про це свідчить зниження активності, слабкість, слинотеча, звуження судин і набряки, які, залежно від дози, можуть бути смертельними.

Іприт вважається дуже стійким у навколишньому середовищі. Він є високотоксичним для різноманітних рослин і тварин у навколишньому середовищі. Риба є найбільш чутливою до застосування цієї хімічної речовини. Велика кількість іприту залишається у воді протягом значного періоду часу і зберігає свої токсичні властивості в організмі та поза ним.

Розміри зони хімічного ураження залежать від масштабів застосування отруйних речовин або кількості і типу сильнодіючих отруйних речовин, викинутих в атмосферу, метеорологічних умов, рельєфу місцевості, щільності забудови, наявності і характеру лісових насаджень. Розрізняють два типи зон: зони, де токсичні речовини, отрути, фітотоксичні речовини і сильнодіючі отруйні речовини викидаються безпосередньо в навколишнє середовище, і зони, де відбувається розсіювання парів і аерозолів цих речовин. Зони хімічного забруднення характеризуються концентрацією, щільністю та стійкістю забруднення. На стан зон хімічного забруднення і стійкість токсичних хімічних речовин впливають метеорологічні умови, такі як температура, напрямок і швидкість вітру, тип та інтенсивність опадів.

Вплив на навколишнє середовище: залишкові хімічні речовини, такі як VX, зарин, іприт, ціанід і деякі DMX, є дуже небезпечними, оскільки вони легко поглинаються зерновими і фуражними культурами, а їхня дія може тривати тижнями, а в деяких випадках і місяцями.

Орні землі знаходяться під загрозою протягом дуже тривалого часу. Після того, як верхній шар ґрунту зруйновано, вплив шкідливих хімічних газів є небезпечним для людей і тварин.

Забруднення води залежить від типу хімічної речовини та водойми. Коли іприт потрапляє у водойму, він утворює на поверхні маслянисту плівку. Вона поступово опускається на дно і розкладається на нетоксичні речовини. Ціанурова кислота і табун не заражають водойми.

Зарин залишається у воді кілька днів, а VX - кілька місяців. Люїзит розчиняється і розкладається у воді, але утворює небезпечні миш'якмісні речовини, що робить її непридатною для споживання людьми і тваринами.

Вода, забруднена ціанурою кислотою і солями іприту, є небезпечною протягом тривалого часу. На відміну від фосгену, дифосген забруднює воду за дуже короткий час.

Найбільше застосування хімічної зброї в історії відбулося під час Першої світової війни, коли за чотири роки було вироблено близько 132 000 тонн сильнодіючих отруйних речовин, з яких 113 000 тонн було використано, внаслідок чого постраждало понад мільйон людей, а близько 89 000 загинуло. Саме в цей час почали обговорювати нелюдськість і жахливі наслідки застосування такої зброї, і країни розпочали діалог щодо договору про заборону використання зброї масового знищення. У 1925 році країни підписали Женевський протокол про заборону використання хімічної та бактеріологічної зброї, але без згадки про виробництво чи накопичення такої зброї. У ньому не згадувалося про виробництво або накопичення такої зброї.

Незважаючи на запобіжні заходи, які вживає міжнародне співтовариство, ризик застосування хімічної зброї залишається. Усі країни мають стратегічні запаси хімічної зброї. Тому хімічна зброя є потенційною екологічною проблемою для всього світу. Хімічна зброя використовується протягом тисячоліть, починаючи з 11 століття нашої ери. Було підписано численні договори про заборону або утримання від використання хімічної зброї, робилися спроби регулювати її застосування у війні, але без ефективних результатів.

Не розуміючи всіх наслідків застосування хімічної зброї, людство просто накопичувало і використовувало всю наявну хімічну зброя, щоб завдати противнику більших людських страждань, не беручи до уваги той факт, що хімічна зброя завдає шкоди не тільки збройним силам, а й цивільному населенню і навколишньому середовищу.

Руйнування очисних споруд та інфраструктури викликало забруднення водних ресурсів, а використання важкого озброєння призвело до деградації ґрунтів і втрати біорізноманіття. Знищення заводів, елек-тростанцій та інших об'єктів інфраструктури призвели до викидів токсичних речовин, важких

металів та нафтопродуктів, що по-трапляють у ґрунт і водойми. Це погіршило якість води та створило загрози для водних екосистем і питного водопостачання. Забруднення повітря відбувається через пожежі, вибухи, а також руйнування зелених насаджень, що сприяє збільшенню захворювань серед населення, особливо респіраторних та онкологічних.

Військові дії в Україні спричинили значний негативний вплив на стан ґрунтів у регіонах, де проходили бойові дії. Вибухи снарядів і мін призводять до фізичної деградації ґрунтів, руйнуючи їхню структуру та знищуючи родючий шар, що ускладнює сільськогосподарське використання земель. Також відбувається хімічне забруднення ґрунтів важкими металами, залишками вибухових речовин і нафтопродуктів, які по-трапляють у навколишнє середовище через руйнування промислових об'єктів та інфраструктури. Це робить ґрунти токсичними для рослин і тварин, а також загрожує здоров'ю людей. Забруднення ускладнюється наявністю мін та нерозірваних боєприпасів, які роблять ці території небезпечними для використання

Військові дії в Україні суттєво погіршили стан водних ресурсів, особливо у регіонах, де відбувалися інтенсивні бойові дії. Руйнування промислових об'єктів та інфраструктури призвело до витоків токсичних хімікатів, важких металів та нафтопродуктів у річки, озера і ґрунтові води, що погіршило якість води та створило загрози для питного водопостачання.

Забруднення водних джерел важкими металами, хімікатами та нафтопродуктами через руйнування промислових об'єктів погіршує якість питної води, що призводить до отруєнь та інфекційних захворювань серед населення. Забруднення ґрунтів ускладнює вирощування безпечних сільськогосподарських культур, що впливає на харчову безпеку. Окрім фізичного впливу, військові дії викликають психологічний стрес у людей, що позначається на загальному самопочутті та якості життя.

## 1.2. Класифікація хімічної зброї

Хімічна зброя - це бойові речовини з руйнівними властивостями, що ґрунтуються на токсичній дії отрут на живі організми. Така зброя містить високотоксичні отрути та засоби їхньої доставки до цілі з метою ураження живої сили, щоб зірвати або ускладнити її діяльність.

Існування багатьох токсичних речовин призвело до появи багатьох класифікацій, зокрема токсикологічних, тактичних, хімічних, за швидкістю дії та за поведінкою на місці події. Загалом, усі класифікації враховують фізичні, хімічні та токсикологічні властивості речовини.

Бойові отруйні речовини включають отрути, токсини і фітотоксини.

Отруйні речовини – токсичні хімічні сполуки, які завдяки своїм фізико-хімічним властивостям і високій біологічній активності здатні уражати живу силу противника або знижувати її боєздатність у бойових умовах.

Токсини – хімічні речовини надзвичайної біологічної активності й виняткової селективності рослинного, тваринного або мікробного походження, які уражають організм людини.

Фітотоксиканти – хімічні сполуки, які застосовуються для того щоб знищити рослинність в діапазоні дії таких речовин [2].

Стійкі токсичні речовини - ті, що зберігають свою шкідливу дію в навколишньому середовищі більше однієї години після використання. Такі стійкі сполуки можуть заражати всі об'єкти, що знаходяться в радіусі дії речовини. До таких сполук належать зарин, зоман, V-газ, іприт, люїзит та зоман.

Нестійкі токсиканти - це ті, що випаровуються незабаром після застосування і стають смертельними менш ніж за годину. Типовими прикладами є фосген, хлороцин і синильна кислота.

З тактичної точки зору саме стійкі отруйні речовини призначені для ураження не лише живої сили, а й для зараження місцевості, водоймищ, бойової техніки тощо [3].

Хімічну зброю можна доставляти використовуючи різні механізми, зокрема артилерійські хімічні снаряди, хімічні фугаси, ручні хімічні гранати, авіаційні бомби, виливний авіаційний пристрій, балістичні ракети тощо.



Засоби доставки токсичних речовин:

1 – артилерійські хімічні снаряди; 2 – хімічні фугаси; 3 – ручні хімічні гранати; 4 – авіаційні бомби; 5 – виливний авіаційний пристрій; 6 – ракети

Джерело: <https://uahistory.co/pidruchniki/gydima-national-defensebases-medical-knowledge-11-class-2019/11.php>

Засоби доставки БОР – сукупність хімічних боєприпасів та хімічних бойових приладів, призначених для застосування БОР із метою ураження живої сили, зараження повітря, місцевості, бойової техніки та інших матеріальних засобів.

***Їх поділяють на:***

– хімічні боєприпаси одноразового використання (артилерійські снаряди та міни, снаряди реактивної артилерії, авіаційні хімічні бомби та касети, хімічні бойові частини ракет, хімічні фугаси, шашки, гранати, патрони);

– хімічні боєві прилади багаторазового використання (виливні авіаційні прилади (ВАП), механічні генератори аерозолів);

– бінарні хімічні боєприпаси та прилади: вони складаються з двох малотоксичних сполук (компонентів), вміщених у снаряд, бомбу чи ємність приладу (ВАП), і зберігаються ізольовано один від одного. Змішування

компонентів та реакція між ними досягаються після пострілу снаряду, скидання бомб та руйнування роздільної перегородки або штучного перемішування за допомогою спеціальних пристроїв. На озброєнні є бінарні боєприпаси із зарином-2 та Vx-2, що містяться в 155 і 203,2 мм артилерійських снарядах та авіаційних бомбах із Vx-2 типу «Біг-Ай».

Основними характеристиками хімічної зброї є її надзвичайно висока токсичність (навіть невеликі кількості викликають серйозні ускладнення і смерть), об'ємний характер дії отрут при руйнуванні великих площ нижніх шарів атмосфери, здатність проникати у військові об'єкти і споруди та вражати там беззахисний особовий склад; тривалість дії (хімічна зброя деякий час зберігається в атмосфері, частково в гідросфері і в ґрунті); складність своєчасного виявлення факту застосування противником хімічної зброї та визначення її типу; можливість контролювати характер і ступінь ураження особового складу. (частково у гідросфері та деякий час у ґрунті); складність своєчасного виявлення факту застосування противником хімічної зброї та визначення її типу; можливість контролювати характер і ступінь ураження особового складу.

Військові експерти вважають, що головною «перевагою» застосування хімічної зброї є можливість вибіркового ураження живої сили противника без руйнування інфраструктури місцевості. Очікується, що наслідки застосування такої зброї матимуть серйозні екологічні та генетичні наслідки, усунення яких потребуватиме багато часу і коштів [3].

Наслідки біологічного та екологічного впливу можна передбачити лише гіпотетично, оскільки експерти можуть не встигнути вчасно визначити походження хімічної зброї. Потенційні наслідки застосування хімічної зброї з екологічної точки зору включають забруднення навколишнього середовища, зокрема повітря, ґрунту і природних вод.

По-перше, зменшується вміст кисню в повітрі внаслідок пригнічення фотосинтезу токсичними речовинами. Крім того, збільшиться кількість

захворювань верхніх дихальних шляхів та алергічних реакцій у людей і тварин.

Забруднення ґрунтів, які є джерелом їжі для людей і фільтрами для природних вод, зробить їх непридатними для розвитку сільського господарства в майбутньому. Значна деградація ґрунтів через зміну хімічного складу збільшує потенціал ерозії ґрунтів, спричиненої дощовими опадами, що призведе до подальшого забруднення ґрунтових вод, річок, ставків та озер. Також відбудеться порушення харчового ланцюга та зміни в екосистемі внаслідок загибелі гризунів, дощових черв'яків та мікроорганізмів.

Пошкодження природних водних екосистем не лише знищує популяції, що живуть у воді, але й порушує кругообіг речовин і може змінити хімічний склад усього харчового ланцюга. Вода також стає непридатною для споживання людьми і тваринами [5].

На жаль, зараз військові повідомляють про активне застосування хімічних боєприпасів на Куп'янському напрямку. Противник використовує заборонені хлоропікринові гранати К-51, які негативно впливають на здоров'я солдатів, викликаючи утруднене дихання, опіки та запаморочення. Такі гранати російські терористи використовують у боях за термінал Донецького аеропорту з 2015 року. Під час повномасштабного вторгнення випадки застосування хімічної зброї були зафіксовані також у Гостомелі, де російські війська застосували газ зарин, у жертв якого спостерігалися набряки, нудота і проблеми з сечовипусканням. У районі Бахмута терористи активно застосовували фосфорні бомби, які також використовувалися під час захоплення «Азовсталі».

Важливо оцінити хімічну обстановку, щоб зрозуміти потенційний вплив на особовий склад і навколишнє середовище після нападу із застосуванням хімічної зброї.

Хімічна обстановка - це сукупність обставин, за яких хімічна зброя впливає на місцевість, джерела повітря і води, особовий склад, техніку і озброєння, впливаючи на бойові дії і боєздатність військ.

Таким чином, оцінка хімічної обстановки - це визначення потенційного впливу хімічної обстановки на бойові дії з метою вжиття заходів, спрямованих на підтримання боєздатності військ в умовах застосування противником хімічної зброї.

Вихідними даними для оцінки хімічної обстановки є місце розташування військ, завдання, характер дій, ступінь захисту особового складу, тип застосованої отруйної речовини, спосіб застосування отруйних речовин противником, місце і час застосування хімічної зброї, погодні умови та умови місцевості.

Хімічна обстановка оцінюється в два етапи:

- I етап – прогнозування. Застосовують у випадку, тоді коли немає точних даних з місця подій. Прогнозування дозволяє приблизно визначити можливі наслідки застосування хімічної зброї, вплив на особовий склад, боєздатність війська, можливість виконання завдань, найдоцільніший план подальших дій та ліквідація наслідків.

- II етап – оцінка фактичної обстановки за даними розвідки. Базується на основі точних даних, отриманих від потерпілих про втрати, характер зараження та розміри вогнища.

На основі оцінки хімічної обстановки сили інформуються про хімічне забруднення місцевості і атмосфери та роблять висновки щодо статусу особового складу, можливих заходів захисту, усунення наслідків впливу і визначення маршрутів для уникнення забруднених районів. Визначаються безпечні райони для розгортання військ та процедури спеціальної обробки.  
[3]

Останнім часом Російська Федерація використовує для обстрілів заборонені запалювальні бомби, наповнені білим фосфором. Це призводить до масових пожеж, хімічного забруднення ґрунту та водойм, знищення всіх живих організмів.

Противник неодноразово застосовував нервово-паралітичні речовини (зарин, зоман) в районах запеклих боїв, що призводило до загибелі особового

складу. У зв'язку з цим велике значення має наявність засобів радіохімічного та бактеріологічного захисту, таких як загальні захисні комплекти та протигази. Аналіз інформації про хімічну зброю та її застосування дає змогу зрозуміти, що цей вид зброї використовується тоді, коли звичайна зброя не може бути застосована. Хімічна зброя має властивість масового знищення особового складу і цілих територій, що дуже вигідно противнику, оскільки він не несе втрат власного особового складу при захопленні території.

### **1.3. Класифікація бойових токсичних хімічних речовин**

Хімічна зброя є різновидом зброї масового ураження людей, насамперед особового складу збройних сил супротивника. Її вражаюча дія ґрунтується на використанні бойових отруйних (токсичних) хімічних речовин (ОР), які відповідають визначеним технічним вимогам, мають певні фізико-хімічні та надзвичайно токсичні властивості, що забезпечують найбільшу бойову ефективність за використання засобів їх застосування та доставляння до цілі. Застосовують ОР в крапельно-рідинному стані, у вигляді газу (пари) та аерозолю (туману, диму).

Бойові отруйні речовини заражають повітря, одяг, техніку і місцевість, будівлі, воду і продукти харчування, а в організм людини потрапляють через органи дихання - при вдиханні, шкіру і слизові оболонки - при шкірно-нарівному способі (через шкіру, рани і опіки, всмоктуються в кров і розносяться по всьому організму) і шлунково-кишковий тракт (при вживанні зараженої їжі або води). Вони вибірково вражають людей і тварин, але не знищують матеріальних цінностей і потребують тривалого часу для усунення серйозних екологічних і генетичних наслідків. Її застосування та засоби доставки до цілей включають артилерійські снаряди, наземні міни, ракетні боєголовки, авіаційні бомби, авіаційні бомбардувальні пристрої, генератори термічних і механічних аерозолів, димові шашки і гранати (рис. 1.2). Хімічна

зброя зберігається у спеціально обладнаних сховищах під особливим контролем.

Конвенція про заборону розробки, виробництва, накопичення і застосування хімічної зброї та про її знищення була прийнята Генеральною Асамблеєю ООН 30 листопада 1992 року і набула чинності 29 квітня 1997 року.

Конвенція зобов'язує всі держави знищити 100% задекларованої ними хімічної зброї. Однак уряд Сирії, який застосовував хімічну зброю проти повстанців і цивільного населення, а також, наприклад, розроблену Росією нервово-паралітичну речовину «Новачок», якою було отруєно колишнього офіцера російського ГРУ С. Скрипаля та інших осіб у Солсбері, не виконали це зобов'язання. але зрозуміло, що не всі країни ще знищили свої запаси хімічної зброї. [17-21]

Після застосування отруйних речовин утворюються зони хімічного ураження та осередки ураження хімічною зброєю. Зона хімічного ураження - це територія, яка безпосередньо зазнала впливу хімічної зброї, де поширилася хмара забруднення, що містить смертельні концентрації хімічних речовин.

Осередки хімічного ураження - це території, на яких дія отруйних речовин призвела до значного ураження людей, тварин і рослин. Особовий склад може постраждати від: а) парів первинної хмари зараженого повітря, що утворюється під час застосування хімічних боєприпасів, б) парів вторинної хмари зараженого повітря, що утворюється після випаровування летких речовин із заражених ділянок, в) контакту з токсичними речовинами у вигляді крапель на тілі або поверхні тіла.

Сучасні бойові отруйні речовини класифікуються за їх фізіологічним впливом на організм, токсичністю (ступенем ураження), швидкістю дії та стійкістю в навколишньому середовищі. [18-21]

**За фізіологічною дією на організм ОР об'єднують у шість груп:**

1. ОР нервово-паралітичної дії, або фосфорорганічні отруйні речовини, — амітон, зарин, зоман, «Новичок», VX (Vi-Iкс) — уражають нервову систему. Застосовують їх у вигляді парів, аерозолі, які надходять усередину організму через органи дихання.

Ознаками ураження є: звуження зіниць очей (міоз), світлобоязнь, слинотеча, нудота, блювота, утруднення дихання, біль у грудях, різка загальна слабкість, головний біль, запаморочення, судоми, параліч.

2. ОР шкірно-наривної дії — іприт, люїзит — мають смертельну дію і спричиняють місцеві запально-некротичні зміни шкіри та слизових оболонок органів дихання та очей. Також мають виражену шкірно-резорбтивну дію. Під час надходження в організм з водою і їжею вони уражають органи травлення, що призводить до загального отруєння органів і тканин організму. Можуть проникати й через органи дихання. Хімічно чистий (перегнаний) іприт — прозора рідина зі слабким запахом, технічний іприт — темно-коричнева, майже чорна рідина із запахом гірчиці чи часнику.

Ознаки ураження: почервоніння (еритема) шкірних покривів, що з'являється в разі ураження: люїзитом через 5-20 хв, іпритом — через 2-3 год і довше; утворення міхурів (бульозна стадія) за люїзитного шкірного ураження розвивається через 2-6 год (пухирі поодинокі, великі, однокамерні, вміст швидко мутніє), а за іпритного шкірного ураження — через 18-24 год. Спочатку виникають дрібні пухирі по периферії еритеми (ділянки почервоніння ураженої шкіри), які потім зливаються у великі багатокамерні пухирі з прозорим вмістом; у період контакту виникає пекучий біль у місці контакту з люїзитом та відсутність симптомів подразнення, болю — з іпритом.

3. ОР загальноотруйної дії — синильна кислота й хлорціан — діють під час вдихання постраждалими їхніх парів; можуть виникати ураження синильною кислотою також за умови її надходження в шлунково-кишковий тракт у вигляді рідини або солей. Синильна кислота — це безбарвна летка рідина з запахом гіркого мигдалю, хлорціан — безбарвний газ. Ознаки

ураження: запаморочення, блювота, відчуття страху, утрата свідомості, судоми, смерть внаслідок паралічу дихального центру.

4. ОР задушливої дії — фосген — діє тільки за умови вдихання постраждалими його парів. Ознаки ураження: незначне подразнення слизової оболонки очей, слезотеча, кашель, стискання в грудях, нудота (блювота), запаморочення, загальна слабкість. Після 4-5 год уявного благополуччя в постраждалих унаслідок набряку легенів настає різке погіршення стану: частішає дихання, з'являються сильний кашель з рясним виділенням пінистої мокроти, головний біль, задишка, посиніння губ, повік, носа, почастішання пульсу, біль у ділянці серця, слабкість і задуха. Температура тіла піднімається до 38-39 °С. Набряк легень, заповнених плазмою крові, триває кілька діб і зазвичай закінчується смертю.

5. ОР психохімічної дії — BZ (Бі-Зет) — тимчасово специфічно діє на центральну нервову систему і спричиняє психічні (галюцинацію, страх, депресію) чи фізичні (сліпоту, глухоту, параліч) розлади. BZ уражає організм через органи дихання та шлунково-кишковий тракт під час вживання зараженої їжі та води. Ознаки ураження виникають через 0,5-1 год (період прихованої дії): сухість і почервоніння шкіри, розширення зіниць і затуманення зору, загальна слабкість, порушення контакту з людьми, втрата орієнтування в часі й просторі, порушуються функції вестибулярного апарату, хитка хода, страхітливі зорові та слухові галюцинації, прискорене серцебиття, сухість у роті, пригнічення психіки, сплутаність свідомості, блювота.

6. ОР подразнювальної дії — CS (Сі-Ес), CR (Сі-Ар), хлорацетофенон, адамсит — у вигляді диму чи туману тимчасово викликають подразнення очей і органів дихання. CS подразнює очі і дихальні шляхи, у великих концентраціях викликає опіки відкритих ділянок шкіри, у деяких випадках — параліч органів дихання, серця і смерть; CR подразнює очі, дихальні шляхи, шкіру; хлорацетофенон уражає очі; адамсит подразнює дихальні шляхи, спричиняє біль у грудях, сухий кашель, блювоту.

**За токсичністю (тяжкістю ураження)** сучасні ОР поділяють на смертельні й ті, що тимчасово виводять з ладу. До ОР смертельної дії належать усі речовини перших чотирьох зазначених груп. До тих, що тимчасово виводять з ладу, належать речовини п'ятої та шостої груп фізіологічної класифікації.

Різновидом хімічних боеприпасів є бінарні боеприпаси, у яких дві нетоксичні або малотоксичні речовини, що є напівпродуктами для отримання цільової отруйної речовини, відділені одна від одної і вступають між собою в хімічну реакцію з утворенням високотоксичної отруйної речовини, наприклад зарину, тільки під час доставки боеприпасу до цілі.

Використання бінарної хімічної зброї передбачає безпеку під час її виробництва, транспортування, зберігання та експлуатації. [19-21]

**Залежно від швидкості дії на організм і появи ознак ураження** розрізняють отруйні речовини:

- а) швидкої дії;
- б) повільної дії.

Перші ОР не мають періоду прихованої дії і вражають уже через кілька хвилин (зарин, зоман, синильна кислота, хлорціан, CS, CR).

Другі — мають період прихованої дії і спричиняють ураження через деякий час (VX, іприт, фосген, BZ).

**Залежно від тривалості зараження місцевості різними типами ОР** осередки хімічного ураження поділяють на два типи: стійкі й нестійкі. Для створення стійких осередків застосовують крапельно-рідинні ОР. Їх стійкість визначається часом, після закінчення якого особовий склад рятувальних формувань і населення може перебувати без засобів захисту. Стійкі ОР зберігають уражальну дію від кількох годин до кількох діб з моменту їх застосування (VX, зоман, іприт, BZ). Нестійкі ОР зберігають уражальну дію впродовж кількох десятків хвилин (синильна кислота, хлорціан, фосген).

Загальними ознаками, які вказують на гостре отруєння, є відчуття «піску в очах» або різь в очах, світлобоязнь; опіки на губах, на язичку або шкірі; біль у роті, горлі, грудях або животі, що посилюється під час ковтання та дихання; підвищене слиновиділення, нудота, блювота (зі специфічним запахом, залишками отруйних речовин, кров'ю); порушення дихання (задуха, гучне дихання, зміна тембру голосу, кашель); пітливість, діарея, незвичайна поведінка постраждалого (збудження, марення); м'язові посмикування, судоми, втрата свідомості; незвичайний колір шкіри (бліда, малинова, синюшна).

У зв'язку з високою токсичністю ОР і токсинів, що дозволяє їм у вкрай малих дозах спричиняти важкі й смертельні ураження, термін надання домедичної допомоги має бути не довшим за 5-10 хв з моменту появи симптомів інтоксикації. Використовувати потрібно насамперед медичні засоби профілактики і надання медичної допомоги, які мають при собі уражені. Антидот (протиотрута), який міститься в аптечці індивідуальній, найефективніше діє в перші хвилини після появи ознак інтоксикації, а за його застосування через 5-10 хв і пізніше він не зупиняє розвитку тяжкої форми отруєння. Обробка заражених ОР ділянок шкіри в перші 1-2 хв попереджує ураження, а через 5-10 хв — не запобігає виникненню тяжкої форми отруєння.



На частині території Донецької області органи державної влади тимчасово не здійснюють свої повноваження (розпорядження Кабінету Міністрів України від 7 листопада 2014 № 1085-р (із змінами)).

Рельєф Донецької області горбисто-рівнинний, з характерною сильною ерозією ґрунтів. Північна та центральна частини області – це Донецький кряж, південна – Приазовська височина. У ландшафтній структурі території області переважають степові височини та схили, степові рівнинні комплекси терас, а також горбисті, піщані та лісові рівнини, річкові долини та мережа балок. Типові ландшафти області – сильно розчленовані балками рівнини та височини, які переходять у заплавні ландшафти річкових долин, а також лиманні рівнини на морському узбережжі.

За своїм характером земна поверхня Донецького кряжу є хвилястою рівниною. Максимальні відмітки висот по Донецькому кряжу в області сягають 200-260 метрів. Найвища точка - Саур могила, її височина 277,9 м. Амплітуда висот в цих районах досягає 200 м. Це все, що залишилося від колись досить високого гірського масиву. На околицях Донецький кряж втрачає і без того скромну висоту, зливаючись з навколишніми річковими долинами. І лише до Сіверського Дінця він обривається крутим уступом, оголюючи древні крейдиані відкладення.

У гідрографічному відношенні територія Донецької області ділиться на 3 частини: північну (басейн ріки Сіверський Донець), південну (ріки басейну Приазов'я (Азовського моря) і західну (басейн ріки Дніпро).

Основну частину запасів поверхневих вод Донецької області складають річки. В області налічується 246 річок, загальна довжина яких складає 5410 км. З метою регулювання місцевого стоку на них побудовано 130 водосховищ ємністю 863 млн м<sup>3</sup> і більш як 2147 ставків ємністю 270 млн м<sup>3</sup>.

Водні ресурси області формуються за рахунок транзитного притоку поверхневих вод річки Сіверський Донець, місцевого річного стоку, що утворюється в межах області, стічних, шахтних і кар'єрних вод, а також експлуатаційних запасів підземних вод.

Територією області протікає: 1 велика річка – Сіверський Донець загальною довжиною 1053 км (у межах області – 96 км) – головна водна артерія краю; 8 середніх річок – Казенний Торець довжиною 134 км (у межах області – 134 км), Лугань – 198 км (44 км), Кальміус – 209 км (209 км), Міус – 258 км (65 км), Кринка – 180 км (170 км), Самара – 320 км (51 км), Вовча – 323 км (147 км) і Мокрі Яли – 132 км (132 км); 2269 малих річок, у тому числі струмків, загальною довжиною 10,59 тис. км, з них – 246 річок довжиною понад 10 км загальною довжиною 5,4 тис. км.

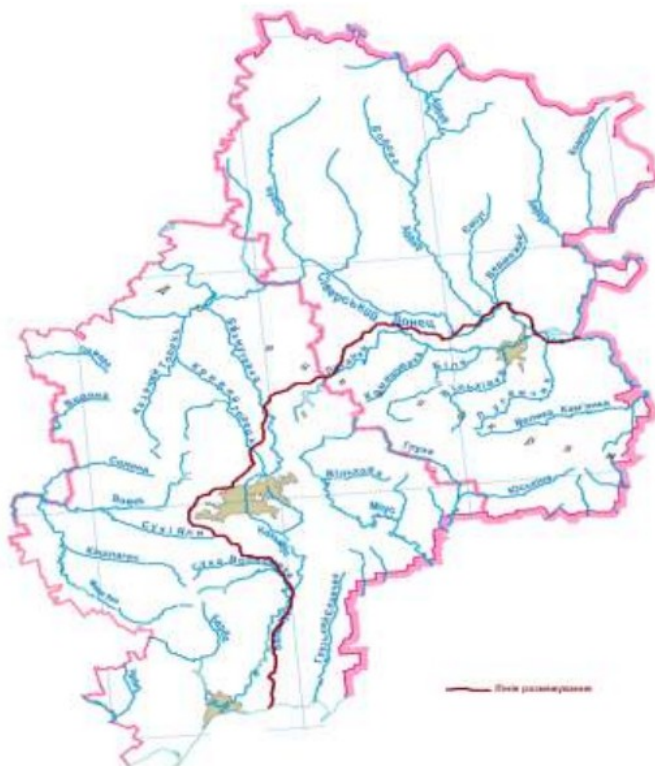


Рис.2.1.2. Гідрографічна мережа Донецької області

Середнє значення відносної вологості складає 74 %. Середньорічні температури по регіону міняються не дуже істотно. Середня температура повітря в січні – від -40 С до -60 С, у липні – від 230 С до 240 С. Холодна пора року визначалася дуже нестійкою погодою: у січні – проходження активних циклонів та атмосферних фронтів, які зумовили випадіння опадів різної інтенсивності у вигляді снігу та дощу, посилення східного, північно-східного, південно-східного вітру до небезпечних позначок та туманів.

У лютому місяці переважала не по зимовому тепла погода з опадами та туманами. Середньомісячна температура повітря по Донецькій області у лютому була на 6-7°C вище норми.

Влітку погода була переважно спекотною та бездощовою. Переважають західні і північно-західні вітри, які доволі часто приводять до засух. Майже весь літній період спостерігалась спека та дефіцит опадів, що обумовило надзвичайно високу пожежну небезпеку.

Серед несприятливих кліматичних явищ слід виділити зимову відлигу, ожеледицю, промерзання ґрунту, весняні заморожування, сухі східні вітри, град і часті тумани.

## 2.2. Клімат Донецької області

Клімат Донецької області формується під впливом температури повітря, опадів, сонячної радіації, повітряних мас, циркуляції атмосфери, підстильної поверхні, рельєфу. Уся територія знаходиться в помірному поясі, в області помірно-континентального клімату. Рівнинний характер поверхні території України сприяє вільному просуванню на територію Донецької області атлантичних, арктичних і континентальних повітряних мас. Взимку переважно північно-східні та східні вітри, влітку північно-західні і західні, на узбережжі Азовського моря – бризи. Максимальні швидкості вітру досягають 20 - 30 м/с. Середня температура у січні становить мінус 4-6 °С. Клімат нестійкий. У зв'язку з вторгненням теплих повітряних мас із заходу, морози часто змінюються відлигами. У холодну пору року переважає Азіатський антициклон.

Вже в третій декаді березня температура повітря швидко піднімається. На початку квітня на всій території області вона сягає 5 °С вище нуля. Найтепліший місяць – липень, середня температура якого становить 23,4 °С. Максимальна температура повітря в літній період близько 42 °С. Загальна

тривалість без морозного періоду в північній частині області – до 172 днів, а у південній – до 198 днів.

Середня кількість атмосферних опадів в Донецькій області коливається від 350 мм (Приазов'я) до 550 (на Донецькому кряжі). Основна кількість опадів (76-82%) на території Донецької області випадає у вигляді дощу і тільки 18-24% – у вигляді снігу. Територія області відноситься до зони з недостатнім зволоженням. Максимальна кількість опадів випадає в травні-липні та вересні-жовтні, мінімальне взимку – січень-лютий. Дощі носять зливовий характер, короткочасні і охоплюють невеликі площі. Сніговий покрив досягає 10-30 см.

За кліматичними умовами в Донецькій області виділяється Донецький кряж. Він характеризується помірно континентальним кліматом, незважаючи на те, що лежить в зоні південних степів. Середня січнева температура на Донецькому кряжі - 7 °С, середня липнева + 22° С. Завдяки порівняно високим оцінкам Донецький кряж має більш вологий клімат, ніж навколишня його рівнина. Річна кількість опадів 450-550 мм. Самий дощовий місяць - липень. Коефіцієнт зволоження за рік 0,55-0,44.

Зима м'яка і нетривала. Для території області взимку характерна активна циклонічна діяльність. Початок зими – кінець листопада - початок грудня – відрізняється постійною хмарністю, туманами. Оподи випадають у вигляді снігу. Заметілі на території області можуть спостерігатися протягом всієї зими. Весна настає з приходом теплих південних і західних повітряних мас, починається на півдні (Приазов'я) і поступово просувається на північ. Часто навесні після встановлення теплих температур, настають холоди, викликані припливом холодного арктичного повітря Азіатського антициклону. Іноді бувають штормові вітри східного напрямку, які видувають верхній шар сухого ґрунту. У цей час спостерігаються пилові бурі.

Літо спекотне, посушливе. У літній час ідуть дощі зливогого характеру. Часті посухи, суховії і пилові бурі. Кінець літа характеризується зниженням температури повітря до + 15 °С і нижче.

Осінь на території області починається з поступового зниження температури повітря, посилення циклонічної діяльності, що проявляється у збільшенні днів з туманами і опадами. Однак бувають тривалі періоди, коли тримаються досить високі температури (+ 20 ° С). Поступово температура падає і на початку жовтня починаються заморозки на поверхні.

*Таблиця 2.1. Середньомісячна та річна швидкість вітру (м/с)*

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
5,3	5,9	5,4	5,0	4,2	3,6	3,5	3,6	3,9	4,5	5,0	5,2	4,59

Рис.2.1. Середньомісячна на річна швидкість вітру

*Таблиця 2.2. Метеорологічні характеристики*

Назва характеристики	Величина
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1,0
Середня максимальна температура повітря найтеплішого місяця, С	+21,2
Середня мінімальна температура повітря найхолоднішого місяця, С	-5,2
Середня роза повторюваності вітрів за рік :	
Північ	13,6 м/с
Північний Схід	18,9 м/с
Схід	15,5 м/с
Південний Схід	10,1м/с
Південь	8,1 м/с
Південний Захід	9,3м/с
Захід	14,1 м/с
Північний Захід	10,4 м/с

Швидкість вітру, повторюваність перевищення якого складає 5 %, м/с	11 м/с
--	--------

**Таблиця 2.3. Фонові показники району експлуатації**

Кліматичні показники, що аналізуються	Підрайон	Значення кліматичних параметрів
Архітектурно-будівельний район	II	Східний степ
Температурна зона	I	Більше 3500 градусодіб
Район за вагою снігового покриву	III	1600 Па
Район за товщиною стінки ожеледиці	IV V	b=22 b=28
Район за тиском вітру	III IV V	500 Па 550 Па 600 Па
Район за середньою швидкістю вітру у зимовий період	II	Від 5,1 до 6,0 м/с
Абсолютний мінімум температури повітря	II	Від -37 до -40 °С
Середньомісячна температура повітря в січні	II	Від -2 до -6 °С
Середньомісячна температура повітря в липні	II	Від +21 до +23 °С
Абсолютний максимум температури повітря	II	Від 37 до 40 °С
Кількість опадів за рік	II	Від 550 до 700 мм
Відносна вологість у липні	II	До 65 %

**Таблиця 2.4. Температура та вологість зовнішнього повітря**

	Значення кліматичного параметру												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
t, °C	-5,2	-4,4	0,7	9,4	15,4	19,0	21,2	19,8	14,9	8,0	1,8	-2,9	8,2
φ, %	86	84	80	66	62	65	63	61	66	75	86	89	74

**Таблиця 2.5. Вітровий режим Донецької області**

Місяці	Параметр	Бік горизонту							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
I	повторюваність	7,2	10,3	14,3	18,9	11,0	14,3	16,6	7,4
	швидкість вітру	4,2	4,2	5,3	5,4	4,5	4,9	5,3	4,7
VII	повторюваність	13,6	18,9	15,5	10,1	8,1	9,3	14,1	10,4
	швидкість вітру	3,8	3,8	4,4	4,1	3,6	3,5	4,3	4,1

**Січень:**

**Липень:**

**Рис.2.2. Рози вітрів для січня та липня по даним повторюваності та середньої швидкості**

З ДСТУ -Н Б В.1.1 – 27:2011 «Будівельна кліматологія» беремо значення показників надходження радіації.

**Таблиця 2.6. Інтенсивність сонячної радіації, Вт/м<sup>2</sup>**

Вид радіації	Інтенсивність сонячної радіації, Вт/м <sup>2</sup> , що надходить при безхмарному небі за годину доби																	
	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
	На горизонтальну площину																	
Пряма	0	8	56	165	296	436	554	637	680	680	637	554	436	296	165	86	0	8

розсіяна	2	18	47	79	113	148	169	186	193	193	19	186	169	148	113	79	47	2	18
На вертикальну площину південної орієнтації																			
Пряма	0	0	0	0	12	118	220	297	338	338	297	220	118	12	0	0	0	0	0
Розсіяна	2	5	29	48	72	102	123	141	148	148	141	123	102	72	48	29	5	2	2
На вертикальну площину східної орієнтації																			
Пряма	0	61	274	432	499	495	410	268	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Розсіяна	3	10	73	115	146	163	153	136	114	96	83	73	65	53	40	27	5	2	2
На вертикальну площину західної орієнтації																			
Пряма	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	268	410	495	499	432	274	61	0	0
Розсіяна	2	5	27	40	53	65	73	83	96	114	136	153	163	146	115	73	10	3	3

### 2.3. Геологічна характеристика Донецької області

Мінерально-сировинна база Донецької області майже на 48,6% складається з горючих корисних копалин (кам'яне вугілля, метан вугільних родовищ і газ вільний), друге місце належить неметалічним корисним копалинам, провідними з яких є гірничохімічні, гірничорудні та нерудні для металургії. У межах області у Лиманському районі розташоване одне газове родовище – Дробишівське із затвердженими запасами і ресурсами - 1092 млн. м<sup>3</sup>.

Запаси кам'яного вугілля на території Донецької області в межах Донецького басейну зосереджені у 400-х об'єктах і становлять: балансових категорій– 13457,2 млн. т, з них коксівного – 6880,4 млн. т, антрациту – 2060,2 млн.т.



Рис.2.2. Схема ґрунтів Донецької області

В області налічується 173 шахти, виробнича потужність яких становить 41,7 млн. т вугілля на рік, а балансові запаси вугілля категорій – 4620,8 млн. т. 30 шахт області відпрацьовують вугілля на підконтрольній уряду України території, виробнича потужність яких становить 16,6 млн. т вугілля на рік, а балансові запаси вугілля категорій – 2086,5 млн. т. Видобуток вугілля у 2017 році склав 6,01 млн. т. Загальний видобуток по області наданий без врахування даних по шахтах, розташованих на непідконтрольній уряду України території (шахти не звітують на протязі 3-х років).

49 шахт Донецької області виробничою потужністю 26,4 млн. т/рік мають на балансі коксівне вугілля, запаси якого складають 2470,1 млн. т

(52,6% від загальних запасів шахт), з них на підконтрольній уряду України території 19 шахт мають на балансі коксівне вугілля, запаси якого складають 1080,1 млн. т; 89 шахт області потужністю 8,5 млн. т/рік з запасами антрацитів – 671,9 млн. т (14,3% від загальних запасів шахт) розташовані на непідконтрольній уряду України території. Глибина експлуатації вугільних пластів в області коливається від 20 до 1420 м, середня глибина становить 795 м. Резерв розвіданих ділянок для будівництва типових шахт у Донецькій області представлений 14 ділянками з виробничою потужністю 31,3 млн. т.

Запаси вугілля на резервних ділянках складають 3076,5 млн. т, з них коксівного – 1640,3 млн. т, антрацитів – 555,0 млн. т. На підконтрольній уряду України території розташовані 8 ділянок з загальними запасами 2204,7 млн. т. Резерв розвіданих ділянок для реконструкції і продовження терміну служби діючих підприємств (резерв групи „б”) у Донецькій області представлений 26 ділянками з виробничою потужністю 9,0 млн. т. Запаси вугілля на резервних ділянках групи „б” складають 917,7 млн. т, з них коксівного – 433,6 млн. т, антрацитів – 183,7 млн. т. На підконтрольній уряду України території розташовано 12 ділянок з загальними запасами 420,0 млн. т. У Донецькій області на підконтрольній уряду України території обліковано 27 ділянок, перспективних для розвідки, з запасами 1985,0 млн. т, з них коксівного – 342,8 млн. т. Невідпрацьовані запаси вугілля 74-х закритих шахт області кількістю – 716 млн. т складають 5,3% від загальних запасів області. На підконтрольній уряду України території розташовані 8 ділянок з загальними запасами 2204,7 млн. т. Загальна кількість запасів метану по 142 родовищах, облікованих у Державному балансі, – 190520,36 млн. м<sup>3</sup>, з яких запаси категорії – 69939,32 млн. м<sup>3</sup>. Запаси метану родовищ підконтрольної уряду України території становлять 72527,82 млн. м<sup>3</sup>, з них С1 – 10727,93 млн. м<sup>3</sup>.

Кількість запасів метану, вміщеного у вугіллі 18 шахт, діючих на підконтрольній уряду України території, становлять – 31335,69 млн. м<sup>3</sup>, з них – 10043,2 млн. м<sup>3</sup>. Супутньою корисною копалиною у кам'яному вугіллі, крім

метану, є германій. У вугіллі, видобутому у 2017 році, нараховувалось 7,4 т германію. Останніми роками германій з вугілля не вилучається через відсутність необхідного обладнання, а видобуток германію в складі вугілля є технологічно вимушеним.

Металічні корисні копалини представлені рудами заліза, ртуті, літію, цирконію та розсіяними елементами (германій). Руди заліза представлені 1 родовищем, яке не розробляється. Руди ртуті представлені 7 родовищами, з яких до 1995 року розроблялось Микитівське родовище. У балансі запасів корисних копалин Донецької області значаться 238 (з врахуванням родовищ геологічного вивчення) родовищ неметалевих корисних копалин. У 2017 році проводився видобуток корисних копалин на 47 родовищах (з врахуванням родовищ геологічного вивчення з дослідно-промисловою розробкою) родовищ нерудної сировини.

Видобуток неенергетичних матеріалів провадився за 14 видами, серед яких найважливішими для області та держави є нерудні корисні копалини для металургії (флюсові і доломітизовані вапняки, вогнетривкі глини, доломіти), гірничо-хімічні корисні копалини (кам'яна сіль), будівельні корисні копалини (гіпс, будівельне каміння і крейда). Разом з тим не проводився видобуток (або підприємства не звітували) по 6 видах корисних копалин, промислові запаси яких оцінені та ураховані в Державному балансі корисних копалин по Донецькій області, серед яких: камінь облицювальний, сировина для виробництва мінеральних пігментів, графіт, сировина польовошпатована, інші.

Крім вказаних родовищ з балансовими запасами на території області розвідано, опішуквано або обстежено близько 250 родовищ та проявів мінеральної сировини, які не обліковуються у Державному балансі, та виявлені перспективні площі багатьох видів неметалевих корисних копалин. У межах перспективних площ можливе відкриття промислових родовищ, які в майбутньому можуть значно зміцнити мінерально-сировинну базу області. Частина з них (особливо невеликі родовища і прояви) несанкціоновано

розробляються малими підприємствами, колективними господарствами та місцевим населенням для власних потреб. Дані щодо кількості родовищ та видобутку корисних копалин в Донецькій області в 2021 наведені в таблиці 2.7.

На території Донецької області розвинуті наступні екзогенні процеси: зсуви, карст, підтоплення, абразія, просідання над гірничими виробками, ерозійні явища. Зсуви на території Донецької області поширені, головним чином, у південній частині області – на узбережжі Азовського моря, у північній - на крутих схилах ріки Сіверський Донець та її притоках, а поодинокі зсувні процеси зустрічаються також на крутих схилах річок та крупних балок. У межах Донецької області нараховується 189 зсувів, які свого часу були виділені, обстежені та занесені в каталог, з них 87 зсувів характеризуються як активні.

На півночі Донецької області було виконане обстеження ділянок III категорії «Стародубівка» та «Андріївка» та п'яти ділянок чергового обстеження народногосподарських об'єктів «Привілля», «Октябрський», «Серебрянка», «Миколаївка» та «Святогірря». В цілому на півночі області активних зрушень на ділянках розвитку зсувів не спостерігалось на відміну від Приазов'я.

На півдні області були обстежені дві ділянки II категорії «Білосарайська» та «Маріупольська», «Широкинська» ділянка II категорії не обстежувалася через її розташування на території, не підконтрольній уряду України. Також були обстежені чотири ділянки III категорії: «Мелекине», «Комсомольський Пляж», «Піщане» та «БабахТарама»; п'ять ділянок чергового обстеження народногосподарських об'єктів: «Урзуф», «Юр'ївка (схід)», «Нова Ялта», «б. Клинова та правий берег р. Кальчик» м. Маріуполь.

Таблиця 2.7. Кількість родовищ та видобуток корисних копалин

Види корисних копалин	Загальна кількість родовищ по роках	Родовища, на яких вели видобуток по роках	Одиниця виміру	Видобуток	Балансові запаси
Вугілля	402	4	млн. т	6	13457,208
Метан вугільних родовищ	141	174	млн. м <sup>3</sup>	66,7	69939,32
Германій	109	74	т	7,4	16996,5
Сіль кухонна	3	47	тис. т	1	10685832

				7 9 4 , 7	
Крейда для хім. пром.	2	2	тис. т	-	44211,8
Глина бентонітова	1	0	тис. т	6 2 , 3 9	2915,18
Фосфорит зернистий / фосфорит-глауконітова руда	2	1	тис. т	-	86556
Фарбова сировина	1	0	тис. т	-	588,74
Графіт	1	0	тис. т	-	135
Каолін	5	0	тис. т	5 0 5 , 1 7	60314
Глина вогнетривка	21	2	тис. т	5 8 7 8 , 7 7	476317
Кварцит та кварц	2	13	тис. т	-	6783,9

Доломіт для металургії	6	0	тис. т	7 5 8	259065
Вапняк флюсовий	7	1	тис. т	2 3 3 4	830351,7
Вапняк доломітизований	4	3	тис. т	1 4 5 2	380095
Плави́ковий шпат	1	2	тис. т	-	1730,8
Пісок формувальний	5	0	тис. т	1 7 , 6	250962
Цементна сировина	7	2	тис. т	-	560504
Крем'яна сировина	1	0	тис. т	-	683
Вапняк на вапно	1	0	тис. т	9 6 0 , 3	9818
Гіпс і ангідрит	14	0	тис. т	5 5 , 7 9	345492

Крейда будівельна	13	2	тис. т	-	196829
Сировина скляна і фарфорофаянсова	5	2	тис. т	2 7 6	27782
Пісок будівельний	27	0	тис. т	-	276649
Камінь облицювальний	6	4	тис. т	-	15058
Керамзитова сировина	2	0	тис. т	2 5 5 , 2	18134
Камінь будівельний	31	0	тис. т	-	73342
Петрургійна сировина	2	3	тис. т		26038
Глина тугоплавка	8	0	тис. т	8 7 , 4	55018
Цегельно- черепична сировина	63	1	тис. м <sup>3</sup>	3 1 , 3	194335
Води підземні, прісні Родовища ділянки	43/93	26/42	тис. м <sup>3</sup> / добу	7 6 , 1 8 5	1083,513
Води підземні, мінеральні Родовища ділянки	13/16	1/1	тис. м <sup>3</sup> / добу	0	8,377

Води дренажні Родовища ділянки	13/15	0/0	тис. м <sup>3</sup> / добу	0	55,797
--------------------------------	-------	-----	----------------------------	---	--------

На ділянці II категорії «Білосарайська» активні процеси спостерігалися на 10-х зсувах. Активність проявлялася в руйнуваннях раніше відокремлених блоків, вивалів порід з обривчастих стінок зриву, обваленням язикової частини зсувів на пляж, подекуди деформацій підпірних стінок, відділенні дрібних блоків від плато, утворенні цирків другого порядку, деформації спускових доріг на пляж. На автодорозі Маріуполь-Урзуф в місці перетинання основною тріщиною відділення зсуву №90 відзначається розривна тріщина з шириною розкриття 3-5 см та перепадом пліч – 10 см.

На ділянці II категорії «Маріупольська» на зсуві №105 напроти б. 19 по вул. Севастопольська ширина розкриття тріщини відділення блоку становила 10 см, зміщення блоку – 15 см; на зсуві №106 свідченням повільних пластових деформацій є розходження бетонного забору у східній частині готелю «Європейський»; посування відзначалися на зсуві №108, де у весняний період в язиковій частині відбувалося зміщення ґрунту на будівлі по пер. Чехова та вул. Узвіз Артема.

На ділянці III категорії «Бабах-Тарама» зсувний процес протікає активно. Відбувається руйнування нижньої сходини зсуву з обваленням суглинків на пляж. На середній сходинці також відбувається зміщення ґрунтів до низу до 2 м. В уступі верхньої сходинки навесні 2017 р. утворилася опущена тріщина розтягання шириною розкриття 10 см та перепадом пліч до 1,4 м.

Однією з причин розвитку зсувів є абразійна дія хвиль моря під час нагоних штормів. Активна абразія спостерігалася в кліфі напроти с. Бабах-Тарама, а також у східній частині ділянки II категорії «Білосарайська», подекуди пляж практично був відсутній і кліф зазнає відмиву.

### Розділ 3

#### Оцінка впливу хімічної зброї на екологічний стан Донецької області

З 2014 року проти України триває кровопролитна та руйнівна війна з боку жорстокого агресора - Російської Федерації. Метою цієї війни є повне панування над нашою країною або її знищення: 24 лютого 2022 року розпочався новий етап війни у вигляді тотального ворожого наступу на всіх кордонах України. Ця трагічна ситуація не лише в одну мить змінила людські життя, а й створила нову загрозу для довкілля України. Російські злочини проти довкілля також потребують розслідування, засудження та компенсації.

24 лютого 2022 року Росія розпочала агресивну війну проти України. Внаслідок повномасштабного вторгнення на українську територію було масово зруйновано інфраструктуру українських міст і сіл, загинули тисячі українців, а українська економіка зазнала колапсу. Інші наслідки, які часто недооцінюються під час війни, включають довгостроковий вплив військових дій на навколишнє середовище та значне руйнування екосистем.

Російське вторгнення в Україну перетнуло кордон між Україною та Білоруссю. Бойові дії охопили всі кліматичні зони України, що призвело до знищення сотень гектарів різноманітних і рідкісних біогеографічних ландшафтів. Справжній масштаб екологічних втрат можна буде оцінити лише після повної деокупації української території. [39-41]

Активні бойові дії велися на території Житомирської, Київської, Чернігівської, Сумської, Харківської, Луганської, Донецької, Запорізької, Херсонської та Миколаївської областей.

Оцінка збитків, завданих екології нашої країни, нерозривно пов'язана з особливостями економічного розвитку окремих територій, на яких відбувалися і відбуваються бойові дії. Варто зазначити, що ще до вторгнення в країні існувала низка екологічних проблем, які не вирішувалися належним чином. Індустріально розвинені райони вже давно є дуже обтяжливими для довкілля і зробили його вразливим. Якщо територія інтенсивно оброблялася

для вирощування сільськогосподарських культур і протягом багатьох років страждала від нераціонального ведення сільського господарства, бойові дії на цій території можуть зробити її абсолютно непридатною для сільськогосподарського використання. Якщо хімічний завод десятиліттями забруднював певне місто чи район застарілими очисними спорудами, обстріл такого підприємства призведе до техногенної катастрофи, яка миттєво зруйнує і без того сильно постраждалу екосистему біогеоценозу. Це можна порівняти з організмом, який роками виснажувався у боротьбі з хворобою, але замість лікування піддається масовому зараженню новим вірусом. [41-44]

Одним з найсерйозніших довгострокових наслідків для екосистем є хімічне забруднення територій, де була використана велика кількість боєприпасів. Техногенні катастрофи, спричинені бомбардуваннями та обстрілами наших підприємств та об'єктів критичної інфраструктури, також завдають значної шкоди довкіллю. Крім того, використання Росією ракет великої дальності спричиняє техногенні катастрофи по всій Україні, особливо в промислово розвинених регіонах, де зосереджені енергетична, гірничодобувна, переробна, хімічна та інші галузі промисловості.

Україна також є великою аграрною країною, де сільськогосподарське виробництво та експорт становлять значну частину економіки. Україна є однією з країн з найбільшою площею орних земель. Сільськогосподарські угіддя займають 70,5% території країни, з яких 57% - рілля (в деяких регіонах - 86%).

Внаслідок бойових дій сільськогосподарські угіддя зазнали значних механічних пошкоджень, а родючі ґрунти тривалий час були хімічно та біологічно забруднені. Тисячі снарядів, залишених на полях і в лісопосадках, підірвана і спалена військова техніка є значним джерелом забруднення ґрунтів і ґрунтових вод залізом, алюмінієм, міддю та іншими важкими металами та їх сполуками, і це забруднення триває століттями. Україна належить до країн з недостатніми водними ресурсами (поверхневими та підземними водами, придатними для використання в народному

господарстві). Наша країна є однією з найбільш вододефіцитних країн Європи.

Затоплення озброєнь і боєприпасів, вимивання в підземні води і потрапляння в поверхневі води різних токсичних речовин, що утворюються в результаті вибухів боєприпасів, - все це фактори, які негативно впливають на водні ресурси. Документування цих випадків і встановлення рівня довгострокового впливу та шкоди, завданої довкіллю України, є основою для визначення розміру компенсації, яку має сплатити Росія.

Перш ніж детально розглянути вплив бойових дій на окремі компоненти екосистеми, такі як повітря, водні ресурси та ґрунти, варто зазначити основні джерела забруднюючих речовин, що мають довгостроковий вплив на довкілля. [39-45]

Перше - це боєприпаси, які масово використовуються на полі бою.

У сучасних бронебійних боєприпасах бронебійну частину (серцевину) часто виготовляють зі збідненого урану. Цей метал використовується через його фізичну властивість самозаймання і горіння в результаті удару об броню і проникнення крізь неї. При цьому дрібні осколки уранової серцевини розлітаються, сприяючи горінню горючих матеріалів і детонації боєприпасу в цілі. Майже 70 відсотків загальної маси збідненого урану в снаряді згорає і під час вибуху перетворюється на аерозолі радіотоксичного оксиду урану ( $U_3O_8$ ,  $UO_2$ ) з частинками розміром від 0,5 до 5 мікрон.

Значна кількість розсіяного аерозолу залишається в повітрі протягом тривалого періоду часу, поступово осідаючи на поверхню і згодом мігруючи до ґрунту і ґрунтових вод. Використання УО не є добре вивченим з точки зору довгострокових наслідків для здоров'я. Основна небезпека від DU виникає при потраплянні в організм у вигляді частинок пилу. Ці нерозчинні частинки урану можуть залишатися в легеневій тканині, особливо в лімфатичних вузлах, до декількох років. Уран, що потрапив до організму через шлунково-кишковий тракт, має низьку швидкість всмоктування в кров. [40]

Оскільки збіднений уран є насамперед випромінювачем альфа-випромінювання (альфа-частинки легко затримуються невеликими перешкодами, навіть звичайним аркушем паперу), небезпечним є саме відкладення в тканинах організму, де немає захисту від альфа-випромінювання. Слід також пам'ятати, що уран - важкий метал, і його накопичення в організмі може призвести до порушення роботи таких органів, як нирки та печінка.

Токсичні речовини в капсулях боєприпасів (пристроях, що використовуються для запалювання вибухових речовин у вогнепальній зброї або детонації вибухових зарядів (наприклад, запалів у гранатах)) також мають значний вплив на навколишнє середовище. Вміст цих капсулів - активаційні вибухові речовини.

Найчастіше їх використовують як детонатори для бризантних вибухових речовин (речовин, здатних подрібнювати або руйнувати об'єкти в межах своєї вибухової дії) або як запалювальні речовини для пороху чи інших легкозаймистих матеріалів. Детонатори характеризуються здатністю детонувати від простого початкового імпульсу (удар, тертя, тиск, іскра). Наприклад, запал ручної гранати створює невеликий вибух при натисканні на спусковий гачок, «активуючи» вибухівку, яка вже міститься в значній кількості в корпусі.

Капсуль патрона вибухає від удару, запалюючи вибухівку і викидаючи снаряд. Вміст капсуля, як правило, є запалювальною сумішшю. Найпоширенішими компонентами запалювальної суміші є галят ртуті  $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ , сурма  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (трисульфід сурми) і бертолетова сіль  $\text{KClO}_3$  (хлорат калію). Суміш для гвинтівочних патронів містить такі компоненти у співвідношенні: сурма : сурма : бертолетова сіль = 6,7 : 27,8 : 55,5 % за масою, для револьверних і пістолетних патронів - 25,0 : 37,5 : 37,5 % за масою відповідно.

Капсуль-детонатор з алюмінієвим корпусом складається з сумішевої вибухової речовини азиду свинцю ( $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ ) - 0,2 г та ТНРФ

(тринітрорезорцинату свинцю  $C_6H(NO_2)_3O_2Pb$ ) - 0,1 г; капсуль-детонатор з мідним корпусом складається з ртутного (0,41 г ртуті) запалу типу УЗРГ (уніфікований запал для гранат ) використовується азидний запал. Враховуючи молекулярну масу речовини, можна підрахувати, що одна капсула запалу УЗРГ містить приблизно 200 мг свинцю. [39,44-48]

Слід також враховувати, що в боєприпасах використовується набагато більше стабілізуючих і детонуючих речовин, таких як олово і його сполуки, вісмут і його сполуки (наприклад, оксид вісмуту, карбонат вісмуту, нітрат вісмуту), нітрат стронцію ( $Sr(NO_3)_2$ ) і магнезійний порошок.

Склад і вміст боєприпасів можуть бути використані для прогнозування значних викидів різних забруднюючих речовин внаслідок їх використання. Зокрема, очікується, що найбільш значне забруднення важкими металами відбудеться на місцях вибухів боєприпасів.

Серед озброєння, яке активно застосовується росією по всій території України, є ракети різного типу. Наприклад, ракети, що випускаються реактивними системами залпового вогню (РСЗВ), та великі крилаті ракети дальніх дистанцій (Х-22, Х-101, Х-555, «Калібр», «Іскандер» та ін).

На додаток до небезпеки, яку несуть вибухові боєголовки, такі ракети становлять значні ризики через використання токсичного палива. Існує два типи ракет: з двигунами на твердому та рідкому паливі. Твердопаливні ракети можуть зберігатися протягом тривалого часу і надійно запускаються, але продуктивність двигунів нижча, ніж у рідкопаливних. Як наслідок, ракети на твердому паливі мають обмежений діапазон застосування. Зенітні ракети, що використовуються Росією в системі С300, є двоступеневими твердопаливними ракетами з газодинамічним керуванням на першому ступені. Відмінності в конструкції ракети між різними модифікаціями в основному пов'язані зі збільшеним запасом палива на першому ступені, що збільшує дальність і швидкість польоту.

Ці зенітні ракети несуть осколково-фугасну боєголовку вагою близько 150 кг. Головка має блок бортового обладнання, який контролює наведення і

запуск ракети. Хоча ці ракети в першу чергу призначені для протиповітряної оборони, Росія модифікувала їх і використовує як ракети класу «земля-земля» для атак на прифронтові міста.

Ракети класу «повітря-поверхня», такі як Х-101, - це крилаті ракети, що запускаються з тактичних бомбардувальників і працюють на рідинних ракетних турбореактивних двигунах, здатні підніматися на висоту до 10 км і мати дальність польоту до 5500 км. Ракета важить приблизно 3500 кг при повному заправленні і має довжину 7,45 м. Вона оснащена боєголовкою, що несе до 400 кг вибухівки. [41,44,47]

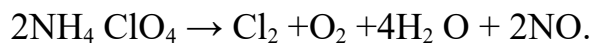
Ракети, випущені на територію України, містять сотні й тисячі кілограмів хімічних речовин, які, якщо повністю згорілі уламки потрапляють у навколишнє середовище, спричиняють серйозне забруднення і є токсичними для всіх живих організмів. Саме тому наближатися до уламків ракет небезпечно. Однією з небезпек є уламки ракетного палива з розбитих ракет, які залишаються на місці катастрофи. Вдихання парів рідкого ракетного палива може бути смертельним. Тверде ракетне паливо менш токсичне для навколишнього середовища, оскільки знаходиться в агрегатній формі, але його горіння важко зупинити, і небезпеку становлять саме продукти згорання.

Спалювання або утилізація ракетного палива, що використовується в РСЗВ (наприклад, Ураган, Градо), супроводжується утворенням низки токсичних компонентів: наприклад, СО, HCN, NO, NO<sub>2</sub>. Свинець у продуктах згорання або вибуху твердого ракетного палива присутній у вигляді аерозолів свинцю та його оксиду PbO.

Загалом при спалюванні або утилізації твердого ракетного палива утворюється: до 416,2 г/кг СО, до 86,4 г/кг С, до 6,7 г/кг Pb, до 1,8 г/кг PbO, до 161,6 г/кг NO, до 2,9 г/кг NO<sub>2</sub>, до 55,0 мг/ кг СН<sub>4</sub>, до 0,3 г/кг NH<sub>3</sub>, до 0,4 г/кг NNO<sub>2</sub>, до 5,2 г/кг HCN; до цієї суміші додається суміш продуктів вибуху ініціюючої вибухової речовини (використовується для детонації основної вибухової речовини ракети) і власне вибухової речовини боєголовки.

Продукти згоряння електроніки, що використовується в ракеті, також є токсичними.

Більш складні високоточні зенітні ракети використовують перхлорат амонію ( $\text{NH}_4 \text{ClO}_4$ ) як паливо. Під час горіння перхлорат амонію розкладається за формулою:



Однак у факелі полум'я речовини, що утворюються, продовжують взаємодіяти. Кінцевими продуктами розкладання перхлорату амонію є:  $\text{H}_2 \text{O}$ ,  $\text{N}_2 \text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2 \text{O}_3$ ; крім того, до складу суміші входять продукти горіння гуми, оксиди металів і ракетної електроніки.

Варто зазначити, що російські військові завжди використовували боєприпаси з білим фосфором. Білий фосфор використовується військовими у мінометних та артилерійських снарядах, бомбах і гранатах. Інтенсивний дим, що утворюється при горінні фосфору, забезпечує ефективне маскування, тому білий фосфор активно використовується в димових гранатах. Активне горіння білого фосфору в повітрі використовується для випалювання визначених цілей та особового складу.

Під час горіння білого фосфору в повітрі утворюються білий дим, який складається переважно з триоксиду ( $\text{P}_4\text{O}_6$ ) та пентаоксиду ( $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ) фосфору. Утворені оксиди фосфору є надзвичайно гігроскопічними і швидко поглинають навіть незначні сліди вологи, утворюючи ряд фосфоровмісних кислот, таких як ортофосфорна ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), пірофосфорна ( $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ), ортофосфориста ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ), гіпофосфорна ( $\text{H}_3\text{PO}_2$ ), поліфосфорні кислоти загальної формули  $\text{H}_n+2\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$  (де  $n = 2 - 8$ ) та ряд інших лінійних і циклічних поліфосфатів  $\text{P}_6\text{-P}_{16}$ . Композиція диму білого фосфору змінюється із часом. В умовах недостатньої кількості кисню під час горіння білого фосфору може утворюватися фосфін ( $\text{PH}_3$ ). [39,41-49]

Оскільки фосфін газоподібний, погано розчинний у воді і менш хімічно активний, фосфін, що утворюється при згорянні білого фосфору, може залишатися в повітрі довше, ніж інші продукти реакції. Фосфін також

утворюється, коли білий фосфор піддається впливу води з низьким вмістом кисню. Фосфін, що утворюється у воді, швидко виділяється з води в повітря. Може знадобитися до доби, щоб фосфін у повітрі розпався на безпечні речовини.

Елементарний фосфор швидко окислюється до оксидів, а потім до кислот, тому час його існування в повітрі досить короткий (від декількох хвилин до декількох днів). Однак при активному горінні аерозольні частинки фосфору можуть бути оточені оксидами, зберігаючи елементарний білий фосфор. Фосфор, що потрапляє в ґрунт або водне середовище, поводить себе подібним чином. Білий фосфор, оточений оксидами, може залишатися там протягом декількох років, якщо рівень кисню у воді або ґрунті низький. При використанні бомб з білим фосфором близько 10% фосфору залишається незгорілим і випадає в осад у ґрунті або воді. Значна кількість аерозолів від згорання фосфору долає буферну здатність ґрунту (здатність ґрунту підтримувати постійну реакцію ґрунтового розчину) і суттєво порушує його рівень рН.

Взаємодія металів з фосфатними конденсатами може призвести до їх вилуговування та подальшої міграції. Коли рослини піддаються впливу білого фосфору, виникає цілий ряд шкідливих наслідків, залежно від типу рослини, концентрації диму, часу впливу, відносної вологості та швидкості вітру. Ці ефекти включають опік кінчиків листя, скручування листя, дефоліацію, хлороз, некротичну пляму, в'янення, висихання і повну загибель.

Окрім забруднення, спричиненого «коктейлем» хімічних сполук, що містяться в боєприпасах, наслідки їхнього застосування також завдають надзвичайної шкоди у вигляді руйнування та спалення будівель, підприємств та об'єктів критичної інфраструктури.

Аналіз техногенних катастроф, що сталися на території України внаслідок обстрілів майже щодня з початку російського вторгнення, показує, що улюбленими цілями РФ є нафтобази, електростанції, комунікаційна

інфраструктура та великі промислові підприємства, які підтримують нашу економіку та обороноздатність. Кожного разу пожежа чи вибух у таких місцях спричиняє чергову екологічну катастрофу.

Наприклад, горіння електрообладнання на підприємствах призводить до серйозного забруднення навколишнього середовища поліхлорованими біфенілами (ПХБ) та діоксинами. Діоксини утворюються, коли поліхлоровані біфеніли піддаються впливу тепла (нижче 1000°C). Поліхлоровані дибензофурані (ПХДФ) і поліхлоровані біфеніли (ПХБ), разом відомі як діоксини, є токсичним і стійким класом хімічних речовин, вплив яких на організм людини включає імунотоксичність шкіри, репродуктивну токсичність, тератогенність, вплив на нервову систему і канцерогенність.

Діоксини також відомі як поліхлоровані Як і поліхлоровані біфеніли, вони добре адсорбуються всіма речовинами. При низьких температурах повітря ці токсичні речовини добре адсорбуються зваженими домішками, і їх вміст у повітрі значно зменшується. У воді діоксини і ПХБ є гідрофобними, тому адсорбуються твердими частинками і осідають у мулі водойми. Вони добре переносяться по харчовому ланцюгу (наприклад, водорості-планктон-риба-людина або ґрунт-рослина-тварина-людина). Період напіврозпаду діоксинів у ґрунті становить 8-10 років, поліхлорованих біфенілів - 5 років, а період часткового виведення цих речовин з організму людини - 3-8 років.

До того ж, значний внесок у забруднення екосистем вносять масові викиди хімічних речовин з пошкоджених хімічних підприємств та резервуарів зберігання. [49-52]

Військові дії на території України призводять до пожеж на промислових та інфраструктурних об'єктах, у житловому секторі та природних екосистемах, а також до викидів летких сполук через пошкодження промислових об'єктів, які викидають в атмосферу велику кількість парникових газів та інших забруднюючих речовин. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, за попередніми оцінками, лише за 150 днів після повного вторгнення в

атмосферу було викинуто майже 4 мільйони тонн вуглекислого газу через підвищене споживання паливно-мастильних матеріалів військовою технікою.

Тому немає сумнівів, що військові дії вплинули на місцевий клімат, але масштаб змін важко передбачити. Україна ратифікувала Паризьку угоду (2016), оскільки поділяє цілі кліматичної політики ЄС. Метою кліматичної політики України є скорочення викидів парникових газів на 65% до 2030 року та досягнення кліматичної нейтральності не пізніше 2060 року.

Стан якості повітря в районах з високим технічним навантаженням є нагальним питанням і регулярно оновлюється на регіональному та національному рівнях. Управління якістю повітря: від концепції до реалізації» (2021)<sup>21</sup> містить загальну інформацію про викиди в атмосферне повітря та їх структуру.

Промислові об'єкти, що стають мішенями для бомбардувань, включають теплові електростанції, виробничі та складські приміщення різних галузей промисловості, а також компанії різного масштабу виробництва. Також є свідчення про пошкодження цистерн, в яких зберігалися небезпечні леткі речовини.

Внаслідок ворожих обстрілів на виробничих об'єктах і складах регулярно виникають пожежі, під час яких в атмосферу потрапляє велика кількість продуктів горіння. Небезпека таких пожеж полягає в тому, що на складах часто зберігаються продукти і матеріали різного походження.

Наслідки обстрілів об'єктів енергетичної інфраструктури призводять до аварійних та планових відключень електроенергії для бізнесу та населення, а також до викидів в атмосферу, пов'язаних з прямим пошкодженням таких об'єктів. Наразі для забезпечення роботи виробничих процесів, магазинів, поштових відділень тощо широко використовуються генератори різної потужності, що працюють на бензиновому або дизельному паливі. У приватному секторі зростає використання дров та пелет у твердопаливних котлах для побутового опалення, які є джерелами викидів продуктів згорання в атмосферу.

Пожежі, спричинені бомбардуваннями в природних екосистемах, можуть мати серйозні наслідки, оскільки їх неможливо загасити протягом тривалого часу, а в багатьох випадках їх гасіння створює додаткову небезпеку для пожежників через бойові дії. [39,45-52]

Наразі важко оцінити фактичні викиди в атмосферу та їхню структуру внаслідок бойових дій, але немає сумнівів, що російська агресія має прямий та опосередкований негативний вплив на якість повітря.

У цьому контексті на особливу увагу заслуговує робота автоматичних систем моніторингу повітря на різних рівнях, включаючи національні, муніципальні та громадські мережі. Дані цих систем мають бути використані для документування екологічних злочинів, спричинених діями Росії. Крім того, слід розширити перелік речовин, що підлягають вимірюванню, та додати гамма-вимірювальне обладнання, зважаючи на значний ризик техногенних аварій через війну та можливість застосування окупантами хімічної зброї.

Серед основних наслідків бойових дій, які спричиняють екологічну катастрофу для водних ресурсів України, можна виділити три ключових:

1. порушення роботи очисних споруд, що очищають міські стічні води;
2. порушення водозабезпечення населення та підприємств у великих містах;
3. безпосереднє механічне та хімічне забруднення водойм та ґрунтових вод внаслідок бойових дій.

У Донецькій та Луганській областях працює понад 20 фільтрувальних станцій, які забезпечують питною водою близько 5,5 млн осіб. Для очищення води використовується рідкий хлор: Донецька, Верхньокальміуська, Старокримська № 1 і 2, Горлівська № 1 і 2 фільтрувальні станції КП «Компанія “Вода Донбасу” та Західна фільтрувальна станція Попаснянського районного водоканалу мають хлорне та реагентне господарство, де рідкий хлор зберігається в резервуарах під тиском.

**Старокримські фільтрувальні станції № 1, 2 КП «Компанія «Вода Донбасу».** Старокримські фільтрувальні станції розташовані неподалік міста Маріуполь Донецької області. Основним видом діяльності є очищення та постачання питної води населенню. Фільтрувальна станція № 1 введена в експлуатацію в 1936 році. Проектна потужність фільтрувальної станції № 1 складає 88 тис м<sup>3</sup> /добу, фактична – 15 тис м<sup>3</sup> /добу. Фільтрувальна станція № 2 введена в експлуатацію в 1976 рік. Проектна потужність фільтрувальної станції № 2 складає 200 тис м<sup>3</sup> /добу, фактична – 90 тис м<sup>3</sup> /добу. Фільтрувальні станції № 1, 2 разом забезпечують питною водою близько 500 тис споживачів таких населених пунктів, як Бердянське, Широка Балка, Покровське, Калинівка, Виноградне та місто Маріуполь.



Рис.3.1. Старокримські фільтрувальні станції № 1, 2 КП «Компанія «Вода Донбасу»

**Горлівські фільтрувальні станції № 1, 2 КП «Компанія «Вода Донбасу».** Горлівські фільтрувальні станції розташовані в місті Горлівка Донецької області на тимчасово окупованій території. Основним видом діяльності є очищення та постачання питної води населенню. Фільтрувальна станція № 1 введена в експлуатацію в 1958 році. Проектна потужність фільтрувальної станції № 1 складає 68 тис м<sup>3</sup> /добу, фактична - 47 тис м<sup>3</sup>

/добу. Фільтрувальна станція № 2 введена в експлуатацію в 1964 рік. Проектна потужність фільтрувальної станції № 2 складає 260 тис м<sup>3</sup> /добу, фактична – 140 тис м<sup>3</sup> /добу. Фільтрувальні станції № 1, № 2 разом забезпечують питною водою близько 370 тис споживачів таких населених пунктів, як міста Горлівка, Торецьк.



Рис.3.2. Горлівські фільтрувальні станції № 1, 2 КП «Компанія «Вода Донбасу»

***Донецька фільтрувальна станція КП «Компанія «Вода Донбасу».***

Донецька фільтрувальна станція розташована неподалік населеного пункту Крута Балка Ясинуватського району Донецької області. Основним видом діяльності є очищення та постачання питної води населенню. Фільтрувальна станція введена в експлуатацію в 1981 році. Проектна потужність фільтрувальної станції складає 250 тис м<sup>3</sup> /добу, фактична - 140 тис м<sup>3</sup> /добу. Фільтрувальна станція забезпечує питною водою близько 350 тис споживачів таких населених пунктів, як міста Авдіївка, Мар'янка, Красногорівка та частина міста Донецьк.

Верхнекальміуська фільтрувальна станція КП «Компанія «Вода Донбасу» Верхнекальміуська фільтрувальна станція розташована неподалік населеного пункту Мінеральне Ясинуватського району Донецької області та знаходиться на тимчасово окупованій території. Основним видом діяльності

є очищення та постачання питної води населенню. Фільтрувальна станція введена в експлуатацію в 1959 році. Проектна потужність фільтрувальної станції складає 500 тис м<sup>3</sup> /добу, фактична - 320 тис м<sup>3</sup> /добу. Фільтрувальна станція забезпечує питною водою близько 550 тис споживачів міста Донецьк.



Рис.3.3. Донецька фільтрувальна станція КП «Компанія «Вода Донбасу»



Рис.3.4. Верхнекальміуська фільтрувальна станція КП «Компанія «Вода Донбасу»

*Західна фільтрувальна станція КП «Попаснянський районний водоканал».* Розташована біля смт Білогорівка, Попаснянського району Луганської області. Основним видом діяльності є забір, очищення та постачання питної води населенню. Фільтрувальна станція введена в експлуатацію в 1992 році. Проектна потужність фільтрувальної станції

складає 250 тис м<sup>3</sup>/добу, фактична - 60 тис м<sup>3</sup>/добу. Фільтрувальна станція забезпечує питною водою близько 1 млн споживачів.

Якщо посудину під тиском, в якій зберігається рідкий хлор, пошкодити, він може неконтрольовано вивільнитися в атмосферу, спричиняючи забруднення навколишнього середовища та отруєння людей. Зауважте, що один кілограм рідкого хлору реагує з киснем, утворюючи 315 літрів газоподібного хлору, який швидко розноситься вітром. Враховуючи технічні характеристики кожної фільтрувальної станції, потенційна площа хімічного забруднення в разі викиду рідкого хлору в атмосферу становить від 2 км<sup>2</sup> до 30 км<sup>2</sup>. У той же час, якщо станеться аварія на сховищі хлору, кількість людей, які потраплять у прогнозовану зону хімічного забруднення, залежно від напрямку вітру, може становити від 0,3 000 до 90 000 осіб.

Враховуючи близькість більшості цих фільтрувальних станцій до районів бойових дій, ймовірним є пошкодження резервуарів з хлором, розгерметизація і подальший неконтрольований викид у повітря, що, в свою чергу, може призвести до масового отруєння населення. Якщо велика кількість рідкого хлору потрапить у повітря, мешканці, які проживають у зонах потенційного хімічного забруднення, можуть отримати сильне отруєння, що може призвести до смертей і численних жертв.

У разі зупинки цих фільтрувальних станцій через порушення технологічного процесу (витік хлору) близько 3 мільйонів людей можуть втратити доступ до питної води, що значно ускладнить гуманітарну та санітарно-епідеміологічну ситуацію в регіоні та створить передумови для погіршення соціально-економічного становища в регіоні.

Вразливість мегаполісу можна було чітко побачити під час руйнування Маріуполя окупаційними військами. Одразу після того, як місто було оточено російськими військами, інфраструктура водопостачання та водовідведення стала мішенню. Фактично, люди виживали за рахунок бутильованої води та збору дощової води. Оскільки каналізаційна система не функціонувала, всі стічні води та відходи скидалися в дороги та підземні

сховища. Наявні в місті колодязі та свердловини були або швидко забруднені внаслідок бойових дій, або просто недоступні для людей через постійні обстріли. За свідченнями очевидців, які змогли виїхати з міста, значна кількість людей загинула від обстрілів або була розстріляна російськими військами, коли вони виходили з укриттів за їжею та водою.

Затоплення техніки - це, перш за все, масове забруднення водою іонами металів. В результаті тонни сталі піддаються корозії, водою перенасичуються іонами металів і забруднюють водні екосистеми. Метали, особливо в іонній формі, швидко зв'язуються з граничними епітеліальними структурами водних організмів, стають біодоступними і легко проникають через клітинні мембрани, порушуючи їх функції. Біоаккумуляція заліза може становити потенційну небезпеку навіть при незначно підвищених концентраціях металу у воді. Це пов'язано з тим, що біологічна функція заліза в організмі водних організмів відбувається при низьких концентраціях, а надмірне накопичення може призвести до хронічного або гострого отруєння.

Крім того, кожна одиниця затопленої техніки містить від десятків до сотень літрів нафтопродуктів, що використовуються в її роботі, включаючи дизельне паливо, бензин, мастила та мастила. Нафта і нафтопродукти є сумішшю високотоксичних вуглеводнів і існують у різних рухливих формах. Наприклад, у воді нафтопродукти піддаються асиміляції водними організмами, осадженню, емульгуванню, утворенню нафтових агрегатів, окисленню, розчиненню або випаровуванню.

При забрудненні поверхневих вод нафтопродукти розтікаються по поверхні води, утворюючи плівку, з якої легкі компоненти поступово видаляються шляхом випаровування (25% нафтової плівки випаровується протягом декількох днів), а низькомолекулярні компоненти видаляються з нафтової плівки шляхом розчинення. Важливою особливістю нафтового забруднення є те, що воно концентрує інші забруднювачі, такі як важкі

метали та пестициди, а широке розповсюдження нафтової плівки створює умови для різноманітних хімічних реакцій.

За даними Міністерства оборони України, у найбільш активні дні Росія випустила по позиціях українських військових від 40 000 до 60 000 артилерійських снарядів різних типів. Натомість з боку Збройних сил України було випущено близько 5 000 снарядів різних типів, причому найбільше - з боку власне української армії.

Звичайно, ці цифри є динамічними і змінюються з кожним днем залежно від ситуації на лінії фронту, збільшення постачання зброї українським силам з боку партнерів та інших факторів. Однак ці дані дають уявлення про вплив на земельні ресурси в районах активізації бойових дій. Внаслідок вибухів, пересування техніки та риття окопів відбувається значне механічне порушення ґрунтового покриву. [41-45]

Вибухи артилерійських снарядів, випущених по військових позиціях, утворюють воронки глибиною 0,5-5 метрів (залежно від виду озброєння), частково або повністю знищують рослинність і ґрунтовий покрив, значно порушують ґрунтовий профіль і порушують гідрологічний режим ґрунту. При цьому формується новий ґрунтовий профіль, відмінний від типового для даної місцевості. Аналогічні наслідки має облаштування військово-інженерних споруд, таких як окопи для піхоти, танки, артилерія та бойові броньовані машини. Все це є значними порушеннями ґрунтового покриву.

Зрозуміло, що активні бойові дії завжди супроводжуються людськими жертвами. З біологічної точки зору, людські трупи в масових похованнях або просто залишені гнити - це значна кількість органічних речовин, розкладання яких супроводжується виділенням багатьох токсичних речовин і ризиком спалахів захворювань, викликаних збудниками, виділеними з трупів перед смертю. Крім того, велика кількість худоби гине в результаті бойових дій. Особливо масовою є загибель худоби під час обстрілів ферм, коли одночасно гинуть сотні, а іноді й тисячі тварин.

Розкладання тіл - це складний мікробіологічний процес, під час якого мікроорганізми розщеплюють органічні речовини (переважно білки). В результаті розкладання органічних речовин утворюються амінокислоти, органічні кислоти, сірководень, метан, аміак, вуглекислий газ, меркаптани і токсичні речовини. Газоподібні продукти розкладання вивільняються в повітря, розчинні - вбираються в землю, і в решті-решт не залишається нічого, окрім маси білків. Однак, залежно від умов, може пройти багато років, перш ніж вони повністю розкладуться.

Весь цей час токсичні продукти залишаються в ґрунті, просочуються в ґрунтові води і потрапляють в атмосферу. Таке масштабне органічне забруднення, а також хімічне забруднення і механічне пошкодження ґрунтового профілю гальмує розвиток біологічних екосистем. [49-52]



Рис.3.4. Збитки завдані навколишньому середовищу Донецької області

Токсичність речовини впливає на кожен організм по-різному. Це залежить від маси тіла людини, умов навколишнього середовища та сприйняття фізичної ситуації. Основними факторами також є доза хімічної речовини і тривалість впливу. Дози наведені в таблиці 3.1.

Прикладом застосування хімічної зброї є війна в Україні. З самого початку цього вторгнення Російська Федерація порушила низку міжнародних конвенцій про ведення війни. Однією з них є заборона на використання хімічної зброї та фосфорних бомб. Якщо розмежовувати за типами зброї, то хімічна зброя заборонена за будь-яких обставин, тоді як фосфорні бомби можуть бути використані проти армії, але не в населених пунктах і не навколо них. Однак і тут агресори порушили міжнародну конвенцію, а саме Протокол 3 до Конвенції про конкретні види звичайної зброї, застосувавши фосфорні боєприпаси проти цивільного населення [20].

*Таблиця 3.1. Дози впливу хімічної зброї на людський організм*

Хімічна речовина	Легке отруєння	Важке отруєння	Летальна доза
Зарин	0,0002—0,002 мг/кг	0,005—0,01 мг/кг	0,02-0,05 мг/кг
Іприт	0,001 – 0,007 мг/кг	$1,2 \cdot 10^{-3}$ мг/кг	0,03 мг/кг
Фосген	0,004 мг/кг	0,005 мг/кг	0,1 до 0,3 мг/кг
Хлорціан	$2,5 \cdot 10^{-3}$ мг/кг	0,02 мг/кг	0,4 мг/кг
Зоман	$2 \cdot 10^{-5}$ мг/кг	$10^{-4}$ мг/кг	$2 \cdot 10^{-2}$ мг/кг

Військові повідомили про застосування хімічної зброї окупаційними військами. Це є серйозним порушенням Міжнародної конвенції про заборону хімічної зброї. Ці випадки були зафіксовані у двох містах в районі Ізюма 19 квітня 2022 року та в Маріуполі 11 квітня. На основі симптомів постраждалих лікарі дійшли висновку, що російські військові могли застосувати проти захисників нашої країни газ зарин.

Зарин - це нервово-паралітичний газ без запаху і смаку, який є дуже токсичним. Зарин викликає запаморочення, надмірне звуження зіниць, м'язові судоми і надмірне слиновиділення, що призводить до зупинки серця. Антидотом проти отруєння зарином є розчин атропіну, атена або будаксиму, що вводиться підшкірно або внутрішньом'язово.

Іприт - це хімічна зброя, яка діє на шкіру та викликає нариви і являє собою безбарвну маслянисту речовину без запаху, але з різким запахом

часнику та гірчиці, а також коричнево-жовтий технічний гірчичний газ. Вплив іприту може викликати сліпоту, біль у животі, діарею, лихоманку, нудоту, блювоту, задишку, кашель, біль у носових пазухах і носові кровотечі. Захист від іприту забезпечується протигазом для обличчя, захисним одягом для тіла і окислювачами, такими як гіпохлорит, хлорне вапно і хлорамід для дрібних крапель іприту на тілі, одязі і предметах.

Фосген - це задушлива речовина, безбарвна газоподібна зброя із запахом гнилих фруктів або сіна. Коли газ потрапляє в організм людини, він викликає прискорене дихання, набряк легенів, біль у грудях, бронхіт і постінфекційну гангрену легенів. Фосген не діє на шкіру і не має протиотрути.

Хлор - задушлива хімічна зброя. Це безбарвний газ з перцевим запахом. Він дуже токсичний і викликає такі симптоми в організмі людини: подразнення очей, подразнення дихальних шляхів, подразнення слизових оболонок, кашель. При атаці цією зброєю амлінітрил діє як антидот. Протигаз може захистити від хлористого ціаніду.

Зоман - це безбарвна рідина з фруктовим запахом, високотоксичний нервово-паралітичний газ. Вплив зоману викликає м'язові судоми, параліч, надмірне слиновиділення, надмірне звуження зіниць і підвищене потовиділення. Антидотом зоману є розчин атропіну, атена і будаксиму, який необхідно вводити підшкірно або внутрішньом'язово, як і у випадку з зарином, тільки в цьому випадку лікування є більш складним. Основними захисними заходами є протигази та захисний одяг [5, 6].

## Розділ 4

### Заходи щодо зниження негативного впливу хімічної зброї на екологічний стан довкілля та здоров'я населення

Всі збройні конфлікти, всі війни - це не просто фізичне знищення один одного на полі бою. Завжди існують серйозні довгострокові наслідки на території, де застосовується зброя. Більше того, довгострокові негативні наслідки починаються ще на підготовчому етапі війни. Виробництво зброї та озброєнь важко назвати екологічно чистим. Вибухові речовини, ракетне паливо та пальне для військової техніки збагачені шкідливими хімічними речовинами, які, потрапляючи в навколишнє середовище, можуть завдати шкоди всім живим організмам. Спочатку на етапі виробництва, потім під час військових навчань і, нарешті, в результаті бойових дій.

Ще в давні часи люди бачили і розуміли руйнівні наслідки війни. Міста, які тривалий час перебували в облозі, довго не могли бути заселеними через руйнування навколишнього середовища, яке там відбувалося. Крім того, наступаючі армії знищували джерела їжі та дерева навколо міст, що призводило до нестачі ресурсів і їжі в містах після їх завоювання або зняття облоги.

З давніх-давен люди встановлювали та описували певні правила, що стосуються війни. У біблійній книзі Второзаконня згадуються екологічні аспекти війни, де забороняється вирубувати дерева навколо міста, яке тривалий час перебуває в облозі. Це стосується, зокрема, фруктових дерев.

Однією з найвідоміших воєн в історії людства, в якій довкілля стало військовою ціллю, була Друга війна в Індокитаї (1961-1975 рр.). Тоді американські військові провели операцію «Ранчо Хенд» (1962-1971) - довготривалу операцію, спрямовану на знищення рослинності в Південному В'єтнамі та Лаосі.

Руйнування довкілля здійснювалося за допомогою фітотоксинів (хімічних речовин, спрямованих на місцеві джунгли). Отрути розпилювали за

допомогою літаків, гелікоптерів та наземних військ. Головною метою цієї військової операції була ліквідація баз, об'єктів, шляхів пересування і постачання повстанців, які були замасковані в глибині джунглів. Інші цілі операції «Ранчо Хенд» включали підриг продовольчої бази противника шляхом знищення рисових плантацій, порушення хімічного складу ґрунту на довгострокову перспективу, спустошення пасовищ і забруднення водних об'єктів. Звичайно, використання рослинних отрут було не єдиним методом ведення війни. Застосовувалися також масовані бомбардування території та різні подразнюючі хімічні речовини. Ця кампанія тривала з 1962 по 1971 рік.

Під час Другої індокитайської війни, за офіційними даними, було пошкоджено близько 30 % території Південного В'єтнаму. Мангрові ліси та плантації постраждали менше. Це було пов'язано з їхньою високою вразливістю до хімічних речовин. За різними оцінками, близько 80% мангрових лісів у прибережній зоні постраждали і були майже повністю знищені. Тропічні ліси, які відіграють важливу роль у формуванні клімату та регулюванні екосистем у всьому регіоні, регулярно обприскували. В результаті загинуло понад 60% дерев. Загальна «випалена» площа оцінюється приблизно в 1,6 мільйона гектарів.

***З метою мінімізації ризику виникнення техногенних та екологічних катастроф, пов'язаних з експлуатацією фільтрувальних станцій, необхідно:***

- вжити заходів для запобігання розгерметизації посудин, що працюють під тиском, через хлор (технічний огляд резервуарів, регулярне та профілактичне обслуговування);

- розробити та впровадити альтернативні способи забезпечення населення питною водою на випадок, якщо фільтрувальна станція припинить свою роботу.

Оскільки ці фільтрувальні станції знаходяться в безпосередній близькості до лінії зіткнення, навколо кожної фільтрувальної станції має бути створена «зона безпеки» радіусом 5 км для запобігання обстрілам.

***З метою мінімізації екологічних наслідків та ризиків виникнення техногенно-екологічних аварій, пов'язаних із функціонуванням теплоелектростанцій на території Донецької області необхідно:***

- розробити плани локалізації і ліквідації наслідків аварій на об'єктах підвищеної небезпеки, де вони відсутні;
- вжити заходів щодо попередження та виникнення вибухонебезпечних ситуацій та пожеж на території станцій;
- створення єдиної системи водопостачання-водовідведення, при якій скидні (оборотні води) одного типу можуть бути в подальшому використані для інших потреб станції (створення системи «рециклінгу»);
- вжити заходів щодо очистки та знезараження технічної води, яка використовувалась в технологічному процесі перед скидом;
- провести оцінку та аналіз технічного стану очисних споруд (відстійників) з подальшою модернізацією;
- встановлення додаткового уловлюючого обладнання з метою зменшення викидів в атмосферне повітря;
- проведення постійного екологічного моніторингу стану параметрів довкілля (забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод, атмосферного повітря);
- у зв'язку із розташуванням ТЕС в безпосередній близькості до місць проведення активних бойових дій, необхідно створити «зони безпеки» навколо теплоелектростанцій радіусом 5 км з метою попередження руйнування ТЕС внаслідок можливих обстрілів.

***З метою мінімізації екологічних наслідків та ризиків виникнення техногенно-екологічних аварій, пов'язаних із функціонуванням металургійних підприємств необхідно:***

- застосування нових екологічно безпечних та ресурсно зберігаючи технологій;
- проведення очистки та знезараження технічної води, яка використовувалась в технологічному процесі перед скидом;

- проведення оцінки та аналіз технічного стану очисних споруд (відстійників);
- проведення рекультивації забруднених територій (грунтів); розробити програму утилізації небезпечних відходів;
- встановлення додаткового уловлюючого обладнання (сіток) на димових трубах з метою зменшення викидів в атмосферне повітря;
- здійснення екологічного моніторингу стану атмосферного повітря навколо підприємства, екологічний моніторинг параметрів довкілля.

***З метою мінімізації екологічних наслідків та ризиків виникнення техногенно-екологічних аварій, пов'язаних із функціонуванням підприємств хімічної та нафтохімічної промисловості необхідно:***

- використання нових екологічно безпечних і ресурсно зберігаючих технологій;
- здійснити оцінку та перевірку технічного стану ємностей в яких зберігаються небезпечні хімічні відходи на предмет герметичності;
- створити єдину систему водопостачання-водовідведення, при якій скидні (оборотні води) одного типу можуть бути в подальшому використані для інших потреб підприємства (створення системи «рециклінгу»);
- проводити очистку та знезараження технічної води, яка використовувалась в технологічному процесі перед скидом;
- провести оцінку та аналіз технічного стану очисних споруд (відстійників);
- провести рекультивацію забруднених територій (грунтів);
- розробити програму утилізації небезпечних відходів;
- встановлення додаткового уловлюючого обладнання (сіток) на димових трубах з метою зменшення викидів в атмосферне повітря;
- проведення технічної перевірки, планових та профілактичних робіт з обслуговування аміакопроводу з метою недопущення розгерметизації;
- заміна пошкоджених ділянок аміакопроводу та постійна перевірка аміакопроводу на предмет пошкодження корозією;

- проведення інвентаризації кількості небезпечних хімічних речовин для вжиття подальших заходів щодо їх утилізації;

- розробка заходів щодо мінімізації ризиків від небезпечних хімічних речовин, застосування сучасних екологічних технологій виробництва, зокрема закриття циклу кінцевого охолодження коксового газу, налагодження безпилової видачі коксу, реконструкція установок біохімічного очищення;

- очищення природних, коксових та інших промислових газів, що використовуються як сировина для синтезу, а також газів, що утворюються на різних ступенях технологічних процесів хімічних виробництв. У цьому випадку одночасно вирішуються два завдання.

З одного боку, небезпечна хімічна речовина, сірководень, необхідний для каталітичних процесів виводиться із схеми і переробляється в товарні продукти сірку, сірчистий ангідрид, сірчану кислоту тощо. З іншого боку, вилучення сірководню та сірчаноорганічних сполук зменшує або усуває ймовірність викидання в атмосферу діоксиду сірки, що утворюється на окислювальних стадіях хімічного процесу.

- відбір проб рідини та твердих відкладень з п'єзоскважин з метою проведення моніторингу впливу шламонакопичувачів на поверхневі, підземні води та ґрунти;

- проведення технічної перевірки, планові та профілактичні заходи з обслуговування ємностей, в яких зберігаються небезпечні хімічні речовини, для недопущення їх розгерметизації;

- здійснення постійного радіаційного контролю з метою відслідковування перевищення природного радіаційного фону;

- розробка заходів щодо мінімізації ризиків під час зберігання вибухонебезпечної речовин;

- розробка програми утилізації небезпечних відходів;

- здійснення екологічного моніторингу стану атмосферного повітря навколо підприємства, екологічний моніторинг параметрів довкілля.

***З метою мінімізації ризиків виникнення техногенно-екологічних аварій, пов'язаних із функціонуванням підприємств сільського господарства необхідно:***

- проведення оцінки санітарно-епідеміологічного стану очисних споруд накопичувача;
- очистка та знезараження технічної води, яка використовувалась в технологічному процесі перед скидом;
- проведення оцінки та аналізу технічного стану очисних споруд (ставків-накопичувачів).
- провести рекультивацію забруднених територій (грунтів); розробити програму утилізації небезпечних відходів (гною);
- здійснити заходи щодо укріплення греблі очисних споруд (ставканакопичувача);
- у зв'язку із розташуванням Бахмутського аграрного союзу в безпосередній близькості до місць проведення активних бойових дій, необхідно створити «зони безпеки» навколо цього підприємства радіусом 5 км з метою попередження руйнування очисних споруд (ставківвідстійників, ставків накопичувачів) внаслідок можливих обстрілів.

Нормалізація безпеки життєдіяльності вимагає обов'язкового врахування економічних, інженерних, соціальних та інших факторів, загальнолюдських цінностей.

Природно-ресурсне відновлення Донецької області може здійснюватися за рахунок коштів державного бюджету, інвестицій та інших джерел.

## Висновки

1. Здійснено загальну характеристику хімічної зброї та її застосування. Особливістю її застосування є те, що вона використовується тоді, коли звичайна зброя вже нічого не дала. Характер цієї зброї, яка знищує велику кількість як території, так і особового складу, робить її застосування дуже вигідним для противника, щоб не втратити війська при захопленні території. Способи доставки хімічної зброї: авіаудари, гранати, артилерія тощо.

2. Хімічна зброя в залежності від виду має дію нервово-паралітичні, шкірно-наривні, психостимулятори, речовини системного отруєння, стимулятори та задушливі речовини. Кожен тип хімічної зброї має різні ефекти і унікальні хімічні та фізичні властивості. Симптоми впливу хімічної зброї можуть варіюватися від легких до смертельних, залежно від місця зараження організму.

3. Використання зброї має значний негативний вплив, оскільки екосистемні процеси взаємопов'язані, вплив хімічних речовин на один компонент екосистеми може завдати шкоди іншим компонентам. Як наслідок, негативний вплив хімічної зброї на ґрунт і рослини може призвести до неврожаю.

4. Показано, що токсичність речовини впливає на кожен організм по-різному. Це залежить від маси тіла людини, умов навколишнього середовища та сприйняття фізичної ситуації. Основними факторами також є доза хімічної речовини і тривалість впливу.

5. Для того, щоб визначити конкретні способи боротьби з хімічним забрудненням навколишнього середовища, спочатку необхідно визначити осередки, де була випущена хімічна зброя, тобто райони, де токсичні речовини мають найбільший вплив на флору і фауну. Наступним кроком для рятувальної команди є ідентифікація району, щоб локалізувати вплив хімічної зброї. Останній етап управління - визначення безпечних зон, де

можуть бути розгорнуті рятувальні команди для планування подальших робіт зі знешкодження на конкретних ділянках.

## Список використаної літератури

1. Bothe M., Ronzitti N. та Rosas A. The New Chemical Weapons Convention Implementation and Prospects, Kluwer Law International, The Hague et al., 1998, p.78
2. Бойові токсичні хімічні речовини : підручник у 3 т. Т.1. Хімічна зброя/В.В. Дядченко, С.Ю. Петрухін, О.І. Новіков. Х.: ФОП Бровін О.В., 2018. 30-33с.
3. Військова токсикологія, радіологія та медичний захист: підручник / за ред. Ю.М. Скалецького, І.Р. Мисули. Тернопіль: Укрмедкнига, 2003, с. 16-17, 169-171.
4. Отруєння речовинами, що є хімічною зброєю. Заходи безпеки під час надання домедичної допомоги - веб-сайт. URL: <https://uahistory.co/pidruchniki/gydima-national-defensebases-medical-knowledge-11-class-2019/11.php>
5. Hoenig S.L. Збірник бойових хімічних агентів. Нью-Йорк : Springer, 2007. 222 с.
6. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 рік. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini-za-2015-rik.html>
7. Військова токсикологія, радіологія та медичний захист: Підручник. За ред. Ю.М. Скалецького, І.Р. Мисули. Тернопіль: Укрмедкнига, 2003. 362 с.
8. Левченко О.Є., Савицький В.Л., Козачок В.Ю., Сагло В.І. Військова токсикологія, радіологія, медичний захист: Підручник. За ред. проф. О.Є. Левченко. Київ: УВМА, 2017. 785 с.
9. Левченко О.Є. Хімічна безпека як елемент національної безпеки. Наука і практика. 2014. No 1(2). С. 105-110.

10. Левченко О.Є., Сагло В.І. Небезпечні хімічні речовини. Аварії на хімічно небезпечних об'єктах. Київ: Українська військово-медична академія, 2013. 196 с.
11. Левченко О.Є., Торбін В.Ф. та ін. Санітарно-хімічний та радіометричний контроль у медичних підрозділах і частинах Збройних Сил України: Навчальний посібник. Київ: УВМА, 2006. 120 с.
12. Левченко О.Є., Барасій М.І. та ін. Медичні аспекти хімічної зброї: Навчальний посібник. Київ: УВМА, 2003. 100 с.
13. Оцінка радіаційної і хімічної обстановки: Навчальний посібник. За ред. проф. О.Є. Левченка. Київ: СДП Чалчинська Н.В., 2014. 256 с.
14. Проданчук Н.Г., Балан Г.М., Кривенчук В.Е., Проданчук Г.Н., Курдиль Н.В., Бабич В.А., Харченко О.А., Бубало Н.Н. О необходимости создания производства реактиваторов холинэстеразы в Украине для лечения острых отравлений фосфор-органическими соединениями. Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. 2014. No 3. С. 14-22.
15. Aas P. The threat of mid-spectrum chemical warfare agents. *Prehosp Disaster Med.* 2003 Oct — Dec. 18(4). P. 306-12.
16. Avril A. Therapeutic Antibodies for Biodefense. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2017. 1053. P. 173-205. doi: 10.1007/978-3-319-72077-7\_9.
17. Bajgar J., Kassa J., Kucera T., Musilek K., Jun D., Kuca K. Some Possibilities to Study New Prophylactics against Nerve Agents. *Mini Rev. Med. Chem.* 2019, Feb 28. doi: 10.2174/1389557519666190301112530.
18. Bhakhoa H., Rhyman L., Ramasami P. Theoretical study of the molecular aspect of the suspected «novichok» agent A234 of the Skripal poisoning. *R. Soc. Open. Sci.* 2019, Feb 6. 6(2). 181831. doi: 10.1098/rsos.181831

19. Військова токсикологія, радіологія та медичний захист/ Ю.М. Скалецький, І.Р. Мисула, М.І. Барсій [та ін.]. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2003. – 362с.
20. Військова та клінічна токсикологія, радіологія та медичний захист/ М.М. Козачок, О.А. Желеховський, С. І. Скляр [та ін.]. – Київ: [б. в.], 2007. – 376 с.
21. Медичні аспекти хімічної зброї: навчальний посібник для слухачів УВМА та студентів вищих медичних навчальних закладів. – К.: УВМА, 2003. – С. 30–36, 78–86.
22. Hoenig S. L. Збірник бойових хімічних агентів. Нью-Йорк : Springer, 2007. 222 с.
23. Implementation and Prospects, Kluwer Law International, The Hague et al., 1998, p.78
24. M. Bothe, N. Ronzitti та A. Rosas. The New Chemical Weapons Convention – Implementation and Prospects, Kluwer Law International, The Hague et al., 1998 p., с. 78.
25. Reginald A. and Abhay J.Simha. Chemical Weapons. 3rd International Conference on Environment Energy and Biotechnology IPCBEE. vol.70. 2014. P. 49-52.
26. W. Krutzsch and R. Trapp. A Commentary on the Chemical Weapons Convention, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht et al., 1994 p., с. 103-115.
27. Гоцій Н.; Кендзьора, Н.; Шуплат Т. Воєнний екоцид та вплив російської військової агресії на довкілля. 2022. PhD Thesis. Дніпровський державний аграрно-економічний університет
28. Волошин В. Наслідки бойових дій для екосистем та біоценозів України. 2023. PhD Thesis. Буковинський державний медичний університет.
29. Ганошенко О.; Ганошенко Г. Аналіз наслідків впливу військових дій на компоненти довкілля України. 2023. PhD Thesis. Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

30. Загородня А, Кичкирук О., Кичкирук В. Екологічні наслідки застосування хімічної зброї під час російсько-української війни та оцінка хімічної обстановки. 2023.

31. Казмірчук Р., Безбах В. Аналіз розвитку та основні тенденції застосування хімічної зброї в сучасних збройних конфліктах. Військовонауковий вісник, 2009, С. 73-82.

32. Кучеренко С. Конвенція про заборону хімічної зброї і України: історичний досвід, сучасний стан і перспективи. Науковий вісник Дипломатичної академії України, 1999, С. 193-201

33. Малько Л., Ніколаєнко Д. Військова екологія: новинки 2022 року та оцінка екологічних наслідків агресії Росії проти України. Препринт 14.06.2022.

34. Рубель М.; Ященко Л. Небезпека застосування хімічної зброї. Першочергові дії в зоні хімічного ураження. 2022.

35. Стефанович П., Корінний В. Безпека життєдіяльності. Методичні вказівки до проведення практичного заняття “Методика оцінки хімічної обстановки в надзвичайних ситуаціях” Київ : КНУБА, 2015р., с. 5-8.

36. Стів Феттер. Балістичні ракети та зброя масового знищення, Міжнародна безпека, 1991 р. С. 161-173. URL: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/55483/1/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC.pdf>

37. Томас Сток та Карлхайнц Лос. Характеристики бойових хімічних речовин та токсичних відходів озброєння, Oxford University Press, 1997, с. 15-34. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/ecology/18749/>

38. Паньків З.П. Земельні ресурси: Навчальний посібник. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 272 с

39. А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. – К.: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. – 200 с.

40. Станкевич С.В. Техноекологія: навч. посібн. [Technoecology: tutorial]/ С.В. Станкевич, Л.В. Головань; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2020. – 338 с. Режим доступу: [http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Stankevich\\_2020\\_338.pdf](http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Stankevich_2020_338.pdf)

41. Fulco, Carolyn E., Catharyn T. Liverman, and Harold C. Sox, eds. Gulf War and Health: Volume 1. Depleted Uranium, Pyridostigmine Bromide, Sarin, and Vaccines [Війна в Перській затоці та здоров'я: Том 1. Збіднений уран, піридостигмін бромід, зарин і вакцини]. Washington, D.C., USA: National Academy Press, 2000.

42. Лобойченко В.М., Пліско А.В. Оцінка екологічних наслідків від вибухів патронів та гранат на складах боєприпасів // Збірник наукових робіт курсантів. – 2017. – Випуск 15. – с. 112-120

43. Настанова зі стрілецької справи. Головне управління бойової підготовки Сухопутних військ Збройних Сил України. Науковий редактор Н.О. Стеценко // Київ 2005. – 45 с.

44. Иванов Е.В., Васюков А.Е. К вопросу о составе и количестве газов при взрыве боеприпасов на складах. Сообщение 1. Патроны для стрелкового оружия [До питання про склад та кількість газів під час вибуху боєприпасів на складах. Повідомлення 1. Патрони для стрілецької зброї]. Харків: Збірник наукових праць НУЦЗ України. Проблеми надзвичайних ситуацій. Вип. 21, 2015. – с. 30-37.

45. Сучасне озброєння і військова техніка Збройних сил Російської Федерації. Довідник учасника ООС / С.П. Корнійчук, О.В. Турінський, Г.В. Певцов, та ін.; за заг. ред. С.П. Корнійчука // Х.: ДІСА ПЛЮС, 2020. –1220 с.

46. Маренец М.А., Буллер М.Ф., Щербань В.В., Банишевский В.В., Белова Л.А. Баллиститное твердое ракетное топливо: сравнительная оценка продуктов горения и детонации [Баліститне тверде ракетне паливо: порівняльна оцінка продуктів горіння та детонації]// Вісник КДПУ. Випуск 2/2006 (37). Частина 2 – с. 72- 75

47. М Ю. Трофименко, М.М. Чесноков, Г.С. Драган. Структура факела при горінні твердої суміші паливної системи при підвищеному тиску // Вісник Одеськ. держ. ун-ту. – 2001. – Т.6, вип. 3. Фіз-мат. науки. – с. 159-162.
48. Van Wazer, John R. Phosphorus and Its Compounds. Vol. 1 [Фосфор та його сполуки. Том. 1]. New York, USA: Interscience Publishers, 1958.
49. Toxicological Profile for White Phosphorus [Токсикологічний профіль для білого фосфору]. Atlanta, GA, USA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1997.
50. О.І. Козій, М.П. Петрук, Н.М. Витрикуш, О.М. Вахула. Діоксинова проблема сміттєспалювання // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – № 868. – 2017. – С.291–296
51. Е. Безак-Мазур. Транскордонні проблеми токсикології довкілля / Е. Безак-Мазур, Т. Шендрік. – Донецьк: ГП «Информ.-аналитический центр «Донбассинформ» 2008, – 300 с.
52. Іванюта С.П., Якушенко Л.М. Аналітична доповідь: Європейський зелений курс і кліматична політика України. Режим доступу: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.12>
53. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К. Управління якістю атмосферного повітря: від концепції до впровадження. Арніка, 2021. Режим доступу: <https://cleanair.org.ua/publication/upravlinnya-yakistyu-atmosfernoho-povitrya/>