

***ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ВІД ВИБУХІВ РІЗНИХ БОЄПРИПАСІВ
НА ВІЙСЬКОВИХ СКЛАДАХ***

“Вибухи боєприпасів”

2017

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 Проблеми для навколишнього середовища внаслідок вибухів боєприпасів	5
1.1 Підвищена небезпека військових об'єктів	5
1.2 Оцінка наслідків надзвичайних ситуацій з вибухами боєприпасів на військових об'єктах	7
2 Дослідження кількісного та якісного складу газів, що утворюються внаслідок вибухів боєприпасів	11
2.1 Закономірності протікання надзвичайних ситуацій з вибухами боєприпасів	11
2.2 Визначення вмісту забруднюючих речовин, що утворюються внаслідок вибухів різних боєприпасів на складі військової частини	13
ВИСНОВКИ	25
ЛІТЕРАТУРА	26

ВСТУП

Запобігання і ліквідація негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище відносяться до пріоритетних завдань будь-якої держави, в тому числі й України, що закріплено в її законодавстві [1, 2]. Надзвичайні ситуації різного походження порушують стан навколишнього середовища та призводять до негативних наслідків. Такі об'єкти як артбази, артсклади, сховища боєприпасів, є об'єктами підвищеної небезпеки та виступають потенційними джерелами небезпеки внаслідок можливого розвитку надзвичайної ситуації. Зменшення наслідків подібних надзвичайних ситуацій техногенного походження потребує вирішення низки проблем, які пов'язані з їх моніторингом, прогнозуванням, попередженням, локалізацією та ліквідацією. Для цього необхідна комплексна оцінка впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище і людину, яка включає дослідження складу, властивостей, походження і процесів трансформації хімічних речовин в об'єктах навколишнього природного середовища, що є одним з наукових напрямків в галузі техногенної безпеки.

Поодинокі вибухи або вибухи декількох боєприпасів представляють собою велику небезпеку як для людини та інших живих організмів, так і для середовища їх проживання. Величезна кількість боєприпасів, як правило, зберігається на спеціальних складах і арсеналах, що збільшує ймовірність виникнення надзвичайних техногенних ситуацій. Не всі особливості таких надзвичайних ситуацій з вибухами боєприпасів вивчені та узагальнені, але в даний час вони однозначно призводять до великомасштабних руйнувань і, у багатьох випадках, до людських жертв [3]. На сьогодні гострота проблеми надзвичайних ситуацій, пов'язаних з об'єктами зберігання боєприпасів та вибухових речовин підтверджується чисельними вибухами на складах в/ч А-0671 у м. Артемівськ Донецької області 10 - 11 жовтня 2003 року, в/ч А-2985 біля с. Новобогданівка Запорізької області 6 - 15 травня 2004 року, 23 липня 2005 року, 19 серпня 2006 року, сховища 47-го арсеналу Міністерства

оборони України в с. Цвітоха Хмельницької області 6 травня 2005 року та на території військової частини А0829 в м. Лозова 27 - 29 серпня 2008 року [4].

Дослідження закономірностей розвитку надзвичайних ситуацій з вибухами боєприпасів 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.

Об'єкт дослідження – надзвичайні ситуації техногенного характеру з вибухами боєприпасів.

Мета дослідження – вивчення закономірностей і особливостей надзвичайних ситуацій техногенного характеру (НСТХ) з вибухами боєприпасів для оцінки наслідків НСТХ.

Методика дослідження: методи аналізу та співставлення літературних даних щодо вибухів патронів, методи формальної логіки: аналіз і синтез, індукція і дедукція, порівняння і аналогія, математичні методи статистичної обробки даних.

Завдання роботи:

- встановлення основних причин і закономірностей виникнення НСТХ;
- вивчення деяких особливостей протікання НСТХ та складу забруднюючих речовин у викидах в атмосферу.

Наукова новизна: вперше показано, що кількість НСТХ зростає на одиницю кожні 12 років, а найбільш небезпечними місяцями для виникнення НСТХ є травень, червень і жовтень; запропоновано розглядати НСТХ як складну систему з наявності фактору масштабності, коли малі властивості патронів та гранат збільшуються і перетворюються на катастрофічні.

Практичне значення отриманих результатів полягає в оцінці екологічних збитків за забруднення атмосферного повітря внаслідок вибухів патронів та ручних гранат на прикладі НСТХ, що відбулась на території військової частини А0829.

1. ПРОБЛЕМИ ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВНАСЛІДОК ВИБУХІВ БОЄПРИПАСІВ

Аварії на складах боєприпасів, що мали місце у минулому десятиріччі [5], засвідчили, що вони здатні значно забруднювати навколишнє природне середовище, негативно впливати на довкілля, а також загрожувати потоками некерованих снарядів і ракет населенню та об'єктам економіки. Надзвичайна концентрація військових баз в окремих регіонах України обумовлюють велику ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій із вибухами, що несуть загрозу довкіллю, населенню та персоналу цих об'єктів. За даними Міністерства оборони України на території держави налічується близько 130 одиниць складів і арсеналів, на яких зберігається 1,3 млн. тон боєприпасів і вибухових речовин з яких більш як 500 тис. тонн віднесені до розряду надлишкових, тобто тих, що потребують утилізації [6]. Термінової утилізації з них потребують 140 тис. тонн. 24 тис. тонн ракет різних типів, також необхідна утилізація, оскільки у разі підриву вони можуть летіти на десятки кілометрів [5].

1.1 Підвищена небезпека військових об'єктів

Надзвичайні техногенні ситуації, зокрема аварії, на складах боєприпасів, зазвичай, супроводжуються вибухами боєприпасів і пожежами. При цьому відбувається висока забрудненість довкілля токсичними газами, пилом, сажею, летучою золою, отруйними і канцерогенними речовинами з різними фізико-хімічними властивостями і ступенями впливу на довкілля.

Автором [6] наводиться перелік основних джерел небезпек, що притаманні складам боєприпасів. До них відносяться:

1) вибухові матеріали, що застосовуються у виробничих процесах, засоби військового призначення, що містять вибухові матеріали, які виготовляються, знаходяться на зберіганні або утилізуються;

2) стаціонарне обладнання для вантажно-розвантажувальних робіт, підіймальні споруди;

3) обладнання для виготовлення вибухових матеріалів і виробів на їх основі, комплекси для їх переробки та зберігання.

Крім того, арсенали, бази, склади і сховища боєприпасів, дислокуються по всій території країни в різних кліматичних і природних зонах, які характеризуються різним температурним режимом, рослинністю, інтенсивністю грозової діяльності, що впливає на їх пожежну небезпеку. Артсклади розміщуються, зазвичай, на відстані від населених пунктів, доріг, ліній електропередач. Це, у свою чергу, створює певні труднощі з інженерним забезпеченням протипожежних заходів.

Характерним для пожеж на подібних військових об'єктах є те, що горіння супроводжується одиничними і груповими вибухами боєприпасів, а за певних умов і більш масштабними вибухами. Пожежі на подібних об'єктах здатні до самопоширення як у межах даного об'єкта, так і на інші об'єкти.

Причини, що викликають виникнення пожеж і вибухів, поділяють на об'єктивні і суб'єктивні. До об'єктивних відносяться: вплив супротивника, у тому числі засобів масового ураження, диверсії; вплив блискавок під час гроз; стихійні лиха (землетруси, лісові пожежі, повені, урагани тощо); катастрофи повітряних і космічних об'єктів над територією баз. Суб'єктивними є порушення правил техніки безпеки та експлуатації боєприпасів; порушення правил пожежної безпеки; наявність серед придатних боєприпасів вчасно не виявлених небезпечних у використанні; попадання кулі в штабель боєприпасів.

Вплив цих причин може призвести до виникнення пожеж, а надалі - до детонації та вибухів боєприпасів.

До чинників небезпек відносять небезпечність будов, споруд, обладнання, технологічних процесів об'єкта господарської діяльності та речовин, що виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються на їх території (внутрішні чинники). Зовнішні чинники

небезпеки - особливості місцезнаходження небезпечних об'єктів, несприятливі природні умови та ін.), можуть безпосередньо спричинити виникнення аварії на об'єкті або негативно вплинути на її розвиток. Для зниження ризику виникнення надзвичайних ситуацій на військових об'єктах пропонується створення системи ідентифікації військових об'єктів як потенційно екологічно небезпечних та їх подальшої паспортизації [6, 10].

1.2 Оцінка наслідків надзвичайних ситуацій з вибухами боєприпасів на військових об'єктах

В Україні значна кількість робіт з оцінки збитків на територіях військових частин при НСТХ на складах боєприпасів виконано В.Л. Сидоренко і С.І. Азаровим зі співавторами [8, 11, 12]. У цих роботах збиток оцінювали за викидами в атмосферу оксиду і діоксиду вуглецю, діоксиду сірки, сажі або вуглецю, свинцю та його сполук, міді, нікелю. Детальний аналіз кількості викинутих газів в атмосферу в залежності від виду вибухнули боєприпасів не проводився.

Роботи [13 - 15] присвячені оцінюванню потенційного ризику життєдіяльності внаслідок аерогенного навантаження населення продуктами аварії, комплексного надходження продуктів згоряння речовин і матеріалів в організм людини та ризику ураження внаслідок вживання питної природної води після аварії на складах боєприпасів, але для всеосяжного дослідження впливу продуктів аварії на складі боєприпасів необхідно обчислити значення потенційних ризиків гострого токсичного ефекту, хронічної інтоксикації та впливу токсиканта внаслідок вдихання пилу.

В [16] автори показали, що від початку аварії ризику гострого і хронічного ураження людини та ризик ураження людини зваженими речовинами мають відносно рівномірний розподіл, а з часом починає переважати ризик гострого ураження людини від продуктів аварії. Запропонована ними оцінка розрахунку потенційного ризику

життєдіяльності при аварії на складах боєприпасів є універсальною та може бути застосована при аваріях і пожежах з викидом токсичних газів, пилу, аерозолів та диму на інших об'єктах підвищеної екологічної небезпеки.

Відсутність єдиної директивної і нормативної документації щодо оцінки екологічних збитків при аваріях на артскладах зазначена в роботі [12]. Зазначено, що існує декілька методик визначення економічних збитків від НСТХ, пов'язаних з викидом (загрозою викиду) у природне середовище хімічних і біологічних небезпечних речовин, джерел іонізуючого випромінювання, продуктів аварій і пожеж тощо. Авторами запропоновано оцінку екологічних збитків при аварії на складах боєприпасів, яка володіє універсальністю і може являтися фундаментальною щодо проведення розрахунків оцінки екологічних наслідків важких аварій, нової методології аналізу і ймовірних методик розрахунків матеріальних, соціально-політичних та інших видів збитків.

В [17] пропонується створення єдиного підходу до методики всебічної комплексної оцінки екологічного збитку внаслідок аварії на військових об'єктах підвищеної небезпеки. Зазначається, що діючі методики [18 - 20] передбачають урахування перш за все тільки прямого збитку, який визначає наступні складові частини:

- поставарійний стан складів, будівель, будинків, механізмів, обладнання і т. ін., що знаходяться на території військових об'єктів;
- витрати на локалізацію і ліквідацію аварій, оплата сил і засобів, що залучаються до проведення пожежно-рятувальних робіт, їх обслуговування;
- витрати на мінімізацію наслідків аварій.

Ці методики є спрощеними і не в повній мірі враховують наступні (вторинні) збитки від аварії, а саме, негативний вплив на навколишнє середовище, шкоду, що наноситься тваринному і рослинному світу, лісовим і водним ресурсам, вплив на ґрунт, суміжні території і простір.

Відзначено, що ці методики є спрощеними і не в повній мірі враховують вторинні збитки від аварії, а саме, негативний вплив на

навколишнє середовище, шкоду, що наноситься тваринному і рослинному світу, лісовим і водним ресурсам, вплив на ґрунт, суміжні території і простір.

Запропонована комплексна методика розглядає повний екологічний збиток від аварії як суму прямого, непрямого, побічного, що враховується, що не враховується, що оцінюється і що не оцінюється збитки.

Методика визначення ризику травмування військовослужбовця і оцінки можливої шкоди при вибуху і пожежі на складах боєприпасів, згідно [21] дозволить оцінювати аварійні ситуації та пов'язані з ними небезпечні і шкідливі фактори аварії та шляхи їх впливу в екстремальних умовах, може бути використана для оперативного керування охороною праці та безпекою праці. Зазначено, що вплив небезпечних і шкідливих факторів, а також психофізичних аспектів при аварії на складі боєприпасів формує у військовослужбовців екстремальні умови праці: високий рівень ризику втрати здоров'я, власного життя або одержання травми. Робота в таких умовах приводить до виникнення різних захворювань, травм і іншим небажаним психологічним наслідкам, що негативно впливають на боєздатність підрозділів Міноборони.

В [22] визначення екологічного стану післяаварійної території проводили за принципом зонування післяаварійної території розташування складу боєприпасів, який складається з того, що при переході від більш високої до більш низькій таксономічній одиниці зонування слід добитися більшої однорідності ландшафтно-геохімічних характеристик і густини забруднення у зонах спостереження – зоні екологічної катастрофи і зоні підвищеної екологічної небезпеки навколо складів боєприпасів, що визначаються за потужністю і тривалістю вибухів і пожеж та моделлю впливу вибухових, механічних, теплових і токсичних продуктів аварії та розповсюдження домішок у приземному шарі атмосфери.

В [23] схематично проаналізовано механізми концептуальних підходів за аналізованими категоріями збитків (прямі, непрямі і вторинні збитки). В результаті аналізу цих підходів запропоновано підхід до вибору ефективного

методу оцінки техногенних збитків, який дає змогу не тільки оптимально оцінити збитки, а й сформувати достовірну базу даних для прогнозу майбутніх збитків.

Хлобистов та ін. [24] розглядають загальні питання методичних підходів до оцінки наслідків надзвичайних ситуацій в Україні та в світі. Зазначається, що у світовій практиці ще й досі не існує єдиного методичного підходу до розробки системи індикаторів оцінки вразливості, існує згода тільки щодо переліку сфер, які ці індикатори повинні характеризувати: соціальна, економічна та природна.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ТА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ГАЗІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ ВНАСЛІДОК ВИБУХІВ БОЄПРИПАСІВ

2.1 Закономірності протікання надзвичайних ситуацій з вибухами боєприпасів

Згідно [25, 26] зібрано і проаналізовано дані про 73 НСТХ з вибухами боєприпасів за останні 15 років. Результати досліджень, отримані за допомогою методів статистичної обробки даних, показують наявність деяких закономірностей [27].

Перша закономірність полягає в тому, що кількість НСТХ з вибухами боєприпасів за останні 15 років зростає. На позитивне зростання вказує лінійна залежність кількості НСТХ в часі в період з 2000 по 2015 роки (рис. 1). Якщо виключити дані за 2007 і 2012 роки як аномальні (2007 рік,

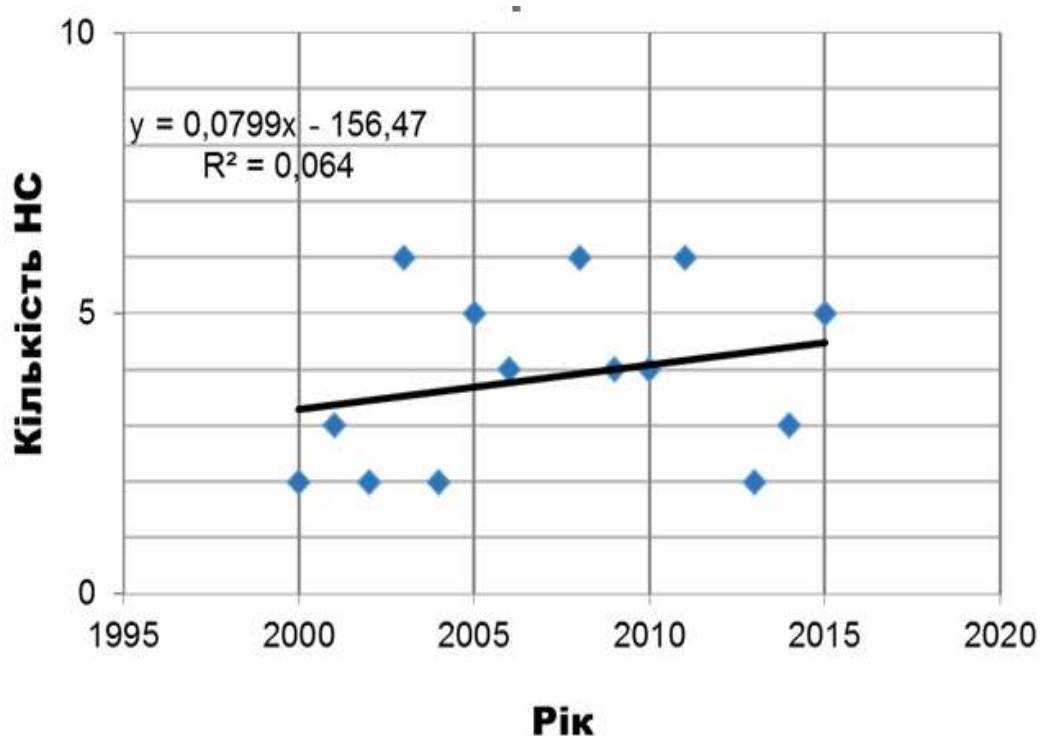


Рис. 1. - Статистика виникнення НСТХ з вибухами боєприпасів в період з 2000 по 2015 роки.

коли не було зафіксовано НСТХ, і 2012 рік - було зареєстровано 18 НСТХ), то отримуємо, що з 2000 року по 2015 рік середній зріст НСТХ з вибухами боєприпасів склав 8% на рік, або кількість НСТХ з вибухами боєприпасів зростає на одиницю кожні 12 років.

Друга закономірність пов'язана з нерівномірним внутрішньорічним розподілом числа виниклих НСТХ з вибухами боєприпасів. Всі 73 НСТХ, що виникли в період з 2000 по 2015 роки, були розділені по місяцях і отримана внутрішньорічна залежність представлена у вигляді графіка (рис. 2). Аналіз графіка показує, що більше 93 % НСТХ з вибухами боєприпасів виникають в теплу пору року - березень-жовтень. Найбільша вірогідність виникнення

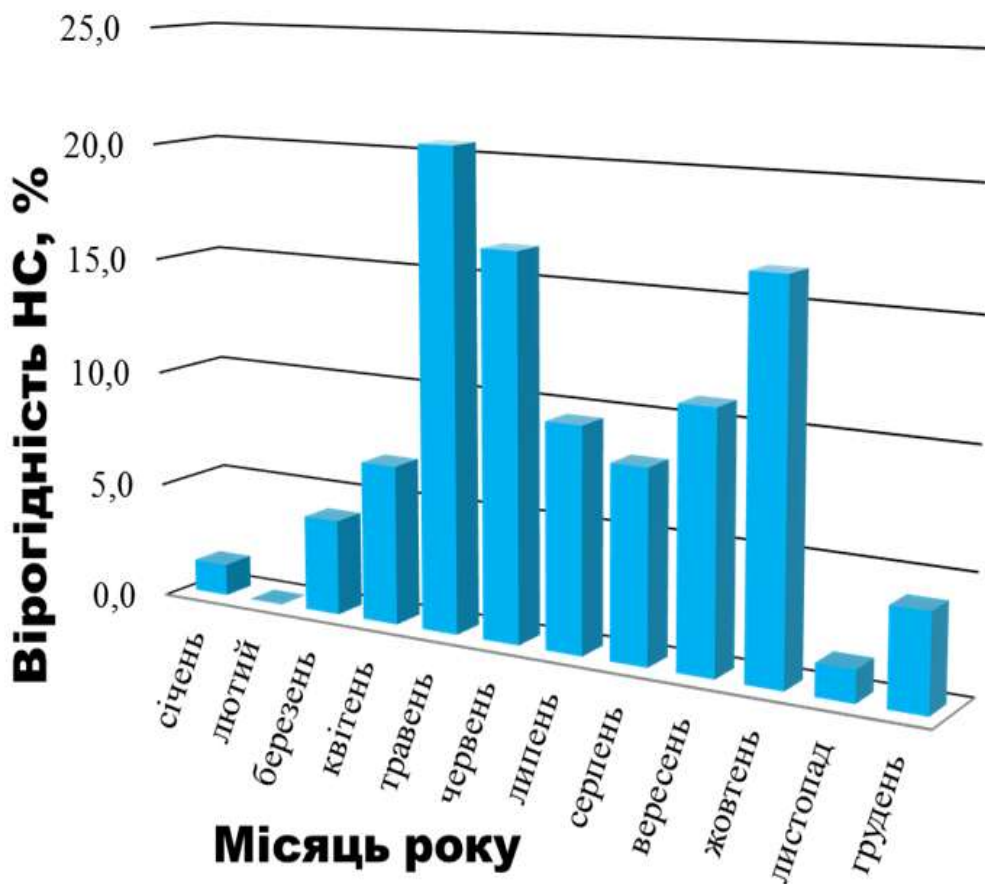


Рис. 2. - Вірогідність виникнення НСТХ з вибухами боєприпасів в залежності від періоду року.

НСТХ спостерігається в травні (20 %, або кожна п'ята), червні (16 % або кожна шоста) і жовтні (16 % або кожна шоста). Дуже ймовірно це пов'язано з тим, що більшість планових робіт щодо поводження з боєприпасами проводиться в теплу пору року, причому на травень доводиться початок таких робіт, а в жовтні вони закінчуються. Таким чином, найбільш небезпечні місяці для виникнення НСТХ слід вважати травень, червень і жовтень. На ці місяці за досліджений період з 2000 по 2015 роки припадає кожна друга НСТХ з вибухами боєприпасів.

Слід зазначити, що серед об'єктів, на яких виникли НСТХ, велика частина це склади і сховища боєприпасів, але останнім часом з'явилися бази і полігони з утилізації списаних боєприпасів. Їх частка зростає, що вказує на необхідність посилення вимог з техніки безпеки при поводженні з боєприпасами.

Особливе значення для мінімізації наслідків НСТХ має профілактика причин, які призводять до виникнення НСТХ. Аналіз причин, що призвели до вибуху боєприпасів (див. Табл. 1), дозволяє визначити основні причини, що призвели до вибуху боєприпасів:

- 45,9% пожежа і подальший вибух;
- 40,5% порушення техніки безпеки;
- 6,8% природні явища (удар блискавки);
- 6,8% немає даних.

2.2 Визначення вмісту забруднюючих речовин, що утворюються внаслідок вибухів різних боєприпасів на складі військової частини

Артилерійський постріл, в якому снаряд, пороховий заряд і засіб займання з'єднані за допомогою гільзи в одне ціле, має назву унітарного патрону. Їх зберігання у великій кількості на артскладах може призвести до розвитку НСТХ. Вибухи боєприпасів у великій кількості на складах і військових базах [7, 9, 28, 29], призводять до утворення пилогазової хмари,

що містить певну кількість отруйних газів. Значну кількість робіт з оцінки збитків на територіях військових частин при аваріях на складах боєприпасів виконано В.Л. Сідоренко і С.І. Азаровим зі співавторами [8 - 17, 21, 22]. Але в них використовували обмежену кількість забруднюючих речовин, викинутих в атмосферу. До цих речовин відносяться - оксид і діоксид вуглецю, діоксид сірки, сажа або вуглець, свинець та його сполуки, мідь, нікель. У теж час відомо, що до складу боєприпасів різного виду входить велика кількість органічних і неорганічних сполук. Самі вони і продукти їх згорання є токсичними речовинами.

27.08.08 р. о 15 год. 55 хв. на пункт зв'язку СДПЧ-24 Лозівського районного управління ДУ МНС України в Харківській області по телефону надійшло повідомлення про пожежу сухої трави на території військової частини А - 0829 Міністерства Оборони України.

Прибуле відділення СДПЧ-24 Лозівського РУ приступило до гасіння, о 16 год. 10 хв. прибуло друге відділення СДПЧ-24, але прийняти участь в гасінні воно не встигло, оскільки о 16 год. 15 хв. в глибині території за КПП-3 на відстані приблизно 400-500 метрів пролунала перша серія вибухів.

Під час пожежі та вибухів боєприпасів на території військової частини А0829 27 серпня 2008 протягом декількох днів в атмосферу викидалися газоподібні продукти вибуху і горіння вибухових речовин. Велику частину боєприпасів було знищено, а для утилізації боєприпасів, які залишилися, знадобилося три роки, що було виконано в рамках Державної цільової екологічної програми [30].

Проведений в [31] аналіз матеріальної частини на території складу військової частини А 0829 показав, що з 17 000 тонн боєприпасів після НСТХ залишилося близько 25 % від загальної маси патронів до стрілецької зброї (табл. 2.1).

До основних характеристик пороху відносять: теплоту горіння (Q) - кількість тепла, що виділяється при повному згоранні 1 кг пороху; обсяг газоподібних продуктів (V), що виділяються при згоранні 1 кг пороху

Таблиця 2 1. - Характеристика патронів до стрілецької зброї на складі в/ч А 0829 до та після НСТХ.

№. пп	Види патронів	Всього до НСТХ		Знищено		
		шт.	тонн	шт.	тонн	%
1	5,45 мм патрони	466×10^6	6249	340×10^6	4497	72
2	7,62 мм пістолетні і гвинт. патрони	237×10^6	6291	170×10^6	4500	73
3	9 мм патрони	$4,75 \times 10^6$	63	$0,61 \times 10^6$	8	13
4	12,7 мм патрони	$3,07 \times 10^6$	556	$2,86 \times 10^6$	519	93
5	14,5 мм патрони	$12,06 \times 10^6$	3446	$8,69 \times 10^6$	2483	72
	Всього	$722,9 \times 10^6$	16607	$518,7 \times 10^6$	12153	73

(визначається після приведення газів до нормальних умов); температуру газів (Т), що визначається при згорянні пороху в умовах постійного об'єму і відсутності теплових втрат (табл. 2.2). Тобто, при згорянні 1 кг бездимного

Таблиця 2.2. - Характеристики основних типів порохів.

Порох	Q, ккал/кг	V, дм ³ /кг	T, К
Піроксиліновий	700	900	~2000
Балліститні:	900	1000	1700 - 4000
ТРТ	1200	860	1500 - 3500
Артилерійський	800	750	~2500
Кордитний	850	990	~2000
Димний	700	300	~2200

пороху утворюється близько 1 м³ газів, температура яких при вибуху може досягати (1500 - 2000) °С. Таким чином, всі компоненти пороху піддаються термічній дисоціації, в результаті якої, залежно від умов її протікання і, особливо від кисневого режиму, можуть утворюватися нові токсичні речовини. З урахуванням даних табл. 2.3 та [32, 33] можна розрахувати кількість згорілого або того, що вибухнув, пороху в результаті НСТХ.

Таблиця 2 3. - Характеристика порохового заряду патронів (порох - бездимний).

№.пп	Види патронів	Маса патрона, г	Маса порохового заряду, г	Відсоток вмісту пороху, %
1	патрони ПС	4,8	0,16	3,3
2	патрони Т	10	1,3	13,0
3	5,45 мм пістолет патрони ПТ	10,5	0,5	4,7
4	гвинт. патрони СПС	21,5	3,1	14,4
5	патрони обр. 43г. 3	15	1,6	10,7
6	гвинт. патрони Б-32 (7,62 мм)	130	16	12,3
7	гвинт. патрони Б-32 (14,5 мм)	200	30	15,0

В залежності від призначення масова частка пороху в патроні до стрілецької зброї коливається в межах від 3 до 15 %. Умовно приймаємо, що середня кількість пороху в патроні становить 8 % від маси патрона. Маса пороху, яка була знищена в результаті НСТХ на території військової частини А 0829, складає:

$$M_{\text{п}} = 12\,153\,450 \times 0,08 = 972240 \approx 1\,000\,000 \text{ кг.}$$

В результаті НСТХ на території військової частини А0829 від знищення пороху в атмосферу було викинуто близько 1 мільйона м³ газів.

Склад порохів, трасуючих складів і компонентів запалювального складу [31 - 34] може містити:

1) Вибухові речовини (ВР): нітроцеллюлоза, активний компонент більшості бездимних порохів; нітрогліцерин, активний компонент двоосновних і триосновних складів; -нітрогуанідин, компонент триосновних складів.

2) Пом'якшувачі, щороблять гранули менш крижкими : дібутилфталат; динітротолуол.

3) В'яжучі речовини, що підтримують форму гранул : каніфоль; етилацетат.

4) Компоненти трасуючого складу: стронцій азотнокислий; порошок магнієвий; порошок алюмінієво-магнієвий; графіт; магній вуглекислий; полівінілхлорид; стронцій вуглекислий; смола.

5) Компоненти запалювального складу : свинцевий сурик; феросиліцій; залізо; бор технічний; графіт.

6) Компоненти ударно-запалювального складу: гримуча ртуть $\text{Hg}(\text{ONC})_2$; антимоній Sb_2S_3 (сурма трьохсірчаниста); бертолетова сіль KClO_3 (калій хлорат).

Проведемо розрахунок середньої масової частки ртуті та сурми в патронах.

Склад для гвинтівочних патронів містить компоненти в пропорціях:

гримуча ртуть : антимоній : бертолетова сіль = 6,7 : 27,8 : 55,5 % мас.,

для револьверних і пістолетних патронів, відповідно, 25,0 : 37,5 : 37,5 % мас.

Кількість ртуті та сурми, що було викинуто в атмосферу в результаті знищення патронів для стрілецької зброї, відповідно, складає:

$$M(\text{Hg}) = N \times m(\text{Hg}) = 518 \times 10^6 \times 3 \times 10^{-6} = 1554 \text{ кг}, \quad (2.1)$$

$$M(\text{Sb}) = N \times m(\text{Sb}) = 518 \times 10^6 \times 4,8 \times 10^{-6} = 2486 \text{ кг}, \quad (2.2)$$

де,

N – кількість знищених патронів;

$m(\text{Hg})$ – маса ртуті в одному патроні, кг.

$m(\text{Sb})$ – маса сурми в одному патроні, кг.

Згідно з Методикою оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. № 175 [35] розрахунок збитків від забруднення атмосферного повітря провадиться за такою формулою:

$$A_{\text{ф}} = M_i \times \Pi_i \times A_i \times K_{\text{т}} \times K_{\text{зі}}, \quad (2.3)$$

де:

- $A_{\text{ф}}$ - збитки від забруднення атмосферного повітря, гривень;
- M_i - маса i -ї забруднюючої речовини, що була викинута в повітря внаслідок надзвичайної ситуації, тонн. Розраховується експертним шляхом;
- Π_i - базова ставка компенсації збитків у частках мінімальної заробітної плати за одну тонну умовної забруднюючої речовини, гривень/тонну;
- A_i - безрозмірний показник відносної небезпечності забруднюючої речовини (розраховується у порядку, визначеному Мінекоресурсів);
- $K_{\text{т}}$ - коефіцієнт урахування територіальних соціально-екологічних особливостей;
- $K_{\text{зі}}$ - коефіцієнт забруднення атмосферного повітря в населеному пункті.

Тобто, збитки від забруднення атмосферного повітря ртуттю складають

$$A_{\phi} = 1,554 \times 515 \times 1/0,0003 \times 1 \times 1 = 2\,667\,700 \text{ грн,}$$

де:

- 515 грн, мінімальна зарплата в 2008 р.
- 0,0003 мг/м³, гранично допустима концентрація ртуті в атмосферному повітрі населених місць.

Збитки від забруднення атмосферного повітря сурмою дорівнюють:

$$A_{\phi} = 2,486 \times 515 \times 1/0,01 \times 1 \times 1 = 128\,000 \text{ грн}$$

де:

- 515 грн, мінімальна зарплата в 2008 р.
- 0,01 мг/м³, орієнтовно безпечний рівень діяння сурми в атмосферному повітрі населених місць.

2.3 Оцінка вмісту забруднюючих речовин у вибухах гранат на складі в/ч А 0829

Граната - вибуховий боєприпас, який складається з корпусу, заряду вибухових речовин і детонатора (запалу).

Аналіз матеріальної частини на території складу військової частини А 0829 показав, що до НСТХ там зберігалось близько 2 228 000 ручних гранат загальною масою близько 2 100 тонн (табл. 2.4).

З даних, наведених в табл. 2.4, випливає, що на території військової частини А 0829 в м. Лозова Харківської області в 2008 році зберігалися різноманітні ручні гранати, серед яких: ручні осколкові гранати РГ-42; ручні гранати дистанційні РГД-5; ручні гранати наступальні РГН; ручні протипіхотні оборонні гранати Ф-1; ручні гранати оборонні РГО; ручні кумулятивні гранати РКГ; реактивні протитанкові гранати РПГ-18 «Муха» та РПГ-22 «Нетто».

Таблиця 2.4 - Характеристика ручних гранат на складі військової частини А 0829 до та після надзвичайної ситуації.

№ пп	Вид гранати	Запал	Усього до НСТХ		Знищено		
			шт.	тонн	шт.	тонн	%
1	Ручна осколочна граната РГ-42	УЗРГМ	1975	1,58	1735	1,39	88,0
		УЗРГМ-2	16900	13,5	16860	13,5	100
		Без запалу	19563	15,6	19563	15,6	100
2	Ручна граната дистанційна РГД-5	УЗРГМ	19411	13,5	18031	12,6	93,3
		УЗРГМ-2	314146	219,9	216186	151,3	68,8
		Без запалу	7970	5,58	7970	5,58	100
3	Ручна граната наступальна РГН	УДЗ	646368	484,7	300571	225,4	46,5
4	Ручна протипіхотна оборонна граната Ф-1	УЗРГМ	179520	179,5	129688	129,7	72,3
		УЗРГМ-2	263413	263,4	70350	70,3	26,7
		Без запалу	153700	148,0	153700	148,0	100
5	Ручна граната оборонна РГО	УДЗ	444360	416,5	29686	27,8	6,7
6	Ручна кумулятивна граната РКГ	ЗЕМ	158002	316,0	126024	252,0	79,7
7	Реактивна протитанкова граната	РПГ-18 «Муха»	2089	12,5	483	2,9	23,2
		РПГ-22 «Нетто»	416	2,6	0	0	0
	Усього		2227833	2092,9	1090847	1056,1	50,5

Слід зазначити, що більша частина ручних гранат (50,5 %) була знищена в результаті НСТХ на території військової частини А 0829.

Для визначення виду і кількості вибухових речовин в ручних гранатах були використані літературні відомості про ручні гранати [36, 37]. На їх підставі було складено табл. 2.5. Беручи до уваги, що кількість знищених РПГ становило менше 0,05 % від загальної кількості вибухнули ручних гранат (див. табл. 2.4), в подальшому їх вклад не враховувався.

Таблиця 2.5 - Розрахунок маси вибухових речовин в знищених ручних гранатах.

№. пп	Характеристика гранати			Кількість знищених гранат, шт	Маса ВР, кг
	Вид гранати	ВР	Маса, г		
1	РГ-42	тротил	120	38158	4 579
2	РГД-5	тротил	110	242187	26 641
3	РГН	гексоген	97	300571	29 155
4	Ф-1	тротил	60	353738	21 224
5	РГО	тротил	92	29686	2 731
6	РКГ	тротил	600	126024	75614
Маса ВР					159944

Аналіз даних табл. 2.5 показує, що загальна маса ВР в знищених ручних гранатах склала близько 159,9 тонн. Якщо врахувати, що загальна маса знищених ручних гранат оцінена в кількості 1056,1 тонн (див. табл. 2.5), то середній вміст (масова частка) ВР в досліджених ручних гранатах становить $(159,9: 1056,1) \times 100\% = 15,1\%$.

Умовно можна прийняти, що під час вибуху (горінні) 1 кг ВР утворюється близько 1 м³ газів [31]. Тоді в результаті НСТХ з вибухами боєприпасів на території військової частини А 0829 при знищенні ручних

гранат в атмосферу було викинуто $159\,900\text{ м}^3$ газів, що містять забруднюючі токсичні речовини.

У досліджених ручних гранатах використовуються різні детонатори (запали) (див. табл. 2.5).

З точки зору пошуку джерел забруднюючих токсичних речовин найбільший інтерес представляють такі складові запалу як капсулі-запальники і капсулі-детонатори.

Капсуль-запальник призначений для створення початкового теплового імпульсу. Основним елементом капсуля-запальника є ударний склад, який представляє собою суміш гримучої ртуті, ТНРС (тринітрорезорцинат свинцю $\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{O}_2\text{Pb}$) і антимонія або суміш, аналогічну суміші для капсуля гвинтівочного патрону:

- Гримуча ртуть $\text{Hg}(\text{ONC})_2$;
- Антимоній Sb_2S_3 (сурма трехсернистая);
- Бертолетова сіль KClO_3 (калій хлорат).

Маса ударного складу в різних капсулях коливається від 18 до 30 мг, в середньому становить 20 мг. Ударний склад для гвинтівочних патронів містить компоненти в пропорціях 16,7: 27,8: 55,5% мас. [37]. З урахуванням молекулярної маси речовин можна обчислити, що в 20 мг ударного складу, тобто в одному капсулі-запальнику запала типу УЗРГ, міститься 2,7 мг ртуті і 4,0 мг сурми.

Капсуль-детонатор призначений для створення початкового детонуючого (вибухового) імпульсу. Капсуль-детонатор з алюмінієвим корпусом складається з ударного складу, азида свинцю ($\text{Pb}(\text{N}_3)_2$) - 0,2 г і ТНРС - 0,1 г; капсуль-детонатор з мідним корпусом складається з ударного складу: гримуча ртуть - 0,5 г (0,41 г ртуті).

У запалі типу УЗРГ застосовується азидний капсуль-детонатор. З урахуванням молекулярної маси речовин можна обчислити, що одному капсулі-детонаторі запала типу УЗРГ міститься близько 200 мг свинцю.

На підставі даних табл. 2.4 можна зробити висновок, що в результаті НСТХ на території військової частини А 0829 було знищено запалів типу УЗРГ в кількості 452 850 штук [38, 39].

Результати розрахунку показують, що під час ЧСТХ на території військової частини А 0829 за рахунок знищення запалів типу УЗРГ в атмосферу було викинуто:

$$M'(Hg) = n \times m'(Hg) = 452\,850 \times 2,7 \cdot 10^{-6} \approx 1,22 \text{ кг}; \quad (2.3)$$

$$M'(Sb) = n \times m'(Sb) = 452\,850 \times 4,0 \cdot 10^{-6} \approx 1,81 \text{ кг}; \quad (2.4)$$

$$M'(Pb) = n \times m'(Pb) = 452\,850 \times 200 \cdot 10^{-6} \approx 90,6 \text{ кг}. \quad (2.4)$$

де,

n – кількість знищених гранат;

$m'(Hg)$ – маса ртуті в одній гранаті, кг.

$m'(Sb)$ – маса сурми в одній гранаті, кг.

$m'(Pb)$ – маса свинцю в одній гранаті, кг.

Використовуючи Методику [34], можна оцінити збитки від забруднення атмосферного повітря ртуттю внаслідок вибуху гранат:

$$A_{\phi} = 0,00122 \times 515 \times 1/0,0003 \times 1 \times 1 = 2\,094 \text{ грн},$$

де:

- 515 грн, мінімальна зарплата в 2008 р.

- $0,0003 \text{ мг/м}^3$, гранично допустима концентрація ртуті в атмосферному повітрі населених місць.

Збитки від забруднення атмосферного повітря сурмою дорівнюють:

$$A_{\phi} = 0,00181 \times 515 \times 1/0,01 \times 1 \times 1 = 93 \text{ грн}$$

де:

- 515 грн, мінімальна зарплата в 2008 р.

- $0,01 \text{ мг/м}^3$, орієнтовно безпечний рівень діяння сурми в атмосферному повітрі населених місць.

Збитки від забруднення атмосферного повітря свинцем дорівнюють:

$$A_{\text{ф}} = 0,0906 \times 515 \times 1/0,0003 \times 1 \times 1 = 155\,530 \text{ грн}$$

де:

- 515 грн, мінімальна зарплата в 2008 р.

- 0,0003 мг/м³, гранично допустима концентрація свинцю в атмосферному повітрі населених місць.

Як видно, це значно менше, ніж в результаті знищення патронів для стрілецької зброї. Але не слід применшувати потенційну небезпеку зберігання як ручних гранат з запалами, так і самих запалів. Якби в досліджених ручних гранатах запали мали мідні капсулі-детонатори, в яких ВР є гримуча ртуть (0,5 г), то в атмосферу було б викинуто:

$$\text{ртуті: } 410 \cdot 10^{-6} \times 452\,850 \approx 185 \text{ кг.}$$

Таким чином, найбільшу небезпеку для довкілля у вигляді викидів в атмосферу забруднюючих речовин у разі НСТХ з вибухами ручних гранат представляють не самі гранати, а їх запали, і особливо ті, які мають мідні капсулі-детонатори, ВР в яких є гримуча ртуть.

Загальна сума збитків за забруднення атмосферного повітря склала 2,95 млн. грн. При цьому найбільші збитки внаслідок вибухів боєприпасів на території військової частини А0829 спричинили вибухи патронів з потраплянням в атмосферу ртуті (90,3 %).

ВИСНОВКИ

1. Основні причини та закономірності виникнення НСТХ:

- В період з 2000 року по 2015 рік середній зріст НСТХ склав 8% на рік, або кількість НСТХ зростає на одиницю кожні 12 років;

- Найбільш небезпечні місяці для виникнення НСТХ слід вважати травень, червень і жовтень, на ці місяці за досліджений період з 2000 по 2015 роки припадає кожна друга НСТХ;

- Головною причиною виникнення НСТХ, в дев'яти випадках з десяти, є порушення правил техніки безпеки при обслуговуванні складів і сховищ боєприпасів і при поводженні з боєприпасами

2. В результаті НСТХ на території військової частини А0829 від знищення пороху в атмосферу було викинуто близько 1 мільйона м³ газів та більше 1,5 т ртуті і близько 2,8 т сурми; від знищення ручних гранат в атмосферу було викинуто близько 159 900 м³ газів. За рахунок знищення запалів типу УЗРГ в атмосферу надійшло: ртуті - 1,22 кг; сурми - 1,81 кг; свинцю - 90,6 кг. Загальна сума збитків за забруднення атмосферного повітря склала 2,95 млн. грн. При цьому найбільші збитки внаслідок вибухів боєприпасів на території військової частини А0829 спричинили вибухи патронів з потраплянням в атмосферу ртуті (90,3 %).

3. Найбільшу екологічну небезпеку у вигляді викидів в атмосферу забруднюючих речовин випадку НСТХ з вибухами ручних гранат представляють не самі гранати, а їх запали, і особливо ті, які мають мідні капсулі-детонатори, який ініціює ВР в яких є гримуча ртуть.

4. НСТХ слід розглядати як складну систему з наявності фактору масштабності, коли малі властивості патронів збільшуються в мільйони разів і перетворюються на катастрофічні властивості НСТХ, що підтверджено на прикладі вмісту ртуті та сурми в капсулі патрона для стрілецької зброї та вмістом свинцю та ртуті в запалах ручних гранат.

ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічне право України [Текст]: підручник/ Г. В. Анісімова [та ін.] ; ред.: А. П. Гетьман, М. В. Шульга; Національна юридична акад. України ім. Ярослава Мудрого. - Х.: Право, 2009. - 328 с.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» із змінами [Текст]. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст.546.
3. Державна служба України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.mns.gov.ua/>.
4. Сидоренко В. Л. Оцінка збитків у військових частинах при аварії на складі боєприпасів [Текст] / Л. Сидоренко В., І. Азаров С. //Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. - 2007. - Вип. 3. - С. 151 - 156.
5. В.Л.Сидоренко. Категорування складів боєприпасів за ступенем екологічної небезпеки [Текст]/ В.Л.Сидоренко// Екологічні науки. -2013. - № 3. - С. 51 - 60.
6. Азаров С.І. Ідентифікація військових об'єктів як екологічно небезпечних [Текст]/ С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко // Збірник наукових праць ВІКНУ ім. Т. Шевченка. – 2009. – № 24. – С. 279 – 290.
7. Черногор Л.Ф. Взрывы боеприпасов на военных базах – источник экологических катастроф в Украине [Текст]/ Л.Ф. Черногор// Екологія і ресурси. – 2004. – Вип. 10. – С. 55 – 67.
8. Азаров С.І. Оцінка хімічного забруднення довкілля в результаті аварії на складі боєприпасів у с. Новобогданівка Мелітопольського району Запорізької області (06.05.2004р.) [Текст]/ С.І. Азаров, О.В. Святун, В.Л. Сидоренко, В.В. Токаревський // Гігієна населених місць. – 2005. – Вип. 46. – С. 186 – 190.
9. Азаров С.І. До питання забруднення токсикантами території від аварії на складі боєприпасів у с. Новобогданівка Мелітопольського району

Запорізької області у післяаварійний період [Текст]/ С.І. Азаров, О.В. Святун, В.Л. Сидоренко // Гігієна населених місць. –2010. – № 56. – С. 140 –144.

10, Азаров С.І. Ідентифікація військових об'єктів як екологічно небезпечних [Текст] /С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко// Збірник наукових праць ВІКНУ ім. Т. Шевченка. – 2009. – № 24. –С. 279 – 290.

11. Сидоренко В.Л. Забруднення повітря і ризик рятівників в умовах аварії на складі боєприпасів [Текст]/ В.Л. Сидоренко, В.І. Паламарчук, С.І. Азаров // Український журнал з проблем медицини праці. – 2005. - Вип. 3 - 4. - С. 35 - 38.

12. Сидоренко В.Л. Визначення екологічного збитку від аварії на артскладі [Текст]/ В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров //Екологічна безпека. – 2009. – Вип. 7. – С. 38 – 42.

13. Сидоренко В.Л. Оцінка потенційного ризику від аварії на артскладі [Текст]/ В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров // Екологічна безпека. – 2010 (9). – Вип. 1. – С. 52 – 56.

14. Сидоренко В.Л. Оцінка ризику впливу продуктів аварії на складі боєприпасів на населення [Текст]/ В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров// Екологічна безпека і природокористування. – 2010. – Вип. 5. – С. 67 – 74.

15. Азаров С.І. Оцінка ризику для населення, що споживає питну воду після аварії на складі боєприпасів [Текст]/ С.І. Азаров, В.І. Паламарчук, В.Л. Сидоренко // Вісник КДУ. – 2010. – Вип. 5/2010 (64), Ч. 1. – С. 141 – 144.

16. Азаров С.І. Оцінка потенційного ризику життєдіяльності населення на забруднених продуктами згоряння територіях в результаті аварії на складах боєприпасів/ Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Бикова О.В., Єременко С.А.// Вісник ХНТУСГ. - Вип. 107. Т. 2 (Технічні науки). -2011. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_107-2/51.pdf.

17. Сидоренко В.Л. Методика комплексної оцінки екологічних збитків від аварій на артскладах [Текст]/ Сидоренко В.Л., Азаров С.І. // Екологічна

безпека та природокористування: Зб. наук. пр. — 2009. — Вип. 4. — С. 179 - 187.

18. Методика оценки последствий химических аварий на опасных производственных объектах: Сб. док. — М.: НТЦ Госгортехник РФ, 2002. — 206 с. [Текст].

19. Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определение параметров их механического действия. РБ-Г-05-039-96: Руководство по безопасности. — М.: НТУ ЯРБ, 2000. — 101 с. [Текст].

20. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 4 червня 2003 р. № 862. [Текст]

21. Сидоренко В. Л. Оцінка збитків у військових частинах при аварії на складі боєприпасів [Текст]/ В.Л. Сидоренко В., Азаров І.С. // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. - 2007. - Вип. 3. - С. 151 - 156.

22. Сидоренко В. Л. Деякі аспекти визначення рівнів забруднення навколишнього природного середовища продуктами аварії на складі боєприпасів [Текст]/ В. Л. Сидоренко // Збірник наукових праць Севастопольського національного університету ядерної енергії та промисловості. - 2013. - Вып. 1. - С. 110 - 119.

23. Комарницький І. М. Оцінка техногенних збитків та аналіз підходів до їхнього розрахунку у глобальному та регіональному аспектах [Текст]/ І.М. Комарницький, М.І. Бублик // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". - 2008. - № 628. - С. 134 - 143.

24. Хлобистов Є. В. Методичні підходи до оцінки наслідків надзвичайних ситуацій: порівняльний аналіз української та міжнародної практик [Текст]/ Є. В. Хлобистов, Л. В. Жарова, С. М. Волошин // Механізми регулювання економіки. – 2009. – № 4, Т. 1. – С. 24 – 33.

25. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. [Електронний ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.mns.gov.ua/>.

26. Министерство чрезвычайных ситуаций России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [http:// www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru).

27. Е.В. Иванов. Об ущербе от загрязнения атмосферного воздуха при взрывах боеприпасов на артскладах [Текст]/ Е.В. Иванов, А.В. Плиско, А.Е. Васюков, В.М. Лобойченко // Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Материалы VII Международной научно-практической конференции. 13-14 октября 2016 г. – Кокшетау: КТИ КЧС МВД РК, 2016. – С. 11-13.

28. Сидоренко В.Л. Забруднення повітря і ризик рятувальників в умовах аварії на складі боеприпасів [Текст]/ В.Л. Сидоренко, В.І. Паламарчук, С.І. Азаров // Український журнал з проблем медицини праці. – 2005. Вип. 3-4. - С. 35 - 38.

29. Васюков А.Е. Некоторые особенности возникновения и протекания чрезвычайных ситуаций техногенного характера, связанных со взрывами боеприпасов [Текст]/ А.Е. Васюков, Е.В. Иванов, В.М. Лобойченко// Проблемы надзвичайних ситуацій. Збірник наукових праць НУЦЗ України. – Харків: НУЦЗ. –2013, Випуск 17. – С. 38 - 47

30. Державна цільова екологічна програма ліквідації наслідків надзвичайної ситуації на території військової частини А0829 (м. Лозова Харківської області) на 2011-2013 роки. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 березня 2011 р. № 237. [Текст].

31. Иванов Е.В. К вопросу о составе и количестве газов при взрыве боеприпасов на складах. Сообщение 1. Патроны для стрелкового оружия [Текст]/Иванов Е.В., Васюков А.Е. // Проблемы надзвичайних ситуацій. Збірник наукових праць НУЦЗ України. –2015. - Вип. 21. - С. 30 - 37.

32. Взрывчатые вещества, пороха и боеприпасы отечественного производства. Часть 1. Справочные материалы: Справочник / В.Н.Дик. – Минск: Охотконтроль, 2009. – 280 с. [Текст].

33. Патроны к стрелковому оружию / Л.В. Коломийцев, И.С. Собакаръ, В.Т. Никитюк, В.В. Сомов В.В. . - Харьков. 2003. - 336 с. [Текст].

34. Горст А.Р. Пороха и взрывчатые вещества [Текст]/ А.И. Горст. 3 изд., М. - 1972.- 256 с.

35. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Постанова КМ України від 15 лютого 2002 р. № 175. [Текст].

36. Эпов Б.А. Основы взрывного дела. Пособие [Текст] / Эпов Б.А. – М.: Воениздат, 1974. – 265 с.

37. Дик В.Н. Взрывные вещества, пороха и боеприпасы отечественного производства. Часть 1. Справочные материалы [Текст] / Дик В.Н. – Минск: «Охотконтракт», 2009. – 280 с.

38. Иванов Е.В. К вопросу о составе и количестве газов при взрыве боеприпасов на складах. Сообщение 3. Ручные гранаты [Текст] / Иванов Е.В., Васюков А.Е., Лобойченко В.М., Плиско А.В. // Зб. наук. праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». 2016. - Вип. № 23. - С. 32 -38.

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