

Міністерство освіти і науки України  
Черкаський державний технологічний університет  
Черкаська обласна державна адміністрація  
Департамент цивільного захисту, оборонної роботи та взаємодії з правоохоронними  
органами Черкаської обласної державної адміністрації  
Національний університет цивільного захисту України  
Національний університет «Чернігівська політехніка»  
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Український державний університет науки і технологій  
Черкаська медична академія  
Черкаський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України  
Черкаська обласна організація Товариства Червоного Хреста України  
Громадська організація «Асоціація цивільного захисту»  
Громадська спілка «Пожежні-рятувальники України»  
ТОВ «ЦЕНТР СЛУЖБИ КРОВІ «БІОФАРМА ПЛАЗМА»»  
Німецьке товариство міжнародного співробітництва (GIZ), Федеративна  
Республіка Німеччина  
Пожежна рада міста Гамбург, Федеративна Республіка Німеччина  
Об'єднана платформа «Пошук, рятування, медична та гуманітарна допомога», Турецька  
Республіка  
Університет Східного Лондона, Сполучене Королівство Великої Британії  
і Північної Ірландії  
Жилінський університет, Словацька Республіка  
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, Литовська Республіка  
Габровський технічний університет, Республіка Болгарія  
Центр австрійсько-українських культурних досліджень, Австрійська Республіка

# **МАТЕРІАЛИ**

## **I Міжнародної**

### **науково-практичної конференції**

# **«ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПЕКИ:**

# **СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»**

12–13 березня 2026 року, м. Черкаси

**Том 1**  
**ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ, ПОЖЕЖНА І ТЕХНОГЕННА**  
**БЕЗПЕКА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ**

Черкаси



2026

УДК 614.8:351.86:004:502.1](036)  
Т38

*Рекомендовано вченою радою  
Черкаського державного  
технологічного університету,  
протокол № 11 від 16 березня 2026 р.*

Відповідальний за випуск: *Цікановський В. Л.*

**Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції**  
Т38 «Технології безпеки: сучасні виклики та перспективи» :  
12–13 березня 2026 року, м. Черкаси [Електронний ресурс] :  
у 2-х томах / упоряд. : І. Г. Маладика В. Л. Цікановський ; М-во  
освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Т. 1. –  
Черкаси : ЧДТУ, 2026. – 397 с.

Обговорення концептуальних засад і стратегічних питань врегулювання безпекової складової у сучасних умовах. Підвищення ефективності заходів цивільного захисту територіальних громад. Розгляд наукових досліджень і розробок, пов'язаних із забезпеченням цивільної, пожежної, техногенної, екологічної безпеки, створенням і підтриманням безпечних умов праці, здоров'я та життєдіяльності людини. Розгляд нових безпекових рішень у суспільно-політичній, гуманітарно-правовій та інформаційній сферах. Перспективи застосування інформаційних та геоінформаційних систем і технологій; безпілотних літальних апаратів; робототехніки; захисту об'єктів енергетики та транспорту. Технології захисту у будівництві та відновленні інфраструктури в умовах глобальних викликів.

Для науковців, студентів, аспірантів та фахівців галузі.

**УДК 614.8:351.86:004:502.1](036)**

#### ТЕМАТИЧНІ СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- Секція 1 Цивільний захист, пожежна і техногенна безпека та охорона праці.
- Секція 2 Технології захисту у будівництві та відновленні інфраструктури.
- Секція 3 Суспільно-політична, гуманітарно-правова та інформаційна безпека.
- Секція 4 Екологічна безпека. Захист довкілля та здоров'я людини.

Матеріали збірника представлені мовою оригіналу. Кожен автор несе повну відповідальність за зміст своїх публікацій, достовірність фактів, цитат, власних імен та інших даних, точність і коректність посилань, дотримання засад академічної доброчесності.

© Авторські тексти, 2026

<b>Віталій НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, Олександр ОНІЩУК, Єгор ТУРБІН</b> РИЗИКИ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ АЗОТНИХ ДОБРИВ ПОБЛИЗУ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	100
<b>Олеся КОСТИРКА, Денис РАДЄВ</b> РОЛЬ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ В УПРАВЛІННІ РИЗИКАМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	104
<b>Олеся КОСТИРКА, Анна СВЯТЧЕНКО</b> ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНІ СИСТЕМИ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ЯК СКЛАДОВА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ .....	106
<b>Сергій ДОРОШЕНКО, Маргарита САВЧУК</b> ПОЖЕЖНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ: ЕКСПЕРТНО- КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ АСПЕКТ .....	108
<b>Дмитро ТРЕГУБОВ, Віталій НУЯНЗІН, Єгор ТУРБІН</b> ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИБУХУ НІТРАТУ АМОНІЮ ТА ЙОГО СУМІШЕЙ АГРОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	111
<b>Світлана ЖИТНИК</b> ІНКЛЮЗИВНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В ЗАКЛАДІ ОСВІТИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ЗАГРОЗ .....	114
<b>Денис КОЛЕСНИКОВ, Ілля ОЧЕРЕТЯНИЙ, Михайло СУЧКОВ, Валерій ЛОБАС</b> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНО АКТИВНОГО РЕАГЕНТУ З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖЕННЯ.....	116
<b>Сергій РУДАКОВ, Ростислав ЧЕРЕПАХА</b> ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ПРИЧЕТНОСТІ ВНУТРІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДО ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ .....	118
<b>Марія ПОЗДНЯКОВА, Михайло ПУСТОВІТ, Кирило БАСЮРА</b> ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У СИСТЕМІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....	121
<b>Анатолій БЄЛІКОВ, Володимир ШАЛОМОВ, Владислав РУДЕНКО</b> ІНТЕГРОВАНА МОДЕЛЬ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИСОТНИХ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	123

## ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИБУХУ НІТРАТУ АМОНІЮ ТА ЙОГО СУМІШЕЙ АГРОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Дмитро ТРЕГУБОВ, д-р техн. наук, доц.,*

*Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доц.,*

*Єгор ТУРБІН, курсант ННІ оперативно-рятувальних сил*

*Національний університет цивільного захисту України*

У народному господарстві застосовують багато речовин, про які відомо, що для них існує пожежо- та вибухонебезпека. Але є ще група речовин, про які відомо, що вони негорючі або вибухобезпечні, але за певних умов виникає вибух; наприклад, аміачна селітра (нітрат амонію) та її суміші агропризначення. Чинником її вибуховості є позитивний оксиген-баланс селітри [1]. Цю схильність підвищують: вибух потужного заряду, більша дисперсність, поруватість, злежування, дія пожежі, наявність органічних домішок або хлор-іонів, зміни IV на III кристалічну форми за перегріву  $>32,3$  °С, контакт з суперфосфатом, піритом [2]. Ініціатором самоокиснення називають  $\text{NO}_2$  – продукт розкладання селітри. Заборонено дробити селітру зарядами ВР і знаряддям, що може дати іскру [3].

Найвідоміші інциденти: 1916 р., Британія – самозаймання мішків з під селітри, вибух 200 т ТНТ, детонація 700 т селітри, загинуло 115 осіб; 1921 р., Оппау, Німеччина – певний час подрібнювали злежалу суміш сульфату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  і селітри 50/50 % малими вибухами, зміна технології виробництва на розпилення розчинів дало продукт з меншою вологістю (2, а не 4 %), більшою рихлістю та нерівномірним складом – до 55 % селітри в осередках, вибух для подрібнення ініціював вибух 1 % маси, що ініціювало вибух 10 % маси (450 т), загинула 561 особа; 1947 р., Техас-сіті, на кораблі зайнялися мішки з технічною селітрою, під час невдалого гасіння вибухнуло 2000 т, пожежа на кораблі поруч викликала ще один вибух, загинуло 567 осіб; 2007 р., Монклова, Мексика – пожежа після автоаварії, потім вибух; 2015 р., Тяньцзінь, Китай, самозаймання нітроцелюлози, невдале гасіння, не дуже потужний вибух викликав вибух 800 т селітри, загинуло 173 особи; 2020 р., порт Бейрута, Ліван, пожежа 2750 т аграрної селітри (у 10 разів перевищено строк безпечного зберігання), вибух, загинуло  $>200$  осіб [1, 2, 4]. У 2011 р. в Осло, Норвегія, скоєно теракт вибухівкою з селітри та дизельного пального, загинуло 8 осіб; у 1995 р. в Оклахома-Сіті, США цю суміш з 2 т селітри використано для теракту, загинуло 168 осіб.

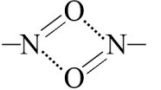
Нітрат амонію не відноситься до ВР, але можливо ініціювання вибуху куп розміром більших за 0,5 м – зарядом ВР ближче 2 м. У деяких країнах для запобігання створення саморобних ВР обмежують продаж селітри або реалізують у вигляді суміші з карбонатом кальцію або з

сульфатом заліза; зменшують вибуховість селітри різними добавками, грануляцією [5]. За вологості  $>3\%$  вона не вибухає, тому її пожежі гасять водою. Але повністю зневоложена селітра більш безпечна бо не переходить з форми IV у III, яка більш схильна до вибуху. Вже слабке зволоження спричиняє руйнування кристалів селітри, для зв'язування вологи додають нітрати Ca та Mg. Міцність гранул підвищують у 20–100 разів фосфатно-сульфатні добавки [1]. Додавання 1 % доломіту зрушує точку переходу між формами IV і III з 32 до 55 °C, тоді за звичайних умов зберігання селітра залишається у формі IV. Запобігають розкладанню: карбамід, карбонати Ca і Mg, нітрат Mg (зв'язують продукти розкладання  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – нітратну кислоту,  $\text{NO}_2$ ). добавки проти гігроскопічності і злежування: нітрат Mg, сульфат амонію, бентоніти, глина, тальк, діатоміт, вермікуліт, опудрювання гранул. Але навіть опудрені гранули злежуються через проростання кристалів селітри.

Як більш безпечне добриво розроблено вапняково-амонійну селітру (ВАС) – суміш  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  і  $\text{CaCO}_3$  (60–80/40–20 мас.%, гранули 1–5 мм) [5]. Суміші селітри за вмісту N  $< 26$ –28 % є вибухобезпечними; добавка 1 %  $\text{CaCO}_3$  збільшує температури розкладання на 2,5 %, на 3 % зменшує теплові ефекти [5]. ВАС отримують змішуванням  $\text{CaCO}_3$  з водним розчином селітри за  $t = 90$ –135 °C, випарюванням і грануляцією [3, 6], що безпечніше, ніж з плаву, або змішують гранули селітри і доломітового борошна. За ТУ – ВАС є вибухобезпечною [6]; це тому, що  $\text{CaCO}_3$  зв'язує продукт розкладання –  $\text{HNO}_3$ ; 20 %  $\text{CaCO}_3$  нейтралізує 50 % селітри і далі не утворюється достатньо  $\text{NO}_2$  для ініціювання ланцюгових процесів. Випадки вибухів ВАС невідомі, дозволено її перевезення всіма шляхами, крім повітряного [5]. Але з огляду на досвід для сумішей селітри з  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  є ймовірність вибуху і ВАС у разі порушення режимів виготовлення або перевезення: нерівномірне сумішоутворення (зменшений час змішування, недотримана дисперсність або температура плаву, використання селітри, що вже деградувала); негерметичність тари, підвищена вологість; недотримання температури зберігання; потрапляння ініціюючих домішок. Тим не менш, за нормативних вимог щодо виготовлення та перевезення – вибух ВАС за ініціювання потраплянням боєприпасу або внаслідок пожежі неможливий.

Оцінено питомий тротиловий еквівалент вибуху ( $W_{\text{тнт.пит}}$ , на одиницю маси) за аналізом інцидентів: у Бейруті –  $1250/2750=0,45$  кт/т, у Техас-сіті –  $2700/2000=1,35$  кт/т, в Оппау –  $1800/450=4$  кт/т. Останній виглядає як завищений (серед ВР  $W_{\text{тнт.пит}}$  більший в гексогену – 1,55), що може говорити або про більшу масу суміші, що вибухнула, або про інший механізм детонації (наприклад, додавання енергії розширення  $\text{NH}_3$  за розкладання  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Широкий діапазон  $W_{\text{тнт.пит}}$  можна пояснити різним вмістом домішок, маси речовини, ступенем деградації та видом ініціювання вибуху.

При вибуху 100 т ТНТ зона значних руйнувань  $\approx 1$  км. Для селітри часто є два вибухи: перший – в осередку, він у 10–20 разів слабший за другий – основної маси скупчення. Тоді для 3000 т агроселітри  $W_{\text{ТНТ}} \approx 1,5$  кт, що дає зону суттєвих руйнувань – 3,1 км ( $\Delta P = 14$  кПа), зону руйнувань 10 % скління вікон – 6,1 км ( $\Delta P = 2$  кПа) [2]. Для 10000 т ВАС порушеного складу з коефіцієнтом участі 0,1 (за прикладом вибуху в Оппау)  $W_{\text{ТНТ}} \approx 0,5$  кт, що дає зони суттєвих руйнувань 2,13 км, 10% скління – 4,25 км.

Передбачаємо, що за ініціювання вибуху йде миттєве перегрупування надмолекулярної будови з кристалічної на димерну з формуванням містка  [7], що виконує роль, аналогічну нестійкій пероксидній групі [8], та може бути пов'язано з виділенням  $\text{NO}_2$ . Спочатку йде перегрупування у пероксидний кластер «-N-O...O-N-», потім у пероксидну сполуку «-N-O-O-N-» з миттєвим вибухом. Водночас, для селітри температура кипіння близька до температури плавлення: 169,6 та 235 °С; а в тридекану це -5,5 та 235,4 °С. Але молярна маса тридекану більша – 184 г/моль, тоді можна розглянути наявність у селітрі під час кипіння димерів з  $M = 160$  г/моль.

Для більш повного аналізу властивостей амонійної селітри не вистачило розширених літературних даних стосовно критичних концентрацій сумішей з негорючими компонентами за схильністю до детонації у комплексі з деградацією будови селітри за час зберігання та у присутності різних концентрацій вологи. Аналіз таких даних дозволить уточнити отримані у роботі результати. Уточнення надмолекулярної будови селітри у момент ініціювання вибуху потребує проведення більш фундаментальних досліджень. Розвитком даного дослідження має стати уточнення надмолекулярної будови селітри у різних сумішах з формулюванням рекомендацій щодо свідомого керування її властивостями лише на підставі теоретичних уявлень з досягненням або стану гарантовано вибухобезпечного продукту, або з підвищенням вибухових властивостей.

Розроблені підходи створюють основу зменшення або усунення вибухонебезпечних властивостей, а також для прогнозування можливості та наслідків вибуху амонійної селітри або її агросумішей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаров О. Аміачна селітра: добре добриво з недоброю вдачею. AgroONE. 2020. №59(10). С. 10–15.
2. Трегубов Д. Г., Мінська Н. В., Гапон Ю. К., Тарахно О. В. Теорія процесів горіння, вибуху та пожежогасіння. Х.: НУЦЗ України, 2024. 416 с.
3. Guidance for sea transport of solid ammonium nitrate based fertilizers. Brussels, Belgium: Fertilizers Europe, 2024. 40 p.
4. Tsopa V., Cheberyachko S., Deryugin O., Sushko N., Stanislavchuk O. (2023). Analysis of the causes of the ammonium nitrate explosion in the port of Beirut. Bulletin of Lviv State University of Life Safety. 2023. №27. P. 95–108.