

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ  
УКРАЇНИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ**

## **МАТЕРІАЛИ**

**круглого столу**

**«ОБ'ЄДНАННЯ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ – ЗАПОРУКА  
ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ  
ПІДРОЗДІЛІВ ДО ВИКОНАННЯ ДІЙ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ»**



**27 жовтня 2023 року  
Харків**

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

### **Голова:**

**АНДРОНОВ Володимир Анатолійович**, проректор з наукової роботи – начальник науково-дослідного центру Національного університету цивільного захисту України, Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор.

### **Заступник голови:**

**ПОНОМАРЕНКО Роман Володимирович**, начальник факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор.

### **Члени оргкомітету:**

**СЛЕПУЖНИКОВ Євген Дмитрович**, начальник кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук.

**ЛІСНЯК Андрій Анатолійович**, начальник кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

**КОВАЛЬОВ Павло Анатолійович**, начальник кафедри пожежної та рятувальної підготовки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

**КАЛИНОВСЬКИЙ Андрій Якович**, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

### **Технічний секретар:**

**МІНСЬКА Наталя Вікторівна**, доцент кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, доцент.

Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. Матеріали круглого столу. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 27 жовтня 2023. – 178 с.

**Організаційний комітет (редакційна колегія) не несе відповідальності за зміст та стилістику матеріалів, представлених у збірнику.**

© Національний університет  
цивільного захисту України, 2023

**РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА ОБРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ  
ІОНІЗУЮЧИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ**

*Трегубов Д.Г., к.т.н., доцент, Слепужніков Є.Д., к.т.н.  
Національний університет цивільного захисту України*

Проникне іонізуюче випромінювання широко використовується у різних галузях промисловості оскільки має технологічну корисну дію у багатьох напрямках: диференційна здатність впливати на різні біологічні об'єкти, здатність проникати у матеріали на певну глибину, помітність ізотопів між звичайних атомів, можливість прискорювати хімічні реакції й впливати на фотографічні матеріали, іонізуюча дія на молекули та атоми, можливість фокусування опромінення, енергетичні ефекти ядерних реакцій тощо. Але здатність пошкоджувати біологічні об'єкти є критично небезпечною, тому необхідні заходи з ізолювання випромінювань та контролю за поширенням радіоактивних речовин. У сільському господарстві проводять радіаційну дезінфекцію та дезінсекцію для запобігання псуванню речовин, підвищують показники насіння або проводять селекцію. Радіаційна обробка на 40 % знижує втрати продуктів харчування протягом зберігання. За аналізом ООН – «проблема контамінації шкідниками харчових продуктів – виклик для всього людства». Крім того, життєдіяльність мікроорганізмів у матеріалах рослинного походження відбувається з виділенням тепла, що спричиняє їх самонагрівання аж до виникнення пожеж з імовірністю вибухів газоподібних продуктів розкладання [1]. Тепловиділення колоній комах, дихання клітин збіжжя може допомогти цьому процесу. На Україні радіаційні технології подовження зберігання не впроваджено, підтримують жорсткі умови зберігання за знижених температур або вологості. Наприклад, сушку проводять гарячими не вологими газами з витратою до 7000 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> збіжжя. Знезараження продукції досягають хімічною обробкою фунгіцидами, інсектицидами або препаратами комплексної дії. Недоліком такої технології є необхідність забезпечення часу очікування – паузи перед подальшим харчовим використанням до 45 днів, але ефективність обробки становить близько 50 %. Тому після усіх цих заходів часто виникає повторна біологічна контамінація, що потребує повторення цих заходів. Але необхідний момент не завжди помічають, що призводить до псування або самозаймання збіжжя чи борошна у силосах.

Радіаційна обробка електронним пучком або  $\gamma$ -джерелом <sup>60</sup>Co під час пересипання або у конвеєрних системах досягає ефективності дезінфекції та дезінсекції до 100 % з одночасним зменшенням часу очікування для можливості використання до 1 доби. Дози близько 1,0 кГр викликають негайну загибель комах, але для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів потрібні більші дози. Міжнародна комісія «FAO/WHO 1980» на підставі даних 35 років тестування встановила, що використання радіаційної обробки у встановлених оптимальних режимах з дозами до 10 кГр є самим нешкідливим способом консервації. Для подовження строків зберігання (радуризація) достатньо доз 3–4 кГр, дози близько 10 кГр спричиняють загибель більшості видів мікроорганізмів; повне знищення більш стійких мікроорганізмів (радаптерізація) потребує доз до 50 кГр, що можна застосовувати для звалищ харчових відходів або торфу. Дози, більші за 10 кГр ініціюють утворення продуктів окиснення, зміну кольору та смакових якостей, тому не рекомендуються до застосування. Така обробка здійснюється відповідно до Міждержавного стандарту ISO 14470-2011 (R2018), який регулює процеси опромінення з використанням радіонуклідів <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs, генераторів електронних пучків, рентгенівських джерел. Харчові продукти, при цьому, не стають радіоактивними, оскільки дані джерела не мають достатньої енергії для взаємодії з ядром атома (такий ефект досягає нейтронне опромінення). Тому такі продукти є безпечними для вживання та не змінюють своїх органолептичних якостей. Після такої обробки будь-які інші методи впливу (хімічні, термічні або ін.), що змінюють склад і властивості продукту, вже не потрібні. Оброблена продукція

позначається логотипом «Radura-logo». Складністю технології є її небезпечність, що потребує товстих ізолюючих будівельних конструкцій.

Недоліки конвеєрних систем – їх обмежена пропускна здатність, приміщення обробки потребує захисного бетонного шару близько 1,5 м. Тому представляє інтерес здійснення радіаційної обробки за стаціонарних умов зберігання. Проблемою при цьому є обмежена глибина проникнення іонізуючого випромінювання та ослаблення його впливу у внутрішніх шарах матеріалу, що погіршує рівномірність обробки. Для матеріалів біологічного походження – глибина проникнення становить в залежності від енергій: для  $\gamma$ -квантів близько 1 м, а для потоку електронів – декілька міліметрів. Використовують параметр «глибина половинного ослаблення»: для захисту від  $\gamma$ -випромінювання необхідна наявність ізолюючого шару певного матеріалу товщиною не менше ніж десять періодів половинного ослаблення. Одним з продуктів, який потребує найбільших строків зберігання є збіжжя. Для цього використовують сталеві силоси висотою та діаметром до 30 м з забезпеченням інтенсивного вентилявання, знижених температур та хімічної обробки. Сталеві силоси, на відміну від бетонних, неприємні утворенням конденсату, але потребують значно меншого фундаменту. Враховуючи складну технологію подовження зберігання збіжжя у силосах, нами передбачено для радіаційної обробки розташовувати певну кількість джерел  $\gamma$ -випромінювання по периметру силоса на ліфтових системах для можливості обробки за висотою кожним джерелом. Для встановлення технологічних параметрів такої обробки оцінено глибину половинного проникнення  $\gamma$ -випромінювання у збіжжі за його густиною за допомогою розробленої формули (на підставі даних для інших речовин):  $h_{0,5}=18\rho^{-0,95}$ , см. Для збіжжя з найбільшою насипною щільністю 0,84 г/см<sup>3</sup> очікуваний шар половинного ослаблення для гамма-випромінювання буде становити 21 см, тоді 10 періодів ослаблення будуть забезпечуватися шаром приблизно 2 м збіжжя. Тобто ємність зі збіжжям, яке опромінюється та, водночас, використовується як поглинаючий шар, не може бути діаметром менше 2 м. Кількість та розташування опромінювачів повинно забезпечити дози 3–9 кГр. Зменшити кількість опромінювачів можна шляхом розташування внутрішніх ліфтових систем з круговим опроміненням від кожного джерела. Тоді для забезпечення означеного режиму опромінення відстань між джерелами повинна бути не більше 1,2 м, але до зовнішньої стінки повинна бути відстань 2 м для забезпечення самим збіжжям безпечного рівня випромінювання назовні. Можна впровадити обробку збіжжя під час його засипання у силос з направленням опромінення на насипну поверхню, яка підіймається за рівнем.

Для радіаційної обробки скупчень рослинних матеріалів не харчового спрямування (харчові відходи або торф) з метою попередження мікробіологічного самозаймання необхідно сканувати скупчення іонізуючим випромінюванням, яке направлено вертикально у землю, з досягненням дози опромінення на поверхні 50 кГр та глибиною обробки близько 1 м. Для обробки на більшу глибину необхідно використовувати певні штанги або інші засоби для протикання речовини та створення повітряного коридору для пучка опромінення.

Більш економічним та ефективним рішенням для поточної обробки зернистого рослинного матеріалу з метою пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів передбачаємо розробку автономної системи з іонізуючим опромінювачем, яка б пересувалася усередині збіжжя, або стаціонарної системи, яка б за потреби могла вводитися у потрібну область купи збіжжя. При цьому опромінювачі усередині купи для забезпечення радіаційної безпеки зовнішнього середовища самим шаром збіжжя на повинні розташовуватися або наближуватися до зовнішніх стін або поверхні насипу ближче за 2 м. Така система має працювати у комплексі з системою зовнішніх ліфтових опромінювачів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тарахно О. В., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Коврегін В. В. Основні положення процесу горіння. Виникнення процесу горіння. Харків: НУЦЗУ, 2020. 408 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11382>.

## З М І С Т

### СЕКЦІЯ 1 «МОНІТОРИНГ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ПЕРШОЧЕРГОВІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ АБО ПОДІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИЛИВОМ (ВИКИДОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ ТА РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН»

<i>Белюченко Д. Ю.</i> Особливості організації професійної підготовки рятувальників-верхолазів для проведення аварійно-рятувальних робіт за різних умов	5
<i>Крицький О. І., Боярський В. Б., Масляк С. М.</i> Моніторинг оперативної обстановки та першочергові заходи реагування на надзвичайні ситуації або події, пов'язані з виливом (викидом) небезпечних хімічних та радіоактивних речовин	7
<i>Бурменко О. А.</i> Особливості попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів в Україні	11
<i>Гапон Ю. К., Бажанова К. В.</i> Використання потенціометричних досліджень для попередження виникнення аварій на атомних електростанціях	13
<i>Дорошенко Д. О., Ключка Ю. П.</i> Визначення оцінки утворення пожежовибухонебезпечної концентрації в приміщенні при витіканні природного газу	15
<i>Кіреєв О. О.</i> Вогнегасні засоби на основі легких сипких матеріалів для гасіння пожеж резервуарів з горючими рідинами	17
<i>Ковальов П. А.</i> Дослідження діяльності рятувальників	19
<i>Криворучко Є. М., Дубінін Д. П.</i> Застосування розбірної проміжної ємності під час забезпечення заходів з деконтамінації в сучасних умовах	21
<i>Кулаков О. В.</i> Тактика застосування безпілотних літальних апаратів для моніторингу хімічної обстановки в зоні надзвичайної ситуації	23
<i>Майборода А. О.</i> Аналіз процесу створення білкового піноутворювача для вогнегасіння	25
<i>Макаренко В. С., Кіреєв О. О.</i> Дослідження вогнегасних властивостей шарів сипучих матеріалів на гептані	27
<i>Абрамов Ю. О., Кривцова В. І., Михайлюк А. О.</i> Контроль технічного стану газогенератору системи зберігання та подачі водню як складова його пожежної профілактики	29
<i>Мінська Н. В., Кулик А. О., Козловський Ю. О.</i> Дослідження робочих характеристик газового сенсору на основі ZnO.	31
<i>Неклонський І. М., Гноєва М. В.</i> Мережева модель аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт при ліквідації наслідків хімічної аварії	34
<i>Остапов К. М.</i> Динаміка розвитку надзвичайних ситуацій пов'язаних з викидом небезпечних хімічних речовин	36
<i>Ковальов О. О., Рагімов С. Ю.</i> До питання організації моніторингу атмосферного повітря	38
<i>Скородумова О. Б., Чеботарьова О. М.</i> Шляхи підвищення вогнезахисту текстильних матеріалів	40
<i>Слепужніков Є. Д., Лимар Є. Д., Колтунов Д. Є.</i> Деконтамінаційна обробка відібраних проб небезпечних хімічних речовин	42
<i>Трегубов Д. Г., Кіреєв О. О., Дадашов І. Ф.</i> Коефіцієнт гальмування дифузії як головний параметр ізолюючих засобів пожежогасіння	44
<i>Трегубов Д. Г., Слепужніков Є. Д.</i> Радіаційна безпека обробки сільськогосподарської продукції іонізуючим випромінюванням	46
<i>Удовенко М. Ю., Нуянзін В. М.</i> Розвиток діджиталізації в ДСНС України	48
<i>Чиркіна М. А., Ганич С. О.</i> Міжнародна взаємодія при транскордонних надзвичайних ситуаціях на промислових підприємствах	50