

*І.М. Неклонський, к.військ.н., доцент, НУЦЗУ,  
О.М. Смирнов, ст. викладач, НУЦЗУ*

## **МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ КУМУЛЯТИВНИХ БОЄПРИПАСІВ**

(представлено д.т.н. Соловйом В.В.)

З метою впровадження інноваційних технологій утилізації боєприпасів запропонований набір і послідовність операцій з розрядження кумулятивних та виготовлення практичних снарядів. Для забезпечення техногенної та екологічної безпеки розроблена модель управління ризиками відповідного технологічного процесу, яка враховує структурований підхід до реалізації управління ризиками та містить аналітичні залежності для кількісної оцінки прийнятих рішень щодо їх мінімізації.

**Ключові слова:** боєприпаси, утилізація, кумулятивні снаряди, практичні снаряди, модель управління, ризик.

**Постановка проблеми.** Низка резонансних аварій на військових об'єктах [1] виявили низький рівень забезпечення техногенної безпеки. Згідно з державним класифікатором аварії на арсеналах, складах боєприпасів та інших об'єктах військового призначення віднесені до надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Останні техногенні аварії на військових об'єктах підтвердили, що живучість та вибухопожежобезпека арсеналів, баз і складів боєприпасів багато в чому залежать від ефективності утилізації боєприпасів.

Технологічна політика утилізації боєприпасів насамперед має забезпечити техногенну та екологічну безпеку під час організації і виконання всіх необхідних робіт. Водночас саме від неї, від застосування тих чи інших технологій, формування виробничих потужностей залежить економічність всього утилізаційного процесу. В цьому контексті неабиякого значення набувають технологічні рішення для завершальної фази життєвого циклу боєприпасів – переробки компонентів утилізації у промислову продукцію, яка має знайти попит на українському та світових ринках. Інноваційність технологій повинна розглядатися не тільки як чинник забезпечення безпеки, а й як чинник, що здатний забезпечити компенсацію витрат на утилізацію.

Аналіз традиційних методів утилізації боєприпасів [2] дає підставу стверджувати, що в якості найбільш реалістичних, признаних на міжнародному рівні й практично доцільних методів утилізації набули широкого розповсюдження саме знищення та розбирання боєприпасів. Саме проекти, які містять такі методи, набули широкого

розповсюдження в ході реалізації Державної цільової оборонної програми утилізації звичайних видів боєприпасів, не придатних для подальшого використання і зберігання. Вони, як правило на містять складних технологічних процесів промислового рівня.

Так до теперішнього часу, відповідно [3] знищення переважної більшості технічно непридатних боєприпасів проводиться методом їх підриву на підривних майданчиках. Це приводить до безповоротних втрат цінних, дефіцитних матеріалів і значного забруднення навколишнього середовища. В той же час виготовлення практичних боєприпасів для використання в навчально-тренувальних цілях вимагає додаткових ресурсів та матеріалів.

Крім того, під час впровадження розроблених технологій з утилізації доводиться приймати управлінські рішення в умовах невизначеності, яка стосується як зовнішніх так і внутрішніх факторів, що впливають на технологічний процес. Це, в свою чергу, призводить до невизначеності у досягненні поставлених цілей. Вплив невизначеності на цілі являє собою ризик, який має бути врахований в процесі прийняття управлінських рішень. З урахуванням цього управління ризиками стало однією з головних технологій забезпечення техногенної і природної безпеки в економічно розвинених країнах.

З урахуванням вище зазначеного, розглянемо проблемну ситуацію, яка склалась під час реалізації проектів утилізації 125-мм кумулятивних снарядів. Так у номенклатурі боєприпасів, які зберігаються на базах, складах і арсеналах Збройних Сил України, є певні види технічно непридатних кумулятивних снарядів (БК12(М), БК14(М), БК18(М), БК27(М)), утилізацію яких здійснюють шляхом підриву. Відповідний процес утилізації не відповідає сучасним поняттям інноваційності так як, по перше, не враховує питання управління ризиками, а, по друге, не містить технології розрядження боєприпасів, яка б дозволяла забезпечити суттєву компенсацію витрат на утилізацію за рахунок зміни їх якісних властивостей з урахування сучасних потреб військово-промислового комплексу.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Хоча лейтмотивом утилізації в Україні є критичний рівень безпеки арсеналів, баз і складів озброєння, ракет і боєприпасів, у методологічному плані слід окреслити низку ініціюючих чинників. Так опираючись на міжнародний досвід до таких чинників слід віднести [4]: скорочення збройних сил, припинення збройного конфлікту або зменшення загрози воєнного характеру, зміна видів озброєнь чи їх калібрів, закінчення нормативного терміну зберігання, дефектність озброєння та боєприпасів, небезпечність подальшого зберігання.

Удосконалення національної системи утилізації боєприпасів торкається багатьох методологічних аспектів, що мають вирішальне значення, насамперед, для розроблення ефективних організаційних

процедур. У розвинутих країнах безпосередньому процесу утилізації звичайних видів боєприпасів передували наукові дослідження з усіх аспектів цієї проблеми і значна організаційна робота, в результаті чого було напрацьовано концепції, стратегії, методології, програми та основоположні правові документи. Акцентуючи увагу на цьому, авторами роботи [5] розглядається необхідність проведення всебічного і глибокого аналізу відповідного досвіду з метою термінового розроблення національної стратегії утилізації звичайних видів боєприпасів. Автори розглядають загальний концептуальний підхід до проблем утилізації у системному розумінні в залежності від встановленого порядку управління запасами боєприпасів і забезпечення безпеки під час їх зберігання і транспортування. Разом з тим, у світлі сучасних управлінських підходів до процесу утилізації автори акцентували увагу на понятті інноваційності технологічної політики утилізації, але питання управління ризиками при цьому не розглядались.

Про доцільність запровадження до процесу утилізації структур контролю, подібних до визначених Договором про звичайні збройні сили в Європі наголошено у звіті [6]. Це, на думку авторів, буде сприяти розвитку належного механізму експертизи утилізації боєприпасів і вибухівки, ідентифікації небезпек і підвищенню рівня безпеки необхідних процедур. Разом з тим, запропоновану авторами ідею слід розглядати як одним із інструментів незалежного контролю якості системи управління ризиками. Саму структуру системи управління ризиками автори не розглядають.

В роботі [7] обґрунтована актуальність проблеми утилізації боєприпасів, непридатних для подальшого використання. Перелічені основні способи утилізації, що використовуються на заводах України. Розглянуті перспективні способи й методи розрядження боєприпасів. Авторами зауважено, що найбільш небезпечним і найбільш технічно складним під час утилізації є технологічний процес вилучення вибухової речовини з боєприпасу. Тому дослідження в цій галузі доцільно розділити на кілька стадій: аналіз з точки зору економічної доцільності, безпеки і можливості екологічних наслідків існуючих способів розрядження; визначення вимог до економічних, екологічних та технічних параметрах розроблюваних технологій; створення нових технологій розрядження боєприпасів з максимально можливим вилученням з них вторинних ресурсів і розробка конкретних технологічних рішень по створенню зразків нової техніки, призначеної для розрядження і переробки боєприпасів. Питання інноваційності технологічного процесу утилізації та управління ризиками при цьому не розглядались.

Принципи утилізації, методи розбирання корпусів та вилучення матеріалів, основні технології розрядження боєприпасів, організацію робіт та закордонний досвід утилізації розглянуто в роботах [8-10].

Аналіз цих робіт дає підґрунтя для подальшого дослідження комплексу питань щодо впровадження нових технологій утилізації боєприпасів та процесу управління безпекою при цьому.

З метою впровадження нових високоефективних технологій утилізації боєприпасів в роботі [11] запропоновані технологія розрядження кумулятивних снарядів, яка дозволяє раціонально вилучати всі необхідні матеріали, та методика оптимального розподілу особового складу по робочим місцям з урахуванням ризику виникнення аварії. Авторами здійснена спроба розглянути впровадження нової технологій утилізації боєприпасів разом з методологічними аспектами забезпечення безпеки працівників. Разом з тим, питання управління ризиками під час розрядження боєприпасів не розглядалися.

**Постановка завдання та його вирішення.** З метою впровадження інноваційних технологій утилізації боєприпасів потрібно розробити певний набір і послідовність операцій з розрядження технічно непридатних кумулятивних снарядів (БК12(М), БК14(М), БК18(М), БК27(М)) та виготовлення практичних снарядів, які можна використовувати в навчально-тренувальних цілях. Для забезпечення техногенної та екологічної безпеки необхідно розробити модель управління ризиками відповідного технологічного процесу.

Це дозволить суттєво компенсувати витрати на утилізацію боєприпасів за рахунок зміни їх якісних властивостей з урахування сучасних потреб військово-промислового комплексу і, одночасно, здійснювати ідентифікацію та аналіз ризиків процесу утилізації, з подальшим прийняттям рішень про коригувальні та запобіжні дії, спрямовані на мінімізацію ризикових подій, зниження ймовірності виникнення несприятливого результату, мінімізацію негативних наслідків і можливих втрат.

В ході пошуку шляхів розв'язання поставленого наукового завдання визначений підхід, що ґрунтується на розрядженні кумулятивних снарядів (БК12(М), БК14(М), БК18(М), БК27(М)) та виготовленні на їх основі практичних снарядів, які можна використовувати при навчанні екіпажів бойових танків. Пропонується технологія утилізації кумулятивних снарядів індексу БК18М з закінченими гарантійними термінами зберігання в практичні індексу П11. Відповідна технологія передбачає, що:

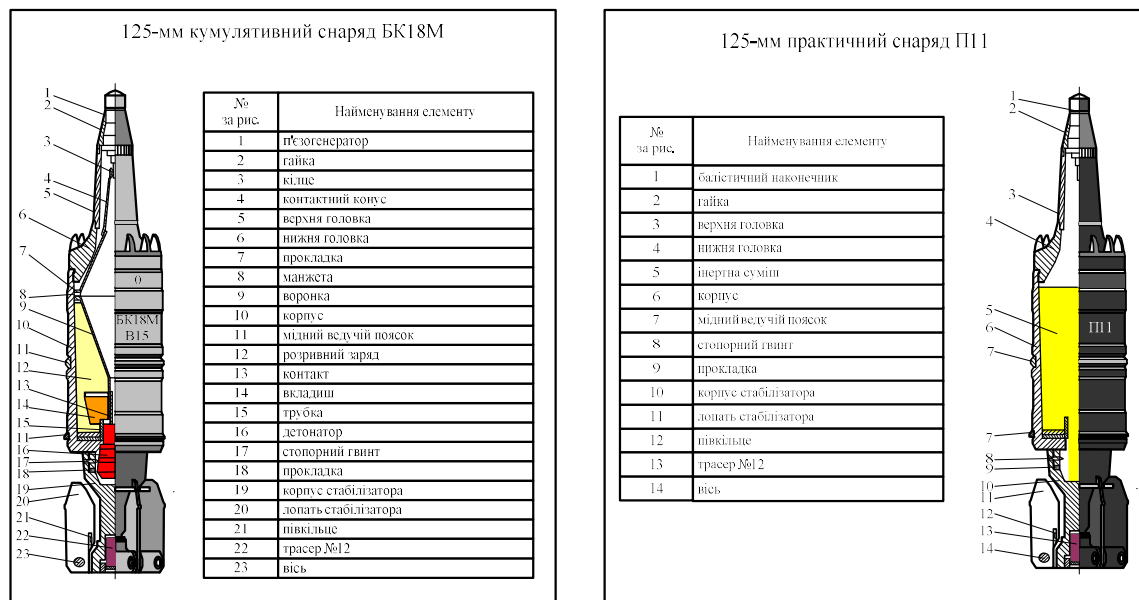
– метою організації процесу є певний набір і послідовність операцій з розрядження кумулятивних та виготовлення практичних снарядів;

– технологічним об'єктом – кумулятивний снаряд індексу БК18М перероблений у практичний снаряд індексу П11 (рис. 1);

– технологічними засобами – устаткування та оснащення: технологічний стіл – 11 шт., технологічний візок – 2 шт., тачка типу Т-0,5 – 4 шт., рольганги ТР-6 – 1 компл., стрічковий транспортер

ЛТ-600 – 1 шт., спеціальні верстати для викручування елементів снаряду (трасера, стабілізатора, прикрученої головки) – 4 шт., бронекабіна – 6 шт., парогенератор – 1 шт.; сертифікований інструмент для роботи з боєприпасами;

– носіями технологічних функцій – складальники боєприпасів у кількості 34 чол. (при організації потокового методу проведення робіт).



**Рис. 1. Будова 125 мм кумулятивного снаряду БК18М та практичного снаряду П11**

Технологія має безпосередній вияв у технологічному процесі. Операційна карта технологічного процесу містить наступний перелік операцій і робіт:

1. Порядок розбирання 125 мм кумулятивного снаряду індексу БК18М:

1.1. Подача ящиків з пострілами індексу ВК16М на ділянку подачі на потік.

1.2. Відкриття ящиків, огляд пострілів на безпечність і допустимість до розбирання.

1.3. Виймання верхніх вкладишів і парафінованого паперу, виймання снарядів індексу БК18М та подача на наступну операцію.

1.4. Вкладання вкладишів, закривання ящиків з зарядами Ж40 та видача у відділ зберігання.

1.5. Викручування трасера №12, подача снарядів БК18М по ланцюговому транспортеру на наступну операцію. Вкладання трасера в підготовлені ящики.

1.6. Викручування головної частини підривника В-15 зі снаряду індексу БК18М в бронекабіні.

1.7. Викручування зі снарядів індексу БК18М головки та перехідної конусної втулки.

- 1.8. Викручування стабілізатора зі снаряду БК18М.
- 1.9. Викручування детонуючого вузла зі снаряду БК18М. Подача снарядів у пароводяну ванну.
- 1.10. Укладання елементів снаряду у пристосовані ящики.
- 1.11. Установка снарядів у пароводяну ванну, нагрів снарядів та видалення розривного заряду А-ІХ-1.
- 1.12. Збір вибухової речовини, мідних воронок, лінз, укладання їх у збірки.
- 1.13. Упакування А-ІХ-1 та нанесення маркування на ящики.
- 1.14. Контроль снаряду на повноту видалення вибухової речовини. Очистка снарядів від залишків А-ІХ-1 (за наявностію).
- 1.15. Упакування мідних воронок, лінз в підготовлені ящики, нанесення маркування.
- 1.16. Видача елементів, від розбирання снарядів БК18М, в ящиках у відділ зберігання.
2. Ремонт та виготовлення 125 мм снарядів індексу П11 в інертному спорядженні:
  - 2.1. Відкривання ящиків, видалення верхніх вкладишів і парафінованого паперу. Огляд корпусів снарядів на безпеку та допустимість до переробки.
  - 2.2. Видалення корпусів снарядів з ящиків. Прикручування до корпусу стабілізатора.
  - 2.3. Наповнення корпусу снаряду інертною сумішшю.
  - 2.4. Зважування снарядів. Перевірка ваги снаряду згідно креслення.
  - 2.5. Прикручування балістичного наконечника БЛ2.
  - 2.6. Обезжирювання та фарбування корпусу снаряду.
  - 2.7. Контрольна перевірка ваги снаряду та нанесення вагового знаку та маркування.
  - 2.8. Укручування трасера в корпус стабілізатора снаряда.
  - 2.9. Укладання снаряду індексу П11 в ящики зі зарядом Ж40, пломбування, нанесення маркування.
  - 2.10. Видалення пеналу з зарядом Ж40 з ящика. Розкривання пеналу та вилучення заряду.
  - 2.11. Очищення пеналу від корозії. Обезжирювання, фарбування пеналу.
  - 2.12. Нанесення маркування на пенал.
  - 2.13. Викручування ГУВ-7. Вкладання дублюючого ярлика та укручування ГУВ-7.
  - 2.14. Нанесення маркування на заряд Ж40 (на корпус гільзи, що згорає).
  - 2.15. Вкладання заряду Ж40 (Ж52) в металевий пенал та упакування в ящик.
  - 2.16. Прийом, очищення та ремонт порожніх ящиків. Фарбування, маркування ящиків.

2.17. Видача пострілів індексу ВП5 з практичними снарядами П11 у відділ зберігання.

При використанні устаткування, розміщенні необхідної кількості робочих місць, указаних у комплекті документів, орієнтована продуктивність розрядження снарядів БК18М складає: 200-250 шт. у зміну. Економічна ефективність запропонованої технології може бути доведена на підставі аналізу кошторисних калькуляцій [12] з урахуванням особливостей конкретного арсеналу або підприємства, що має ліцензію на проведення таких робіт.

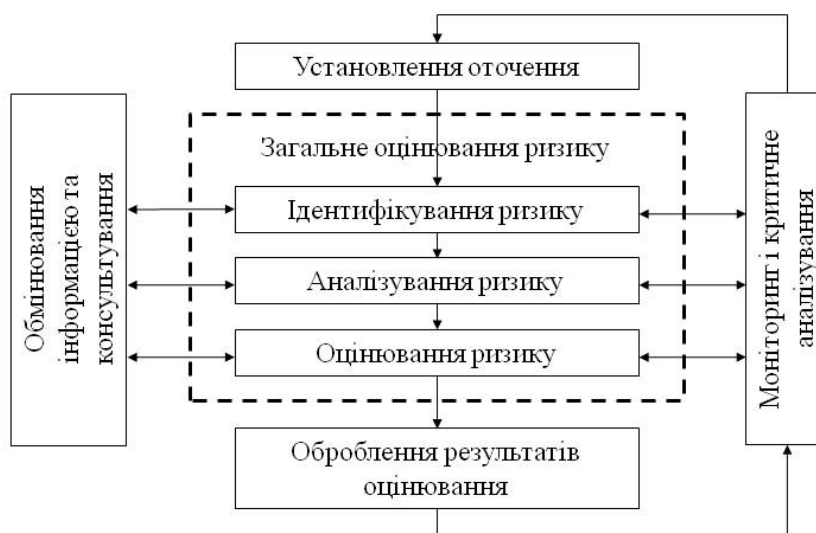
Таким чином, реалізація технології утилізації кумулятивних боєприпасів підвищує живучість та вибухопожежобезпеку арсеналів, баз і складів боєприпасів, дозволяє суттєво компенсувати витрати на утилізацію боєприпасів за рахунок зміни їх якісних властивостей з урахування сучасних потреб військово-промислового комплексу. Проте вплив факторів зовнішнього та внутрішнього середовища в процесі реалізації технології призводить до невиконання деяких із передбачених робіт, відхилення від прогнозованих результатів, виникнення аварій та інших непередбачуваних подій, що вимагає створення ефективної системи управління ризиками.

Відповідно ДСТУ ISO Guide 73:2013 (ISO Guide 73:2009, IDT) під ризиком розуміють невизначеність щодо досягнення цілей. Його часто подають як комбінацію наслідків подій і правдоподібності їх виникнення. У сфері техногенної безпеки ризик визначається як ступінь імовірності певної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта і/або за його межами.

Згідно [13] організація процесу управління ризиками може бути представлена як перелік узгоджених заходів: планування управління ризиками; ідентифікація ризиків; якісна та кількісна оцінка ризиків; планування реагування на ризики; моніторинг та контроль ризиків.

Розроблення моделі управління технологічним ризиками при утилізації боєприпасів має базуватись на настановах міжнародних норм [14] і національного стандарту ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 (ІЕС/ISO 31010:2009, IDT), які затверджують структурований підхід до впровадження управління ризиками підприємства.

Аналіз основних причин виникнення ризиків дає підстави стверджувати, що планування, моніторинг та безпосередній вплив на технологічні ризики залежать від самого підприємства, що здійснює утилізацію. Тоді модель процесу управління технологічним ризиком необхідно розглядати в межах системи управління ризиками підприємства. Структура такої моделі представлена на рис. 1. Керування ризиком передбачає застосування логічних і систематичних методів щодо обмінювання інформацією та консультування протягом процесу, установа оточення для ідентифікування, аналізування, оцінювання, оброблення ризику, моніторингу та критичного аналізування ризиків, належного звітування про результати тощо.

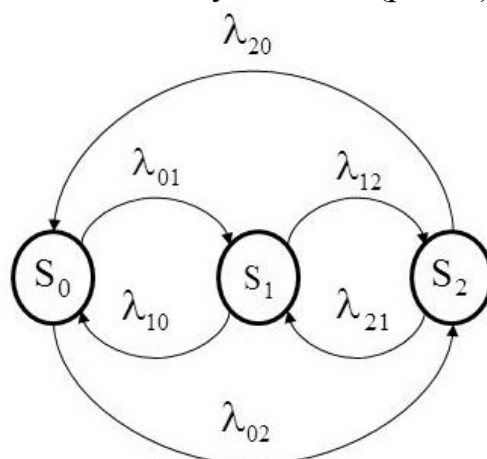


**Рис. 1. Структура моделі управління технологічним ризиком**

Оснoву для прийняття рішень щодо найбільш відповідного підходу до оброблення ризиків складає процес загального оцінювання ризику. Загальне оцінювання ризику охоплює основні елементи процесу керування ризиком (див. рис. 1). Загальне оцінювання ризику має здійснюватись за методиками ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 (IEC/ISO 31010:2009, IDT).

Разом з тим, динаміка застосування управлінських рішень з мінімізації встановлених ризиків потребує аналізу цього процесу з точки зору його структури й організації. Це вимагає застосування математичних методів для обґрунтування рішень. У зв'язку з цим пропонується застосувати методи дослідження операцій.

Застосуємо метод марківського аналізування – концепцію «станів» («готовність», «відмова») і переходу між цими станами за припущення постійної ймовірності змінювання стану. Представимо процес утилізації як систему  $S$ , яка може перебувати у трьох станах:  $S_0$  – працездатному;  $S_1$  – погіршеному;  $S_2$  – в стані відмови. Побудуємо розмічений граф станів системи, позначивши  $\lambda_{ij}$  інтенсивність потоку подій, що переводить систему із одного стану в інший (рис. 2).



**Рис. 2. Розмічений граф станів системи**



Тоді рівняння Колгоморова для ймовірностей станів буде мати наступний вигляд:

$$\left. \begin{aligned} p_0 \cdot (\lambda_{01} + \lambda_{02}) &= \lambda_{10} \cdot p_1 + \lambda_{20} \cdot p_2 \\ p_1 \cdot (\lambda_{12} + \lambda_{10}) &= \lambda_{01} \cdot p_0 + \lambda_{21} \cdot p_2 \\ p_2 \cdot (\lambda_{20} + \lambda_{21}) &= \lambda_{12} \cdot p_1 + \lambda_{02} \cdot p_0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Для визначення значень фінальних ймовірностей для системи рівнянь (1) необхідно ввести так звану нормувальну умову  $p_0 + p_1 + p_2 = 1$ .

Розв'язання рівняння дає можливість знайти всі ймовірності станів при заданих значеннях інтенсивності потоку подій  $\lambda_{ij}$ . Для того щоб задати значення  $\lambda_{01}, \lambda_{12}, \lambda_{02}$  необхідно користуючись результатами якісного оцінювання ризиків побудувати матрицю ймовірностей переходу між станами. Значення  $\lambda_{10}, \lambda_{21}, \lambda_{20}$  задаються як одиниця, поділена на середній час усунення відповідної причини виникнення небажаної події. Ці значення  $(\lambda_{10}, \lambda_{21}, \lambda_{20})$  будуть залежати від управлінських рішень щодо мінімізації технологічного ризику. Оброблення отриманих результатів дає можливість керівнику оцінити ефективність прийнятих рішень з мінімізації технологічних ризиків.

Методи дослідження, що були застосовані, визначаються сукупністю вирішуваних завдань і включають методи узагальнення й порівняння, аналізу і синтезу, які використані при розробленні технології утилізації кумулятивних боєприпасів, побудові моделі управління технологічними ризиками; методи теорії дослідження операцій, які використані для розроблення аналітичних залежностей для кількісної оцінки прийнятих рішень з мінімізації ризиків.

Використання відмічених методів дослідження в ході розв'язання поставленого наукового завдання дозволило отримати наступні наукові результати:

- розроблена технологія утилізації кумулятивних боєприпасів, яка містить певний набір і послідовність операцій з розрядження кумулятивних та виготовлення практичних снарядів;

- розроблена модель управління технологічним ризиком відповідного технологічного процесу, яка враховує структурований підхід до впровадження управління ризиками і містить аналітичні залежності для кількісної оцінки прийнятих рішень з їх мінімізації.

Отримані результати є спробою удосконалити національну систему утилізації боєприпасів шляхом впровадження нової технології утилізації кумулятивних боєприпасів разом з методологічними аспектами управління технологічним ризиком при реалізації даної технології. Робота є продовженням циклу досліджень направлених на розроблення

та впровадження нових високоефективних технологій утилізації боєприпасів. Але на відміну від задач, що вирішувались раніше, наприклад у роботі [11], метою даної роботи є не тільки розроблення технології, яка б дозволяла раціонально і безпечно вилучати всі елементи боєприпасів, але й використовувати ці елементи в новій якості. Як правило більшість технологій зводиться до використання цих елементів в якості сировини. Крім того в роботі досліджуються питання щодо управління ризиками під час утилізації.

Разом з тим робота містить ряд припущень та обмежень, введення яких обумовлено, перш за все, застосуванням методу марківського аналізування, а саме: припущення щодо постійних ймовірностей змінення стану, що усі події статистично незалежні; необхідність чіткого розуміння можливих переходів стану, знання операцій з матрицями тощо.

В межах встановлених завдань не ставилось за мету дослідити методики та інструменти загального оцінювання ризику. Особливо цікавим є дослідження способів використання експертно-лінгвістичної інформації для кількісного оцінювання ризику. Це може бути предметом подальших досліджень.

**Висновки.** З метою впровадження інноваційних технологій утилізації боєприпасів запропонований набір і послідовність операцій з розрядження кумулятивних та виготовлення практичних снарядів. Для забезпечення техногенної та екологічної безпеки розроблена модель управління ризиками відповідного технологічного процесу, яка дозволяє здійснювати ідентифікацію та аналіз ризиків, з подальшим прийняттям рішень про коригувальні та запобіжні дії, спрямовані на мінімізацію ризикових подій, зниження ймовірності виникнення несприятливого результату, мінімізацію негативних наслідків і можливих втрат.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вибухи на складах боєприпасів в Україні. Історія катастроф [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://gordonua.com/ukr/publications/vibuhi-na-skladah-bojepripasiv-v-ukrajini-istorija-katastrof-179716.html>.
2. International ammunition technical guideline IATG 10.10:2015 [E]. Demilitarization and destruction of conventional ammunition. – UN ODA, 2015. – 40 p.
3. Инструкция по разрядке и уничтожению боеприпасов на арсеналах, базах и окружных складах. МО СССР. – М, 1986 p. – 77 с.
4. Report of the Secretary-General to the Security Council 15 November 2000, S/2000/1092. «Methods of destruction of small arms, light weapons, ammunition and explosives».
5. Буравльов Є.П. Формування національної системи утилізації боєприпасів [Електронний ресурс] / Є.П. Буравльов, В.В. Гетьман //

Стратегічна панорама № 3. – 2005. – Режим доступу: [http://www.niss.gov.ua/vydanna/panorama/issue.php?s=vpip0&issue=2005\\_3](http://www.niss.gov.ua/vydanna/panorama/issue.php?s=vpip0&issue=2005_3).

6. Bonn International Center for Conversion. Report 13. Destroying Small Arms and Light Weapons. Survey of Methods and Practical Guide. – 1999. – April.

7. Нечипорук Н.В. Утилизация непригодных для дальнейшего использования авиационных боеприпасов / Н.В. Нечипорук, М.А. Стеблина, Е.А. Полищук, В.Ю. Колосков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "ХАИ", 2010. – Вып. 48. – С. 227-232.

8. Хайруллина Н.С. Промышленная конверсия и утилизация боеприпасов: тексты лекций / Н.С. Хайруллина, В.Я. Базатов, В.Н. Александров. – Казань: Изд-во Казан. Гос. Технол. Ун-та, 2008. – 108 с.

9. Утилізація та знищення вибухонебезпечних предметів: навч. посіб. Том 1. Порядок та правила утилізації вибухонебезпечних предметів / В.В. Барбашин, О.М. Смирнов, І.О. Толкунов. – Х.: Міська друкарня, 2015. – 570 с.

10. OSCE Handbook of Best Practices on Conventional Ammunition. – OSCE, 2008. – С.145-163.

11. Смирнов О.М. Розроблення технології утилізації капсульних втулок до артилерійських пострілів з урахуванням ризику виникнення аварії та економічної ефективності робіт [Електронний ресурс] / О.М.Смирнов, І.М. Неклонський // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. – Харків: НУЦЗУ, 2017. – Вип. 25. – С. 73-85. – Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4712>.

12. Смирнов О.М. Методика проведення робіт з виготовлення практичних та інертних боеприпасів / О.М. Смирнов // Проблеми цивільного захисту: управління, попередження, аварійно-рятувальні та спеціальні роботи: збірник тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2013. – С. 144-146.

13. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). – Fourth Edition. – Project Management Institute, USA, 2008. – 506 p.

14. A structured approach to Enterprise Risk Management (ERM) and the requirements of ISO 31000. – AIRMIC, Alarm, IRM, 2010. –18 p.

*Отримано редколегією 10.03.2018*

И.М. Неклонский, О.Н. Смирнов

**Модель управления технологическими рисками при внедрении технологии утилизации кумулятивных боеприпасов**

С целью внедрения инновационных технологий утилизации боеприпасов предложен набор и последовательность операций по расснаряжению кумулятивных и изготовлению практических снарядов. Для обеспечения техногенной и экологической безопасности разработана модель управления рисками

---

соответствующего технологического процесса, которая учитывает структурированный подход к реализации управления рисками и содержит аналитические зависимости для количественной оценки принятых решений по их минимизации.

**Ключевые слова:** боеприпасы, утилизация, кумулятивные снаряды, практические снаряды, модель управления, риск.

I.M. Neklonskyi, O.M. Smyrnov

**The model of technological risks management when introducing the disposal technology of cumulative ammunition**

This work is a continuation of the research cycle aimed at the development and implementation of new high-tech technologies of ammunition utilization. The methods used in this research are determined by a set of solvable tasks and include methods of generalization and comparison, analysis and synthesis, the theory of operations research.

The applying of these research methods in solving the set scientific problem allowed to obtain the following scientific results: the technology of utilization of cumulative ammunition, which contains a certain set and sequence of operations for discharging cumulative and manufacturing of practical shells was developed; A model of technological risk management of the corresponding technological process, which takes into account the structured approach to the implementation of risk management and contains analytical dependencies for quantitative estimation of the taken decisions for their minimization was developed.

The proposed approach will significantly compensate for the cost of using ammunition as a result of changing their qualitative properties, taking into account the current needs of the military-industrial complex, allows identification and analysis of the risks of the recycling process. This will give a possibility to make decisions about corrective and preventive actions aimed at minimizing risk events, reducing the likelihood of adverse outcomes, minimizing negative consequences and possible losses.

**Keywords:** ammunition, disposal, cumulative projectiles, practical projectiles, management model, risk.