

[Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/733-93-%D0%BF>.

6. Культура безопасности в ядерной энергетике / В.В. Бегун, С.В. Широков, С.В. Бегун и др. – К.: ПП “Фірма “Гранмна”, 2012. – 650 с.

7. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): Навч. посібник/ В.В. Бегун, І.М. Науменко. – К.: 2004. – 328 с.

УДК 351.862.2

*Єлісєєв В.Н., канд. техн. наук, доцент,
Бондаренко О.О., канд. військ. наук, доцент*

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ: УПРАВЛІННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ РЕЗЕРВАМИ

Важливим елементом управлінської діяльності є підготовка та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. У науковій статті на основі аналізу завдань визначених Кодексом цивільного захисту а також дій органів управління та сил цивільного захисту у надзвичайних ситуаціях пропонується математичний апарат визначення необхідних (достатніх) матеріальних резервів для підвищення ефективності дій підрозділів сил цивільного захисту при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС).

У статті розроблено математичний апарат розрахунку матеріальних резервів (МР) необхідних для забезпечення експлуатації техніки та озброєння при виконанні аварійно-рятувальних та інших видів робіт.

Для оцінки впливу матеріальних резервів на ефективність функціонування підрозділів сил цивільного захисту при ліквідації НС та їх наслідків використовуються деякі показники надійності озброєння.

Ключові слова: сили цивільного захисту, матеріальні резерви, показники

готовності, об'єкти озброєння, ймовірність.

Постановка проблеми. При реалізації механізмів управління єдиною державною системою цивільного захисту (ЄДСЦЗ) вкрай важливим компонентом є підготовка та прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо запобігання та подолання наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечення необхідного рівня техногенно-екологічної безпеки та виконання поставлених цілей і завдань у сфері безпеки людини та суспільства в цілому.

Ефективність функціонування ЄДСЦЗ в цілому визначається оперативністю дій сил цивільного захисту. Сили цивільного захисту це аварійно-рятувальні формування, спеціалізовані служби та інші формування ЦЗ, призначені для проведення АРІНР з ліквідації НС [1].

Основними завданнями сил цивільного захисту у мирний час та в особливий період є проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, піротехнічних робіт, робіт щодо життєзабезпечення постраждалих, гасіння пожеж, здійснення перевезень матеріального резерву та ін. [1]. Тривалість проведення різного виду робіт залежить від достатнього запасу матеріального резерву, що використовується при виконанні робіт, та визначає час ліквідації НС та її наслідків, тим самим впливає на кількість людських жертв і об'єм матеріальних втрат від НС [4,10]. Тому питання управління матеріальними резервами є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. У попередніх наукових дослідженнях [5,6,8] окремо розглядалися питання забезпечення матеріальними резервами підрозділів сил цивільного захисту з метою їх ефективного функціонування при виконанні завдань з ліквідації НС та їх наслідків на достатньому (заданому) рівні готовності. Але, недостатньо дослідженими залишилися питання розробки комплексної моделі яка б дозволяла визначити усі необхідні види та обсяги матеріальних резервів.

Постановка завдання. Завданням наукової статті є: на підставі попередніх наукових досліджень визначити математичний апарат розрахунку

різних видів матеріального резерву при заданих показниках достатності резерву з метою підвищення ефективності функціонування об'єктів озброєння, підрозділів сил ЦЗ при виконанні завдань з ліквідації наслідків НС, а також в цілому ЄДСЦЗ.

Виклад основного матеріалу. В главі 21 статті 98 Кодексу цивільного захисту України [1] вказано що матеріальні резерви для запобігання і ліквідації наслідків НС створюються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту (оперативний матеріальний резерв), іншими центральними органами виконавчої влади (відомчий матеріальний резерв), місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування (регіональний та місцевий матеріальні резерви) та суб'єктами господарювання (об'єктовий матеріальний резерв).

Матеріальний резерв це запас будівельних і пально-мастильних матеріалів, лікарських засобів та виробів медичного призначення, продовольства, техніки, технічних засобів та інших матеріальних цінностей, призначених для запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, надання допомоги постраждалому населенню, проведення невідкладних відновлювальних робіт і заходів [2, 9].

Для забезпечення ефективного функціонування підрозділів сил цивільного захисту при виконанні завдань з ліквідації НС та їх наслідків на достатньому (заданому) рівні готовності з урахуванням наявності різних видів матеріальних резервів необхідно розробити моделі які б дозволяли визначити необхідні види та обсяги матеріальних резервів.

Матеріальні резерви (МР) необхідні для забезпечення експлуатації та ремонту техніки та озброєння можуть утворювати комплекти МР або МР за окремими типами елементів на складах (МР_С). Комплектні МР, у свою чергу, можна поділити на об'єктові (на один тип техніки) МР_О та групові (на групу однотипних об'єктів техніки) МР_Г.

Для оцінки впливу матеріальних резервів на ефективність функціонування підрозділів ОРС ЦЗ при ліквідації НС та їх наслідків розглянемо деякі показники надійності озброєння підрозділів ОРС.

В ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення [3] рекомендовані наступні показники оцінки готовності та працездатності об'єктів озброєння:

готовність – властивість об'єкта, бути здатним виконувати потрібні функції в заданих умовах у будь-який час чи протягом заданого інтервалу часу за умови забезпечення необхідними зовнішніми ресурсами;

працездатність – стан об'єкту, який характеризується його здатністю виконувати усі потрібні функції;

стаціонарний коефіцієнт готовності: K_g – значення коефіцієнта готовності визначене для умов роботи об'єкта коли середній параметр потоку відмов λ і середня тривалість відновлення μ залишаються сталими;

середній наробіток до відмови ТО – математичне очікування наробітку об'єкта до першої відмови;

середня тривалість відновлення ТВ – математичне очікування часу відновлення працездатного стану об'єкта після відмови.

Математична модель розрахунку MP_C .

Метою розроблення математичної моделі розрахунку складського матеріального резерву (MP_C) є можливість раціонального визначення об'єму матеріального резерву для забезпечення запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків на достатньому рівні.

Рівень достатності MP_C оцінюється індивідуально по кожному типу запасних елементів у резерві (наприклад: складові спец майна, елементи пожежно-технічного озброєння та ін.) з використанням коефіцієнта забезпеченості $K_{ос}$ даним типом MP :

$$K_{ос_i}(x) = P_{дi}(x) * 100\%,$$

де $P_{дi}(x)$ — імовірність достатності елементів i -го типа;

x — загальна кількість елементів у МР_С.

Група з довільного числа p працюючих елементів, включених по послідовної схемі надійності, маючих однакову та постійну інтенсивність відмов λ , має ймовірність безвідмовної роботи за годину рівної [7]

$$P(t) = e^{-n\lambda t} = e^{-a},$$

де a — середнє число відмов у групі за час t .

Надаючи такій групі резерв із x елементів, можна збільшити ймовірність безвідмовної роботи до значення

$$P(t) = e^{-a} \sum_{i=1}^x \frac{a^i}{i!},$$

Якщо в цій формулі час t зробити рівним періоду поповнення МР_С ($t = T_c$), то чисельно ймовірність $P(t)$ буде являти собою ймовірність того, що за час T_c число вимог на запасні елементи не перевищить числа x , тобто ймовірність достатності x запасних елементів дорівнює

$$P_D(x) = e^{-a} \sum_{i=1}^x \frac{a^i}{i!},$$

Ця формула використовується для розрахунку числа запасних елементів будь-якого типу в МР_С.

Основними вихідними даними для розрахунку є:

чисельні значення заданого коефіцієнта забезпеченості для елементів кожного типу $K_{ос}(x)$

середня витрата елементів кожного типу за період поповнення МР_С - a_i .

Якщо значення a_i безпосередньо не відомі, то їх варто визначити, підсумовуючи середню витрату елементів по кожному із об'єктів

$$a_i = \sum_{j=1}^k a_{ij},$$

де k – число об'єктів, у яких використовуються елементи i -го типу.

У свою чергу, a_{ij} знаходиться по числу елементів цього типу в кожній із об'єктів, по витратам ресурсу систем ($T_{рj}$) за період поповнення МР_С (T_c) і

інтенсивності заміни елементів i -го типу (λ_{ij}) по формулі

$$a_{ij} = \lambda_{ij} n_{ij} T_{Pj},$$

У якості інтенсивності заміни елементів варто використовувати їх інтенсивності відмов, якщо елементи відмовляють при зберіганні значно рідше, ніж при роботі, або ж величину, зворотну середньому наробітку до відмови $T_{спі}$ елементів

$$\lambda_i = \frac{1}{T_{спі}}.$$

За заданим значенням $K_{осі}$ визначають необхідну ймовірність достатності елементів i -го типу:

$$P_{Ді}(a, x) = \frac{K_{осі}}{100}.$$

Потім по ймовірності достатності РД1 (a, x) і середній витраті елементів a_i визначаємо число запасних елементів i -го типу, при якому виконується умова

$$P_{\bar{A}}(a = a_i, x = x_i - 1) \leq P_{\bar{A}i}(a, x) \leq P_{\bar{A}}(a = a_i, x = x_i),$$

тобто число x_i знаходять як найменш можливе, при якому фактична ймовірність достатності виявляється не менш заданої.

Після цього повторюють дії по відшукуванню ймовірності достатності та числа запасних елементів для 2-го, 3-го й наступних типів елементів резерву.

Після розрахунків по усім типам елементів визначаємо загальний об'єм складського матеріального резерву MP_C ,

$$X_C = \sum_{i=1}^n x_i,$$

Математична модель розрахунку MP_O .

Стационарний коефіцієнт готовності об'єкту озброєння визначається при відновленні по формулі [8]:

$$K_{Г} = \frac{T_0}{T_0 + T_B}, \quad (1)$$

де T_0 – середній наробіток до відмови об'єкту;

T_B – середня тривалість відновлення працездатного стану об'єкту після відмов.

Час відновлення T_B зручно розділити на дві складові: час доставки резервного елемента T_D і час ремонту T_P - інтервал часу витрачений на всі інші операції відновлення працездатності об'єкту. У такому випадку:

$$T_B = T_P + T_D, \quad (2)$$

Що стосується часу доставки запасного елемента, то він є випадковою величиною й залежить в основному від організації служби постачання, віддалення системи від складів, засобів транспорту, а також, в деякій мірі, від типу елемента, що доставляється.

Для опису процесу роботи й відмов елементів приймемо експонентний закон надійності. Будучи найбільш простим, цей закон задовільно описує процес відмов більшості елементів, застосовуваних в техніці та озброєнні.

Для прийнятої моделі стаціонарний коефіцієнт готовності об'єкту виразиться наступною формулою:

$$K_G(x) = \frac{T_0}{T_0 + T_P + T_D \cdot P(x)}, \quad (3)$$

де $P(x)$ – імовірність простою об'єкту озброєння через недостачу резервних x елементів у комплекті МР об'єкту.

Випадок, коли $x = 0$ відповідає повній відсутності резервних елементів. При кожній відмові об'єкту, крім операцій з ремонту, доводиться витратити час на доставку резервного елемента зі складу. У такому випадку значення стаціонарного коефіцієнта готовності варто визначати по формулі

$$K_G(0) = \frac{T_0}{T_0 + T_P + T_D}, \quad (4)$$

В іншому випадку, коли на об'єкті є будь-які резервні елементи в необмеженій кількості (негайно задовольняються всі вимоги), на відновлення затрачається мінімальний час, обумовлений лише часом ремонту. Тоді значення

стаціонарного коефіцієнта готовності варто визначати за формулою:

$$K_r(\infty) = \frac{T_0}{T_0 + T_p}, \quad (5)$$

Для визначення імовірності $P(x)$ розглянемо математичну модель розрахунку раціонального за вартістю матеріального резерву (МР) об'єкту пожежно-технічного озброєння.

Метою розроблення математичної моделі розрахунку раціонального за вартістю матеріального резерву (МР) об'єкту пожежно-технічного озброєння (МР_О) є можливість раціонального визначення рівня матеріального резерву для забезпечення запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків на достатньому рівні при мінімальній вартості.

Для розробки математичної моделі розрахунку МР_О визначимо кількісний критерій рівня достатності резерву.

Для МР_О, як критерій достатності, можна застосувати коефіцієнт забезпеченості об'єкту озброєння:

$$K_{zo}(x) = \frac{K_r(x) - K_r(0)}{K_r(\infty) - K_r(0)}, \quad (6)$$

де $K_r(x)$ – стаціонарний коефіцієнт готовності;

$K_r(0)$ – мінімальне значення стаціонарного коефіцієнта готовності об'єкту, що відповідає повній відсутності елементів у МР_О ($x = 0$);

$K_r(\infty)$ – максимальне значення стаціонарного коефіцієнта готовності об'єкту, що відповідає необмеженому резерву елементів усіх типів у МР_О.

Умови розрахунку МР_О наступні.

Об'єкт озброєння представлено послідовним з'єднанням робочих елементів, об'єднаних у t груп по числу типів по n_i елементів у кожній групі. Кожна група робочих елементів разом з x_i резервних елементів являє собою резервований ланцюг з ненавантаженим резервом.

Надійність робочих елементів характеризується постійною інтенсивністю заміни λ_i і середнім часом відновлення об'єкту при відмові елемента i -го типу

ТВі .

Запасні елементи утворюють МР_О, який через період ТС , поповнюється до розрахункового рівня.

Якщо витрата запасних елементів протягом відрізка часу Тс перевищує їх кількість в МР_О, то такий елемент доставляється з найближчого складу. При цьому об'єкт виявляється в положенні простою, оцінюваного середнім часом доставки ТДі.

Для прийнятої моделі стаціонарний коефіцієнт готовності об'єкту визначається наступною формулою:

$$K_r(x) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m \Delta_i T_{Vi} + \sum_{i=1}^m \Delta_i T_{Di} \cdot P_i(a_i, x_i)}, \quad (7)$$

де Δ_i - групова інтенсивність замін елементів і-го типу;

$$P(a_i, x_i) = P(x) = \Phi_i(a_i, x_i) - (x_i / a_i) \Phi_i(a_i, x_i + 1)$$

- імовірність простою об'єкту через відсутність резервних елементів і-го типу в МР_О, яка визначається через число резервних елементів, середню витрату елементів і функцію Пуассона з аргументами a_i, x_i .

Стаціонарний коефіцієнт готовності КГ (х) являє собою дискретну зростаючу функцію числа резервних елементів х. Його прирощення є низхідною функцією, тобто внесок кожного наступного елемента у МР_О убуває, прагнучи при необмеженому збільшенні елементів до нуля. Якщо число запасних елементів x_i взяти так, щоб додаткові ймовірності цих елементів мали однакову величину, то такий комплект стане раціональним по сумарному числу елементів х. Це значить, що критерієм для вибору числа в кожній групі може служити рівність $\Delta K_i(x) = \text{const}$.

Раціоналізація комплекту МР_О за вартістю забезпечується таким чином, щоб збільшення коефіцієнта готовності на одиницю вартості елементів x_i мали б однакову величину. $\Delta K_i(x)$ можна визначити як

$$\Delta K_r(a, x) \equiv \frac{T_{Ді} * \Phi(a, x)}{C_i} = \Phi_0 = const, \quad (8)$$

Звідси

$$\Phi_i(a_i, x_i) = \frac{C_i * \Phi_0}{T_{Ді}} \quad (9)$$

Методику розрахунку МР_О можна викласти наступним чином.

Вихідні дані для розрахунку:

1) заданий коефіцієнт забезпеченості КЗО об'єкту МР_О;

2) число груп однотипних елементів ($i=1, m$);

середня витрата елементів кожного типу за період поповнення МР_О (a_i);

вартість елементів кожного типу (C_i);

середній час відновлення об'єкту при відмові елементів кожного типу ($T_{Ві}$);

середній час доставки запасних елементів $T_{Ді}$;

період поповнення МР-О у годинах T_c .

Порядок розрахунку.

1. Знаходимо максимальне й мінімальне значення стаціонарного коефіцієнта готовності об'єкту по формулам

$$K_r(\infty) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m \Delta_i T_{Ві}}, \quad K_r(0) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m \Delta_i T_{Ві} + \sum_{i=1}^m \Delta_i T_{Ді}},$$

2. Вибираємо перше значення показника вартісної раціоналізації МР_О (Φ_0). Його значення можна прийняти довільним, але мова йде про прирощення ймовірності тому перше значення приймемо значно менш одиниці.

3. Знаходимо рівень показника раціоналізації для елементів першого типу по формулі (4) і значення x_1 . Таким же чином знаходимо усі x_i для $i=1, m$ /

Використовуючи формули (2, 1) знаходимо КГ (x) та КЗО (x).

Порівнюємо отримане значення коефіцієнта забезпеченості із заданою величиною

$$KZO(x) < > KZO$$

Залежно від знака нерівності вибираємо нове значення для показника раціоналізації: якщо коефіцієнт забезпеченості виявився менш необхідного, то рівень показника раціоналізації зменшують і навпаки.

Повторюють дії п. 4 для нового значення показника раціоналізації.

Коли значення $KZO(x) \approx KZO \pm 1\%$ розрахунок закінчено.

Розраховані значення x_i ($i = 1, m$) дають наш раціональний за вартістю MP_O .

$$X_O = \sum_{i=1}^m x_i$$

Математична модель розрахунку MP_Γ .

Для MP_Γ як критерій достатності можна використати коефіцієнт забезпеченості групи об'єктів озброєння матеріальними резервами.

$$K_{3\Gamma}(x) = \frac{P_D(x) - P_D(0)}{1 - P_D(0)} \cdot 100\%$$

де $K_{3\Gamma}(x)$ – коефіцієнт забезпеченості групи об'єктів озброєння MP ;

$D_A(\delta) = \prod_{j=1}^m e^{-a_j} \sum_{s=0}^{x_j} \frac{a_j^s}{s!}$ – імовірність достатності, коли MP_Γ містить x елементів;

$D_A(0) = \prod_{j=1}^m e^{-a_j}$ – імовірність достатності, коли у MP_Γ немає запасних елементів;

m – число груп однотипних елементів усіх об'єктів озброєння;

Робочі елементи групи об'єктів озброєння разом з елементами MP_Γ можуть бути представлені статистично незалежними резервними групами. Тому ймовірність достатності $P_D(x)$ при послідовної схеми надійності елементів об'єкту, коли відмова елемента приводить к відмові об'єкту представимо формулою

$$P_D(x) = \prod_{i=1}^m P_{Di}(a_i, x_i) \tag{2}$$

де $a_i = n_i * \lambda_i * TP$ – середнє число відмовних елементів, знайдених по числу елементів цього типу n_i , по інтенсивності відмов елементів i -го типу λ_i та витратам ресурсу об'єктів TP за період поповнення MP_{Γ} .

Типи та число запасних елементів у MP_{Γ} повинні забезпечувати задане значення коефіцієнта забезпеченості або ймовірності достатності MP_{Γ} .

Наше завдання полягає у відшуканні такого рішення про склад комплекту MP_{Γ} , який би забезпечував задане значення коефіцієнта забезпеченості при мінімальній вартості. Таке рішення буде раціональним за вартістю.

Ймовірність достатності РД (x) являє собою дискретну зростаючу функцію числа запасних елементів x . Прирошення ймовірності достатності є збитковою функцією, тобто внесок кожного наступного елемента у MP_{Γ} убуває, прагнучи при необмеженому збільшенні елементів до нуля. Якщо число запасних елементів x_i взяти так, щоб додаткові ймовірності цих елементів мали однакову величину, то такий комплект стане раціональним по сумарному числу елементів x . Це значить, що критерієм для вибору числа в кожній групі може служити рівність $\Delta P_{di}(x) = \text{const}$. $\Delta P_{di}(x)$ можна визначити як

$$\Delta P_{di}(x) = \Phi_i(a_i, x_i) / (1 - \Phi(a_i, x_i)) = Y_i(a_i, x_i) \quad (3)$$

де $\hat{O}_s(a_i, x_s) = a_i^{-x_s}$ диференціальна функція Пуассона;

$$\hat{O}_s(a_s, x_s) = 1 - e^{-a_s} \sum_{j=x_s}^{\infty} \frac{a_s^j}{j!} \quad \text{– інтегральна функція Пуассона;}$$

$Y_i(a_i, x_i)$ – показник раціоналізації для i -го типу елементів.

Тепер раціоналізацію по сумарному числу елементів x забезпечить умова

$$Y_i(a_i, x_i) = Y - \text{const}$$

Два різних елементи з однаковим параметром надійності a_i дадуть те саме збільшення ймовірності достатності, але ціна його буде залежати від вартості кожного з елементів. Тому умова раціоналізації за вартістю комплекту ЗИП повинно бути сформульоване так: числа запасних елементів вибираються таким чином, щоб збільшення ймовірності достатності комплекту ЗИП на одиницю

вартості елементів C_i мали б однакову величину $Y_i(a_i, x_i) / C_i \approx Y_c - \text{const}$

Звідси

$$Y_i(a_i, x_i) \approx Y_c * C_i \quad (4)$$

Методику розрахунку комплекту MP_Γ можна викласти наступним чином.

Вихідні дані для розрахунку:

- 1) Заданий коефіцієнт забезпеченості групи систем MP_Γ при визначеній точності - $K3\Gamma \pm 1\%$ (відсоток визначає замовник MP_Γ);
- 2) Кількість груп однотипних елементів в об'єктах озброєння – m ;
- 3) Середня витрата елементів кожного типу a_i ($i=1,m$);
- 4) Вартість елементів кожного типу C_i ($i=1,m$).

Порядок розрахунку:

1. Вибираємо перше значення показника раціоналізації MP_Γ — Y_{c1} . Його значення можна прийняти довільним. Але мова йде про ймовірнісне значення, к тому ж помножене на вартість елементів. Перше значення приймемо, наприклад

$$Y_{c1} = 10^{-3}$$

2. Визначаємо рівень показника оптимізації для елемента першого типу виходячи з формули (4).

$$Y_{c1}(a_1, x_1) = Y_{c1} * C_1$$

3. По середньому числу відмовних елементів першого типу a_1 і рівню оптимізації $Y_{c1}(a_1, x_1)$, використовуючи (3), знаходимо число запасних елементів першого типу x_1 .

4. Виконуючи пункти 2,3 для ($i = 1,m$) находимо x_i для ($i=1,m$).

5. По a_1, x_1 розраховуємо $P_{Ді}(a_i, x_i)$ по формулі (1) для ($i = 1,m$).

6. По формулам (1,2) находимо $P_1(x)$ та $K13\Gamma(x)$ та порівнюємо з заданим показником $K3\Gamma$.

В залежності від знака порівняння зменшуємо або збільшуємо показник раціоналізації і виконуємо розрахунки за пунктами 1-6 методики.

Коли значення $K13Г(x) \approx K3Г \pm 1\%$ розрахунок закінчено.

Розраховані значення x_i ($i = 1, m$) дають наш раціональний за вартістю ЗИП_Г.

$$X_{Г} = \sum_{i=1}^m x_i$$

Висновки.

Розробка та корегування компонентів механізмів управління ЄДСЦЗ виступає як головна передумова підвищення ефективності управлінського процесу. Важливим компонентом є підготовка та прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо запобігання та подолання наслідків надзвичайних ситуацій. Ефективність функціонування ЄДСЦЗ в цілому визначається оперативністю дій сил цивільного захисту.

Тривалість проведення різного виду робіт залежить від достатнього запасу матеріального резерву, що використовується при виконанні робіт, та визначає час ліквідації НС та її наслідків, тим самим впливає на кількість людських жертв і об'єм матеріальних втрат від НС.

Розроблена математична модель дозволяє оцінити готовність об'єкту озброєння та підрозділу сил ЦЗ від забезпеченості матеріальними резервами, а також визначити загальні об'єми складського матеріального резерву МР_С, раціонального за вартістю об'єму матеріальних резервів об'єкту озброєння МР-О та групи об'єктів МР-Г з метою забезпечення функціонування сил цивільного захисту на достатньому (заданому) рівні готовності..

Складність розрахунків визначає необхідність використання комп'ютерної техніки при реалізації цих методик. Тому подальшим напрямом наукових досліджень з даної проблематики вбачається розробка комп'ютерних програм розрахунку різних видів матеріальних резервів.

Список використаних джерел

1. Закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI "Кодекс цивільного захисту"

України” – К., 2012.

2. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку створення та використання матеріальних резервів для запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій” від 30.09.2015 р. № 775.

3. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.

4. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік – 2016. УкрНДІЦЗ. – 448. с.

5. Бондаренко О.О., Єлісеєв В.Н. Показники залежності ефективності функціонування підрозділів сил цивільного захисту від забезпеченості матеріальними резервами. Науковий збірник ІДУЦЗ. 2015. – № 3. – С. 30-35.

6. Бондаренко О.О., Єлісеєв В.Н., Ковальов О.С., Кулеба О.М., Литвиновський Є.Ю., Положешний В.В. Методичні рекомендації посадовим особам центральних органів виконавчої влади щодо реалізації завдань у сфері цивільного захисту: посібник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://lsbrary.iducz.dsns.gov.ua/weblib/hage_lib.php.

7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель. М. Наука, 1969. – 578 с.

8. Єлісеєв В.Н., Попов Л.В. Показники залежності ефективності функціонування підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту від забезпеченості матеріальними резервами. Науковий збірник ІДУЦЗ 2013. – № 1. – С. 27-32.

9. Методичні рекомендації щодо створення та використання матеріальних резервів для запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. ДСНС України. 2017.

10. Статистична інформація Державної служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.