# Спосіб визначення необхідної кількості працездатних зразків озброєння та військової техніки для забезпечення заданого рівня боєздатності військового формування

**Василь Харченко**
кандидат військових наук
провідний науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил, 28 Б, Київ, Україна
e-mail: vasaxar@ukr.net
ORCID: 0000-0001-7160-7385

**Олексій Смілянський**
Помічник заступника Головнокомандувача Збройних Сил України
Проспект Повітряних Сил, 6, Київ, Україна
e-mail: lesha.smeliansky@gmail.com
ORCID: 0009-0006-8573-2068

**Олег Дєгтяр**
доктор наук з державного управління, професор
провідний науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут
Київ, Україна
e-mail: oleh.diehtiar@viti.edu.ua
ORCID: 0000-0001-6413-3580

**Ігор Москаленко**
Здобувач
Національний університет оборони України
03049, проспект Повітряних Сил, 28, Київ, Україна
e-mail: KIDMOS@bigmir.net
ORCID: 0000-0002-2590-3623

**Андрій Карпенко**
науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут
Київ, Україна
e-mail: andriy.karpenko@viti.edu.ua
ORCID: 0000-0002-8372-6303

**Анотація.** Актуальність досліджуваної проблеми зумовлена необхідністю удосконалення методичного апарату для обґрунтування потрібної кількості працездатних зразків озброєння та військової техніки для забезпечення потрібного рівня боєздатності військових формувань. Метою статті є оприлюднення способу визначення необхідної кількості працездатних зразків ОВТ для забезпечення заданого рівня боєздатності військового формування. Стаття спрямована на дослідження можливості використання нелінійної функції для визначення кількості працездатних зразків озброєння та військової техніки. Працездатний зразок озброєння та військової техніки – це стан зразка, коли він здатний виконувати всі потрібні функції. Потрібна функція зразка – це функція чи сукупність функцій зразка, виконання якої (яких) розглядають як необхідну умову відповідності зразка його призначенню. Під час планування укомплектованості військових формувань працездатними зразками озброєння та військової техніки повинні враховуватися можливості

держави з виділення необхідних коштів на виконання завдань із оснащення Збройних Сил України працездатними зразками. Цей процес має ґрунтуватися на точних розрахунках, глибокому та всебічному економічному аналізі, а рішення повинні бути науково обґрунтованими, мотивованими, оптимальними. Під час визначення потрібної кількості працездатних зразків озброєння та військової техніки у статті береться до уваги запобіжний збиток військового формування. Запропонований спосіб дозволяє оцінити достатність виділених коштів для підтримання боєздатності військових формувань щодо забезпеченості працездатними зразками озброєння та військової техніки на рівні не нижче заданого. Для визначення необхідної кількості працездатних зразків з метою забезпечення заданого рівня боєздатності військового формування у статті використовується нелінійна функція. Наведений приклад щодо обґрунтування порядку забезпечення військ (сил) необхідною кількістю працездатних зразків озброєння та військової техніки дозволяє забезпечити потрібний рівень боєздатності військових формувань, оцінити достатність виділених коштів для забезпечення військ необхідною кількістю зразків у випадку нелінійної залежності коефіцієнта збереження ефективності бойового застосування військ за рівнем забезпеченості їх працездатними озброєнням та військовою технікою від виділених коштів. Після побудови графіка зазначеної залежності визначення рівня боєздатності військового формування при відомих виділених коштах на закупівлю, обслуговування та застосування зразків ОВТ є досить простим.

**Ключові слова:** боєздатність, зразок озброєння та військової техніки, кошти, функція.

**Вступ (Introduction)**

Досвід проведення антитерористичної операції та операції Об’єднаних сил на території Донецької та Луганської областей показує, що спроможність вирішення завдань системою логістичного забезпечення Збройних Сил (ЗС) України не відповідає сучасним вимогам щодо повного, безперебійного та своєчасного забезпечення військ озброєнням і військовою технікою (ОВТ), ракетами, боєприпасами, іншими матеріально-технічними засобами (МтЗ). Успіх операції (бойових дій), як свідчить практика застосування військ (сил), залежить передусім від своєчасного та в повному обсязі забезпечення військ матеріально-технічними засобами (ОВТ, ракетами і боєприпасами), пально-мастильними матеріалами, військово-технічним майном, продовольством тощо). Одним із основних питань подальшого розвитку ЗС України сьогодні є якість та повнота вирішення питань воєнно-технічної політики, ступінь реалізації якої безпосередньо впливає на стан та технічне оснащення Збройних Сил та залежить від багатьох складових, що створюють як позитивний, так і негативний вплив на стан та подальший розвиток ЗС. Найголовнішу роль у цьому процесі відіграє фінансування потреб ЗС у необхідному обсязі, а також наукове обґрунтування середньострокових та довгострокових планів розвитку ОВТ ЗС України. Під час їх розроблення необхідно ґрунтуватись на потребах забезпечення необхідного рівня обороноздатності шляхом пошуку оптимального балансу між оборонними потребами й економічними можливостями держави, з одного боку, та бойовими й технічними характеристиками зразків озброєння і військової техніки, з другого боку. Саме від стану фінансування оборонних потреб і залежить ступінь виконання завдань із оснащення ЗС України ОВТ. При цьому виникає завдання щодо пошуку найбільш оптимального (доцільного), з воєнної та економічної точки зору, шляху забезпечення ЗС України зразками ОВТ. Сьогодні вже не можна розраховувати тільки на інтуїцію та минулий досвід, тому саме в удосконаленні механізмів прийняття обґрунтованих рішень щодо розвитку ОВТ ЗС України приховані резерви економії матеріальних та фінансових ресурсів. Цей процес має ґрунтуватися на точних розрахунках, глибокому та всебічному економічному аналізі, а рішення повинні бути науково обґрунтованими, мотивованими, оптимальними. Проведені дослідження показують, що під час бойового застосування військ може виникнути певна кількість проблемних питань щодо їх забезпечення необхідною кількістю працездатних ОВТ та витратних МтЗ, що впливає на рівень боєздатності з’єднань (частин). Для забезпечення необхідного рівня боєздатності військових

формувань необхідно мати відповідний методичний апарат обґрунтування необхідної кількості працездатних ОВТ, запасів витратних матеріально-технічних засобів. Таким чином, необхідністю визначення заходів логістичного забезпечення, які забезпечували б з'єднання (частини) необхідною кількістю технічно готових ОВТ з метою підтримання боєздатності військ (сил) на заданому рівні з урахуванням виділеного фінансового ресурсу є важливим завданням.

**Методологічна основа (Methodological Framework)**

Найважливішим завданням у процесі створення сучасної системи логістичного забезпечення ЗС України є побудова цієї системи з єдиних методологічних, зокрема, теоретичних позицій. Однією з причин невиправданої різноманітності побудови системи логістичного забезпечення у видах Збройних Сил, а також у родах військ, спеціальних військах є відсутність єдиного сучасного методичного апарату обґрунтування вимог до можливостей таких найважливіших функціональних складових цієї системи, якими є системи забезпечення військ ОВТ, витратними матеріально-технічними засобами. Мова йде не про особливості функціонування цих систем забезпечення у тому чи іншому виді ЗС, роді військ, спеціальних військах. Такі особливості є, але вони проявляються не на рівні методичного апарату обґрунтування вимог до можливостей даних систем, бо в загальному випадку їх функціонування підпорядковано практично однаковим закономірностям. Це пов'язане з тим, що розвиток систем логістичного забезпечення та теоретичних положень стосовно зовсім однакових за своєю суттю завдань логістичного забезпечення здійснювався із відомчих, не завжди передових позицій. Працездатний зразок ОВТ – це стан зразка, в якому значення всіх основних параметрів, що характеризують здатність зразка виконувати задані функції, відповідають вимогам технічної документації. Якщо працездатний зразок ОВТ має установлений запас ресурсу, заправлений, забезпечений запасними інструментами та приладдям і належним боєзапасом, підготовлений до виконання покладених на нього завдань, то він стає технічно готовим. Тобто ми повинні вести мову не лише про забезпечення військ (сил) зразками ОВТ, а й про забезпечення цих зразків необхідною кількістю запасів витратних матеріально-технічних засобів, у першу чергу боєприпасами та пальним. Зрозуміло, що необхідна величина запасів ракет і боєприпасів, пально-мастильних матеріалів, наприклад, до початку операції (бою), має узгоджуватися як з їх плановаими витратами і прогнозованими втратами при виконанні наступних бойових завдань військами, так і з очікуваною кількістю боєздатних зразків ОВТ. Очевидно, що все це не сприяє побудові раціональної системи логістичного забезпечення. Розроблення нових методів, способів, які описують процес функціонування системи логістичного забезпечення, є вкладом в методологію обгрунтуваввння системи логістичного забезпечення військ (сил). Вони уточнюють та розвивають певні теоретичні положення щодо системи логістичного забезпечення, розвивають сучасний методичний апарат, який може використовуватися при обґрунтуванні вимог до систем забезпечення, наприклад, ОВТ, ракетами і боєприпасами, іншими МтЗ, функціонуючих в інтересах певних видів ЗС, родів військ, спеціальних військ і ЗС у цілому. Питання забезпечення військ озброєнням, іншими матеріально-технічними засобами вирішуються з появою військових структур. Цим питанням присвячено багато досліджень, навчань, навчальних програм. Так питання забезпечення військ ОВТ, іншими матеріально-технічними засобами розглядалися в [8], [9], [24]. У цих роботах розроблено теоретичні засади щодо забезпечення військ сил необхідною кількістю зразків ОВТ та витратних матеріально-технічних засобів. Ці питання також розглядалися в [3], [8], [17]. У цих роботах розглядалися питання забезпечення військ як зразками ОВТ, так і витратними МтЗ. Дослідження проводилися не лише щодо забезпечення частин (підрозділів) ОВТ, МтЗ, а й щодо забезпечення угруповань військ [13]. Було проаналізовано ряд досліджень, присвячених забезпеченню військ (сил) необхідною кількістю витратними МтЗ [18], [19], [20], створенню їх запасів [21] та їх ешелонуванню [22]. Забезпечення військ (сил) ОВТ відбувається також шляхом створення резервів. Під час підготовки матеріалів статті були проаналізовані

джерела, присвячені цьому питанню [4], [5]. Забезпечення ОВТ, витратними МтЗ відбувається не лише з'єднань (частин, підрозділів), а й інших військових формувань. Було проаналізовано питання забезпечення Сил територіальної оборони [7]. Оскільки у статті йшла мова про вартість придбання, утримання та застосування зразків ОВТ, то це питання також вивчалося [6]. Забезпечення військ працездатними зразками ОВТ проводиться для досягнення певного рівня боєздатності військ. Питанню забезпечення боєздатності військ присвячена значна кількість публікацій, зокрема [25]. Як бачимо, досліджуваному у статті питанню дослідники приділяють значну увагу. Таким чином, аналіз останніх досліджень і публікацій, спрямованих на обґрунтування рекомендацій щодо забезпечення необхідного рівня боєздатності військ засвідчив, що нині є значна кількість методів та методик розрахунку потреби військ у працездатних ОВТ, однак залежність рівня боєздатності військ від укомплектованості військових формувань ОВТ у них розглядалася, як правило, як лінійна функція. Аналіз останніх досліджень і публікацій, спрямованих на обґрунтування рекомендацій щодо забезпечення необхідного рівня боєздатності військ засвідчив, що нині є значна кількість методів та методик розрахунку потреби військ у працездатних ОВТ, але залежність рівня боєздатності військ від укомплектованості військових формувань ОВТ у них розглядалася, як правило, як лінійна функція. Методичний апарат для обґрунтування заходів логістичного забезпечення для підтримання необхідного рівня боєздатності військ (сил) за укомплектованістю ОВТ, з урахуванням виділеного фінансового ресурсу, повинен базуватися на наукових підходах із застосуванням сучасних математичних моделей.

**Результати і обговорення (Results and Discussions)**

Ефективність функціонування системи забезпечення військ працездатними ОВТ визначається низкою показників. Узагальненим є показник, який характеризує досяжний рівень забезпеченості військ працездатними ОВТ у той чи інший період операції – *коефіцієнт збереження ефективності бойового застосування військ за рівнем забезпеченості їх працездатними ОВТ* ($K_{зе\ о}$), який обчислюється як відношення поточної кількості $N$ працездатних зразків ОВТ у певний період часу до кількості $N_o$ таких зразків, створеної на початок операції (бою).

Для успішного виконання військами поставлених перед ними бойових завдань потрібно знати, а скільки ж їм потрібно ОВТ протягом операції тривалістю $T$ діб? Очевидно, що виконання цих завдань бойовими військовими формуваннями обумовлюється, перш за все, їх вогневим впливом на противника, що знижує його бойовий потенціал за рахунок знищення його бойових засобів. Це веде до зниження середньодобових відносних втрат ОВТ наших військ з прогнозованих $\beta'_o$ до припустимих $\beta_{\text{П}} \le \beta'_o$. Різниця між $\beta'_o - \beta_{\text{П}}$ характеризує необхідну величину так званого відверненого збитку наших військ для успішного вирішення ними бойових завдань – виконання умови: $K_{зе\ о} \ge K^{вим}_{зе\ о}$, де $K^{вим}_{зе\ о}$ – задане (яке вимагається) значення коефіцієнта збереження ефективності бойового застосування військ за рівнем забезпеченості їх ОВТ. Досвід військ, забезпечених ОВТ у кількості $N_o$ од., свідчить про те, що ця умова може порушуватися вже за кілька діб операції, сучасних бойових дій, не виконуватися протягом всієї операції тривалістю $T$ діб. Для більш активного вогневого впливу на противника з метою досягнення більшого відверненого збитку своїх військ до початку бойових дій потрібно мати більшу кількість ОВТ $N^{вим}_{o}$.

Відношення поточної кількості ОВТ військового формування до кількості ОВТ на початок операції (штатної кількості ОВТ) буде дорівнювати відношенню відповідних цим ОВТ затрат на їх придбання, утримання і застосування.

Рівень боєздатності військового формування залежно від його укомплектованості ОВТ

визначається з допомогою формули:

$$K_{зео} = \frac{N}{N_O} = \frac{N_O \cdot (1 - \beta'_O \cdot T)}{N_O} = \frac{C}{C_O} = \frac{c_{пр} \cdot N_O \cdot (1 - \beta'_O \cdot T)}{c_{пр} \cdot N_O} \geq$$

$$\geq K_{зеос}^{вим} = \frac{C_O^{вим}}{C_O} - \beta_O^{'} T, \qquad (1)$$

де $\beta_O^{'}$ – середньодобові відносні втрати ОВТ;

$T$ – тривалість операції;

$C$ – затрати на придбання, утримання і застосування поточної кількості працездатних ОВТ;

$C_O$ — затрати на придбання, утримання і застосування штатних ОВТ;

$c_{пр}$ – вартість 1 працездатного зразка ОВТ;

$K_{зеос}^{вим}$ – задане (яке вимагається) значення коефіцієнта збереження ефективності бойового застосування військ за рівнем забезпеченості їх працездатними ОВТ з урахуванням затрат (витрат фінансових ресурсів);

$C_O^{вим}$ — затрати на придбання, утримання і застосування $N_O^{вим}$ ОВТ.

Вийти на той чи інший рівень забезпеченості військ ОВТ можна тільки шляхом збільшення кількості зразків ОВТ, тобто збільшення відношення $C_O^{вим} / C_O$ , що пов’язано з наявними для цього коштами.

Графік залежності (1) є лінійним – пряма лінія.

На практиці залежність рівня боєздатності військового формування від відношення поточної кількості ОВТ військового формування до кількості ОВТ на початок операції (відношення відповідних цим ОВТ затрат на їх придбання, утримання і застосування), як правило, має нелінійний характер.

У цій статті розглянемо випадок, коли зазначена залежність описується нелінійною *S*-подібною функцією:

$$K_{зеос}^{вим} = \frac{N_\delta}{N_O^{вим}} = 1 - e^{-\lambda \cdot (\frac{C_O^{вим}}{C_O})^{\kappa}}, \qquad (2)$$

де $N_\delta$ – поточна кількість ОВТ військового формування з урахуванням відверненого збитку;

$N_O^{вим}$ – потрібна (яка вимагається) кількість ОВТ військового формування до початку бойових дій з урахуванням відверненого збитку,

яка має увігнуту і випуклу ділянки кривої залежно від співвідношення $\frac{C_O^{вим}}{C_O}$ .

Точка $\frac{C_O^{вим}}{C_O} = (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_0$, яка відокремлює випуклу частину безперервної кривої ( $f(K_{зеос}^{вим} = f \cdot \frac{C_O^{вим}}{C_O})$ від ввігнутої, називається точкою перегину, яка може мати різні значення залежно від характеру поведінки функції $K_{зеос}^{вим} = f \cdot \frac{C_O^{вим}}{C_O}$ .

Наявність точки перегину $(\frac{C_o^{вим}}{C_o})_o$ виявляється по зміні знаку другої похідної $f''(\frac{C_o^{вим}}{C_o})$ при переході через значення $\frac{C_o^{вим}}{C_o} = (\frac{C_o^{вим}}{C_o})_0 = x = x_o$, де $x = \frac{C_o^{вим}}{C_o}$ .

Зокрема**,** для функції

$$K_{зео\ с}^{вим} = \frac{N_\delta}{N_o^{вим}} = 1 - e^{-\lambda \cdot (\frac{C_o^{вим}}{C_o})^{\kappa}} = 1 - e^{-\lambda \cdot x^{\kappa}} = K_{зео\ с}^{вим}(x)$$

з урахуванням того, що її перша похідна, виходячи з виду прийнятої функції, повинна бути позитивною:

$$\frac{d\ K_{зе\ о\ с}^{вим}(x)}{d\ x} = K_{зео\ с}^{вим\prime}(x) = (1 - e^{-\lambda \cdot x^{\kappa}})' = (1 - e^{-\lambda \cdot X})' = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot X} \cdot (x^{\kappa})' =$$

$$= \lambda \cdot \kappa \cdot x^{\kappa - 1} \cdot e^{-\lambda \cdot x^{\kappa}} > 0,$$

координати точки перегину, у якій друга похідна повинна бути рівна нулю, знаходяться з рівняння другої похідної розглядуваної функції $K_{зео\ с}^{вим}(x)$:

$$\frac{d}{d\ x}\left[\frac{d\ K_{зе\ о\ с}^{вим}(x)}{d\ x}\right] = \frac{d^2\ K_{зе\ о\ с}^{вим}(x)}{d\ x^2} = K_{зео\ с}^{вим\prime\prime}(x) =$$

$$= \lambda \cdot \kappa \cdot (\kappa - 1) \cdot x^{\kappa - 2} \cdot e^{-\lambda \cdot x^{\kappa}} - \lambda \cdot \kappa \cdot x^{\kappa - 1} \cdot \lambda \cdot \kappa \cdot x^{\kappa - 1} \cdot e^{-\lambda \cdot x^{\kappa}} =$$

$$= \lambda \cdot \kappa \cdot x^{\kappa - 1} \cdot e^{-\lambda \cdot x^{\kappa}} \cdot \left[(\kappa - 1) \cdot \frac{x^{\kappa - 2}}{x^{\kappa - 1}} - \lambda \cdot \kappa \cdot x^{\kappa - 1}\right] = 0$$

або

$$\left[(\kappa - 1) \cdot \frac{x^{\kappa - 2}}{x^{\kappa - 1}} - \lambda \cdot \kappa \cdot x^{\kappa - 1}\right] = 0,$$

звідки

$$x^{\kappa} = \frac{\kappa - 1}{\kappa \cdot \lambda},$$

а значить, абсциса точки перегину рівна:

$$x = x_o = \frac{C_o^{вим}}{C_o} = (\frac{C_o^{вим}}{C_o})_0 = \sqrt[\kappa]{\frac{\kappa - 1}{\kappa \cdot \lambda}} = (\frac{\kappa - 1}{\kappa \cdot \lambda})^{\frac{1}{\kappa}}. \quad (3)$$

Як видно, функція

$$K_{зео\ с}^{вим}(x) = 1 - e^{-\lambda \cdot x^{\kappa}} = 1 - e^{-\lambda \cdot (\frac{C_o^{вим}}{C_o})^{\kappa}}$$

має тільки 1 точку перегину

$$x_O = (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_0 = \sqrt[к]{\frac{к - 1}{к \cdot \lambda}} = (\frac{к - 1}{к \cdot \lambda})^{\frac{1}{к}}.$$

Значення розглядуваної функції в точці перегину

$$K_{зео\ с}^{вим}(x = x_O) = 1 - e^{- \lambda \cdot x_O^к} = 1 - e^{- \frac{к - 1}{к}},$$

не залежить від значення параметра $\lambda$, а визначається тільки величиною показника степеня $к$ .

Тим самим, вибрана величина параметра $к$ визначає ординату $K_{зео\ с}^{вим}(x = x_O)$ точки перегину $x_O = (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_0$ кривої $K_{зео\ с}^{вим}(x = x_O)$, а також досяжний рівень боєздатності $K_{зео\ с}^{вим}(x = x_O)$ залежно від співвідношення $\frac{C_O^{вим}}{C_O}$ Причому, зі збільшенням параметра $к$ значення $K_{зео\ с}^{вим}(x = x_O) = 1 - e^{- \frac{к - 1}{к}} = 1 - \frac{1}{e^{\frac{к - 1}{к}}}$ у точці перегину зростає і навпаки.

Тоді, по відомих значеннях $к$, а також $x = x_O = \frac{C_O^{вим}}{C_O} = (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_0$ може бути визначений другий параметр функції $K_{зео\ с}^{вим}(x)$:

$$\lambda = \frac{к - 1}{к \cdot x_O^к} = \frac{к - 1}{к \cdot (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_O^к} \quad . \tag{4}$$

Тим самим, вибрана величина параметра $\lambda$ впливає на положення абсциси $x = x_o$ точки перегину.

При заданому $к$ зі збільшенням параметра $\lambda$ зменшується абсциса точки перегину $x_O = (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_0 = \sqrt[к]{\frac{к - 1}{к \cdot \lambda}} = (\frac{к - 1}{к \cdot \lambda})^{\frac{1}{к}}$ , і навпаки, відбувається зміщення цієї точки і кривої $K_{зео\ с}^{вим}(x)$ вліво, графік функції $K_{зео\ с}^{вим}(x = x_O) = 1 - e^{- \lambda \cdot x_O^к} = 1 - e^{- \frac{к - 1}{к}}$ при збільшенні параметра λ притискається до осі ординат $K_{зео\ с}^{вим}(x)$, зберігаючи в цій точці $(x = x_o)$ значення $к$, що закономірно.

З другого боку, при зміні абсциси $x_O = (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_0 = \sqrt[к]{\frac{к - 1}{к \cdot \lambda}} = (\frac{к - 1}{к \cdot \lambda})^{\frac{1}{к}}$ точки перегину, а значить і при зміні параметра $\lambda$ значення функції $x_O = (\frac{C_O^{вим}}{C_O})_0 = \sqrt[к]{\frac{к - 1}{к \cdot \lambda}} = (\frac{к - 1}{к \cdot \lambda})^{\frac{1}{к}}$ в точці перегину не змінюється.

Прийнятні значення параметрів $\kappa$, $\lambda$ функції $K^{вим}_{зео\ с}(x) = f(\frac{C_o^{вим}}{C_o}) = 1 - e^{-\lambda \cdot (\frac{C_o^{вим}}{C_o})^{\kappa}}$ можуть вибиратися з наступних міркувань:

якщо спостереження показали, що абсцисі точки перегину $x = x_O = (\frac{C_o^{вим}}{C_o})_0$, рівній, наприклад, 1, відповідає, наприклад, ордината $K^{вим}_{зео\ с} = 0,4$ (ці цифри можуть уточнятися), а значить, з раніше наведеного рівняння для точки перегину

$$K^{вим}_{зео\ с}(x = x_O) = 1 - e^{-\lambda \cdot x_O^{\kappa}} = 1 - e^{-\frac{\kappa - 1}{\kappa}} = 0,4\ ,$$

маємо:

$$\kappa = 2,04\ , \tag{5}$$

яке приймається справедливим для всіх поточних значень $x = (\frac{C_o^{вим}}{C_o})_0$;

тоді, при $x = x_O = \frac{C_o^{вим}}{C_o} = 1$ і у відповідності з отриманим виразом $\lambda = \frac{\kappa - 1}{\kappa \cdot x_O^{\kappa}} = \frac{\kappa - 1}{\kappa \cdot (\frac{C_o^{вим}}{C_o})_o^{\kappa}}$ (4) маємо:

$$\lambda = \frac{\kappa - 1}{\kappa \cdot x_O^{\kappa}} = \frac{\kappa - 1}{\kappa} = 0,51, \tag{6}$$

яке приймається справедливим також для всіх поточних значень $x = \frac{C_o^{вим}}{C_o}$.

Значення $K^{вим}_{зео\ с} = \frac{N_\delta}{N_O^{вим}} = 1 - e^{-\lambda \cdot (\frac{C_o^{вим}}{C_o})^{\kappa}}$ при отриманих $\kappa$ = 2,04, $\lambda$ = 0,51 і різних $\frac{C_o^{вим}}{C_o}$ наведені в табл.1 та відображені на рис.1.

**Таблиця 1.** Значення $K^{вим}_{зе\ о\ с}$ (за $\kappa$ = 2,04, $\lambda$ = 0,51 і різних $\frac{C_o^{вим}}{C_o}$)

| Показник | Можливі значення $C_o^{вим} / C_o$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 |
| $K^{вим}_{зе\ о\ с}$ | 0,28 | 0,40 | 0,52 | 0,64 | 0,74 | 0,82 | 0,87 | 0,92 | 0,95 |

Таким чином, для кожних фіксованих значень $\kappa$ і $\lambda$ буде побудовано окрему криву залежності (2).

Знаючи поточну та штатну кількість ОВТ (затрати на їх придбання, утримання і застосування), можна по графіку визначити досяжний рівень боєздатності військ. Прийнятні

значення цього рівня, як бачимо, можуть бути, коли відношення $C_O^{вим} / C_O$ буде більшим за 1. Це зумовлено тим, що під час розрахунків ураховувалася певна кількість зразків ОВТ, які необхідні для забезпечення заданого рівня попередженого збитку військового формування і додаються йому до штатної чисельності ОВТ.

Якщо військове формування буде укомплектоване ОВТ на рівні штатної кількості, то його боєздатність за операцію становитиме 0,4.

Для досягнення рівня боєздатності військового формування за операцію тривалістю *T* діб, наприклад, 0,74, потрібно, щоб відношення $C_O^{вим} / C_O$ становило 1,6.

Якщо для забезпечення військового формування ОВТ виділяються певні кошти, то з графіка можна визначити, які кошти потрібні для забезпечення визначеного рівня боєздатності військ. Так, якщо $C_O^{вим} = C_O$ , то рівень боєздатності військового формування на кінець операції тривалістю *T* діб становитиме 0,4.

Також можна визначити, який рівень боєздатності військового формування можна досягти, знаючи кількість виділених коштів. Якщо $C_O^{вим} = 1,4C_O$ , то досяжний рівень боєздатності військового формування на кінець операції становитиме 0,64.

На рис. 1 пунктиром для порівняння показано пряму лінію, яку отримують за лінійної залежності між $K_{зе\ о\ с}^{вим}$ та $C_O^{вим} / C_O$ .

Аналіз досліджень, публікацій, присвячених питанням забезпечення військ ОВТ, витратними МтЗ з метою підтримання боєздатності військ на рівні, не нижче заданого показав, що система логістичного забезпечення військ є складною системою [2]. Під час проведення досліджень використовувалося декілька показників: необхідна кількість зразків ОВТ, потрібна кількість витратних МтЗ, вартість придбання, утримання та застосування зразків ОВТ, рівень боєздатності військ і ін. Тобто, для вироблення рішення щодо забезпечення військ ОВТ використовується багато критерії. У
зв’язку з цим було проаналізовано ряд джерел [1], [15], [16] щодо використання багатокритерійних методів для прийняття рішень. Цьому питанню також присвячені праці дослідника Потьомкіна М.М. [10], [11], [12]. Таким чином, проаналізувавши порядок забезпечення військ зразками ОВТ, методичний апарат обгрунтуваввння необхідної кількості ОВТ для забезпечення заданого рівня боєздатності військових формувань, у статті запропоновано спосіб визначення необхідної кількості працездатних зразків озброєння та військової техніки для забезпечення заданого рівня боєздатності військового формування на базі використання нелінійної залежності рівня боєздатності військового формування від відношення поточної кількості ОВТ військового формування до кількості ОВТ на початок операції (або відношення їх вартостей). Використання нелінійної залежності дозволяє отримати більш коректні значення проведених розрахунків порівняно з розрахунками, проведеними з використанням лінійної залежності. Побудований графік (рис. 1) дозволяє досить просто визначати рівень боєздатності військ залежно від виділених коштів на придбання, утримання та застосування зразків ОВТ, що значно пришвидшує проведення розрахунків.

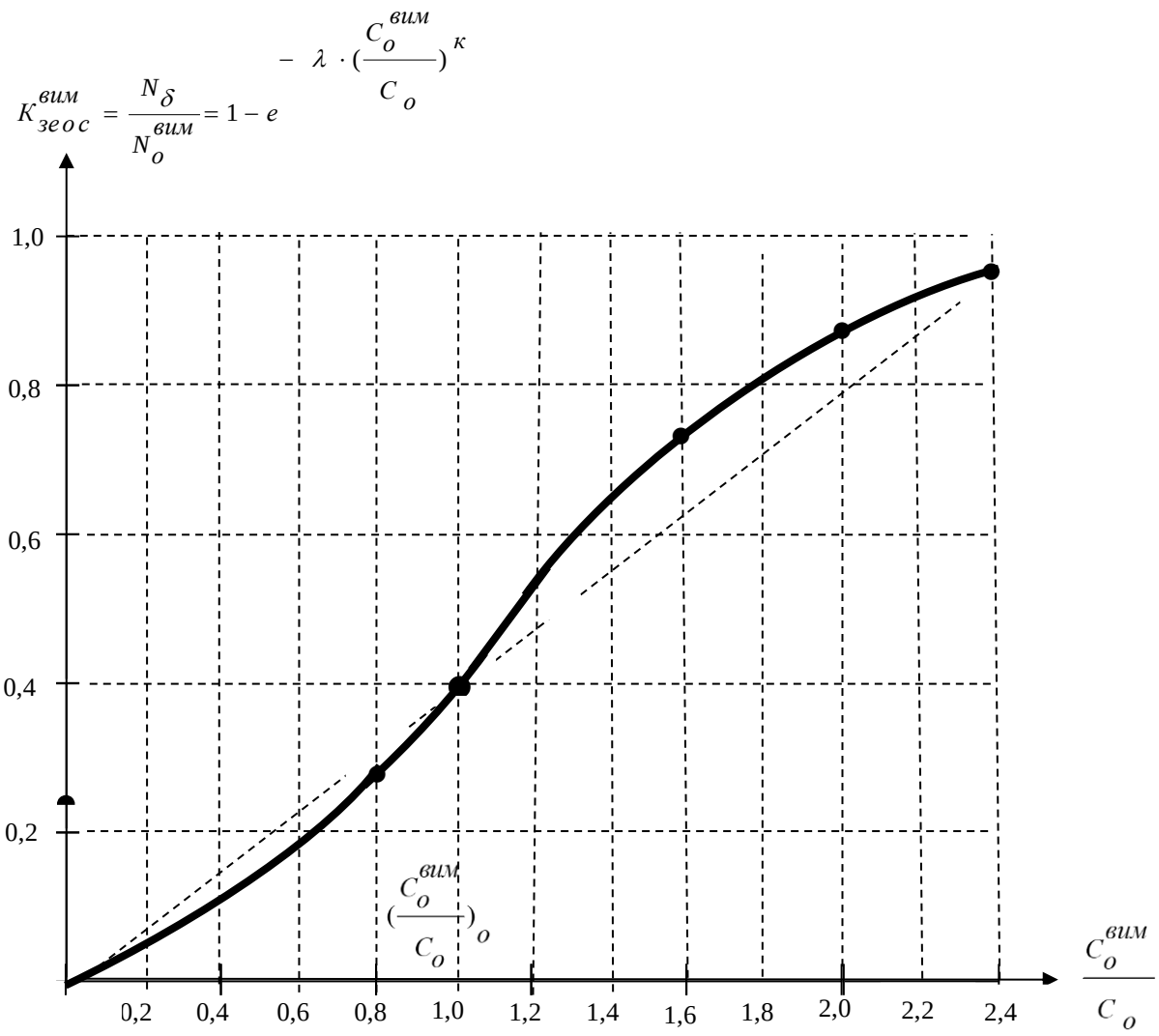



**Рисунок 1.** Графік залежності $K_{зеос}^{вим} = \frac{N_\delta}{N_o^{вим}} = 1 - e^{-\lambda \cdot (\frac{C_o^{вим}}{C_o})^к}$

**Висновок (Conclusion)**

Наведений спосіб визначення необхідної кількості працездатних зразків ОВТ військового формування дозволяє забезпечити потрібний рівень боєздатності цього формування, оцінити достатність виділених коштів для забезпечення військ необхідною кількістю ОВТ у випадку нелінійної залежності коефіцієнта $K_{зеос}^{вим}$ від виділених коштів.

Перспективами подальших досліджень є удосконалення методичного апарату для обґрунтування необхідних обсягів витратних матеріально-технічних засобів для забезпечення ОВТ з метою підтримання заданого рівня боєздатності військового формування.

**Використані джерела (References)**


1. Dublian, O. V., Homchak, R. B., & Potemkin, M. M. (2019). An approach to the development, improvement and modification of multi-criteria decision-making methods. *Cybernetics and system analysis, 55* (6), 99–109.
2. Dublian, O. V., Homchak, R. B., & Potemkin, M. M. (2020). The decision support system for solving multi-criteria problems in complex systems research. *Cybernetics and system analysis, 56* (2), 141–148.
3. Romanchenko, I., Shuenkin, V., Mozharovskiy, V., & Homchak, R. (2023). *Quantitative assessment of branches of the armed forces contribution, as a result of combat operations of a military formation of a certain level of subordination*. NAA AF of Ukraine.
4. Korniychuk, S. P., & Dublian, O. V. (2020). Recommendations on workable weapons and military equipment' size of the reserve to maintain the effectiveness of combat employment of the created group of troops at a given level. *The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, 2* (93), 192–201.
5. Korniychuk, S. P. (2019). Approach to determining the size of the reserve of combat-ready weapons and military equipment to maintain the effectiveness of combat employment of troops at a given level. *The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, 5* (91), 40–149.
6. Korniychuk, S. P. (2019). Approach to calculating the necessary funding for the acquisition, maintenance and use of weapons and military equipment of military formations in order to ensure the required level of combat capability of troops (forces). *Collection of scientific papers of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, 66*, 105–113.
7. Kudrytskyi, M. O., & Malygon, V. L. (2022). Problematic issues of organising logistics support of the Territorial Defence Forces of Ukraine during the repulse of armed aggression and ways to solve them. *Collection of scientific articles of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, 4* (103), 120–131.
8. Romanchenko, I. S., Shuenkin, V. O., Sakovskyi, H. A., & Godz, S. V. (2019). *Mathematical foundations of the theory of troop maintenance by the degree of their readiness*. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
9. Romanchenko, I. S., Zakusylo, P. S., Kharchenko, V. P., Kozachuk, V. L., Shuenkin, V. O., Pavlovskyi, O. V., Tregubenko, S. S., Kudrytskyi, M. O., & Khazanovich, O. I. (2022). *Fundamentals of Military Theoretical Studies. New Realities and Technologies.* (Vol. 3). *Research of the problems of logistics support of troops.*
10. Potemkin, M. M. (2018). Evaluation of the validity of multi-criteria decision-making. *Cybernetics and system analysis, 54* (6), 89–95.
11. Potemkin, M. M., Sedlyar, A. A., Deinega, O. V., & Kravets, O. P. (2020). Comparison of methods used in decision-making to obtain values of the importance coefficients of indicators characterising a complex system. *Cybernetics and System Analysis, 56* (6), 149–159.
12. Potemkin, M. M., Sedlyar, A. A., Sirchenko, R. S., & Ishchenko, O. M. (2022). Fuzzy complex ranking method and its use for multicriteria comparison of alternatives. *Cybernetics and system analysis, 58* (3), 81–88.
13. Romanchenko, I. S., & Shuenkin, V. O. (2020). *Development of the theory of contributions of military formations from the created group of troops to ensure their combat capability during hostilities.* Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
14. Romanchenko, I. S., Shuenkin, V. O., Homchak, R. B., Tregubenko, S. S., Marko, I. Y., Zakusylo, P. S., & Khazanovych, O. I. (2019). *Development of the theory of logistics of troops.* Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
15. Romanchenko, I. S., Potemkin, M. M., Kravets, O. P., & Sedlyar, A. A. (2023). Approach to assessing the stability of solutions obtained by multicriteria methods to errors in the values of the importance coefficients of indicators. *Cybernetics and System Analysis, 59* (3), 115–126.
16. Svyda, I. Y., & Potemkin, M. M. (2018). Multicriteria decision-making based on the use of a set of optimisation methods. *Cybernetics and system analysis, 54* (4), 91–97.

17. Romanchenko, I. S., Shuenkin, V. O., & Mozharovskiy, V. M. (2017). *The theory of prevented damage.*
18. Khazanovich, O. I., & Kudritskiy, M. O. (2020). Determination of the volume of fixed stocks of material and technical assets during successive operations of an operational group of troops. *Collection of scientific papers of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, 1* (91), 312–324.
19. Khazanovich, O. I., & Kudritskiy, M. O. (2021). Logistic partial differential equation for determining the rational placement and change in the volume of stocks of material resources. *Cybernetics and System Analysis, 57* (2), 167–169.
20. Khazanovich, O. I., Movchan, O. M., & Kudritskiy, M. O. (2019). Solving the logistic differential equation in partial derivatives. *Collection of scientific papers of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*, *2* (88), 102–107.
21. Khazanovich, O. I., Movchan, O. M., & Kudritskiy, M. O. (2019). Logistic differential equation in partial derivatives for determining the order of echeloning and changing the volume of fixed stocks of material and technical assets during hostilities. *Collection of scientific articles of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*, *1* (87), 110–114.
22. Khazanovich, O. I., Movchan, O. M., & Kudritskiy, M. O. (2019). Substantiation of the order of echeloning and change in the volume of fixed stocks of material and technical assets during hostilities using the logistic differential equation in partial derivatives. *Collection of scientific papers of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*, *3* (89), 312–324.
23. Khazanovich, O. I., Movchan, O. M., & Kudritskiy M. O. (2019). Calculation of changes in the volume of fixed stocks of material and technical assets during hostilities using the solution of the logistic differential equation in partial derivatives. *Collection of scientific articles of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*, *4*, 312–324.
24. Kharchenko, V. P., Fedchenko, O. V., Levchenko, O. V., & Ilyashov, O. A. (2020). Approach to assessing the effectiveness of providing troops with technically ready-made samples of weapons and military equipment. *Scientific Proceedings of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*, *4* (95), 214–221.
25. Homchak, R. B. (2019). Conceptual Components of Substantiation and Determination of the Contribution of Branches (Services) to the Required Level of Combat Capability of the Armed Forces of Ukraine in Their Use (Repulsion of Armed Aggression). *Collection of Scientific Proceedings of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*, *5* (91), 23–29.