

**Оценка характеристик поиска правонарушителя за вызовом с применением беспилотного летательного аппарата**

И.И. Балицкий, М.И. Лысый, Ю.А. Бабий, В.В. Полищук

Проведено оцінку характеристик пошуку правопорушителя за вызовом с применением беспилотного летательного аппарата при условиях, что известны начальные координаты пребывания и направление движения правонарушителя государственной границы.

Впервые осуществлено оцінку возможностей применения пошуку правопорушителя беспилотным летательным аппаратом в режиме пошуку за вызовом. Сущность научной новизны заключается в определении ширины полукруговых галсов и их количества, радиуса траектории галса во время пошуку правопорушителя за вызовом и количества галсов за их максимальным номером. Это разрешит разработать предложения относительно выбора БПЛА и применения их для пошуку правопорушителя за сигналами от технических средств охраны протяжённых участков границы.

Определено условия пошуку правопорушителя при ограниченном времени полёта беспилотного летательного аппарата, что также влияет на обоснование режима пошуку правопорушителя за вызовом.

Установлено, что общее время полёта беспилотного летательного аппарата есть наименее влияющим фактором на ограничение количества галсов траектории пошуку беспилотным летательным аппаратом за указанными исходными данными.

**Ключевые слова:** оценка характеристик, беспилотный летательный аппарат, поиск за вызовом.

**Evaluation of the characteristics of on-call search for violators using unmanned aircraft flight**

I. Balytskyi, M. Lysyi, Y. Babiy, V. Polishchuk

Evaluation of the characteristics of search for violators on an on-call basis with the use of unmanned aircraft flight on conditions that the initial coordinates and direction of movement of a border violator are known has been conducted.

Assessment of unmanned aircraft flight capabilities in an on-call mode while searching for trespassers has been carried out for the first time. The essence of scientific novelty consists in determining the width of the semicircular tacks and their number, the radius of tacks trajectory during search for violators in an on-call mode as well as the number of tacks and their maximum number. This enables working out of the suggestions regarding the choice of UAV's and their use in finding violators after receiving the signals from technical means used in guarding of extended sectors of the border.

Conditions of the search for violators under limited time of unmanned aircraft flight, which also affects selection of the search mode on an on-call basis, have been determined.

It was determined the total time of unmanned aircraft flight is least influenced factor of restriction the trajectory tacks number of searching by unmanned aircraft in accordance with data mentioned.

**Keywords:** assessment of capabilities, unmanned aircraft flight, on-call search.

УДК 623.488

Л.В. Корчак<sup>1</sup>, Ю.М. Корчак<sup>2</sup>, Ю.М. Фургала<sup>2</sup><sup>1</sup>Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ І ПРИСТРОЇВ ОПТОЕЛЕКТРОНІКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК**

Описано удосконалену методику визначення кута розбіжності лазерного пучка, розташування площини найкращого зображення та фокальної площини оптичного об'єктива з використанням фотодіода. Запропоновані експериментальні рішення дозволяють підвищити точність вимірювання наведених параметрів та характеристик і можуть знайти своє подальше застосування в лабораторних практикумах з фізичних дисциплін під час навчання курсантів вищих військових навчальних закладів.

**Ключові слова:** кутова розбіжність лазерного пучка, фокусна відстань, площина найкращого зображення, фотодіод, оптичний об'єктив, растровий модулятор, перша гармоніка.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень та публікацій**

Сьогодні пристрої та засоби оптоелектроніки як галузі науки, що утворилась на перетині оптики

та електроніки, досить широко використовують у повсякденному житті. Відомо, що у військовій справі усе ширшого використання набувають лазери (у лазерних прицілах, лазерних системах наведення тощо) та різного типу оптичні системи (системи

фото- і відеоспостереження, оптичні приціли у різних видах зброї тощо), в яких основним елементом є об'єкти. Тому коректне і точне визначення параметрів лазерного випромінювання, характеристик оптичних об'єктивів має вагомое значення при подальшому їх використанні. Наприклад, кут розбіжності лазерного випромінювання досить легко визначити, виміривши поперечний перетин лазерного пучка на двох відстанях від виходу лазера. Однак вимірювання лінійкою діаметра плями у поперечному перетині пучка [1] ускладнюється тим, що пляма не має чітких країв і, як наслідок, вноситься похибка у кінцевий результат. Подібно до цього неможливо точно визначити фокусну відстань оптичного об'єктива, використовуючи лінійку та формулу лінзи [2, 3], оскільки положення фокуса не є точкове на оптичній осі, а має дещо протяжний характер внаслідок накладання аберацій лінз (сферичної, хроматичної, а при косому падінні променів – астигматизму). Хоча сьогодні вже можна зустріти й інші підходи для визначення фокусної відстані оптичних об'єктивів, дещо відмінні від класичних, зокрема, з використанням багатоеlementних приймачів випромінювання та різних фільтрів [4].

**Мета роботи.** Розгляд можливості використання фотодіода як оптоелектронного пристрою для точнішого визначення кута розбіжності лазерного променя, площини найкращого зображення та фокусної відстані об'єктива, що в подальшому можна використати у лабораторному практикумі з фізики у навчальному процесі курсантів військових навчальних закладів.

## Виклад основного матеріалу

**1. Визначення кута розбіжності лазерного пучка.** До просторових характеристик лазерного випромінювання відносять *кут розбіжності* пучка, істотна мализна якого – це ознака, характерна лише лазерам. Загалом ця розбіжність залежить лише від дифракції на вихідному отворі (діафрагмі резонатора) лазера. Спрямованість випромінювання (розбіжність променя) прямо залежить від довжини тіла активної речовини (відстані між дзеркалами резонатора), адже кут розбіжності  $\varphi \approx (\lambda/l_p)^{1/2}$ , де  $l_p$  – довжина резонатора [5]. Чим більша ця відстань, тим менший кут розбіжності і, отже, тим більше вузько направленим є лазерний промінь. Довжина газорозрядної трубки газового лазера складає, як правило, десятки сантиметрів (часто більш одного метра), що дозволяє одержати промінь з розбіжністю в кілька кутових хвилин. Сучасні технології вирощування кристалів дозволяють одержувати стержні довжиною 250-400 мм, що дає можливість досягати у твердотільних лазерах розбіжності променя в десятки кутових хвилин. У

напівпровідникових же лазерах використовуються кристали розміром  $0,5 \times 0,5$  мм (і менше), тому розбіжність променя, а точніше смужки випромінювання, набагато більша – 20-30 кутових градусів.

Рекордна спрямованість випромінювання лазерів з'являється не в результаті особливих технічних прийомів (скажімо, застосування якісних лінзових систем), які насправді недостатньо ефективні, а завдяки самому характерові лазерного випромінювання (його когерентності). Тут лазерне світло найліпше реалізує теоретичне поняття плоскої електромагнітної хвилі.

Оскільки лазерний пучок має форму конуса, подібного до циліндра, то, знаючи плоский кут конуса  $\omega$ , можна визначити й тілесний кут  $\Omega$  (переважно слабо розбіжного) пучка. Формула має такий вигляд

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos(\omega/2)). \quad (1)$$

За умови  $\omega < 60^\circ$  вираз (1) спрощується

$$\Omega \approx \frac{\pi}{4} \omega^2, \quad (2)$$

де плоский кут  $\omega$  вимірюють у радіанах. Визначити кут  $\omega$  можна згідно з рис. 1 [6]

$$\omega = \frac{D-d}{L-l}. \quad (3)$$

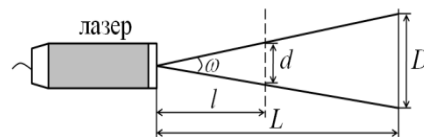


Рис. 1. Визначення кута розбіжності лазерного променя

Для визначення діаметра плями лазерного пучка у цьому випадку використовують фотодіод, який закріплюють на спеціальному столику, що дозволяє реалізувати зміщення фотоприймача у трьох взаємно перпендикулярних напрямках. Спочатку поперечно сканують пляму фотодіодом із насадкою з отвором із кроком, рівним кроку різьби механізму тримача (типово 0,8–1 мм) на відстані  $l$ . Сканування проводять у межах від одного мінімального значення інтенсивності лазерного освітлення на фотодіоді до іншого з переходом через максимум (приблизно 15–20 точок). Інтенсивність випромінювання вимірюють за допомогою відлікового пристрою, приєднаного до фотодіода, наприклад, вольтметра. Далі будують графік залежності інтенсивності лазерного світла від поперечної відстані. Півширина отриманого контуру (ширина на половині висоти) становитиме діаметр плями  $d$ .

Те саме здійснюють і на відстані  $L$  та визначають діаметр плями  $D$ . Кут розбіжності  $\omega$  лазерного пучка визначають за формулою (3), підставляючи експериментально отримані значення  $l, d, L, D$ .

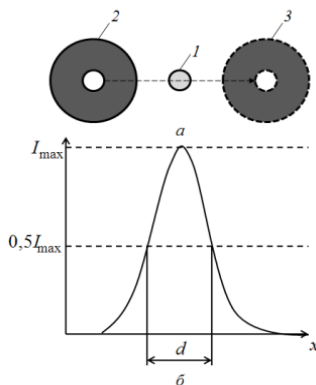


Рис. 2. До методики визначення діаметра світлової плями у перетині лазерного пучка:

- $a$  – поперечне сканування фотодіодом;
- $b$  – визначення діаметра плями з контуру
- ( $l$  – поперечний перетин плями лазерного пучка;
- 2 – початкове положення фотодіода із насадкою з отвором;
- 3 – кінцеве положення фотодіода із насадкою з отвором)

**2. Вимірювання площини найкращого зображення та фокусної відстані об'єктива.** Визначення місця розташування найкращого зображення, утвореного об'єктивом, є одним з основних завдань при досліджуванні якості об'єктива і дозволяє знайти його оптимальні можливості

Як відомо, безабераційний об'єктив утворює зображення нескінченно віддаленого предмета у фокальній (гаусівській) площині. У реальних об'єктів із залишковими абераціями площиною найкращого зображення нескінченно віддаленої світлової точки чи площиною найкращого встановлення прийнято вважати площину, в якій освітленість у центрі світлової плями зображення має найбільше значення. Ця площина в об'єктивах із залишковими абераціями звичайно не збігається з гаусівською площиною зображення, утворюваного параксіальними променями, а також не збігається з площиною найменшого перетину геометричного пучка променів.

Вивчення розподілу освітленості у площині зображення світлової точки і у близьких, паралельних цій площині, перетинах пучка дозволяє більш точно визначити площину найкращого встановлення об'єктива. Для об'єктів, які використовують у приладах візуального спостереження (візорах, прицілах), у художній фотографії, телевізійних камерах, тобто для об'єктів, утворюючих зображення, яке сприймається оком, площиною найкращого

зображення прийнято вважати площину максимального контрасту, а не площину максимального розділення. Це пояснюється тим, що невелике зниження контрасту створює враження нерізкості, а невелике зменшення роздільної здатності при хорошому контрасті практично не має значення. Крім того, при візуальному розгляді важливіша передача великих деталей, ніж дрібних, близьких за розмірами до межі розділу.

У реальних об'єктивів при наявності аберацій розподіл енергії в зображенні залежить як від величини залишкових аберацій, так і від спектрального складу джерела випромінювання. Залежно від приймача, який реєструє енергію в зображенні, розташування площини найкращого зображення може змінюватися, оскільки максимум яскравості центрального кружка для ока і для фотоприймача певного типу може виявитися розташованим не в одній площині через відмінності у спектральній і контрастній чутливості приймачів [7].

Таким чином, важлива умова для знаходження площини найкращого зображення (далі площини зображення) реальних об'єктивів полягає в тому, що реєстрація площини зображення повинна здійснюватися, як правило, приймачем, який застосовують разом з об'єктивом.

Залежно від приймача, який фіксує площину зображення, розрізняють три методи визначення положення площини зображення: візуальний, фотографічний і фотоелектричний. Перші два методи мають ряд недоліків, серед яких слід відзначити суб'єктивність оцінки у визначенні положення площини зображення, трудомісткість процесу, багатократне фокусування об'єктива та інші.

З розвитком електроніки і появою високо-чутливих фотоприймачів стало можливим фіксувати площину зображення об'єктивними (без участі ока в оцінці результатів вимірювання) фотоелектричними методами. *Фотоелектричний метод* базується на перетворенні енергії потоку випромінювання, який проходить через досліджуваний об'єктив, в електричні сигнали. Зміна електричного сигналу за амплітудою пропорційна до освітленості світлового пучка, який утворює зображення. За допомогою фотоелектричного методу визначення площини зображення об'єктивів можна автоматизувати процес вимірювання. При випробуваннях у невидимій області спектра випромінювання фотоелектричний метод є одним з небагатьох методів безпосереднього вимірювання [7].

Існує ціла низка різновидностей схем фотоелектричних установок з різними тест-об'єктами і способів визначення площини зображення. У цій роботі пропонується *схема установки з растровим модулятором*. Ця схема являє собою зацікавлення, оскільки на установках, виконаних за нею, поряд з

визначенням площини зображення можна також визначити і досліджувати інші оптичні характеристики, наприклад, діаметр плями розсіяння, оптичну передаточну функцію, фокусну відстань. Принцип визначення площини зображення полягає у знаходженні такого положення модулюючого растра досліджуваного об'єктива, за якого модуляція світлового потоку випромінювання, обмеженого круглою діафрагмою, буде максимальною. У загальному випадку глибина чи коефіцієнт модуляції  $M$  визначається відношенням найбільшого значення амплітуди модульованого сигналу до величини сигналу до модуляції:  $M = (A_{\max}/A_0)$  (рис. 3). За модуляції радіальною мірою потоку випромінювання, обмеженого круглою діафрагмою, амплітуда сигналу буде максимальною, коли діаметр діафрагми рівний відстані між секторами радіальної міри (растра) на певному фіксованому радіусі  $R$ .

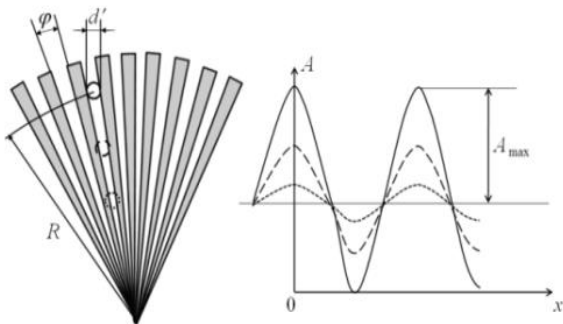


Рис. 3. Принцип визначення площини зображення за максимальною глибиною модуляції за допомогою секторного растра

За подальшого переміщення діафрагми вздовж сектора растра від центру до краю амплітуда сигналу практично залишається незмінною, а змінюється тільки форма сигналу. Тому для фіксування площини зображення досліджуваного об'єктива за максимальним сигналом у схемі установки необхідно, щоб діаметр зображення діафрагми був рівний відстані між секторами на середньому радіусі зони радіального растра, на який проєктують зображення діафрагми (чи був би більшим, але не меншим від неї). Середній радіус зони растра вибирають з умови вимірювань і конструктивних міркувань.

Залежність між діаметром  $d'$  зображення діафрагми і радіусом растра  $R$ , фіксуючим зображення, згідно з рис. 3 буде

$$d' = 2R \sin \frac{\varphi}{2}; \quad \varphi = \frac{\pi}{m}, \quad (4)$$

де  $\varphi$  – кут сектора растра;  $m$  – кількість пар секторів.

Діаметр отвору діафрагми

$$d = d' \frac{f'_{\kappa}}{f'_{об}} = 2R \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \frac{f'_{\kappa}}{f'_{об}}, \quad (5)$$

де  $f'_{об}$  – фокусна відстань досліджуваного об'єктива;  $f'_{\kappa}$  – фокусна відстань об'єктива коліматора.

Для практичного використання формулу (5) за  $\varphi < 10^\circ$  можна представити так

$$d = \frac{\pi R f'_{\kappa}}{m f'_{об}}. \quad (6)$$

Відповідність вимірної фокусної відстані розрахованому значною мірою характеризує як правильність виготовлення деталей, так і якість складання об'єктива. Крім того, фокусна відстань оптичної системи, яка визначає масштаб зображення, є однією з основних її характеристик.

У випадку визначення фокусної відстані спочатку виконують фокусування досліджуваного об'єктива – визначають розташування найкращої різкості зображення. Це площина, в якій зосереджена максимальна енергія у найменшому розмірі зображення точкової діаграми. Розташування цієї площини найбільш точно можна знайти саме з допомогою вищеприказаного фотоелектричного методу.

Для вимірювання фокусних відстаней на фотоелектричному приладі використовується метод, що базується на визначенні збільшення оптичної системи. Схема установки (рис. 4) відрізняється від схеми візуального вимірювання фокусної відстані вимірювальним устаткуванням. Розглянемо принципи роботи схеми. Кругла діафрагма 3 діаметром  $d$ , рівномірно освітлена джерелом світла 1, з допомогою конденсора 2 проєктується коліматорним об'єктивом 4 і досліджуванім об'єктивом 5 у площину модулюючого растра 6, за яким розташований фотоприймач 7, підсилювач 8 і реєструючий прилад 9.

Фокусна відстань згідно з (5)

$$f'_{об} = \frac{f'_{\kappa} \cdot d'}{d} = 2R \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \frac{f'_{\kappa}}{d} \quad (7)$$

або з (6)

$$f'_{об} = \frac{\pi \cdot R \cdot f'_{\kappa}}{m d}, \quad (8)$$

де  $d'$  – діаметр зображення діафрагми;  $f'_{\kappa}$  – фокусна відстань коліматора.

Вимірювальний пристрій складається з модулюючого растра 6, виконаного у вигляді радіальної міри, фотоприймача 7 і реєструючого електроприладу 9. Радіальна міра обертається навколо осі, паралельної до оптичної осі схеми, і переміщується у перпендикулярному до неї напрямі з допомогою пристрою 10.

Положення площини найкращої різкості зображення фіксується вимірювальним пристроєм за максимальним сигналом на реєструючому приладі за переміщення фотоприймача вздовж оптичної осі. Далі знаходять радіус  $R$  растра, фіксуючий зображення діафрагми, діаметр якої рівний відстані між секторами растра.

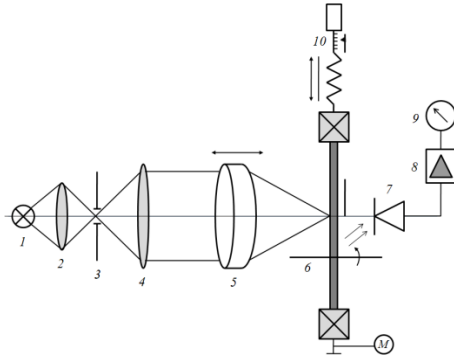


Рис. 4. Схема установки для вимірювання фокусної відстані фотоелектричним методом

Вимірювання  $R$  можна виконувати, виділяючи першу гармоніку отримуваних сигналів [7]. У цьому випадку повинен бути застосований резонансний підсилювач, налаштований на частоту модуляції потоку випромінювання растром  $f_0$ . Резонансний підсилювач найбільш стабільний у роботі і з його допомогою можна відсікти завади, які мають частоти вище і нижче  $f_0$ , і отримати хороше відношення сигналу до шуму, тобто отримати більш стабільні результати вимірювань. З гармонічного аналізу відомо, що амплітуда першої гармоніки за модуляції потоку на радіусі растра не залежить від діаметра діафрагми і має постійне значення  $0,72$ .

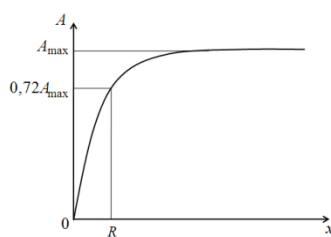


Рис. 5. До методики визначення амплітуди першої гармоніки отримуваного сигналу

Таким чином, радіус, на якому зображення діафрагми вписується в сектор растра, знаходять за амплітудою, яка реєструється вимірювальним приладом і рівна  $0,72$  максимального значення амплітуди, отримуваного при переміщенні зображення діафрагми вздовж сектора растра (рис. 5). Далі за формулою (4) обчислюють  $d'$  і за формулою (7) –  $f_{об}'$ .

## Висновки

Використання удосконалених методів для визначення оптичних характеристик та параметрів із використанням сучасних експериментальних методичних підходів та пристроїв відіграє суттєву роль у випадку контролю якості виготовлення та можливості застосування оптико-електронних систем. У цій роботі показана ефективність використання фотодіодів як фотоприймачів для вимірювання кута розбіжності лазерного пучка, визначення розташування площини найкращого зображення та фокусної площини оптичних об'єктивів. Фотодіоди мають низку переваг над іншими фотоприймачами, зокрема, компактність, енергоощадливість, зручність практичного використання.

Запропоновані експериментальні методики можна використати у лабораторних практикумах з фізичних дисциплін у навчальному процесі вищих військових навчальних закладів.

## Список літератури

1. Дмитрієва Л.Б. *Оптоелектроніка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт* / Л.Б. Дмитрієва, Є.Я. Швець, В.С. Дмитрієв // Запоріжжя: ЗДІА. – 2013. – 45 с.
2. Матвеев А.М. *Оптика* / А.М. Матвеев // М.: Высшая школа. – 1985. – 351 с.
3. Алешкевич В.А. *Университетский курс общей физики. Оптика* / В.А. Алешкевич // М.: Физматлит. – 2011. – 320 с.
4. Коломійцев О.В. *Пропозиції по розрахунку фокусної відстані оптичної системи інфрачервоної ГСН ракети засобів ППО СВ* / О.В. Коломійцев, С.І. Клівець, С.П. Коваленко // Системи озброєння і військова техніка. – № 2 (14). – 2008. – С. 41-43.
5. Барановський В.М. *Загальна фізика. Лабораторний практикум: Навчальний посібник для студентів педагогічних вузів* / В.М. Барановський, П.В. Бережний, І.Т. Горбачук та ін. За заг. ред. І.І. Горбачука // К.: Вища школа. – 1992. – 512 с.
6. *Курс фізики: Практикум* / Под. ред. Д.А. Городецького // К.: Вища школа. – 1992. – 435 с.
7. Креопалова Г.В. *Исследование и контроль оптических систем* / Г.В. Креопалова, Д.Т. Пуряев // М.: Машиностроение. – 1978. – 224 с.

**Рецензент:** д. фіз.-мат. н., проф. В. Б. Капустяник, завідувач кафедри фізики твердого тіла фізичного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, Львів.

**Использование методов и устройств оптоэлектроники для определения оптических параметров и характеристик**

Л. В. Корчак, Ю. М. Корчак, Ю. М. Фургала

Описана усовершенствованная методика определения угла расхождения лазерного пучка, расположения плоскости наилучшего изображения и фокальной плоскости оптического объектива с использованием фотодиода. Предложенные экспериментальные решения позволяют повысить точность измерения указанных параметров и характеристик и могут найти свое дальнейшее применение в лабораторных практикумах с физических дисциплин при обучении курсантов высших военных учебных заведений.

**Ключевые слова:** угловое расхождение лазерного пучка, фокусное расстояние, плоскость наилучшего изображения, фотодиод, оптический объектив, растровый модулятор, первая гармоника.

**The use of optoelectronics methods and devices to determine the optical parameters and characteristics**

L. Korchak, Yu. Korchak, Yu. Furgala

Use of improved methods for determining the optical characteristics and parameters using modern experimental methodological approaches and devices is essential if quality control of production and the possibility of opto-electronic systems. In this work the efficiency photodiodes as photodetectors to measure the angle of divergence of the laser beam locate the best image plane and the focal plane of optical lenses. Photo diodes have several advantages over other photodetectors, including compactness, energy-saving, ease of practical use.

Describes an improved method of determining the angle of divergence of the laser beam, the location of the best image plane and the focal plane of the optical lens using a photodiode. The proposed experimental solutions help improve the accuracy of measurement of these parameters and characteristics and may find their continued use in the laboratory workshops on physical disciplines in the training of cadets of higher military educational institutions.

**Keywords:** angular divergence of the laser beam, focal distance, best image plane, a photodiode, an optical lens, a modulator bitmap, the first harmonic.

УДК 621.396.96

П.О. Русіло<sup>1</sup>, В.В. Костюк<sup>1</sup>, Ю.В. Варванець<sup>1</sup>, О.М. Калінін<sup>1</sup>, М.М. Шевцов<sup>2</sup><sup>1</sup> Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів<sup>2</sup> Озброєння Збройних Сил України, Київ**ВИБІР РІВНЯ ТЕХНІЧНОЇ ДОСКОНАЛОСТІ І ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗРАЗКА ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ (на прикладі зразків броньованих ремонтно-евакуаційних машин)**

Розглянуто питання щодо вибору рівня технічної досконалості і характеристик перспективних однотипних зразків озброєння та військової техніки. На прикладі зразків БРЕМ побудовані: залежність коефіцієнта рівня технічної досконалості від суми балів існуючого зразка БРЕМ, яка дозволяє оцінити загальну суму балів для перспективного зразка вищого рівня технічної досконалості; залежність кількості балів від параметра показника існуючого БРЕМ, яка дозволяє вибрати параметри та технічні характеристики перспективного технічно досконалого зразка. Запропонований алгоритм вибору рівня технічної досконалості і характеристик перспективного зразка ОВТ, впровадження якого дозволить визначити напрямки розроблення нових та модернізації існуючих зразків ОВТ з метою підвищення рівня їхньої технічної досконалості.

**Ключові слова:** модернізація, комплексний показник, коефіцієнт технічної досконалості, перспективний зразок, рівень технічної досконалості.

**Вступ**

**Актуальність.** Модернізація або розроблення перспективних зразків озброєння і військової техніки (ОВТ) Сухопутних військ (СВ) Збройних

Сил (ЗС) України повинна проводитися в напрямі підвищення рівня основних бойових властивостей на тривалий період, що дасть змогу конкурувати з аналогічними найкращими закордонними. Основними бойовими властивостями зразка (ОВТ) є