

С.Є. Котляренко¹, А.А. Любарець², Є.С. Крижанівський², Р.В. Дужий³

¹ Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

² Державне підприємство “Державне Київське конструкторське бюро “ЛУЧ”, Київ

³ Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ТА ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

У статті наведено методичний підхід щодо визначення необхідності та доцільності проведення модернізації засобів ураження. Підхід включає оцінку технічних та економічних факторів, які впливають на прийняття рішення щодо проведення модернізації. Модернізація розглядається, як спосіб подолання наслідків морального, фізичного старіння та продовження ефективної експлуатації. Результати досліджень можуть бути використані для оцінки доцільності проведення модернізації зразків озброєння Збройними Силами України та науковими організаціями Міністерства оборони України.

Ключові слова: засоби ураження, модернізація, еволюція засобів ураження, методичний підхід, фізичне та моральне старіння, технічна досконалість, вартість модернізації.

Вступ

Модернізація – комплекс заходів з технічного вдосконалення зразка з метою поліпшення його тактико-технічних характеристик (ТТХ), підвищення рівня надійності функціонування та ефективності використання за цільовим призначенням шляхом зміни конструкції та/або складових частин обладнання чи його елементів [1, с. 3].

Аналіз попередніх досліджень свідчить, що модернізація засобів ураження (ЗУ), які знаходяться на озброєнні провідних світових держав, дозволила не тільки зберегти актуальність їх ТТХ, але й продовжити термін їх служби. Для прикладу, можна вказати світовий досвід підтримання справності керованих авіаційних засобів ураження, який свідчить, про те що на озброєнні провідних країн продовжують знаходитися зразки, які виготовлені ще до початку 90-х років минулого сторіччя. При цьому, їх частка у загальному парку складає приблизно 45 % у Сполучених Штатах Америки (США) і майже 90 % у країнах Європи. Винятком на загальному тренді є закупівля нових зразків авіаційних керованих ракет класу “повітря-повітря” AIM-120A (США) та MIKA IR (Франція), що здійснюється невеликими партіями у зв’язку з їх високою собівартістю [2, с. 73].

Переважає більшість провідних країн світу, максимально використовує ресурсний потенціал існуючого парку ЗУ до досягнення ними гранично

допустимого стану, поступово замінюючи старіючий парк новими зразками.

Такий підхід, направлений на зменшення витрат військових відомств щодо керованих засобів ураження різноманітного призначення, притаманний багатьом країнам світу. Так, Міноборони США виділяє 46,7 мільйонів доларів на проведення повторної сертифікації і модернізації ракет для зенітних комплексів “Patriot”, які знаходяться на озброєнні армій 12 держав Європи і Азії.

Отже, розробка методичного підходу щодо визначення необхідності та доцільності проведення модернізації засобів ураження є **актуальним науково-технічним завданням**.

Метою статті є розробка методичного підходу щодо визначення необхідності та доцільності проведення модернізації засобів ураження, що дасть змогу подолати наслідки їх фізичного й морального старіння, а також позитивно вплине на підтримку боєздатності та заощадження бюджетних коштів на закупівлю нових зразків озброєння.

Виклад основного матеріалу

Для засобів ураження, які знаходяться в експлуатації тривалий час, характерна друга форма часткового морального старіння, яке пов’язане зі здешевленням виробництва та з суттєвими покращеннями ТТХ зразків, які з’являються. Заміна ЗУ, які експлуатуються, потребує залучення значних коштів на купівлю нових зразків, тому актуальним залишається питання ефективного

використання існуючого парку. Крім того, вартість утилізації на даний час є досить значною, через собівартість технологічних процесів.

Еволюція ЗУ описується S-подібним законом (рис. 1), для якого характерні етапи: зародження (відрізок $t_0 - t_1$), промислового випуску (відрізок $t_1 - t_2$), консервації та розвитку (відрізок $t_2 - t_3$), зменшення ефективності застосування та закінчення життєвого циклу (відрізок $t_3 - \infty$).

Характер s-подібної кривої (рис. 1, крива 1) після точки t_2 свідчить про зменшення ефективності експлуатації. В цей період на виробництво повинен бути поставлений новий або модернізований існуючий зразок [3, с. 151].

Позитивний ефект від експлуатації існуючого ЗУ продовжує зберігатися і після точки t_2 . Однак при накладанні кривої вартості підтримання їх справності (рис. 1, крива 2) на s-подібну криву, можна зробити висновок, що чим далі крива процесу заходить за точку t_2 тим підтримання справності стає все дорожчим, а в зоні насичення t_3 вартість підтримання справності прямує до нескінченності.

З чого можна зробити висновок, що на інтервалі $t_2 - t_3$ повинна бути проведена дослідно-конструкторська робота з модернізації. В цьому інтервалі слід порівнювати витрати на підтримку справності і витрати на проведення модернізації.

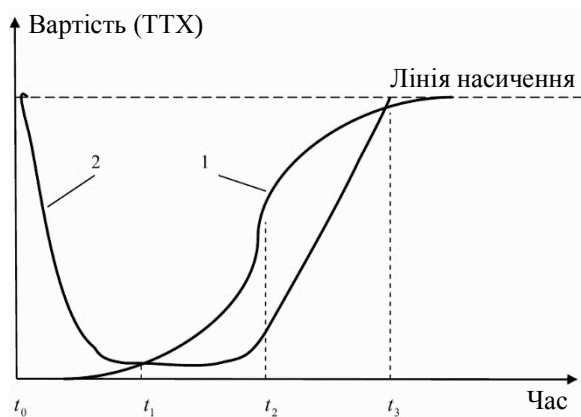


Рис. 1. Еволюція засобу ураження.

Джерело: розроблено авторами за даними [3 с. 152].

Зміст s-подібного закону описується виразом

$$x(d_{t_i}) = k \times E \times x(d_{t_{i-1}}), \quad (1)$$

де $x(d_{t_i})$ — значення ТТХ в даний момент часу;
 $x(d_{t_{i-1}})$ — значення ТТХ в попередній момент часу;
 E — максимальне значення приросту ТТХ; k — коефіцієнт пропорційності, який залежить від типу ЗУ, розвитку технологій тощо.

З (1) випливає, що будь-яка ТТХ має максимальне значення приросту E , яке залежить від конструкції ЗУ, технічних характеристик його складових частин та розвитку науково-технічного прогресу.

На необхідність проведення модернізації (наближення інтервалу $t_2 - t_3$) істотно впливають процеси морального та фізичного старіння, які відбуваються незалежно один від одного і характеризуються різними швидкостями перебігу, тривалістю переходу ЗУ в граничний стан, однак мають один результат — неможливість використання ЗУ за призначенням.

Перехідний стан при фізичному старінні відображає стан ЗУ, у якому визначальні параметри знаходяться в межах поля допуску і характеризується сталою інтенсивністю відмов (відмови носять поодинокий характер) складових частин (СЧ). Однак, під впливом зовнішніх факторів відбувається деградація елементів ЗУ. Цей деструктивний процес призводить до відмов або зниження бойової ефективності ЗУ.

Перехідний стан при моральному старінні характеризує стан, при якому технічний рівень ЗУ дозволяє ефективно уражати потенційні цілі і конкурувати зі світовими аналогами за визначальними параметрами.

Критичний стан настає після проміжного стану і характеризується відмовою у випадку фізичного старіння та / або граничним зниженням ефективності застосування у випадку морального старіння.

Методичний підхід щодо визначення необхідності та доцільності проведення модернізації засобів ураження включає:

оцінювання технічної доцільності проведення модернізації (оцінювання матеріальної бази для проведення модернізації; наявність носіїв; оцінка залишкового ресурсу);

аналіз світового досвіду щодо модернізації та оцінювання технічної досконалості ЗУ, який планується модернізувати;

вибір ЗУ і раціонального варіанту його модернізації;

дослідження впливу складових частин ЗУ на ефективність застосування (досліджується надійність, як складова ефективності);

оцінювання економічної доцільності проведення модернізації.

При виборі ЗУ для проведення модернізації рекомендується використовувати метод прогресуючого еталону, який дозволяє визначити показник технічної досконалості (ТД), відслідкувати досить тривалий період розвитку ЗУ та передбачає наявність одного або декількох

еталонів однакового призначення, тобто групи зразків, які найбільш досліджені в теоретичному та практичному плані. Якщо будь-які об'єкти володіють певними якостями, то вимірювання в ранговій шкалі дозволяють відповісти на запитання про різницю в цих якостях. При цьому для більшої достовірності отримання кінцевого результату необхідно в групу еталонів підбирати якомога більше зразків, але на практиці доцільно обмежитися 5...8 [4]. Найчастіше рангова шкала вимірювань (шкала порядку) застосовується, якщо необхідно визначити комплексний показник об'єкта, а його різномірні характеристики визначаються в різних одиницях вимірювання. Оскільки ТТХ та конструктивно-технічні характеристики навіть однотипних зразків можуть мати різні одиниці вимірювання, то для визначення комплексного показника ТД доцільно застосувати рангову шкалу вимірювань [5, с. 31].

Для цього на початковому етапі здійснюється вибір основних параметрів (часткових показників) зразка ЗУ, які визначають обрис і вимоги до нього, забезпечують найбільш ефективне його застосування та є вихідними для визначення комплексного показника ТД. Варто відмітити, що кількість часткових показників, які відібрані для дослідження, може бути довільною. Чим більше часткових показників, тим більш достовірний буде кінцевий результат [5, с. 32].

Для визначення комплексного показника рівня ТД зразків ЗУ необхідно визначити ранг окремих часткових показників за порядком збільшення або зменшення значення. Якщо найбільше значення часткового показника покращує технічну досконалість ОВТ, то йому надається (присвоюється ранг) оцінка 10, а якщо погіршує – 1. У разі однакових значень показника у декількох зразків ЗУ, необхідно суму місць поділити на їх кількість.

Після визначення рангів розраховується коефіцієнт ТД $K_{ТД}$ досліджуваного ЗУ, який відповідає комплексному показнику рівня його ТД [5, с. 32]

$$K_{ТД} = \frac{\sum r}{a_i + b_j},$$

де $\sum r$ – сума рангів СЧ досліджуваного зразка ЗУ; a_i – кількість досліджуваних зразків ЗУ; b_j – кількість показників, за якими визначається ТД зразка ЗУ.

Чим більша сума рангів і коефіцієнт ТД, тим вищий рівень ТД зразка ЗУ.

Економічна ефективність модернізації K_E , що виконується під час відновлення технічного стану,

може оцінюватися відношенням, яке характеризує рівень питомих витрат

$$K_E = \frac{K_Q}{K_{ТД}},$$

де K_Q – коефіцієнт собівартості серійного ремонту ЗУ.

При цьому існує деяка “межа насичення” якості, тобто починаючи з деякого моменту часу покращення показників бойової ефективності буде вимагати більших витрат, що призведе до зростання показника K_E .

Для оцінки доцільності модернізації слід проаналізувати [6, с. 123] важкість наслідків і частоту появи відмов підсистем ЗУ за параметром C_i :

$$C_i = B_{1i} \times B_{2i} \times B_{3i},$$

де B_{1i} – оцінка ймовірності настання потенційної відмови i -тої СЧ ЗУ; B_{2i} – оцінка ймовірності вчасного виявлення відмови i -тої СЧ ЗУ; B_{3i} – оцінка вагомості наслідків відмови i -тої СЧ ЗУ.

Значення B_{ji} оцінюється за даними експлуатації і випробувань.

Виявлення найбільш вагомих відмов відбувається шляхом порівняння критичності i -тої відмови СЧ C_i з деяким граничним значенням $C_{гр}$ (добуток середніх значень оцінок B_j).

Для якісного оцінювання підсистем ЗУ за параметром C_i доцільно розділити СЧ на дві групи, а саме ті які містять матеріали спецхімії і ті в складі, яких вони відсутні.

За результатами перевірок і випробувань в експлуатації показник B_{1i} є нижчим для підсистем ЗУ, які містять матеріали спецхімії. Однак виявити відмову СЧ таких підсистем можливо тільки під час спеціальних випробувань або безпосередньо після пуску виробу, тому показник B_{2i} для таких підсистем є нижчим ніж для підсистем технічний стан яких періодично контролюється під час експлуатації. Оцінка вагомості наслідків відмов B_{3i} в значній мірі залежить від моменту часу на якому вони відбулися і може бути оцінена шляхом визначення показників надійності на даному етапі життєвого циклу.

Для оцінювання наслідків відмов всіх підсистем ЗУ використовуються принципи системного аналізу за якими будуються ієрархічні графи негативних подій (відмов) та їх наслідків. Взаємозв'язок відмов оцінюється за допомогою функцій алгебри-логіки, що дозволяє на основі оцінки впливу втрати працездатності деякої

підсистеми зробити висновок про функціонування ЗУ в цілому [7, с. 200].

Дослідження, що виконувались протягом останніх 15-ти років Державним підприємством “ДержККБ “ЛУЧ”, Державним науково-дослідним інститутом хімічних продуктів, Державним науково-дослідним інститутом авіації та Центральним науково-дослідним інститутом озброєння та військової техніки при проведенні робіт з визначення можливості продовження призначених показників зразків ЗУ різних типів і класів, дозволили визначити загальні проблемні питання, які впливають на технічний стан ЗУ та безпеку експлуатації. Статистичні дані відмов дали можливість оцінити надійність окремих СЧ ЗУ.

Проведені роботи дозволили розбити СЧ ЗУ на групи з урахуванням швидкості їх морального та фізичного старіння [7, с. 200].

Для прикладу наведемо розподіл СЧ (табл. 1) керованих авіаційних ЗУ. Наведений в групах А, Б, В перелік СЧ сформований з урахуванням поступового зменшення інтенсивності їх відмов від групи А до групи В та зменшення впливу на ефективність застосування ЗУ – від групи А до групи В.

Таблиця 1
Розподіл складових частин керованих авіаційних засобів ураження

Група А	Група Б	Група В
головка самонаведення	блоки живлення газом	ракетний двигун
блок управління	блок хімічних елементів	бойові частини
неконтактний підривач	турбогенератори	запобіжно-виконавчі механізми
рульовий привід		запалювачі

Джерело: [9 с. 211...219; 10 с. 98...132].

Для оцінювання економічної доцільності модернізації пропонується керуватися принципом військово-економічної раціональності, відповідно до якого ціна модернізованого зразка ЗУ є раціональною з військово-економічної точки зору, якщо виконуються наступні умови [8, с. 47]:

повні витрати на реалізацію життєвого циклу модернізованого зразка ЗУ не перевищують аналогічних витрат при використанні для вирішення поставлених завдань;

витрати є достатніми для виконання всього комплексу заходів і робіт з модернізації зразка.

Для економічного обґрунтування модернізації необхідно виконати військово-економічне оцінювання. Серед найбільш відомих підходів, які найбільш повно описують дану проблему, можна виділити методику, запропоновану в [10, с. 122].

Згідно цієї методики ефект від модернізації визначається як різниця між вартістю виконання бойового завдання існуючим і модернізованим зразком. При цьому слід підкреслити, що характерною ознакою ЗУ є їх відносно невелика собівартість у порівнянні з вартістю потенційних цілей.

Однак для визначення вартості виконання бойового завдання в розрахунок вартості включається весь технічний ресурс, тоді як у випадку модернізації ЗУ, який вже є на озброєнні, повинен враховуватися тільки його залишковий ресурс /термін служби. Крім цього, в процесі прийняття рішення про модернізацію необхідна інформація про можливість її проведення в умовах обмеженого фінансування. У зв'язку з цим виникає питання про можливі напрями модернізації та варіанти їх поєднання, які можуть дати найбільший ефект при заданому об'ємі фінансування.

В якості критерію військово-економічної ефективності модернізації зразка засобу ураження приймаємо різницю у вартості виконання бойової задачі існуючим та модернізованими зразками [11, с. 123]

$$E = Q_B - Q_M,$$

де E – величина військово-економічного ефекту; Q_B – вартість виконання бойової задачі існуючим зразком ЗУ; Q_M – вартість виконання бойової задачі модернізованим зразком ЗУ.

Якщо у результаті розрахунків $E \neq 0$, то модернізація є доцільною. У протилежному випадку модернізація є недоцільною. Якщо $E = 0$, то рішення повинно прийматися з урахуванням інших неекономічних факторів.

У загальному випадку вартість виконання бойового завдання визначається виразом [9, с. 123]:

$$Q = Q_B \cdot n_B,$$

де Q_B – вартість одного ЗУ для виконання бойового завдання; n_B – кількість ЗУ, необхідних для виконання бойового завдання.

Для ЗУ можна наближено прийняти $Q \gg Q_B$, оскільки для виконання бойового завдання – ураження однієї цілі, зазвичай використовується один ЗУ $n_B = 1$.

Позначимо вартості існуючого і модернізованого ЗУ, як Q_{BB} та Q_{BM} відповідно. Тоді використавши (6) вираз (5) має вид

$$E = Q_{BB} \cdot n_{BB} - Q_{BM} \cdot n_{BM}, \quad (2)$$

де n_{BB} – кількість базових виробів (ЗУ), що залучається для виконання бойового завдання;

n_{BM} – кількість модернізованих виробів (ЗУ), що залучається для виконання бойового завдання.

Проведення модернізації передбачає, що вартість виконання бойового завдання збільшиться за рахунок додаткових витрат, пов'язаних з:

проведенням дослідно-конструкторських робіт $Q_{ДКР}$;

додатковим технологічним оснащенням виробництва $Q_{ТЕХ}$;

змінюю витрат для виробництва модернізованого виробу (ЗУ) по відношенню до вже існуючого $DQ_{ЗУМ} = Q_{ЗУМ} - Q_{ЗУБ}$;

змінюю витрат на експлуатацію модернізованого виробу (ЗУ) по відношенню до вже існуючого $DQ_{ЕМ} = Q_{ЕБ} - Q_{ЕМ}$.

Враховуючи всі зазначені витрати вартість модернізованого ЗУ Q_{BM} визначається виразом:

$$Q_{BM} = Q_{ЕБ} + \frac{Q_{ЗУМ} - Q_{ЗУБ}}{T_{ЗР}} \times B + \frac{Q_{ДКР} - Q_{ТЕХ}}{N \times T_{ЗР}} \times B + \frac{Q_{ЕБ} - Q_{ЕМ}}{T_{ЗР}} \times B, \quad (3)$$

де N – кількість виробів (ЗУ), які планується модернізувати; t_B – наробіток до відмови; $T_{ЗР}$ – залишковий ресурс або термін служби, що є різницею між приведеним терміном експлуатації $T_{ПР}$ та терміном, на який продовжено призначені показники $T_{П}$.

Для оцінки вартості C_{BM} модернізованого виробу (ЗУ) скористаємося формулою [8, с. 46]

$$C_{BM} = Q_{BM} \times (1 + P_H),$$

де P_H – розрахунковий норматив рентабельності виробництва модернізованих виробів (ЗУ).

В якості P_H доцільно прийняти середнє значення нормативу рентабельності виробництва зразка ЗУ, встановлюваного правилами ціноутворення на продукцію військового призначення, тобто $P_H = 0,15 \dots 0,2$.

Підставивши (3) в (2), спростивши в цілях групування витрат на модернізацію ЗУ та, враховуючи припущення, що для ЗУ $n_{ББ} = n_{BM} = 1$, отримаємо

$$E = Q_{ЕБ} - \frac{Q_{ЕБ} - Q_{ЕМ}}{T_{ЗР}} \times B + \frac{Q_{ДКР} - Q_{ТЕХ}}{N \times T_{ЗР}} \times B - \frac{Q_{ЗУМ}}{T_{ЗР}} \times B + \frac{Q_{ЕБ} - Q_{ЕМ}}{T_{ЗР}} \times B.$$

Позначимо складові отриманої формули через $DE_{ЗУБ}$ та $DE_{ЗУМ}$, тоді

$$DE = E_{ЗАМ} - E_{ВИР},$$

де $E_{ЗАМ}$ – ефект замовника; $E_{ВИР}$ – ефект виробника, який характеризує додаткові витрати пов'язані з проведенням модернізації.

Фізичний зміст даного критерію полягає в тому, що він показує, на скільки будуть відрізнятися вартість експлуатації модернізованого ЗУ від існуючого з урахуванням вартості модернізації.

Оцінювання напряму модернізації ЗУ є складним наукоємним комплексним процесом, який має враховувати особливості предмету модернізації. Після формування множини можливих варіантів модернізації необхідно провести військово-економічний аналіз, направлений на визначення деякого оптимального варіанту з урахуванням співвідношення витрат на розробку, виробництво, експлуатацію та бойову ефективність, що досягається. Разом з тим, в множину допустимих альтернативних варіантів модернізації не повинні включатися ті варіанти технічного виконання модернізованого зразка, витрати на розробку і виробництво якого перевищуватимуть допустимі межі [12, с. 42, 43].

Для вибору варіанту модернізації ЗУ може бути використаний метод векторної оптимізації [12, с. 41]

$$M_{РАЦ}(TP, TC, Ч, B, P) = \text{opt}(TP_i, TC_i, Ч_i, B_i, P_i),$$

де $i=1 \dots n$, n – кількість можливих варіантів модернізації ЗУ, $(TP_i, TC_i, Ч_i, B_i, P_i)$ – числові показники технічного рівня, технічного стану СЧ, часових параметрів, витрат і ризиків i -го варіанту модернізації ЗУ.

Тоді умовно найкращий варіант модернізації, який має найкращі значення за всіма показниками, має вид

$$M_{ИД}(TP_{ИД}, TC_{ИД}, Ч_{ИД}, B_{ИД}, P_{ИД}),$$

де $TP_{ИД} = \max TP_i$ – рівень технічної досконалості модернізованого ЗУ, який може бути реалізований, та найбільшою мірою задовольняє ТТХ, що пред'являються до модернізованого зразка; $TC_{ИД} = \min TC_i$ – технічний стан СЧ ЗУ, який є найбільш сприятливим для проведення модернізації з ремонтом; $TC_{ИД} = \max TC_i$ – технічний стан ЗУ, який є найбільш сприятливим для проведення модернізації (у випадку вибору ЗУ для проведення модернізації); $Ч_{ИД} = \min Ч_i$ – мінімально можливі витрати часу для проведення модернізації; $B_{ИД} = \min B_i$ – мінімально можливі фінансові витрати на проведення модернізації; $P_{ИД} = \min P_i$ – найменший ризик проведення модернізації.

Висновки

Модернізація є процесом, що потребує визначення чітких часових рамок проведення, які залежать, в першу чергу, від можливості засобу ураження конкурувати зі світовими аналогами за визначальними ТТХ. Під час проведення **подальших досліджень** щодо обґрунтування необхідності та доцільності проведення модернізації ЗУ необхідно враховувати:

- статистичні дані відмов парку ЗУ;
- залишковий ресурс / термін служби засобу ураження;
- раціональні напрями модернізації засобу ураження;
- економічний ефект від проведення модернізації засобу ураження.

Модернізація дасть можливість нівелювати наслідки фізичного та морального старіння та продовжити ефективну експлуатацію засобу ураження.

Проведення модернізації засобу ураження дасть змогу подолати наслідки фізичного, морального старіння, а також позитивно вплине на підтримку боєздатності та заощадження бюджетних коштів на закупівлю нових зразків озброєння та оновлення літаків-носіїв, що дозволить вирішити проблему його подальшої ефективної експлуатації. Задачу модернізації необхідно вирішувати комплексно: з урахуванням технічного стану та економічних факторів.

Список літератури

1. Постанова кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 року № 234 “Про затвердження Порядку розроблення, освоєння та випуску нових видів продукції оборонного призначення, а також припинення випуску існуючих видів такої продукції”.
2. Любарець А.А., Шатров А.М., Шишанов М.О., Павловський І.В. Методологічні основи обґрунтування структури системи підтримання справності засобів ураження, за якими не здійснюється авторський нагляд. Озброєння та військова техніка. 2018. № 1(17). – С. 72–76.
3. Шатров А.М., Крижанівський Є.С. Методологічні аспекти організації ремонту з модернізацією керованих авіаційних засобів ураження при проведенні робіт з продовження строків служби. Збірник тез доповідей та виступів міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки”. 2019. – С. 151–152.
4. Спосіб оцінки рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки: пат. 65254 Україна: МПК G01 N27/27; U 2011 07506; заявл. 14.06.2011; опубл.: 25.11.2011. Бюл. № 22, 2011 р.
5. Русіло П. О. Методика оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки (на прикладі броньованих ремонтно-евакуаційних машин). Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. 2012. № 3(32). С. 30-33.
6. Шатров А.М. Методичні основи визначення напрямків модернізації керованих авіаційних засобів ураження при проведенні робіт по відновленню їх справності / Зб. наук. праць ДНДІА. Випуск 15(22). Київ: ДНДІА, - 2019. С. 122-127.
7. Шатров А.М., Гурба О.В., Крижанівський Є.С., Ільїна О.В. Методичний підхід щодо оцінки працездатності керованих авіаційних засобів ураження. Зб. наук. праць ДНДІА. 2020 № 16(23). - С. 198-203.
8. Науменко М. В. Методичний підхід до оцінювання доцільності проведення модернізації зразків озброєння і військової техніки. Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. 2014. № 2(39). – С. 44–48.
9. Звіт про науково-технічну роботу “Продовження призначеного терміну служби авіаційних керованих ракет класу “повітря-повітря” типу Р-73 до 35 років”. – К.: ДККБ “Луч”, 2019. – 433 с.
10. Звіт про науково-технічну роботу “Продовження призначеного терміну служби авіаційних керованих ракет класу “повітря-поверхня” типу Х-29 до 33 років”. – К.: ДККБ “Луч”, 2020. – 363 с.
11. Фиров А.Н. Лимитные (предельные) цены и методики их расчета. Вооружение и экономика. 2009. № 6 (2). – С. 120–127.
12. Демідов Б. О., Науменко М. В. Методичний підхід до вибору раціонального варіанту проведення модернізації зразків озброєння і військової техніки. Системи озброєння і військова техніка. 2009. № 4(20). – С. 41–44.

Надійшла до редколегії 14.11.2022

Схвалена до друку 21.12.2022

Відомості про авторів:

Котляренко Сергій Євгенович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<http://orcid.org/0000-0001-7060-5847>

Любарєць Андрій Анатолійович

кандидат технічних наук
начальник відділу
Державного підприємства “ДержККБ “ЛУЧ”,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5647-3745>

Крижанівський Євген Сергійович

кандидат технічних наук
начальник сектору
Державного підприємства “ДержККБ “ЛУЧ”,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5868-3471>

Дужий Роман Володимирович

начальник відділу ННЦПОБНШ
Національного університету оборони України
імені Івана Черняхівського,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-8064-1312>

Information about the authors:

Serhii Kotlyarenko

Candidate of Technical Science
Senior Researcher
Leading Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0001-7060-5847>

Andrii Liubarets

Candidate of Technical Science
Head of the Department
of State enterprise “SKDB “LUCH”,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5647-3745>

Yevhen Kryzhanivskyi

Candidate of Technical Science
Head of the Sector
of State Enterprise “SKDB “LUCH”,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5868-3471>

Roman Duzhyi

Head of the Department MSOTRC
of National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8064-1312>

TECHNICAL APPROACH FOR DEFINING NECESSITY AND SUITABILITY OF MODERNIZATION OF A DESTRUCTION WEAPONS

S. Kotlyarenko, A. Liubarets Y. Kryzhanivskyi, R. Duzhyi

In the article is described technical approach of defining necessity and suitability of modernization of a destruction weapons (DW). Technical approach included estimation of the technical and economic factors which are influenced on the decision of modernization carrying out. Modernization is observed as a method of the overcoming implications of obsolescence and physical ageing on modernization and effective exploitation. Research results could be used for making decision of the carrying out modernization DW by the Ukrainian Armed Forces and Ministry of Defense of Ukraine.

For DW which were being in exploitation during long term it is typical second form of obsolescence which is concerned with reduction of prices of production and suitable increasing of a tactical, technical characteristics of destruction weapons which are appeared. However, question of the substitution DW which are already in used is not actual, because of cost of new armament. For partially obsolescence DW it is actual to prolongation effective uses. Additionally, technological process's cost of utilization is too high.

Technical approach is based on a research of the technical state of the different types of DW, best world practice of a leading countries, evolution of the DW and technical thoroughness analyzing.

Modernization is a process that requires the determination of clear time frames for implementation, which depend primarily on the ability of the DW to compete with global analogues in determining performance characteristics.

For defining necessity and suitability of a DW modernization it is obviously to take into consideration:

*statistical data of the DW rejection;
remaining recourse and service life;
rational modernization variants;
economics effects of modernization.*

Keywords: weapon, modernization, evolution of the destruction weapons, technical approach, obsolescence and physical ageing, technical thoroughness, modernization cost.