

УДК 355.02

СЕМЕНЕНКО О.М., докторант Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Ю.Б., заступник начальника кафедри військової підготовки Національного авіаційного університету, кандидат технічних наук, доцент
ДЕРЕВ'ЯНКО М.М., заступник начальника науково-дослідного відділу

СПОСОБИ ВОЄННО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

У статті запропоновані два способи рішення воєнно-економічних багатокритеріальних задач вибору перспективних зразків озброєння та авіаційної техніки Повітряних Сил Збройних Сил України

Ключові слова: перспективні зразки озброєння, критерій воєнно-економічної ефективності, ресурсний показник застосування зразка авіаційної техніки

Аналіз розвитку озброєння провідних країн світу та його застосування у сучасних воєнних конфліктах [1...4], свідчить про те, що сучасні вимоги щодо підвищення якості існуючих зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) постійно зростають. Сучасні умови розвитку Збройних Сил (ЗС) України (застосування частин та підрозділів ЗС України на сході України, складна економічна обстановка тощо) вимагають від керівництва ЗС та держави в цілому прийняття достатньо обґрунтованих, виважених рішень під час формування програм і планів розвитку ЗС України. Тому обрані в програмах розвитку ОВТ та ЗС України перспективні зразки озброєння повинні задовольняти як вимогам щодо вирішення завдань, які постають перед ЗС, так і бути економічно досяжними (реальними). У складних умовах забезпечення ЗС України заходи щодо оновлення та удосконалення зразків ОВТ визначаються за принципом аналогії чи мінімально необхідної потреби. Особливої уваги сьогодні набирають питання, які пов'язані з оновленням та модернізацією складних зразків озброєння (танк, літак, корабель тощо), бо вони є достатньо ресурсномісткими, але вкрай необхідними в сучасних умовах розвитку ЗС України. Наступний плановий рік планується визначити роком Повітряних Сил (ПС) ЗС України. Тому заходи в планах та програмах розвитку ПС України щодо оновлення та удосконалення парку авіаційної техніки повинні бути достатньо обґрунтованими, як в сенсі необхідності їх реалізації у визначені програмами та планами терміни, так і в плані економічної їх досяжності в ці періоди. Тобто кожен захід, пов'язаний з оновленням та удосконаленням авіаційної техніки, повинен мати воєнно-економічне обґрунтування доцільності його включення в план (програму) та практичної його реалізації у визначені терміни.

Таку задачу можна вирішити за умови визначення та застосування для оцінювання та вибору з декілька перспективних зразків авіаційної техніки, критеріїв воєнно-економічної ефективності реалізації того чи іншого заходу програм (планів) розвитку ПС ЗС України. У загальному вигляді постановка рішення задач вибору раціонального перспективного складного зразка авіаційної техніки (літак, ракетний комплекс тощо) може бути двох видів: перший – мінімізація витрат при фіксованому рівні ефективності зразка; другий – максимізація ефективності при фіксованому ресурсному показнику. В більшості провідних країн світу перша постановка вважається найбільш адекватною. Формування критерію воєнно-економічної ефективності згідно задачі першої постановки зводиться до визначення ресурсного (економічного) показника. За визначенням, ресурсний показник воєнно-економічної ефективності являє собою кількісну характеристику для ресурсів, які витрачаються для досягнення потрібного рівня ефективності зразка авіаційної техніки. Розглянемо підхід до вибору перспективного зразка авіаційної техніки з декілька можливих або запропонованих варіантів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій з цього напрямку та відповідних документів оборонного планування [1...8] показує, що сьогодні, під час нового етапу складання документів середньострокового та довгострокового оборонного планування воєнно-економічним питанням приділяється значна увага, як у процесі формування планових документів, так і під час оцінювання результатів їх виконання за плановий період. Зрозуміло, що формуванню перспективних показників стану (рівня) озброєння та військової техніки надається дуже значна увага, але однозначних поглядів щодо підходу до вирішення даного завдання до теперішнього часу не має. В одних документах та планах пріоритет віддається рівню ефективності техніки, в інших показнику економії. Це підкреслює актуальність питання, що розглядається в статті, бо в ній пропонуються можливі варіанти рішення задачі вибору перспективного зразка авіаційної техніки на основі оцінювання показників воєнно-економічної ефективності.

В якості ресурсного (економічного) показника розроблення може використовуватися величина витрат (у грошовому еквіваленті), що були виділені на досягнення потрібного рівня ефективності. При цьому у практиці існує два несумісних підходи щодо формування ресурсного (економічного) показника:

в якості ресурсного показника застосування обирається показник, який враховує пряму вартість вирішення завдань. Наприклад, до ресурсного показника вирішення бойових завдань зразками авіаційної техніки в ході проведення операцій можна віднести: вартість втрат зразків авіаційної техніки; вартість використаних боєприпасів; вартість експлуатації зразків авіаційної техніки під час підготовки та ведення бойових дій тощо;

в якості ресурсного показника утримання обирається показник, який враховує витрати, що пов'язані зі створенням та підтриманням у боєготовому стані протягом заданого строку всього складу озброєння літака, необхідного для вирішення поставленого завдання визначеним зразком авіаційної техніки.

Розглядаючи ці показники, можна зробити висновок, що для вирішення бойових завдань визначеним зразком авіаційної техніки є ефективним визначення

показника першого типу (пряма вартість завдання). Під час вибору даного ресурсного показника через незначну вартість витрат на утримання зразків озброєння зразка авіаційної техніки в період ведення бойових дій цей показник не враховується. Тобто з вищенаведених передумов випливають наступні недоліки цього критерію оцінювання воєнно-економічної ефективності: неповна оцінка середньорічної вартості його експлуатації, не врахування довговічності оснащення тощо.

У якості другого критерію воєнно-економічної ефективності виступає показник вартості створення та утримання у боєготовому стані всього складу озброєння зразка авіаційної техніки, необхідної для вирішення поставленого завдання визначеним зразком. Таке твердження рівноцінне тому, що очікувана вартість витрат відповідає вартості всього озброєння обраного зразка авіаційної техніки разом із системою забезпечення, тобто, після вирішення завдання визначеним складом озброєння разом із системою забезпечення їм у відповідність ставлять нульову залишкову вартість.

В більшості випадків таке твердження не відповідає дійсності. Але ця модель може бути використана для вирішення завдань оцінки зразків озброєння авіаційної техніки одноразової дії. У загальному випадку під час реалізації рішень, що були отримані за рахунок використання цього критерію, потрібно бути достатньо обережним, тому як озброєння та комплекс забезпечення його функціонування, що призначені для одноразового використання на початковому етапі ведення бойових дій, після виконання ним головних завдань може бути спрямоване для виконання інших завдань, тоді це призведе до отримання хибних результатів розрахунків під час вирішення задачі вибору найбільш доцільного зразка озброєння. У зв'язку з цим співвідношення показника вартості усього складу зброї відповідного зразка озброєння авіаційної техніки до показника ефективності рішення одного завдання буде невірним. Необхідно зазначити, що кожен із двох показників однаково залежить від тактико-технічних елементів (ТТЕ) зразка авіаційної техніки (ТТЕ – склад зброї, ступінь захищеності, ступінь технічного обладнання тощо), які визначають різні бойові якості складних зразків озброєння (авіаційної техніки). Наприклад, ресурсний показник воєнно-економічної ефективності розроблення першочергово залежить від ТТЕ зразка авіаційної техніки, що визначають бойову стійкість, а вже потім від елементів, що визначають ударну міць. Ресурсний показник застосування зразка авіаційної техніки більший вплив має на ударну міць зразка озброєння та значно в меншій мірі впливає на його бойову стійкість.

Через те, що обидва названих критерія окремо один від одного не задовольняють вимогам якісного рішення завдання вибору перспективного зразка озброєння, виникає проблема багатоваріантності критеріїв або вибору рішень за наявності не лише одного критерію. Як відмічалось дослідженнями раніше, поява такої ситуації пов'язана з явним спрощенням моделі шляхом обриву її зв'язків з більш складною моделлю. При дослідженні окремого елемента зразка авіаційної техніки є неможливим його розгляд у збільшеній моделі з обов'язковим дослідженням не одного, а декількох завдань з використанням даного зразка озброєння, тому як така модель є надто об'ємною та недоцільною. З урахуванням

неможливості одночасного використання поєднань обох критеріїв необхідно знайти інші способи знаходження рішень щодо вибору перспективного зразка авіаційної техніки, або здійснити його оптимізацію за двома наведеними вище критеріями.

Для знаходження рішення з використанням декількох критеріїв розглянемо такі способи: спосіб використання складного критерію та спосіб поступок.

Тоді умову задачі можна трактувати як вид лінійного упорядкування завдяки введенню декартового добутку множин:

$$\{K\} = \{K_1(\bar{X}_1, N)\} \{K_2(\bar{X}_1, N)\}, \quad (1)$$

де $\{K_1(\bar{X}_1, N)\}$ – множина значень показника прямих витрат; $\{K_2(\bar{X}_1, N)\}$ – множина значень вартості створення та утримання всього озброєння зразка авіаційної техніки.

Для вирішення такої задачі задамо функцію:

$$V \{K_1(\bar{X}_1, N) K_2(\bar{X}_1, N)\}, \quad (2)$$

що відповідає умові

$$V \{K_1(\bar{X}_1, N_1) K_2(\bar{X}_1, N_1)\} \leq V \{K_1(\bar{X}_2, N_2) K_2(\bar{X}_2, N_2)\}, \quad (3)$$

якщо

$$\{K_1(\bar{X}_1, N_1) K_2(\bar{X}_1, N_1)\} \geq \{K_1(\bar{X}_2, N_2) K_2(\bar{X}_2, N_2)\}, \quad (4)$$

де K_1, K_2 – значення показників прямих витрат та вартості створення й утримання усіх ТТЕ зразка озброєння; \bar{X}_1, \bar{X}_2 – вектор основних ТТЕ першого та другого варіанту зразка озброєння; N_1, N_2 – кількісна характеристика зброї першого та другого варіантів, що забезпечують необхідний рівень ефективності визначеного зразка озброєння.

Таку умову задовольняє складовий критерій – урівноважена сума обох показників

$$V' = \beta_1 K_1 + \beta_2 K_2, \quad (5)$$

де β_1 та β_2 – деякі вагові коефіцієнти, що відображають вплив K_1 та K_2 на величину складового критерію; при $\beta_1 = 0$ – V' виражає вартість створення та утримання усього складу ТТЕ зразка озброєння, при $\beta_2 = 0$ – V' відображає кількість прямих витрат.

Функція переваги, що вводиться повинна за можливістю допускати фізичне її трактування, тому приведемо її до виду:

$$V = \frac{1}{\beta_2} V' = K_2 + \alpha K_1, \quad \text{при } \alpha = \frac{\beta_1}{\beta_2}. \quad (6)$$

Коефіцієнт α визначає кількість операцій, в яких повинен взяти участь обраний для розгляду зразок авіаційної техніки з урахуванням ваги або сумарної значимості цих операцій. Визначення коефіцієнта α є достатньо складним завданням, але використання складового критерію дає можливість вирішити дану задачу вибору складу зброї зразка авіаційної техніки шляхом застосування способу районування, який дозволяє зменшити невизначеність, викликану значними вимогами до наявності апріорної інформації.

Дійсно, при співставленні певної кількості зразків озброєння, критерій V може бути виражений в якості лінійної функції (рис. 1.). Тоді зони AB , BC , CD є зонами переваги кожного із варіантів зразка озброєння, відповідно, першого, другого або третього варіантів. Якщо є неможливим визначити точне значення величини α , тоді можемо здійснити її порівняння з будь-якою величиною визначених зон.

Під час вибору варіанта озброєння зразка авіаційної техніки за основними ТТЕ, відповідно до складеного критерію виду (5) та (6) оптимальний вектор основних ТТЕ визначається функцією α та його кінець описує деяку просторову криву

$$\bar{X}_{opt} = \bar{X}(\alpha). \quad (7)$$

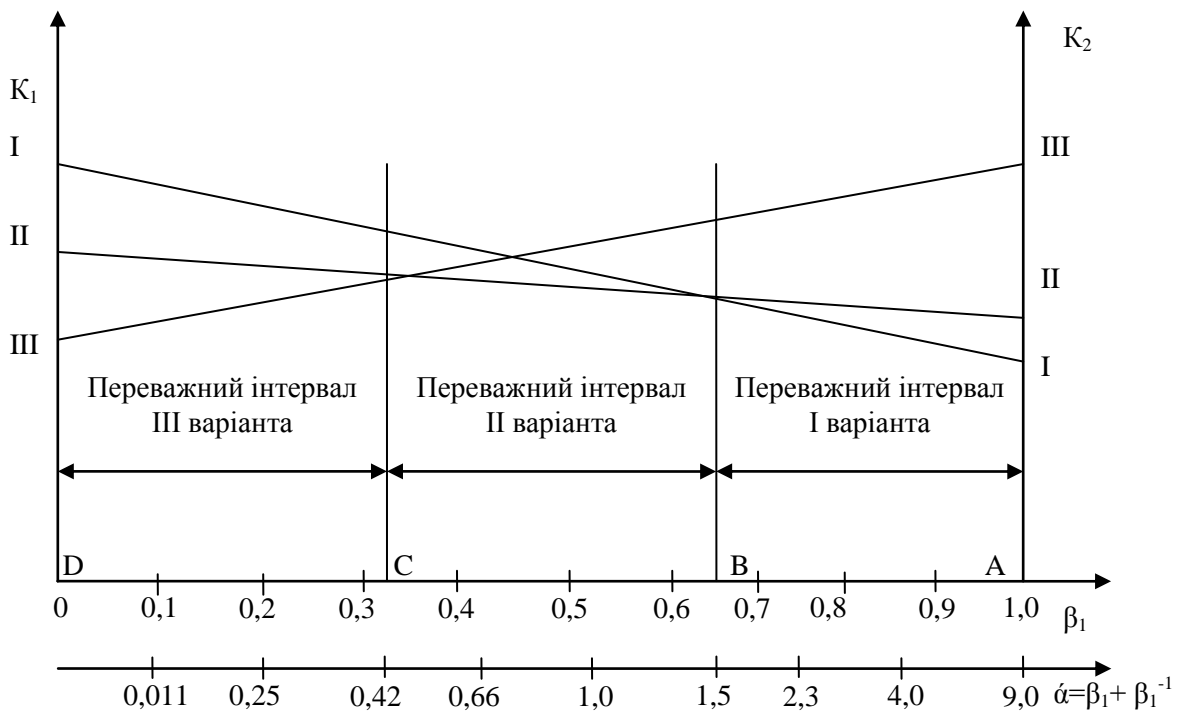


Рис.1. Порівняння варіантів за складовим критерієм методом районування

В якості другого способу вибору перспективного зразка авіаційної техніки за наявності двох критеріїв можна взяти спосіб поступок. Сутність даного способу щодо рішення такої воєнно-економічної задачі можна сформулювати наступним чином:

знаходимо вектор \bar{X}_{opt} основних ТТЕ, що мінімізує показник вартості створення та утримання усього складу зброї визначеного варіанту зразка озброєння за умови фіксованого рівня ефективності виконання ними бойових завдань (E); тобто $K_2 = \min; E = E_{зад}$;

визначаємо величину поступки δK_2 ;

знаходимо \bar{X} , при якому

$$\left. \begin{aligned} K_2 - K_{2 \min} &\leq \delta K_2 \\ E &= E_{зад} \\ K_1 &= \min \end{aligned} \right\} . \quad (8)$$

Так як і для коефіцієнта α , у випадку застосування складного критерію важливим у даному критерії є однозначне відображення величини поступки δK для всіх варіантів зразків озброєння:

$$\bar{X}_{opt} = \bar{X}(\delta K). \quad (9)$$

Кінець вектора \bar{X}_{opt} описує криву у просторі основних ТТЕ. Треба відмітити, що між величиною поступки δK та коефіцієнтом α не існує однозначної відповідності. Криві (7) та (9) можуть мати лише одну спільну точку при $\delta K = \alpha = 0$. Перевагою способу поступок над способом використання складового критерію є те, що присутня можливість поетапного удосконалення зразка авіаційної техніки завдяки оптимізації за кількома критеріями. На практиці давно доведено, що цільові функції біля екстремумів мають пологий вигляд та завдяки невеликій поступці виникає можливість підвищення значення інших критеріїв.

Застосування способу поступок обмежене у порівнянні з використання складного критерію. Це успішне використання можливе, як для оптимізації варіантів обґрунтування потреб у ТТЕ, так і для порівняння варіантів оцінки, тому як сфера використання способу поступок обмежена лише оптимізацією. Невизначеність в постановці завдань вибору оптимального перспективного варіанта зразків авіаційної техніки не ліквідується критерієм співвідношення загальних витрат до вартості створення та утримання, тобто цей критерій для вирішення таких задач не є самодостатнім. Складні зразки авіаційної техніки створюються (обираються) також за принципом, який передбачає, що крім основних задач вони були здатні успішно вирішувати і додаткові. Іноді можна при проектуванні та створенні складних зразків авіаційної техніки пожертвувати деякою частиною ефективності вирішення основного завдання, з метою підвищення показників ефективності вирішення часткових завдань або заради збільшення їх кількості. Наявність суперечливих вимог, що впливають із різноплановості бойових завдань та умов обстановки, призводять до невизначеності у виборі та формуванні узагальненого критерію або до необхідності вибору рішення за декількома критеріями. Рішення в цьому разі поставленої задачі вибору пропонується здійснювати за допомогою вищенаведених способів: способу поступок та використання складного критерію.

При використанні складного критерію застосовують таку залежність:

$$K = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{R_j} \beta_{ij} K_{ij}, \quad (10)$$

де m – загальна кількість завдань, для вирішення яких призначений зразок озброєння; K_j – загальна кількість ситуацій, у яких може вирішуватися j -е завдання; K_{ij} – критерій ефективності щодо j -го завдання за i -ої ситуації; β_{ij} – ваговий коефіцієнт, що виражає важливість j -го завдання та імовірність її вирішення за i -их умов.

Формування відповідного критерію може відбуватися завдяки використанню нижченаведених принципів. Принцип недостатніх підстав (критерій Лапласа). В ньому використовується критерій рівноцінності поставлених завдань, які необхідно

вирішити високотехнологічним зразкам авіаційної техніки та критерій однакової ймовірності їх виникнення. Даний підхід суперечить нашим умовам задачі, оскільки значення бойових задач за основним призначенням не може відповідати значенню додаткових. Відповідно за умов застосування максимального критерію (критерій Вальда), необхідна побудова матричної моделі, що містить різноманітні рішення (варіанти зразків авіаційної техніки) та множину непередбачуваних чинників (співставлення завдань з умовами обстановки), що можуть бути задіяні під час використання зразка авіаційної техніки. У якості критерію для кожного варіанту зразка авіаційної техніки приймається найбільша величина показника визначення потрібного рівня ресурсів з урахуванням всіх поправок щодо умов обстановки та видів завдань. Головним його недоліком є те, що він, як і критерій Лапласа, не враховує варіативність важливості завдань. При його застосуванні може виникнути ситуація, при якій ТТЕ головних завдань зразка авіаційної техніки будуть прирівняні до другорядних. Критерії Севіджа та Гурвица – є модифікацію критерію Вальда. Вони мають ті ж недоліки для рішення задачі, що розглядаються в статті.

Принцип евристичного прогнозування (метод експертних оцінок). Цей метод є основою відомої методики “Pattern”, завдяки ньому визначається градація завдань за важливістю з урахуванням експертних оцінок спеціалістів. Його суть полягає у тому, що декілька незалежних експертних груп спеціалістів розглядають завдання, які необхідно вирішити. Кожна з них визначає важливість відповідного завдання, а потім узагальнюють результати. Цей метод не є ефективним для відображення дійсного прогнозованого майбутнього, що відповідає умовам поставленої задачі, але він дозволяє скласти відносно уявлення про нього відповідно до поглядів більшості експертів.

За рахунок використання метода поступок відбувається послідовна оптимізація за усіма критеріями з урахуванням градації важливості елементів. Умова оптимальності вибору варіанту зразка авіаційної техніки, що визначається за допомогою вектора \bar{X} головних ТТЕ, при оптимізації за рахунок застосування метода поступок за критерієм K , виглядає так:

$$\begin{aligned} \bar{X}_{opt} = \bar{X} \quad \text{при} \quad K_1 - K_{1min} \leq \delta K; \\ K_2 - K_{2min} \leq \delta K_2 \dots K_{(K-1)} - K_{(K-1)min} \leq \delta K_{(K-1)}; \quad K_K = min. \end{aligned} \quad (11)$$

Наведені підходи для знаходження рішень за декількома критеріями відрізняються від способу поєднання критеріїв, але спільним є те, що в якості критеріїв використовуються ресурсні показники воєнно-економічної ефективності. Як вже було зазначено, показник визначення рівня необхідних обсягів ресурсів воєнно-економічної ефективності виражає певну комбінацію техніко-економічних характеристик, що відображають витрати на проектування, виготовлення та підтримку у бойовому стані зразка озброєння (комплексу).

У відповідності до порядку здійснення витрат на створення та утримання ОВТ необхідно враховувати наступну класифікацію витрат та техніко-економічних характеристик:

вартість C_p проектних розробок та виконання дослідно-конструкторських і науково-дослідних робіт;

вартість C_c створення однотипного або різнопланових зразків авіаційної техніки (стала величина для обчислення вартості всіх інших);

вартість річної C_e експлуатації зразка авіаційної техніки;

вартість C_{oi} побудови одиниці боезапасів або спеціального оснащення зразка авіаційної техніки;

вартість $C_{б.к.}$ створення системи, що забезпечить базування зразка авіаційної техніки;

вартість $C_{б.е.}$ щорічної експлуатації системи базування зразка авіаційної техніки.

Через те, що кожна з тактико-технічних характеристик є складовою показника воєнно-економічної ефективності, його можна визначити як комбінацію цих характеристик:

$$K_j = \sum_{i=1}^{\sigma} \alpha_{ji} C_i = \alpha_{j1} C_p + \alpha_{j2} C_c + \alpha_{j3} C_3 + \alpha_{j4} C_0 + \alpha_{j3} C_{б.к.} + \alpha_{jB} C_{б.з.} \quad (12)$$

Таким виразом визначається зміст воєнно-економічного та техніко-економічного блоків воєнно-економічної моделі вибору доцільного зразка авіаційної техніки. Можна формулу (12) виразити через скалярний добуток двох векторів,

$$K = (\overline{\alpha}) (\overline{C}) \quad , \quad (13)$$

де перший вектор $(\overline{\alpha})$ виражає першу частину – воєнно-економічну, а другий (\overline{C}) – техніко-економічні характеристики зразка авіаційної техніки.

Запропоновані способи рішення визначених двох видів воєнно-економічних задач із різним за сутністю ресурсним забезпеченням доцільно застосовувати для обґрунтування вибору складних зразків авіаційної техніки (таких як літак, ракетний комплекс тощо). Тобто тих зразків, які складаються із декількох зразків зброї та систем забезпечення. Ці способи не завжди підійдуть до вирішення задач вибору зразків більш простої зброї, яка не має додаткових систем, але саме для складних зразків зброї вони є цілком придатними та дозволять отримати обґрунтований результат.

ВИСНОВОК. В статті наведені два можливих способи обґрунтування рішень щодо вибору перспективних зразків озброєння шляхом вирішення відповідних воєнно-економічних завдань за запропонованими критеріями. Дані способи є найбільш адекватними для рішення завдання щодо вибору складних зразків озброєння (літак, корабель тощо), але можуть використовуватися і для обґрунтування більш простих, які складаються із декількох окремих систем.

Подальшим напрямком досліджень за цими питаннями є організація та проведення практичного експерименту і розрахунків на основі реальних практичних даних щодо вартості перспективного зразка озброєння та реальної його бойової ефективності у різних умовах обстановки виконання бойових завдань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марко І.Ю. Финансирование развития вооружений и военной техники в 2012-м

- году будет увеличено. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://ak-inzt.net/ukrarmy/520-27-09-2011>.
2. Основні оборонні аспекти доповіді Президента України [Електрон. ресурс].– Режим доступу: www.ukrgold.net/links/21951/21961/.
 3. Цимбал, В.А США: опыт перехода на интенсивный путь развития вооружений и военной техники / Внешняя политика Обозреватель", № 6(30), 2003г. [Электрон. ресурс].– Режим доступу: http://www.rau.su/observer/N28_93/28_14.HTM.
 4. Программно-целевое планирование развития вооружения и военной техники 2013г. [Электрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary>.
 5. Баскаков В.В. Военно-экономическая составляющая безопасности страны . Монография. М:Министерство обороны Р.Ф., 2008, 211с.
 6. Гордиенко Д.В. Военно-экономическая безопасность государства. Монография. Под ред. доктора военных наук, доцента Д.В. Гордиенко. Д.В. Военная академия Генерального штаба ВС РФ, 2008, 288 с.
 7. Плюта В.С. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании. -М. : Финансы и статистика, 1989. – 176с.
 8. Системно-концептуальные основы в военно-технической области. Книга I. Концептуальные основы и элементы национальной безопасности. / Демидов Б. А., Величко А. Ф., Волощук И. В. - К.: ТОВ "Технологічний парк" - 2004. - 733 с.

*Надійшла до редакції 05.11.2016
Рецензент: доцент Коритько О.І.*