УДК 355.611

В.П. Городнов[1], С.П. Ярош[2]

[1] *Національна академія Національної гвардії України, Харків*
[2] *Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТІ МУЛЬТИКОЛІНЕАРНОСТІ СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МІЖВИДОВИХ ТАКТИЧНИХ ГРУП ЗА УМОВ ОБМЕЖЕНЬ ПОТОЧНОГО ФІНАНСУВАННЯ ЇХ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Проведено аналіз та запропонований варіант оцінки наявності факту мультиколінеарності статистичних моделей оцінки показників бойових можливостей Збройних сил та інших військових формувань України (утворених відповідно до Законів) на прикладі їх залежності від рівня обмеження фінансування.

Ключові слова: *мультиколінеарність, фінансування, проблеми із забезпеченням, функції.*

Вступ

Постановка проблеми. Під бойовими можливостями міжвидових тактичних груп (МТГр) розуміються можливості частин і підрозділів, які входять до складу МТГр, з виконання певних бойових завдань в конкретних умовах.

Бойові можливості характеризуються певними показниками. Ці показники можуть бути кількісними або якісними [1–2].

На рис. 1 наведені складові [3], які дозволяють більш повно визначити та оцінити можливості частин і підрозділів МТГр щодо виконання визначених бойових завдань у встановлені строки в конкретних умовах обстановки.

Рис. 1. Складові бойових можливостей МТГр

До складових бойових можливостей МТГр можна віднести можливості [3] щодо: поразки противника; захисту; управління; навченості МТГр, забезпечення, які вимірюються відповідними показниками. Для визначеності за метою статті, візьмемо один показник – можливості щодо забезпечення (МЩЗ).

Відомо, що в основі бойових можливостей укомплектованих підготовленим особовим складом частин і підрозділів є кошти і заходи всебічного забезпечення, в тому числі: морально-психологічне, тилове і технічне. Повна реалізація можливостей з забезпечення, дозволяє підвищити рівень реалізації решти складових бойових можливостей МТГр.

Можливості з тилового та технічного забезпечення можна віднести до, так званих, кількісних факторів [4], що впливають на бойові можливості

МТГР, а саме на кількість: озброєння, військової техніки, запасних частин, пального, речового майна, продовольства, боєприпасів і інших матеріальних засобів, необхідних для виконання завдань МТГр.

Наявність достатньої кількості матеріальних засобів прямо залежить від обсягів фінансування, що здійснюються по відповідних напрямках.

Для розмежування за економічними характеристиками цих напрямків, існує економічна класифікація видатків (КЕКВ) бюджетних установ та одержувачів бюджетних коштів [5]. Ступінь впливу фінансування по кожному з КЕКВ, на показник МЩЗ і на бойові можливості МТГр в цілому, різна, і залежить від рівня «достатності» елементів щодо виконання визначених завдань за призначенням.

Таким чином, обмежене фінансування по кожному КЕКВ викликає різну ступінь зниження показника МЩЗ. При оцінці впливу декількох факторів на підсумковий показник, виявити їх функціональні зв'язки, як правило не вдається. Тому часто доводиться використовувати статистичні методи і моделі. Але, при спробі апроксимації статистичних даних зниження зазначеного показника по причині обмеженого фінансування по різним КЕКВ, може виникнути ефект мультиколінеарності, який істотно знижує точність [6] прогнозу, що в свою чергу ускладнює оцінювання параметрів регресійних моделей, які застосовуються при оцінюванні бойових можливостей МТГр. Тому виникає проблема визначення факту наявності або відсутності мультиколінеарності параметрів і факторів відповідних регресійних моделей оцінки бойових можливостей МТГр.

Метою статті є розроблення інструменту (моделі), який би давав змогу визначити рівень мультиколінеарності факторів при побудові моделей на прикладі оцінювання ступеня впливу обсягів поточного фінансування по КЕКВ на показник МЩЗ, що необхідно для забезпечення точності розрахунків бойових можливостей МТГр з використанням статистичних залежностей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню оцінювання бойових можливостей частин і підрозділів Збройних сил присвячена значна кількість робіт. Так у [7–9] розглянуті методологічні підходи до визначення показників бойових можливостей військових формувань. У роботах [10–13] розглянуті підходи у визначенні кількісних та якісних показників бойових можливостей видових угруповань військ. Але в жодному з джерел не оцінювались наявність та ступінь впливу ефекту мультиколінеарності факторів, які впливають на бойові можливості МТГр.

Виклад основного матеріалу

При моделюванні процесу впливу обмеженого фінансування по різним КЕКВ на показник МЩЗ приходиться мати справу з багатофакторною залежністю, коли значення функції (показник МЩЗ) визначається поведінкою не одного, а одразу декількох факторів (обмежене фінансування на: продовольство, запасні частини, озброєння, військову техніку, пальне, речове майно, боєприпаси і інші матеріальні засоби. В даному випадку побудова лінійної багатофакторної моделі може мати вид:

$$y = f(x_1, x_2, ..., x_n) + \varepsilon; \qquad (1)$$

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + ... + a_n x_n + \varepsilon \qquad (2)$$

де y – залежна змінна (показник МЩЗ);

$x_1, x_2, ..., x_n$ – фактори (обмежене фінансування на: продовольство, речове майно, пально-мастильні матеріали і інші), що впливають на y;

$a_0, a_1, ..., a_n$ – коефіцієнти апроксимації;

ε – похибка апроксимації.

Слід зазначити, що при побудові багатофакторної моделі (2) може виникнути ситуація (3), коли коефіцієнти парної кореляції матриці будуть близькими по модулю до одиниці. Це явище отримало назву мультиколінеарність.

Мультиколінеарність – це тісний кореляційний взаємозв'язок між відібраними для аналізу факторами, які спільно впливають на загальний результат. Ефект мультиколінеарності знижує точність статистичних прогнозів [6] та ускладнює оцінювання параметрів регресійних моделей. Розрізняють «сувору» (perfekt) мультиколінеарність (наявність лінійного функціонального зв'язку між факторами) та «несувору» (imperfekt) мультиколінеарність (наявність сильного лінійного кореляційного зв'язку між факторами). На даний час однозначного критерію мультиколінеарності не існує [6; 14], при цьому несувора мультиколінеарність ускладнює роботу, але не перешкоджає отриманню правильних висновків.

У найпростішому випадку наявності мультиколінеарності рівняння (2) для двох факторної моделі може прийняти вид:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2 + \varepsilon, \qquad (3)$$

де a_3 – коефіцієнт апроксимації, що характеризує ступінь впливу парної кореляції двох факторів $(x_1 x_2)$.

Для моделі, яка характеризується наявністю трьох пояснювальних змінних (x_1, x_2, x_3), відповідне рівняння регресії може мати вид:

$$\begin{aligned} y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_1 x_2 + \\ + a_5 x_1 x_3 + a_6 x_2 x_3 + a_7 x_1 x_2 x_3 + \varepsilon, \end{aligned} \qquad (4)$$

де a_4, a_5, a_6, a_7 – коефіцієнти апроксимації, що характеризують ступінь впливу взаємно корельованих факторів (x_1, x_2, x_3).

Для кількісної оцінки ступеня впливу (a_k,

k=0; 1; …; 7) кожного k-го фактору окремо ($k < 4$) і їх різних комбінацій ($k > 3$) в (4), використовуємо метод найменших квадратів. З цією метою знайдемо (5) і перетворимо до стандартного вигляду (6) систему рівнянь:

$$\left\{\begin{array}{l}
\overline{y} - 1\cdot a_0 - \overline{x_1}\cdot a_1 - \overline{x_2}\cdot a_2 - \overline{x_3}\cdot a_3 - \overline{x_1x_2}\cdot a_4 - \overline{x_1x_3}\cdot a_5 - \overline{x_2x_3}\cdot a_6 - \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_7 = 0\\
\overline{yx_1} - \overline{x_1}\cdot a_0 - \overline{x_1^2}\cdot a_1 - \overline{x_1x_2}\cdot a_2 - \overline{x_1x_3}\cdot a_3 - \overline{x_1^2x_2}\cdot a_4 - \overline{x_1^2x_3}\cdot a_5 - \overline{x_2x_3}\cdot a_6 - \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_7 = 0\\
\overline{yx_2} - \overline{x_2}\cdot a_0 - \overline{x_1x_2}\cdot a_1 - \overline{x_2^2}\cdot a_2 - \overline{x_2x_3}\cdot a_3 - \overline{x_1x_2^2}\cdot a_4 - \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_5 - \overline{x_2^2x_3}\cdot a_6 - \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_7 = 0\\
\overline{yx_3} - \overline{x_3}\cdot a_0 - \overline{x_1x_3}\cdot a_1 - \overline{x_2x_3}\cdot a_2 - \overline{x_3^2}\cdot a_3 - \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_4 - \overline{x_1x_3^2}\cdot a_5 - \overline{x_2x_3^2}\cdot a_6 - \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_7 = 0\\
\overline{yx_1x_2} - \overline{x_1x_2}\cdot a_0 - \overline{x_1^2x_2}\cdot a_1 - \overline{x_1x_2^2}\cdot a_2 - \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_3 - \overline{x_1^2x_2^2}\cdot a_4 - \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_5 - \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_6 - \overline{x_1^2x_2^2x_3}\cdot a_7 = 0\\
\overline{yx_1x_3} - \overline{x_1x_3}\cdot a_0 - \overline{x_1^2x_3}\cdot a_1 - \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_2 - \overline{x_1x_3^2}\cdot a_3 - \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_4 - \overline{x_1^2x_3^2}\cdot a_5 - \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_6 - \overline{x_1^2x_2x_3^2}\cdot a_7 = 0\\
\overline{yx_2x_3} - \overline{x_2x_3}\cdot a_0 - \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_1 - \overline{x_1^2x_3}\cdot a_2 - \overline{x_2x_3^2}\cdot a_3 - \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_4 - \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_5 - \overline{x_2^2x_3^2}\cdot a_6 - \overline{x_1x_2^2x_3^2}\cdot a_7 = 0\\
\overline{yx_1x_2x_3} - \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_0 - \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_1 - \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_2 - \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_3 - \overline{x_1^2x_2^2x_3}\cdot a_4 - \overline{x_1^2x_2x_3^2}\cdot a_5 - \overline{x_1x_2^2x_3^2}\cdot a_6 - \overline{x_1^2x_2^2x_3^2}\cdot a_7 = 0
\end{array}\right. \qquad (5)$$

$$\left\{\begin{array}{l}
1\cdot a_0 + \overline{x_1}\cdot a_1 + \overline{x_2}\cdot a_2 + \overline{x_3}\cdot a_3 + \overline{x_1x_2}\cdot a_4 + \overline{x_1x_3}\cdot a_5 + \overline{x_2x_3}\cdot a_6 + \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_7 = \overline{y}\\
\overline{x_1}\cdot a_0 + \overline{x_1^2}\cdot a_1 + \overline{x_1x_2}\cdot a_2 + \overline{x_1x_3}\cdot a_3 + \overline{x_1^2x_2}\cdot a_4 + \overline{x_1^2x_3}\cdot a_5 + \overline{x_2x_3}\cdot a_6 + \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_7 = \overline{yx_1}\\
\overline{x_2}\cdot a_0 + \overline{x_1x_2}\cdot a_1 + \overline{x_2^2}\cdot a_2 + \overline{x_2x_3}\cdot a_3 + \overline{x_1x_2^2}\cdot a_4 + \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_5 + \overline{x_2^2x_3}\cdot a_6 + \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_7 = \overline{yx_2}\\
\overline{x_3}\cdot a_0 + \overline{x_1x_3}\cdot a_1 + \overline{x_2x_3}\cdot a_2 + \overline{x_3^2}\cdot a_3 + \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_4 + \overline{x_1x_3^2}\cdot a_5 + \overline{x_2x_3^2}\cdot a_6 + \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_7 = \overline{yx_3}\\
\overline{x_1x_2}\cdot a_0 + \overline{x_1^2x_2}\cdot a_1 + \overline{x_1x_2^2}\cdot a_2 + \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_3 + \overline{x_1^2x_2^2}\cdot a_4 + \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_5 + \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_6 + \overline{x_1^2x_2^2x_3}\cdot a_7 = \overline{yx_1x_2}\\
\overline{x_1x_3}\cdot a_0 + \overline{x_1^2x_3}\cdot a_1 + \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_2 + \overline{x_1x_3^2}\cdot a_3 + \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_4 + \overline{x_1^2x_3^2}\cdot a_5 + \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_6 + \overline{x_1^2x_2x_3^2}\cdot a_7 = \overline{yx_1x_3}\\
\overline{x_2x_3}\cdot a_0 + \overline{x_1x_2x_3}\cdot a_1 + \overline{x_1^2x_3}\cdot a_2 + \overline{x_2x_3^2}\cdot a_3 + \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_4 + \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_5 + \overline{x_2^2x_3^2}\cdot a_6 + \overline{x_1x_2^2x_3^2}\cdot a_7 = \overline{yx_2x_3}\\
\overline{x_1x_2x_3}\cdot a_0 + \overline{x_1^2x_2x_3}\cdot a_1 + \overline{x_1x_2^2x_3}\cdot a_2 + \overline{x_1x_2x_3^2}\cdot a_3 + \overline{x_1^2x_2^2x_3}\cdot a_4 + \overline{x_1^2x_2x_3^2}\cdot a_5 + \overline{x_1x_2^2x_3^2}\cdot a_6 + \overline{x_1^2x_2^2x_3^2}\cdot a_7 = \overline{yx_1x_2x_3}
\end{array}\right. \qquad (6)$$

В матричній формі система рівнянь (6) прийме більш компактний вигляд [14]:

$$AX = B_0 ,$$

де A – квадратна матриця системи; B_0 – вектор-стовпчик правих частин рівняння; X – вектор-стовпчик шуканих змінних.

$$A = \begin{pmatrix}
1 & \overline{x_1} & \overline{x_2} & \overline{x_3} & \overline{x_1x_2} & \overline{x_1x_3} & \overline{x_2x_3} & \overline{x_1x_2x_3}\\
\overline{x_1} & \overline{x_1^2} & \overline{x_1x_2} & \overline{x_1x_3} & \overline{x_1^2x_2} & \overline{x_1^2x_3} & \overline{x_2x_3} & \overline{x_1^2x_2x_3}\\
\overline{x_2} & \overline{x_1x_2} & \overline{x_2^2} & \overline{x_2x_3} & \overline{x_1x_2^2} & \overline{x_1x_2x_3} & \overline{x_2^2x_3} & \overline{x_1x_2^2x_3}\\
\overline{x_3} & \overline{x_1x_3} & \overline{x_2x_3} & \overline{x_3^2} & \overline{x_1x_2x_3} & \overline{x_1x_3^2} & \overline{x_2x_3^2} & \overline{x_1x_2x_3^2}\\
\overline{x_1x_2} & \overline{x_1^2x_2} & \overline{x_1x_2^2} & \overline{x_1x_2x_3} & \overline{x_1^2x_2^2} & \overline{x_1^2x_2x_3} & \overline{x_1x_2^2x_3} & \overline{x_1^2x_2^2x_3}\\
\overline{x_1x_3} & \overline{x_1^2x_3} & \overline{x_1x_2x_3} & \overline{x_1x_3^2} & \overline{x_1^2x_2x_3} & \overline{x_1^2x_3^2} & \overline{x_1x_2x_3^2} & \overline{x_1^2x_2x_3^2}\\
\overline{x_2x_3} & \overline{x_1x_2x_3} & \overline{x_1^2x_3} & \overline{x_2x_3^2} & \overline{x_1x_2^2x_3} & \overline{x_1x_2x_3^2} & \overline{x_2^2x_3^2} & \overline{x_1x_2^2x_3^2}\\
\overline{x_1x_2x_3} & \overline{x_1^2x_2x_3} & \overline{x_1x_2^2x_3} & \overline{x_1x_2x_3^2} & \overline{x_1^2x_2^2x_3} & \overline{x_1^2x_2x_3^2} & \overline{x_1x_2^2x_3^2} & \overline{x_1^2x_2^2x_3^2}
\end{pmatrix} \quad B_0 = \begin{pmatrix} \overline{y}\\ \overline{yx_1}\\ \overline{yx_2}\\ \overline{yx_3}\\ \overline{yx_1x_2}\\ \overline{yx_1x_3}\\ \overline{yx_2x_3}\\ \overline{yx_1x_2x_3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_0\\ b_1\\ b_2\\ b_3\\ b_4\\ b_5\\ b_6\\ b_7 \end{pmatrix}; \qquad (7)$$

$$X = \begin{pmatrix} a_0\\ a_1\\ a_2\\ a_3\\ a_4\\ a_5\\ a_6\\ a_7 \end{pmatrix} . \qquad (8)$$

Для розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь застосуємо метод [15] визначників Δ_k Крамера:

$$a_0 = \frac{\Delta_{a_0}}{\Delta}, \dots , a_k = \frac{\Delta_{a_k}}{\Delta}, \ \dots, a_7 = \frac{\Delta_{a_7}}{\Delta}; \qquad (9)$$

$$\Delta = \begin{pmatrix} a_{01} & a_{02} & \dots & a_{07} \\ a_{11} & a_{12} & \dots & a_{17} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{71} & a_{72} & \dots & a_{77} \end{pmatrix}, \qquad (10)$$

де a_{ij} – елементи матриці (A) системи.

В визначниках Δ_k (9) стовбець коефіцієнтів при відповідних невідомих заміняється стовпчиком B_0 :

$$\Delta_{a_0} = \begin{pmatrix} b_0 & a_{01} & \dots & a_{07} \\ b_1 & a_{11} & \dots & a_{17} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_7 & a_{71} & \dots & a_{77} \end{pmatrix}, \Delta_{a_7} = \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} & \dots & b_0 \\ a_{11} & a_{11} & \dots & b_1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{70} & a_{71} & \dots & b_7 \end{pmatrix} \quad (11)$$

де b_i , $i = 0, ..., 7$ – вектор-стовпчик (B_0) правих частин рівняння (6).

Отримана матриця (А) має розмірність 8х8, для якої не існує готових формул обчислення визначника (на відміну від матриць другого та третього порядку), тому скористаємось розкладанням визначника по елементам і-ї строки.

При цьому обчислення визначника n-го порядку зводиться до обчислення n визначників (n-1)-го порядку. Тоді обчислити визначник матриці (10) можна, розклавши його за елементами j-го стовпчика:

$$\det A = |A| = \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \cdot A_{ij} = \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \cdot (-1)^{i+j} \cdot M_{ij} . \quad (12)$$

Формулу (12) застосовують стільки разів доки не отримають матрицю розміром 3х3 або 2х2.

Для оцінки ступеня впливу одиночних факторів і їх комбінацій в (4) використовуємо отриману базову модель (4) – (11) і статистичні [16–22] дані табл. 1 (де y – відносний показник зниження значень показника МЩЗ; x_1, x_2, x_3 – відносний показник обмеженого фінансування по пальному, продовольству, речовому майні).

Таблиця 1

Початкові дані

i	y	x_1	x_2	x_3
1	0,137	0,637	0,532	0,375
2	0,128	0,589	0,425	0,339
3	0,117	0,345	0,337	0,332
…	…	…	…	…
53	0,011	0,140	0,110	0,065
54	0,003	0,009	0,010	0,012

Застосувавши формули (4–12), отримаємо: Δ= -0,291. Інші результати приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунків

№ з/п	Визначник	Фактор	Коефіцієнт апроксимації	
			Позначення	Значення
0.	Δ_0=-0,844·10^{-4}	Вільний член	a_0	0,00029
1.	Δ_1=-0,0155	x_1	a_1	0,0534
2.	Δ_2=-0,0325	x_2	a_2	0,1120
3.	Δ_3=-0,0590	x_3	a_3	0,2025
4.	Δ_4=-0,160·10^{-16}	x_1, x_2	a_4	0,548·10^{-16}
5.	Δ_5=-0,189·10^{-16}	x_1, x_3	a_5	0,651·10^{-16}
6.	Δ_6=-0,196·10^{-16}	x_2, x_3	a_6	0,673·10^{-16}
7.	Δ_7=-0,151·10^{-16}	x_1, x_2, x_3	a_7	0,519·10^{-16}

Отримані результати (табл. 2) коефіцієнтів апроксимації для доданків парної кореляції (a_4, a_5, a_6, a_7) виявляються на багато порядків менше ніж коефіцієнти при одиночних факторах в (4). Тому є можливість стверджувати, що мультиколінеарність факторів в базовій моделі (4) статистичної залежності МЩЗ – відсутня та модель (4) може бути представлена сумою однофакторних моделей.

Висновки

В статті наведена модель (4–11), за допомогою якої можна визначати наявність або відсутність факту мультиколінеарності статистичних моделей оцінки показників бойових можливостей Збройних сил та інших військових формувань України (утворених відповідно до Законів) та ступеня впливу обсягів обмеженого поточного фінансування за різними КЕКВ на один з показників (МЩЗ) бойових можливостей МТГр.

Таким чином, мета статті, а саме розроблення інструменту (моделі), який би давав змогу визначити рівень мультиколінеарності факторів при побудові статистичних моделей оцінювання показників бойових можливостей МТГр в залежності від обмежень поточного фінансування, є досягнутою.

Список літератури

1. Жуков Г.П. Военно-экономический анализ и исследование операцій / Г.П. Жуков, С.Ф. Викулов. – М.: МО СССР, 1987. – 440 с.

2. Тактика: підручн. / В.В. Вишняков, Г.А. Дробаха, А.А. Каленський, Є.Б. Смірнов. – К.: Київський університет, 2009. – 610 с.

3. Гузченко С.В. Обгрунтування складових бойових можливостей міжвидових тактичних груп / С.В. Гузченко, С.П. Ярош // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХНУПС, 2014. – № 3 (40). – С. 7-10.

4. Гузченко С.В. Обгрунтування показників бойових можливостей міжвидових тактичних груп / С.В. Гузчен-

ко, С.П. Ярош // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХНУПС, 2014. – № 4 (40). – С. 63-67.

5. Про затвердження Інструкції щодо застосування економічної класифікації видатків бюджету та Інструкції щодо застосування класифікації кредитування бюджету [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0456-12.

6. Моргенштерн О. О точности экономико-статистических наблюдений / О. Моргенштерн. – М.: Статистика, 1968. – 324 с

7. Бабич В.В. О некоторых методологических подходах к определению боевых возможностей войск / В.В. Бабич // Зарубежное военное обозрение. – 2007. – № 3. – С. 57-60.

8. Брюзгин В.А. К вопросу о боевых возможностях группировок войск в общевойсковой операции (бою) / В.А. Брюзгин // Зарубежное военное обозрение. – 2007. – № 10. – С. 9-14.

9. Плужников А.А. Оценка возможностей мотострелковых (танковых) подразделений в обороне // А.А. Плужников // Военная мысль. – 2011. – № 8. – С. 37-44.

10. Липаткин А.В. О боевых возможностях воинских формирований / А.В. Липаткин // Зарубежное военное обозрение. – 2006. – № 7. – С. 30-46.

11. Стрижевський В.В. Методика визначення складу тимчасових військових формувань, призначених для прикриття ділянок державного кордону / В.В. Стрижевський, С.М. Починок // Збірник наукових праць. – К.: ЦВСД НУОУ, 2012. – № 2. – С. 96-99.

12. Троценко К.А. О реализации боевых возможностей тактической группировки войск / К.А. Троценко // Зарубежное военное обозрение. – 2008. – № 6. – С. 70-76.

13. Нарышкин В.Г. Методические основы оценки и расчетов показателей боеспособности подразделений и частей / В.Г. Нарышкин // Военная мысль. – 2009. – № 2. – С. 58-65.

14. Тутубалин В.Н. Границы применимости (вероятностно-статистические методы и их возможности) / В.Н. Тутубалин. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

15. Городнов В.П. Вища математика (популярно, із прикладами): підручник для студ. екон. спец. вищ. навч. закл. [Текст] / В.П. Городнов. – Х.: АВВ МВС України, 2013. – 372 с.

16. Інформаційні бюлетені №23430 (Робота командирів МТЗ); №23450 (Організація БД за досвідом війни у Афганістан та, Чечні); №23459 (Організація побут у польових умовах); №23447 (Організація захисту автоколон).

17. Comments.ua/. [Електронний ресурс] – Режим доступу:/476451-ato-vskrila-kriticheskoe-sostoyanie.html

18. Майже 20% військових в зоні АТО не мають нового зимового одягу [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://vgolos.com.ua/news/may-zhe_20_viyskovyh_v_zoni_ato_ne_mayut_novogo_zymovogo_odyagu_236068.html

19. Кивлюк В.С. Погляди на формування та функціонування системи матеріально-технічного забезпечення Збройних Сил України / В.С. Кивлюк // Наука і оборона. – 2006.– №2.– С. 22-27.

20. Романченко І.С. Погляди на розвиток системи матеріально-технічного, забезпечення Збройних Сил України / І.С. Романченко, В.О. Шуєнкін // Наука і оборона. – 2007. – №4.– С. 22-27.

21. Військові в АТО забезпечені бронежилетами лише на 62%: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/news/2014/06/24/7029978/

22. Всеукраїнський центр волонтерів: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.peoplesproject.com.

Надійшла до редколегії 23.06.2017

Рецензент: д-р військ. наук проф. Г.А. Дробаха, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВА МУЛЬТИКОЛЛИНЕАРНОСТИ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕЖВИДОВЫХ ТАКТИЧЕСКИХ ГРУПП В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ ТЕКУЩЕГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ИХ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В.П. Городнов, С.П. Ярош

Проведен анализ и предложен вариант оценки наличия факта мультиколлинеарности статистических моделей оценки показателей боевых возможностей Вооруженных сил и других воинских формирований Украины (образованных в соответствии с законами) на примере их зависимости от уровня ограниченного финансирования.

***Ключевые слова:** мультиколлинеарность, финансирование, проблемы с обеспечением, функции.*

INVESTIGATION PROPERTY MULTICOLINARITY STATISTICAL MODELS IN THE CALCULATION INDICATORS OF THE BANGAL OPPORTUNITIES INTERVIEWS TACTICAL GROUP UNDER THE TERMS LIMITATIONS CURRENT FINANCING OF THEIR MATERIAL-TECHNICAL SUPPLY

V. Gorodnov, S. Yarosh

The analysis and proposed version estimation presence fact of the multicollinearity statistical models estimation combat capabilities Armed Forces and other Military Forms of Ukraine (created in accordance with the Laws) is assessed, for example, depending on the level of funding limitation.

***Keywords:** multicollinearity, financing, problems with provision, functions.*