
УДК 355.233.1.005

І.О. Романенко¹, С.В. Алексєєв², М.М. Колмиков², В.В. Калачова²,
О.А. Трублін², О.П. Бабенко³

¹ Генеральний штаб Збройних Сил України, Київ

² Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

³ Департамент військової освіти та науки, Київ

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬК (СИЛ) ЗС УКРАЇНИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

При плануванні заходів військового навчання в системі підготовки військ (сил) Збройних Сил України задача розподілу ресурсів вирішується неавтоматизованим способом. Таке вирішення складної оптимізаційної задачі вимагає залучення великої кількості фахівців служби логістики на всіх ланках управління та призводить до неефективного використання бюджетних коштів. За умов централізованого автоматизованого рішення оптимізаційної задачі розподілу ресурсів можливо: при фіксованій кількості виділених ресурсів збільшити кількість заходів підготовки в середньому на 15% або зекономити близько 27% ресурсів, що необхідні для проведення визначеного числа заходів.

Ключові слова: автоматизована система підготовки, розподіл ресурсів, оцінка ефективності.

Вступ

Постановка проблеми. Інтенсивність розвитку військової науки та використання новітніх інформаційних технологій у сучасному озброєнні та війсь-

ковій техніці вимагає постійного вдосконалення знань, умінь та навичок військовослужбовців. Це, у свою чергу, визначає необхідність підвищення ефективності як окремих складових, так і всього процесу підготовки військ (сил) в цілому, що може бути

реалізовано лише за наявності якісної та гнучкої системи підготовки.

Метою функціонування системи підготовки військ (сил) Збройних Сил України є досягнення (підтримання) заданого рівня підготовленості об'єктів навчання на визначеному часовому інтервалі при наявних ресурсах. Для досягнення цієї мети здійснюється планування заходів військового навчання за ієрархічним принципом, при цьому визначаються кількість та перелік заходів підготовки, необхідні ресурси. Однак, оскільки процес планування не в повній мірі збалансований із процесами оборонного та бюджетного планування, виникає невідповідність між необхідними та реальними обсягам і термінами надходження ресурсів [1], що призводить до постійного корегування планів підготовки, зміни кількості та видів заходів, перерозподілу наявних ресурсів. Складність цієї задачі вимагає автоматизації затратних обчислювальних операцій для підвищення ефективності розподілу ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досвід вітчизняних і закордонних фахівців переконливо показує, що сучасна система підготовки вимагає впровадження передових інформаційних технологій, використання нових методів управління тощо [2 – 4]. При цьому основною дієвою мірою є автоматизація [5, 6] процесів підготовки військ (сил), в тому числі процесу вирішення задачі оптимального розподілу ресурсів [7], що виділені на проведення заходів військового навчання.

Метою статті є проведення оцінки ефективності розподілу ресурсів між заходами військового навчання при впровадженні автоматизованої системи підготовки військ (сил) (АСП) Збройних Сил (ЗС) України.

Виклад основного матеріалу досліджень

Розглянемо підвищення ефективності розподілу ресурсів при впровадженні АСП ЗС України за допомогою наступної математичної моделі. Припустимо, що заявки розбиті на n класів (по числу підрозділів, що об'єднуються за допомогою АСП ЗС України). Відомі (наприклад, за результатами експертної оцінки) коефіцієнти важливості v_j ($j = \overline{1, n}$), а також характеристики ефективності обслуговування w_j заявок різних класів, тоді ефективність розподілу ресурсів підготовки можна оцінити як:

$$M_1 = \sum_{j=1}^n v_j \left[1 - (1 - w_j)^{n_j} \right], \quad (1)$$

де M_j є, по суті, математичним очікуванням числа виконаних заявок з урахуванням їх важливості.

Впровадження АСП ЗС України дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів на основі рішення наступної оптимізаційної задачі:

$$M_0 = \sum_{j=1}^n v_j \left[1 - (1 - w_j)^{x_j} \right] \Rightarrow \max_{\{x_j\}}; \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = N, \quad x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Підкреслимо, що задача (2), (3) може бути вирішена тільки за наявності автоматизованої системи, коли з'являється можливість централізованого розподілу ресурсів (умова (3)), направляючи їх на найбільш важливі і термінові заявки і – в цілому – такого розподілу сумарного об'єму ресурсів N , щоб критерій M_0 досяг свого максимального значення.

Приріст ефективності розподілу ресурсів можна оцінювати за абсолютною величиною $\Delta M = M_0 - M_1$ або, що прийнятніше, за відносною характеристикою:

$$\delta_1 = \Delta M / M_0 = 1 - M_1 / M_0. \quad (4)$$

Алгоритм рішення задачі (2), (3) відомий [7] і тут не розглядається. Приведемо лише остаточний результат у вигляді сукупності формул для обчислення M_0 :

$$M_0 = V_r - D_r \exp(-\eta_r). \quad (5)$$

де

$$V_r = \sum_{j=1}^r v_j; \quad D_r = \sum_{j=1}^r A_j;$$

$$A_j = \frac{1}{a_j}, \quad a_j = -\ln(1 - w_j).$$

При цьому, значення r визначається з умови:

$$Y_r < N \leq Y_{r+1}, \quad (6)$$

де

$$Y_r = B_r - D_r \beta_r, \quad (7)$$

а класи заявок перенумеровані відповідно до розташування величин β_j у варіаційному ряду по зменшенню, тобто передбачається, що:

$$\beta_1 \geq \beta_2 \geq \dots \geq \beta_n. \quad (8)$$

Складність реалізації запропонованого підходу полягає в тому, що на практиці основні параметри, що входять у вирази для M_0 і $M_j(n_j, v_j, w_j)$, поводяться, взагалі кажучи, як випадкові величини. Тому для отримання упевнених оцінок величин ΔM і δ_1 потрібний повномасштабний експеримент на ЕОМ, для проведення якого треба задати закони розподілу вказаних вище параметрів. Зараз обмежимося лише розглядом окремого випадку.

Загальні висновки за результатами цього розгляду, звичайно, зробити не можна, але приблизні оцінки він безумовно дає.

Вважатимемо розподіл ресурсів по класах заявок в АСП ЗС України рівномірним, тобто:

$$n_j = N/n, \quad j = \overline{1, n}. \quad (9)$$

Ефективність розподілу ресурсів, тобто значення M_1 , при цьому завищується, оскільки розподіл (9) в окремому випадку рівнозначності усіх класів заявок і рівності усіх величин w_j співпадає з оптимальним рішенням задачі (2) (при цьому $M_1 = M_0$ і $\Delta M = M_0 - M_1 = 0$). Але такий підхід зручний практично і дає упевненість в тому, що ΔM буде не менше того, яке вийде при допущенні (9). Інші початкові дані для прикладу, запозичені з роботи [7], приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Початкові дані для розрахунків

Параметр	Номер класу заявок j				
	1	2	3	4	5
v_j	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3
w_j	0,2	0,1	0,3	0,2	0,5

Результати розрахунків M_0 , M_1 і δ для різних значень загального ресурсу N приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунків

N	M_0	M_1	$\delta, \%$
1	0,1500	0,0676	54,9
3	0,2850	0,1840	35,4
5	0,3658	0,2800	23,5
10	0,4983	0,4560	8,5
15	0,5970	0,5721	4,2
20	0,6770	0,6545	3,3
30	0,7921	0,7599	4,1
40	0,8662	0,8246	4,8
50	0,9139	0,8680	5,0

Практичний інтерес представляють, природно, деякі середні оцінки. Величина їх істотно залежить від діапазону усереднювання по N . Так якщо N імовірно може приймати одне зі значень в діапазоні $(0, 10]$, то $\delta_{cp} = 24,8 \%$, для діапазону $(0, 30]$ – $\delta_{cp} = 11,0 \%$, нарешті, для діапазону $(0, 50]$ – $\delta_{cp} = 8,5 \%$. Вважаючи рівномірним будь-який з цих діапазонів, робимо висновок, що в середньому

можна чекати відносного приросту ефективності $\delta_{cp} = 14,8 \% \approx 15 \%$.

Таким чином, впровадження АСП ЗС України, що включає програмні модулі рішення різних оптимізаційних задач, повинно підвищити ефективність розподілу ресурсів в середньому на 15%. Неважко побачити, проте, що отримана оцінка має набагато ширшу сферу застосування та відноситься практично до всіх завдань, що вирішуються в системі підготовки військ (сил).

Необхідно тільки врахувати, що характернішою для цих завдань є постановка, в якій вимагається забезпечити задану якість функціонування елемента, компонента, вузла, або підсистеми в цілому при мінімальній витраті того або іншого ресурсу.

Стосовно розглянутої формалізації це означає, що замість завдання (2), (3) необхідно розглядати таку постановку:

$$N = \sum_{j=1}^n x_j \Rightarrow \min_{\{x_j\}}; \quad (10)$$

$$M(x) = \sum_{j=1}^n v_j \left(1 - e^{-a_j x_j}\right) \geq M_0. \quad (11)$$

Значення N , що буде отримано в результаті рішення цієї задачі, необхідно порівнювати з величиною N_1 , що є коренем рівняння:

$$\sum_{j=1}^n v_j \left(1 - e^{-a_j N_1/n}\right) = M_0. \quad (12)$$

Насправді, вирішувати знов задачу (10), (11) немає необхідності, досить скористатися табл. 2. Можна стверджувати, що результатами рішення задачі (10), (11) при різних значеннях M_0 являється перший стовпець таблиці. Іншими словами, якщо задається значення M_0 , рівне, наприклад, 0,3658, то мінімальне значення N , як результат рішення задачі (10), (11) рівне $N_{min} = 5$, при $M_0 = 0,6770 - N_{min} = 20$ і так далі. Значення ж N_1 може бути знайдене графічно, якщо побудувати залежності $M_0(N)$ і $M_1(N)$ і знайти N_1 з рівняння:

$$M_0(N) = M_1(N_1) = M_1(N_1 + \Delta N). \quad (13)$$

Результати представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Значення N_1 , абсолютної та відносної погрешностей ΔN і δN

Параметр	Значення N						
	1	3	5	10	15	20	30
N_1	2,5	5,1	7,6	11,8	16,5	22,2	34,3
$\Delta N = N_1 - N$	1,5	2,1	2,6	1,8	1,5	2,2	4,3
$\delta N = \Delta N/N, \%$	150	70	52	18	10	12,5	14,3

Усереднюючи ці дані, отримуємо:

$$\Delta N_{\text{ср}} = 26,8 \% \cong 27 \% . \quad (14)$$

Таким чином, використання оптимізаційних процедур при організації заходів підготовки в АСП ЗС України, дозволяє кожного разу (на кожному заході) економити близько 27% ресурсів. З таким результатом має сенс рахуватися, тим, більше, що він безпосередньо пов'язаний з економічним ефектом. Підкреслимо, що отримані результати мають характер попередніх оцінок і мають бути уточнені в ході дослідної експлуатації АСП ЗС України.

Висновки

Задача оптимального розподілу ресурсів по об'єктах їх використання під час підготовки військ (сил) ЗС України потребує вирішення не тільки на підготовчих етапах попереднього планування, але й безпосередньо в процесі здійснення навчання. Це, звичайно, під силу тільки автоматизованій системі.

Попередні оцінки показують, що при впровадженні АСП ЗС України автоматизоване рішення цих оптимізаційних задач (у порівнянні з неавтоматизованим способом) підвищить ефективність розподілу ресурсів, що виділені на проведення заходів підготовки, та дозволить:

– збільшити кількість ресурсно забезпечених заходів підготовки при фіксованій кількості виділених ресурсів в середньому на 15%;

– зекономити близько 27% ресурсів, що необхідні для проведення фіксованого числа заходів підготовки.

Список літератури

1. Гурін А.Б. Проблеми функціонування системи бойової підготовки у ЗСУ та аналіз напрямів її реформування [Електронний ресурс] / А.Б. Гурін. – Режим доступу: <http://defpol.org.ua/site/index.php/uk/arhiv/obonoglyad>
2. Романенко І.О. Модель системи інформаційного забезпечення підготовки військ (сил) / І.О. Романенко, С.В. Дуденко, М.М. Колмыков // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2009. – Вип. 3(11). – С. 65-68.
3. Дослідження впливу інформаційного забезпечення заходів підготовки на рівень підготовленості об'єктів навчання / І.О. Романенко, І.В. Рубан, С.В. Дуденко, С.В. Алексеев // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 4(78). – С. 142-145.
4. Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку тренажерної бази Повітряних Сил ЗС України / В.В. Калачова, С.В. Дуденко, І.Г. Дзевєрін, С.В. Осієвський // Наука і техніка ПС ЗСУ. – Х.: ХУПС. – 2011. – Вип. 1(5). – С. 155-160.
5. Бажин І.І. Исследование систем управления: компакт-учебник / И.И. Бажин. – Х.: Консум, 2004. – 336 с.
6. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления: учебн. для вузов / А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.
7. Гурин Л.С. Задачи и методы оптимального распределения ресурсов / Л.С. Гурин, Я.С. Дымарский, А.Д. Меркулов. – М.: Советское радио, 1968. – 256 с.

Надійшла до редколегії 12.01.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Рубан, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ПОДГОТОВКИ ВОЙСК (СИЛ) ВС УКРАИНЫ ПРИ ВНЕДРЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

И.О. Романенко, С.В. Алексеев, М.М. Колмыков, В.В. Калачева, О.А. Трублин, О.П. Бабенко

При планировании мероприятий военного учения в системе подготовки войск (сил) Вооруженных Сил Украины задача распределения ресурсов решается неавтоматизированным способом. Такое решение сложной оптимизационной задачи требует привлечения большого количества специалистов службы логистики на всех звеньях управления и приводит к неэффективному использованию бюджетных средств. При условиях централизованного автоматизированного решения оптимизационной задачи распределения ресурсов возможно: при фиксированном количестве выделенных ресурсов увеличить количество мероприятий подготовки в среднем на 15% или сэкономить около 27% ресурсов, которые необходимы для проведения определенного числа мероприятий.

Ключевые слова: автоматизированная система подготовки, распределение ресурсов, оценка эффективности.

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF ALLOCATION OF RESOURCES OF PREPARATION OF TROOPS (FORCES) SS OF UKRAINE AT INTRODUCTION OF AUTOMATED CONTROL THE SYSTEM

I.O. Romanenko, S.V. Alekseev, M.M. Kolmykov, V.V. Kalacheva, O.A. Trublin, O.P. Babenko

At planning of measures of military studies in the system of preparation of troops (forces) of Military Powers of Ukraine the task of allocation of resources decides by the manned method. Such decision of intricate optimization problem requires bringing in of plenty of specialists of service of logistic on all of links of management and results in the uneffective use of budgetary facilities. On conditions of the centralized automated decision of optimization task of allocation of resources possibly: at the fixed amount of the dedicated resources to increase the amount of measures of preparation on the average on 15% or to economize about 27% resources which are needed for conducting of certain number of measures.

Keywords: automated system of preparation, allocation of resources, estimation of efficiency.