

УДК 355.351

Р.В. Казмірчук, К.М. Хом'як, В.В. Ларіонов

*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів***МОДЕЛІ ОПЕРАЦІЙ ВІЙСЬК (СИЛ) У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Розглядаються математичні моделі типових операцій щодо дій військ (сил) у надзвичайних ситуаціях (НС) з метою формальної постановки задач організаційного управління силами боротьби з НС, вибору придатних методів їх вирішення та розробки відповідних алгоритмів ефективних процедур для комп'ютерних засобів автоматизації управління. Оскільки завдання боротьби із НС покладені на Збройні Сили, тому об'єктивно виникає необхідність розширення спеціального математичного й програмного забезпечення інформаційно-розрахункової системи АСУ військами (силами).

Ключові слова: надзвичайна ситуація, оптимальне планування, ефективність планів.

Вступ

Постановка проблеми. В сучасних умовах локальних чи «гібридних» воєн, збройних конфліктів, боротьби з незаконними збройними формуваннями набуває проблемності комплекс нових завдань для угруповань військ (сил), пов'язаних з виникненням та ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій (НС) в операційній зоні бойових дій. В проекті, що описується, поставлені завдання оптимального планування запобігання надзвичайних ситуацій, а у випадку їх виникнення – ліквідації їх наслідків, тобто аварійно-рятувальних і відновлювальних робіт, відселення з зони НС і переведення об'єктів регіональної системи. Розроблена структура, визначені функції і програмні засоби для комп'ютерного забезпечення (автоматизації) роботи плануючого органу.

Мета проекту – підвищення цільової та економічної ефективності планів робіт із запобігання НС і ліквідації їх наслідків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Використання запропонованих завдань оптимального планування доцільно, насамперед, в економічному аспекті управління ресурсами при НС, що дозволяє оптимально використовувати ресурси, одночасно досягаючи мети застосування сил в НС з максимальною цільовою ефективністю [1]. Усі завдання складають математичне забезпечення системи планування для НС, доведені до ефективних алгоритмів процедур їх вирішення за допомогою комп'ютерних засобів автоматизації управління [2].

Мета статті. Визначається відсутністю науково обґрунтованої постановки і вирішення завдань автоматизованого управління військами (силами) в умовах НС соціального, техногенного і екологічного характеру в зоні бойових дій. Змістова постановка проблемної наукової задачі дослідження – максимізація ефективності дій військ (сил) в умовах НС операційної зони за фактором оптимального організаційного управління.

Виклад основного матеріалу

Світовий досвід свідчить, що заходи із запобігання НС завжди менш коштовні, ніж збитки від наслідків НС. Виходячи з цього зміст завдань – мінімізація можливих збитків від НС за рахунок оптимального розподілу і використання коштів на запобігання надзвичайних ситуацій.

Існують об'єкти регіональної системи $o_j, j = \overline{1, n}$ (зони проживання населення, об'єкти виробництва (інфраструктури, об'єкти воєнно-економічного потенціалу, соціального призначення, системи управління тощо), виведення яких з ладу при НС i -го типу ($i = \overline{1, m}$) пов'язується з рівнем збитків:

$$W = \langle w_j, j = \overline{1, n} \rangle. \quad (1.1)$$

Експертним шляхом оцінюється ймовірність виводу з ладу кожного j -го об'єкта при виникненні надзвичайної ситуації i -го типу, як матриця

$$Q = \|q_{ij}\|_{m \times n}, \quad (1.2)$$

а також відповідні нормативні витрати на запобігання НС – матриця:

$$C = \|c_{ij}\|_{m \times n}. \quad (1.3)$$

Якщо бюджетні кошти на запобігання НС розподілені за планом –

$$X = \|x_{ij}\|_{m \times n}, \quad (1.4)$$

то імовірності Q є «емпіричні» функції від співвідношення X і C , тобто

$$Q = \|q_{ij}(x_{ij}/c_{ij})\|_{m \times n} \quad (1.5)$$

і сумарні ймовірні відвернені збитки (ефект) при плані запобігання X складуть

$$WS(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j \times q_{ij}(x_{ij}), \quad (1.6)$$

а вартість плану –

$$CS(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}. \quad (1.7)$$

Легко побачити, що ефективність плану запобігання визначається співвідношенням ймовірних відвернених збитків і вартості плану, яким вони досягнуті, –

$$e_{n3}(X) = WS / CS. \quad (1.8)$$

Оптимальне планування запобігання збитків завжди максимізує ефективність використання ресурсів і має дві інтерпретації задачі.

Пряма задача – на множині планів $\{X\}$, кожний з котрих задовольняє систему обмежень на припустимі витрати –

$$CS(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq CS^{npun}; \quad (1.9)$$

$$\|x_{ij} \leq c_{ij}\|_{m \times n}, \quad (1.10)$$

знайти такий (оптимальний) план

$$XO = \|x_{oj}\|_{m \times n}, \quad (1.11)$$

що максимізує ймовірні відвернені збитки від НС –

$$WS(X) = \max_{\{X\}} WS(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j \times q_{ij}(x_{ij}), \quad (1.12)$$

Обернена задача – на множині планів $\{X\}$, кожний з котрих задовольняє систему обмежень на потрібний рівень ймовірних відвернених збитків

$$\|x_{ij} \leq c_{ij}\|_{m \times n}, \quad (1.13)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j \times q_{ij}(x_{ij}) \geq WS^{nomp}, \quad (1.14)$$

знайти такий (оптимальний) план

$$XO = \|x_{oj}\|_{m \times n}, \quad (1.15)$$

що мінімізує його вартість, –

$$CS(XO) = \min_{\{X\}} CS(XO) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{oj}. \quad (1.16)$$

Ефективність плану XO для прямої задачі –

$$e_{n3}(XO) = \left(\frac{\max WS}{CS^{npun}} \right) = \max e \quad (1.17)$$

і для оберненої задачі –

$$e_{o3}(XO) = \left(\frac{WS^{nomp}}{\min CS} \right) = \max e. \quad (1.18)$$

Планування матеріального забезпечення дій сил боротьби з НС є дуже важливою економічною задачею і міститься в наступному.

При плануванні дій сил в операції по боротьбі з НС розробляється план матеріального забезпечення, основними задачами котрого є:

визначення потреби сил у всіх видах ресурсів (енергоносії, матеріали, продовольство, майно загального і спеціального призначення тощо);

визначення місць розміщення центрів постачання і створення на них запасів ресурсів;

розподіл сил і засобів для забезпечення ресурсами основних (діючих в операції) сил в процесі їх застосування.

Перша задача відноситься до розрахункових (арифметичних) і особливостей не має.

Друга задача є комплексною задачею пошуку оптимального плану вибору місць розміщення центрів постачання ресурсів і управління їх запасами.

Третя задача є розрахунковою (арифметичною) із реалізації оптимальних планів забезпечення ресурсами, що отримані в другій задачі.

Розглянемо змістову постановку задачі оптимального розміщення центрів постачання ресурсів для угруповання сил по боротьбі з НС.

Нехай матеріальне забезпечення складає поставки основним силам ресурсів різних видів (номенклатури) –

$$\langle r_j, j = \overline{1, n} \rangle = R. \quad (1.19)$$

Відомі об'єкти споживання ресурсів з їх географічними координатами (дислокація формувань діючих сил) –

$$\langle s_i, i = \overline{1, m} \rangle = S \quad (1.20)$$

і потрібними обсягами ресурсів (одиниць) за видами:

$$\|a_{ij}\|_{m \times n} = \text{matr} A. \quad (1.21)$$

Позиційний район угруповання основних сил по боротьбі з НС завданий множиною точок з координатами, що належать області $\{\Phi, \Lambda\}$. Якщо

центр постачання j -го виду ресурсів розміщений в «точці» з координатами (ϕ_j, λ_j) , то виникає вектор відстаней між даним центром постачання і усіма споживачами j -го ресурсу, а всі вектори утворюють матрицю –

$$\|d_{ij}\|_{m \times n} = \text{matr} D. \quad (1.22)$$

Так, у випадку транспортування j -го ресурсу з центру постачання кожному споживачу повітрям (літаками, гелікоптерами) чи всюдиходами відстані (1.22) будуть найкоротшими (ортодроміями) і дорівнюватимуть

$$d_{ij}(\phi_j, \lambda_j) = \sqrt{(\phi_i - \phi_j)^2 + (\lambda_i - \lambda_j)^2}, i = \overline{1, m}. \quad (1.23)$$

При транспортуванні ресурсів по наземній транспортній мережі (шляхам) позиційного району відстані (1.22) знаходяться методом динамічного програмування і будуть в загальному випадку більші, ніж (1.23).

Кожній відстані (1.22) може бути поставлений у відповідність другий чисельний показник витрат на постачання одиниці ресурсу, наприклад, витрата пального, час постачання, ймовірність постачання (проходження маршруту) тощо

$$\|g_{ij}(\phi_j, \lambda_j)\|_{m \times n} = \text{matr} G. \quad (1.24)$$

Тоді витрати на постачання ресурсу a_{ij} з центру r_j в пункт s_i складуть, очевидно

$$\|a_{ij} \times g_{ij}(\phi_j, \lambda_j)\|_{m \times n}. \quad (1.25)$$

Наприклад, при $g=d$ це – «тонно-кілометри». Підсумкові витрати на забезпечення ресурсом r_j всіх споживачів складуть

$$L_j(\phi_j, \lambda_j) = \sum_{i=1}^m a_{ij} \times g_{ij}(\phi_j, \lambda_j), j = \overline{1, n}. \quad (1.26)$$

Формальна постановка задачі – в заданій області $\{\Phi, \Lambda\}$ позиційного району знайти таку (оптимальну) точку з координатами для центру постачань ресурсу j -го виду

$$(\phi_{oj}, \lambda_{oj}) \in \{\Phi, \Lambda\}, \quad (1.27)$$

котра мінімізує сумарні витрати на забезпечення кожним j -м видом ресурсу всіх споживачів

$$\begin{aligned} L_j(\phi_{oj}, \lambda_{oj}) &= \min_{\{\Phi, \Lambda\}} L_j(\phi_j, \lambda_j) = \\ &= \sum_{i=1}^m a_{ij} \times g_{ij}(\phi_j, \lambda_j), j = \overline{1, n} \end{aligned} \quad (1.28)$$

Це – задача нелінійного програмування, котра повинна бути вирішена для всіх $r_j, j = \overline{1, n}$. Тоді сумарні

витрати на забезпечення всіх споживачів $p_i, i = \overline{1, m}$ всіма видами ресурсів також будуть мінімальними і складуть

$$LS = \sum_{j=1}^n L_j(\phi_{oj}, \lambda_{oj}) = \min_{\{\Phi, \Lambda\}} LS. \quad (1.29)$$

Оскільки залежність (1.26) витрат від аргументу (ϕ_j, λ_j) не є аналітично уявленою, тому задачу можна вирішити ітераційним методом спрямованого пошуку оптимуму $(\phi_{oj}, \lambda_{oj})$ із початкової «точки».

Ця постановка задачі розміщення матеріальних ресурсів завжди переважає за ефективністю рішення евристичне розміщення з подальшим комплексом «транспортних» задач.

Висновки

Надана постановка (модель) нових для Збройних Сил типових задач дослідження операцій при надзвичайних ситуаціях, обрані й обґрунтовані методи їх вирішення при плануванні дій угруповання військ (сил) з ліквідації надзвичайних ситуацій.

Воєнно-екологічній безпеці вже приділялася увага науковців Збройних Сил [2], але зараз, коли завдання боротьби із надзвичайними ситуаціями цілком покладене на Збройні Сили, виникає необхідність фундаментального наукового підходу до цієї проблематики. Оскільки дані задачі є новими для угруповань військ (сил), то алгоритми їх вирішення повинні бути включені до складу спеціального математичного й програмного забезпечення (СМіПЗ) інформаційно-розрахункової системи АСУ військами (силами).

Список література

1. Педченко Г.М., Невольніченко А.І., Шарий В.І. *Воєнно-наукове забезпечення операцій військ (сил): Монографія. МО України. Видання ВІ КНУ імені Тараса Шевченка. К., 2011. – 340 с.*
2. Невольніченко А.І. *Ефективність автоматизованого управління військами (силами): Монографія. МО України, Видання ВІ КНУ імені Тараса Шевченка. К., 2013. – 355 с.*
3. Качинський А.Б. *Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень: Монографія. – К., 2013. – 104 с.*
4. Шарий В.І., Невольніченко А.І. *Проблематика керування сферою воєнної безпеки // Наука і оборона. – 2000. – №1. – С. 16 – 21.*
5. Невольніченко А.І., Носов Р.С., Столяр С.Ф. *Фактор централізації управління в АСУ с розподіленими базами даних // Сб. науч. тр. науч.-исслед. и проектно-констр. ин-т. автомат. Системы управления городским хозяйством Киевского горисполкома. – К.: Наукова Думка. – 1991. – С. 35 – 44.*

Рецензент: д.т.н., с.н.с. О.М. Купріненко, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

МОДЕЛИ ОПЕРАЦИЙ ВОЙСК (СИЛ) В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Р.В. Казмирчук, К.М. Хомяк, В.В. Ларионов

Рассматриваются математические модели типовых операций относительно действий войск (сил) в чрезвычайных ситуациях для формальной постановки задач организационного управления силами борьбы с чрезвычайными ситуациями, выбора действенных методов их решения и разработки соответствующих алгоритмов эффективных процедур для компьютерных средств автоматизации управления.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, оптимальное планирование, эффективность планов.

MODELS OF TROOPS (FORCES) OPERATIONS ON EMERGENCY SITUATIONS

R. Kazmirchuk, K. Homjak, V. Larionov

Mathematical models of typical operations of troops (forces) actions in emergency situations (ES) are considered with the aim of formal tasking organizational command by means of emergency response, selection of adequate methods of their solution and development of appropriate algorithms of effective procedures for command computer automation facilities. Since the Armed forces have been assigned the task of emergency response, a need arises to expand special mathematic support and software of information-computing system of troops (forces) Automated Control System.

Key words: emergency, optimal planning, plans efficiency.

УДК 623.746

О.Л. Колос

*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів***ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГАБІОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ФОРТИФІКАЦІЙНОМУ ОБЛАДНАННІ РАЙОНІВ
(ПОЗИЦІЙ) ВІЙСЬК (СИЛ)**

У статті розкриті короткі викладки обґрунтування доцільності застосування габіонних конструкцій при фортифікаційному обладнанні районів (позицій) військ (сил). Поданий аналіз досвіду застосування габіонних конструкцій в Антитерористичній операції на Сході країни, миротворчих операціях та результати випробовування у навчальних центрах.

Ключові слова: габіонні конструкції, фортифікаційне обладнання, райони (позиції) військ (сил).

**Постановка проблеми у загальному
вигляді**

За умов недостатнього фінансування, нарощування практичного досвіду ведення бойових дій Збройних Сил України у сучасних збройних конфліктах (Антитерористичній операції на Сході нашої країни) та миротворчих місіях, особливою умовою підтримання належного рівня боєздатності військ та досягнення високої живучості на позиціях та в районах їх розташування є виконання заходів фортифікаційного обладнання.

Так, при розташуванні підрозділу на місці в [1] визначено: «Організовуючи бойове забезпечення і виконання заходів інших видів

забезпечення командир взводу особливу увагу приділяє ..., інженерному обладнанню і маскуванню місця розташування, захисту від ЗМУ, високоточної і запальної зброї ...», а при веденні оборонного бою: «Стійкість і активність дій підрозділів, що обороняються, досягаються: ... умілим використанням вигідних умов місцевості, інженерним обладнанням опорного пункту (вогневої позиції); постійним виконанням заходів щодо захисту від ЗМУ, запальної і ВТЗ ...».

Облаштування фортифікаційних споруд на позиціях та в районах розташування підвищують ефективність застосування зброї і бойової техніки, стійкість управління військами і забезпечують захист військ від сучасних засобів ураження [2,3].