

МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРІОРИТЕТНОСТІ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ МІСЦЕВОСТІ В РАЙОНІ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ НА РОЗМІЩЕННЯ ПІДРОЗДІЛУ

У статті розглянута можливість рішення задачі оптимізації розміщення військових підрозділів на місцевості з використанням математичних методів обробки інформації та геоінформаційних технологій. Одним із шляхів вирішення зазначеної задачі пропонується використовувати метод аналізу ієрархій.

Ключові слова: геоінформаційне забезпечення, аналіз стану місцевості.

В статье рассмотрена возможность решения задачи оптимизации размещения воинских подразделений на местности с использованием математических методов обработки информации и геоинформационных технологий. Одним из путей решения указанной задачи предлагается использовать метод анализа иерархий.

Ключевые слова: геоинформационное обеспечение, анализ состояния местности, геопространственная модель местности.

In the article the possibility of the decision of a problem of optimisation of placing of military divisions on district with use of mathematical methods of processing of information and geoinformation technologies is considered. One of ways of the decision of the specified problem are offered to use a method of the analysis of hierarchies.

Keywords: geosupply with information, the analysis of condition of district, geospatial model of district.

Вступ та постановка задачі. До недавнього часу аналіз стану місцевості під час планування та організації бойових дій підрозділами сухопутних військ проводився здебільшого спираючись на досвід та інтуїцію командира, практично не використовуючи можливості геоінформаційних систем. При цьому не проводилось точних обчислень фізико-географічних характеристик, що визначають тактичні властивості місцевості (районів з критичною крутизною схилів земної поверхні, зон видимості з усіх командних висот району відповідальності, щільності дорожньої мережі шляхів різних класів тощо), оскільки їх визначення вручну за паперовою топографічною картою потребує значних часових витрат, яких у командира, як правило, немає. Як результат – приблизне визначення меж ділянок з відповідними властивостями на місцевості і похибка, яка може привести до невиконання поставленого бойового завдання. Існуючі методики аналізу місцевості докладно наведені в літературі [1-4].

Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій дозволяє суттєво збільшити точність аналізу фізико-географічних характеристик місцевості за рахунок можливостей швидкої обробки великої кількості геопросторових даних високопродуктивними обчислювальними засобами.

Мета статті. Застосування методологічного апарату методу аналізу ієрархій для побудови геоінформаційної моделі місцевості та створення оцінної карти місцевості оптимального розміщення військових підрозділів геоінформаційними методами.

Виклад основного матеріалу. Методологія системного аналізу має у своєму арсеналі досить великий набір методів. Одним із методів, що дозволяє визначити найкращі (оптимальні) фізико-географічні умови для організації розміщення підрозділів в районі відповідальності є метод аналізу ієрархій.[6]. Він успішно використовувався для вирішення різноманітних практичних завдань і, зокрема, завдань багатокритеріальної оптимізації [7, 8].

Метод аналізу ієрархій (МАІ) дозволяє застосовувати об'єктивні математичні методи для обробки суб'єктивних переваг індивідуумів або їх груп у завданнях ухвалення рішень. Методологія МАІ полягає в побудові ієрархії з подальшим формуванням суджень на основі парних порівнянь елементів за загальними для них критеріями або властивостями.

У результаті отримують шкали відношень, з яких потім синтезується узагальнена за всією структурою шкала для вибору кращої альтернативи. У найбільш елементарному виді ієрархія будується з вершини (мета), через проміжні рівні (критерії, від яких залежать наступні рівні) до самого нижнього рівня (який звичайно є переліком альтернатив) [6].

Традиційно МАІ використовується для завдань ранжирування або вибору кращих альтернатив шляхом обчислення пріоритетів альтернатив і критеріїв.

Зазвичай вибір критеріїв є прерогативою особи, що приймає рішення (ОПР), при цьому критерії можуть вимірюватися в різних шкалах, прикладами яких є шкали для вимірювання ваги і відстані. Крім того, у завданнях приймання рішень можуть зустрічатися критерії, для яких відсутні шкали вимірів. Виміри в різних шкалах не можна просто об'єднати або скласти. Тому в МАІ спочатку обчислюються пріоритети критеріїв у термінах важливості, яка характеризує їх внесок в головну мету, потім пріоритети альтернатив, що показують міру відповідності альтернатив вимогам критеріїв. Ці пріоритети отримуються з матриць парних порівнянь, заповнених судженнями або відношеннями реальних вимірів, якщо такі є.

Процес упорядкування об'єктів відповідно до пріоритетів дозволяє вирішити проблему, пов'язану із застосуванням різних типів шкал, шляхом визначення значущості об'єктів у системі цінностей ОПР.

Завершальною стадією МАІ є синтез узагальнених (глобальних) пріоритетів альтернатив, що характеризують їх внесок у головну мету, розташовану на вершині ієрархії. Синтез включає операції множення і складання, які можна застосовувати не лише до пріоритетів, але й до реальних вимірів властивостей альтернатив, якщо вони належать одній шкалі [3].

Таким чином, МАІ дозволяє звести проблему багатокритеріальної оптимізації до одновимірного завдання і може успішно застосовуватись для рішення задач організації оптимального розміщення підрозділу в зоні відповідальності.

На першому етапі застосування МАІ полягає у декомпозиції та поданні проблеми у вигляді ієрархії (рис. 1).

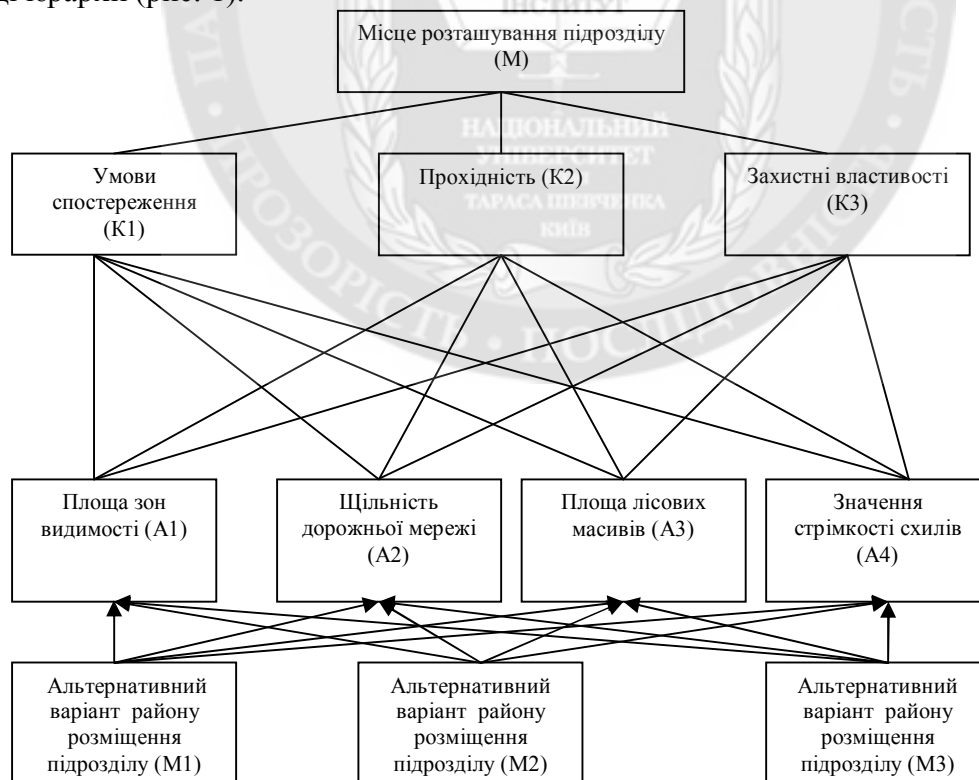


Рис.1. Задача у вигляді ієрархії

Наступним етапом застосування МАІ є визначення ваги впливу елементів A1-A4 на елементи K1 – K3 та на результат рішення задачі по оптимізації розміщення підрозділів в цілому.

Вагова функція впливу критеріїв визначається в інтервалі [1, 9], значенню 1 відповідає відсутність впливу даного елемента на рішення задачі. Вагова функція дозволяє оцінити внесок того чи іншого елемента в розв'язання задачі і служить для обчислення порівняльних пріоритетів альтернативних варіантів, їх внеску в критерій, на основі якого має прийматися рішення.

Альтернативи вибору відповідної ділянки місцевості за дослідженнями попередників [1] наступні:

1. тип місцевості в залежності від ступеня її пересіченості, середніх показників крутизни схилів, а також найбільшої площі зони видимості.
2. показник щільності дорожньої
- 3 показник площі залісеності району відповідальності,
4. мінімальна крутизна схилів в межах зони відповідальності.

Для визначення ступеню впливу зазначених показників стану місцевості, визначаються пріоритети розміщення, які отримані з матриці парних порівнянь, що заповнені відношеннями реальних вимірів.

Заповнення квадратних матриць попарних порівнянь здійснюється за наступним правилом. Якщо елемент A_1 домінує над елементом A_2 , то комірка матриці, що відповідає рядку A_1 і стовпчику A_2 заповнюється цілим числом, а комірка, що відповідає A_2 і A_1 , заповнюється оберненим до нього числом. Якщо елемент домінує A_2 над A_1 , то ціле число ставиться в комірку, що відповідає рядку A_2 і стовпчику A_1 , а дріб проставляється в клітку, що відповідає A_1 і A_2 . Якщо елементи рівноцінні, то в симетричних комірках матриці ставляться одиниці.

$$\mu = \begin{pmatrix} \mu_1 / \mu_1 & \mu_1 / \mu_2 & \dots & \mu_1 / \mu_n \\ \mu_2 / \mu_1 & \mu_2 / \mu_2 & \dots & \mu_2 / \mu_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_n / \mu_1 & \mu_n / \mu_2 & \dots & \mu_n / \mu_n \end{pmatrix} .$$

Для отримання кожної матриці експерт виносить $n(n-1)/2$ суджень (тут n – порядок матриці попарних порівнянь). Розглянемо в загальному виді приклад формування матриці попарних порівнянь.

Нехай A_1, A_2, \dots, A_n - множина з n елементів (альтернатив) і $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ відповідно їх ваги або інтенсивності. Порівняємо попарно вагу або інтенсивність, кожного елемента з вагою або інтенсивністю, будь-якого іншого елемента множини по відношенню до загальної для них властивості або цілі. У цьому випадку матриця попарних порівнянь має представлений вигляд.

Матриця попарних порівнянь має властивість зворотної симетрії, тобто $\mu_{ij} = 1/\mu_{ji}$. При проведенні попарних порівнянь варто відповідати на наступні питання: який із двох порівнюваних елементів є важливішим (або має більший вплив) чи є більш ймовірним (або переважнішим). При порівнянні критеріїв звичайно запитують, який із критеріїв більш важливий; при порівнянні альтернатив стосовно критерію – яка з альтернатив більш краща або більш ймовірна [9].

Шкала відносин (ступеню важливості).

Ступінь відносин	Визначення
1	Однакова значимість
3	Незначна перевага значимості одного елемента над іншим
5	Суттєва або сильна перевага одного елемента над іншим
7	Сильна перевага одного елемента над іншим одного елемента над іншим
9	Абсолютна перевага одного елемента над іншим
2, 4, 6, 8	Проміжні значення між сусідніми

Розділимо сформульовану ієрархічну схему на складові, складемо матриці порівнянь пріоритетів чим визначимо ступінь впливу альтернатив: на кожний показник (рис.2).

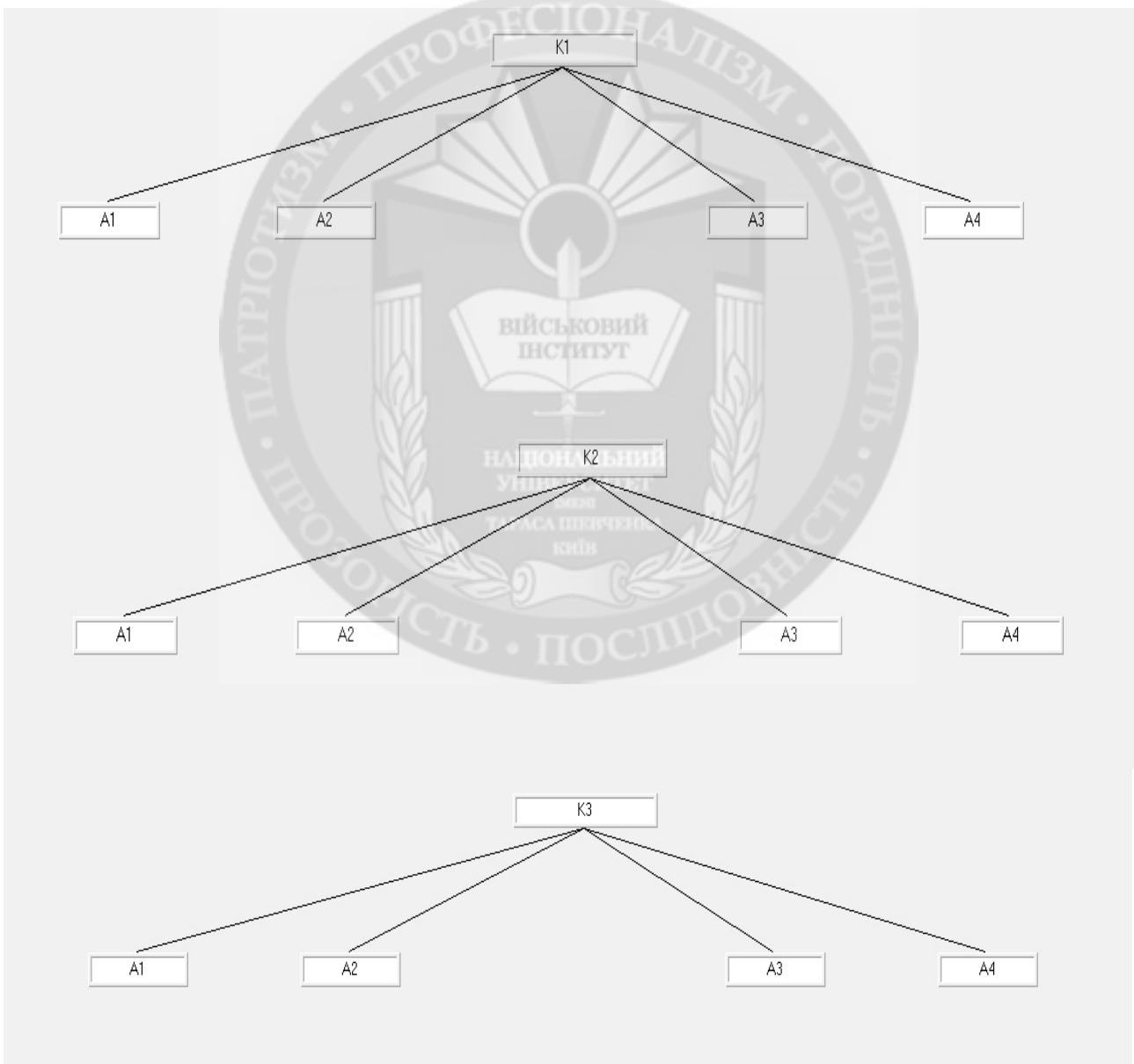


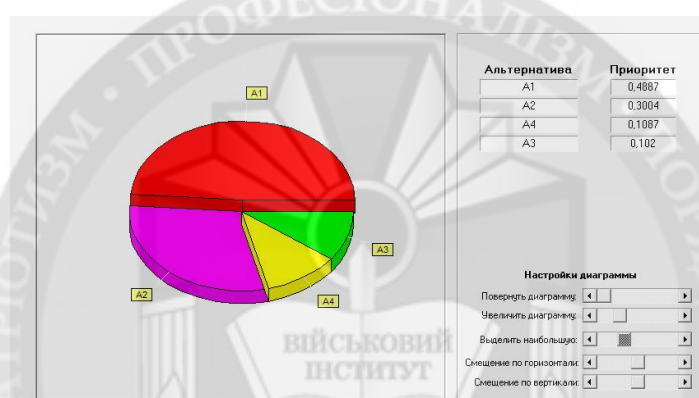
Рис.2 Складові ієрархічної схеми

Розраховані матриці пріоритетів за показниками:

Матриця пріоритетів для критерію К1

	A1	A2	A3	A4	Пріоритет
A1	1	5	1	7	0,4887
A2	1/5	1	5	5	0,3004
A3	1	1/5	1	1/3	0,102
A4	1/7	1/5	3	1	0,1087

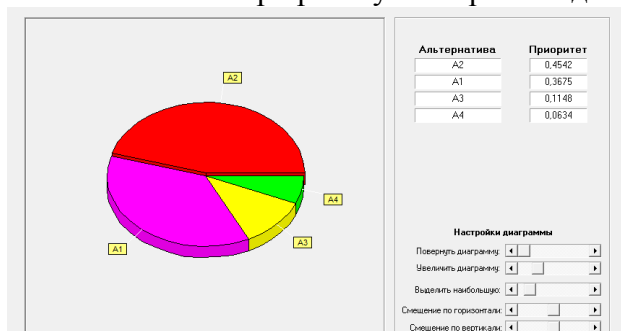
Визначення пріоритету альтернатив для К1



Матриця пріоритетів для критерію К2

	A1	A2	A3	A4	Пріоритет
A1	1	1	3	5	0,3675
A2	1	1	7	5	0,4542
A3	1/3	1/7	1	3	0,1148
A4	1/5	1/5	1/3	1	0,0634

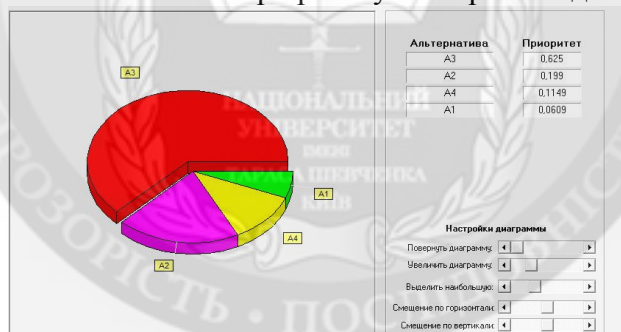
Визначення пріоритету альтернатив для К2



Матриця пріоритетів для критерію К3

	A1	A2	A3	A4	Пріоритет
A1	1	1/3	1/7	1/3	0,0609
A2	3	1	1/5	3	0,199
A3	7	5	1	5	0,625
A4	3	1/3	1/5	1	0,1149

Визначення пріоритету альтернатив для К3



За результатами обробки даних визначені вагові коефіцієнти (пріоритети) альтернатив для кожного з критеріїв оцінки території. Які становлять:

- для критерію К1 пріоритетним є показник A1 (**0,4887**);
- для критерію К2 пріоритетним є показник A2 (**0,4542**);
- для критерію К3 пріоритетним є показник A3 (**0,625**).

Висновок. Так застосування МАІ для рішення задачі про оптимізацію розміщення підрозділів сухопутних військ в межах зони відповідальності, для удосконалення методики обробки геопросторової інформації дозволяє вирішити проблему, пов'язану з визначенням значущості об'єктів у системі цінностей ОПР, що в свою чергу виключає суб'єктивність оцінки впливу критеріїв стану місцевості на рішення, що приймається.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Іваньков П.А. Местность и ее влияние на боевые действия войск / П.А. Іваньков, Г.В. Захаров. – М.: Воениздат, 1969. – 207 с.

2. Помбрик И.Д. Карта офіцера / И.Д. Помбрик, Н.А. Шевченко. – М.: Воениздат, 1985. – 175 с.
3. Повshedний В.А. Методика вивчення й оцінки місцевості по топографічних картах: навч. посіб. / В.А. Повshedний, Ю.Є. Варлан. – К.: НАОУ, 2000. – 13с.
4. Міхно О.Г. Військова топографія: підручник / О.Г. Міхно, С.Г. Шмаль. – К.: Вид.-полігр. центр «Київський університет», 2008. – 384 с.
5. Кравчук О.В. Методика оперативного створення комп'ютерної тривимірної моделі місцевості / О.В. Кравчук, С.В. Ленков, О.Г. Міхно // Зб. наук. праць „Труди Одесского политехнического университета”. – Одеса, 2006. – № 1(25). – С. 122-127.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: «Радио и связь», 1993. – 278 с.
7. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
8. Саати Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Пер. с англ. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.
9. Волошин О.Ф. Моделі та методи прийняття рішень: Навчальний посібник / О.Ф. Волошин, С.О. Машенко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. – С.120-121.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

