



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **92024**

(13) **U**

(51) МПК

G06F 15/18 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 01998**

(22) Дата подання заявки: **27.02.2014**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.07.2014**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.07.2014, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):

**Павленко Максим Анатолійович (UA),
Тимочко Олександр Іванович (UA),
Гусак Максим Юрійович (UA),
Щербінін Сергій Олександрович (UA),
Корольок Наталія Олександрівна (UA),
Берднік Поліна Геннадіївна (UA),
Кукобко Сергій Вікторович (UA),
Щербінін Олександр Олександрович (UA)**

(73) Власник(и):

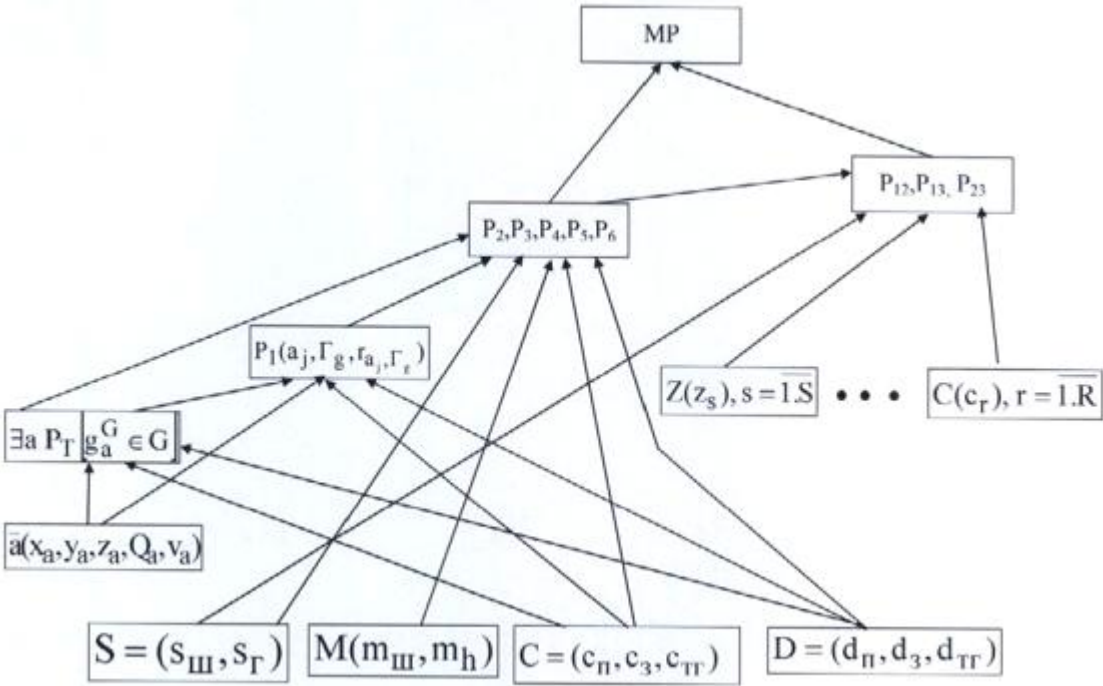
**ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА
КОЖЕДУБА,
вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)**

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМУ УДАРУ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

(57) Реферат:

Спосіб визначення напрямку удару засобів повітряного нападу базується на застосуванні методу кластерного аналізу для угруповання засобів повітряного нападу та визначення узагальненого напрямку їхніх дій. Вводяться додаткові правила визначення кластерів засобів повітряного нападу з урахуванням даних про побудову ударів, а також облік знань про цілі і задачі, що розв'язує противник в ударі.

UA 92024 U



Фиг. 1

Запропонована корисна модель належить до галузі системної інженерії і може бути використана для підсистеми інформаційного забезпечення в перспективних автоматизованих системах для підвищення ефективності інформаційного забезпечення визначення напрямку удару засобів повітряного нападу.

Відомий "Спосіб визначення характеру дій засобів повітряного нападу" [1] оснований на розподілі всіх засобів повітряного нападу противника на тактичні групи по ряду поведінкових ознак з урахуванням можливих об'єктів оборони, по яких можуть бути нанесені удари тактичними групами.

Недоліком відомого способу є те, що всі засоби повітряного нападу вважаються спостережуваними, не використовується інформація про просторове положення засобів повітряного нападу, не враховуються знання про цілі і задачі противника, не розглядається спільна погоджена дія тактичних груп, не визначається інформація про напрямок удару та його просторове положення.

Найбільш близьким до запропонованого технічного рішення, вибраним як прототип є "Спосіб визначення напрямку засобів повітряного нападу, що містить модальність" [2], який базується на застосуванні методу кластерного аналізу для угруповання засобів повітряного нападу та визначення узагальненого напрямку їхніх дій.

Недоліком способу-прототипу є те, що в ньому використовується спрощений двовимірний випадок, де всі засоби повітряного нападу відображаються на екрані і мають площинні координати (x, y). Всі повітряні засоби перебувають у зоні спостереження засобів розвідки, що є спрощенням реальної повітряної обстановки, а також не враховуються знання про тактику застосування засобів повітряного нападу, цілі та задачі, що розв'язуються противником у кожному з повітряних ударів, правила побудови повітряних ударів.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб визначення напрямку удару засобів повітряного нападу, який підвищить ефективність інформаційного забезпечення визначення напрямку удару засобів повітряного нападу.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в спосіб-прототип, який базується на застосуванні методу кластерного аналізу для угруповання засобів повітряного нападу, а також визначення узагальненого напрямку їхніх дій, вводяться додаткові правила визначення кластерів засобів повітряного нападу з урахуванням даних про побудову ударів, а також обліковуються знання про цілі і задачі, що розв'язує противник в ударі.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в підвищенні ефективності інформаційного забезпечення визначення напрямку удару засобів повітряного нападу за рахунок використання сукупності просторових характеристик повітряних об'єктів, знань про будову засобів повітряного нападу в ударі, розподілу простору на межі відповідальності, інтенсивності дії на них засобів повітряного нападу, а також визначення обліку цілей ймовірного удару противника.

На фіг. 1 наведена структурна схема способу визначення напрямку удару засобів повітряного нападу.

На фіг. 2 наведений принцип відбору об'єктів в склад кластеру.

На фіг. 3 наведений випадок можливості об'єднання двох кластерів.

На фіг. 4 наведено вирішення задачі перевірки умови можливості перетину узагальнених курсів засобів повітряного нападу.

На фіг. 5 наведена смуга прориву протиповітряної оборони.

На фіг. 6 наведено формальний опис оперативно-тактичного напрямку.

На фіг. 7 наведено схему розбиття простору на оперативно-тактичні напрямки.

Суть способу визначення напрямку удару засобів повітряного нападу базується на застосуванні методу кластерного аналізу, введення в нього додаткових правил визначення кластерів засобів повітряного нападу з урахуванням даних про побудову ударів, а також в обліковуванні знань про цілі і задачі, що розв'язує противник в ударі та полягає у наступному (фіг.1).

Задаються ширина і глибина ділянки прориву протиповітряної оборони $S = (s_{\text{ш}}, s_{\text{г}})$, "габарити" просторового строю, у якому можлива побудова одного удару $M(m_{\text{ш}}, m_{\text{г}})$, враховуючи, що відомі дані про засоби повітряного нападу

$$\bar{a}(x_a, y_a, z_a, Q_a, v_a), \quad (1)$$

де x_a, y_a, z_a - координати повітряного об'єкта;

Q_a - курс повітряного об'єкта;

v_a - швидкість повітряного об'єкта.

При цьому $m_{\text{ш}} = s_{\text{ш}}$, а m_h визначається бойовими можливостями засобів повітряного нападу (ЗПН). Значення параметрів вводяться в систему розпізнавання можливих напрямків ударів ЗПН на етапі її настроювання або безпосередньо при її використанні.

5 Використовуючи метод, оснований на розподілі всіх ЗПН противника на тактичні групи по ряду поведінкових ознак з урахуванням можливих об'єктів оборони, по яких можуть бути нанесені удари тактичними групами, проводиться групування ЗПН з врахуванням того, що відомі інтервали $C = (c_{\text{п}}, c_{\text{з}}, c_{\text{тг}})$ і дистанції $D = (d_{\text{п}}, d_{\text{з}}, d_{\text{тг}})$ між ЗПН, які діють як окремо, так і у складі пар, ланок і тактичних груп.

10 При визначенні спільної дії ЗПН в межах "габариту" масованого удару спільно розглядаються, як окремі ЗПН, так і тактичні групи (ТГ) ЗПН.

Для цього серед множини ЗПН:

$$A = (\bar{a}_j), j = \overline{1..N}, \quad (2)$$

15 виділяються підмножини:

$$\Gamma_1, \dots, \Gamma_g, \quad (3)$$

для яких виконуються умови:

а) підмножини не перетинаються, тобто

$$20 \quad \Gamma_k \cap \Gamma_1 = \emptyset, \text{ якщо } k \neq 1. \quad (4)$$

б) будь-який елемент із (2) належить лише одній підмножині, тобто

$$\bigcup_{i=1}^g \Gamma_i = A \quad (5)$$

25 при цьому кожна підмножина Γ_i складається лише з "найбільш близьких об'єктів".

При визначенні напрямків удару ЗПН враховується, що ЗПН у масованому ударі діють у складі ТГ, які в свою чергу діють в ешелі прориву або самостійно, що визначає необхідність рішення задачі розпізнавання ешелонів удару, з урахуванням можливих інтервалів між ешелонами.

30 Для визначення напрямків ударів ЗПН застосовується метод кластерного аналізу [3,4], заснований на критерії мінімуму відстані між об'єктами, з урахуванням просторових характеристик можливого повітряного удару і динаміки зміни повітряної обстановки. У відповідність кожному кластеру, що описує множину ЗПН, розглядається кластер, який складається з підкластерів, кожному з яких відповідають певні ешелони.

35 Процедура розмежування множини ЗПН на кластери представляється за умови, коли відомі параметри масованого удару $M(m_{\text{ш}}, m_h)$ і параметри ешелонів в ударі $\Xi((\bar{a}_{\text{ш}}^1, \bar{a}_h^1), \dots, (\bar{a}_{\text{ш}}^p, \bar{a}_h^p))$.

При виявленні нового (першого) ЗПН \bar{a}_j вважається що він перший об'єкт кластера Γ_1 з границями $(\bar{a}_{\text{ш}}^1, \bar{a}_h^1) \in M(m_{\text{ш}}, m_h)$, а також є центром кластера (фіг. 2).

40 При виявленні наступних ЗПН перевіряється можливість об'єднання їх у ТГ. Якщо таке об'єднання можливо, то дана ТГ розглядається як єдиний об'єкт з узагальненими характеристиками. Для перевірки умов додавання об'єктів до кластера шукається відстань між виявленими об'єктами з використанням співвідношення:

$$r_{j,j+1} = \left| (\hat{\Gamma}_{1x}, \hat{\Gamma}_{1y}, \hat{\Gamma}_{1z}) (a_{jx}, a_{jy}, a_{jz}) \right|, \quad (6)$$

45 де $(\hat{\Gamma}_{1x}, \hat{\Gamma}_{1y}, \hat{\Gamma}_{1z})$ - геометричний центр кластера Γ_1 .

Після чого знаходиться геометричний центр даного кластера:

$$\hat{\Gamma}_1(\hat{\Gamma}_{1x}, \hat{\Gamma}_{1y}, \hat{\Gamma}_{1z}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (a_{jx}, a_{jy}, a_{jz}) \quad (7)$$

для усіх $a_j \in \Gamma_1$,

при цьому $r_{\hat{\Gamma}_1, a_j} > r_{\hat{\Gamma}_2, a_j}$. Якщо $a_j \in \Gamma_1$, $r_{\hat{\Gamma}_1, a_j} < r_{\hat{\Gamma}_2, a_j}$, то дана умова виконується для центрів підкластерів кластера Γ_1 .

Визначається середня швидкість ЗПН у розглянутому кластері:

5

$$\hat{\Gamma}_1(v) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (v_{a_j}), \text{ для всіх } a_j \in \Gamma_1, \quad (8)$$

Спочатку центр кластера пов'язаний з першим об'єктом. Надалі він перераховується для всіх об'єктів, що потрапили в даний кластер і проводиться перевірка влучення в кластер з центром $\hat{\Gamma}_1$ і характеристиками підкластера $(\varepsilon_{\text{ш}}^1, \varepsilon_{\text{н}}^1)$.

10

Після чого перевіряється умова приналежності даних ЗПН (ТГ) кластеру $M(m_{\text{ш}}, m_{\text{н}})$:

$$m_{\text{шmin}} \leq a_{jx} \leq m_{\text{шmax}}, \quad (9)$$

$$m_{\text{нmin}} \leq a_{jz} \leq m_{\text{нmax}}. \quad (10)$$

15

Якщо об'єкт \bar{a}_j не задовольняє умові (9-10), то утворюється новий кластер Γ_2 , до якого й зараховується даний об'єкт. Об'єкти, які не задовольняють умові (9), але задовольняють умові (10), вважаються приналежними до Γ_1 та виконують демонстративні або відволікаючі дії, а в умовах постановки перешкод, на ділянці $m_{\text{ш}}$ показують, що на даній ділянці можливе формування удару.

20

Для всіх об'єктів \bar{a}_j , що потрапили в кластер Γ_g , розраховується узагальнений курс (напрямок руху) об'єктів, об'єднаних у рамках кластерів:

$$\alpha_{\Gamma_g} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_{a_j}, \quad (11)$$

який і приймається за напрямок руху даного кластера.

25

Така процедура виконується для всіх виявлених кластерів і підкластерів ЗПН.

При виявленні декількох кластерів ЗПН перевіряється можливість їхнього об'єднання в рамках одного кластера (фіг. 3).

Якщо вектори, які характеризують узагальнений курс руху α_{Γ_1} , α_{Γ_2} належать кластерам Γ_1 , Γ_2 і перетинаються до входу в зону поразки конфронтуючого об'єднання Повітряних Сил, то дані кластери можуть об'єднатися або діяти спільно на двох сусідніх ділянках.

30

Для визначення даної умови будується одиничний вектор \bar{e}_{Γ_g} для кожного кластера:

$$\bar{e}_{\Gamma_g} (\cos(\alpha_{\Gamma_g}), \sin(\alpha_{\Gamma_g})). \quad (12)$$

У випадку, якщо вектори колінеарні, а за умови обліку помилок виміру їхні курси практично збігаються, то:

35

$$\theta_{\text{min}} \leq \cos(\alpha_{\Gamma_1}) \cdot \sin(\alpha_{\Gamma_2}) - \sin(\alpha_{\Gamma_1}) \cdot \cos(\alpha_{\Gamma_2}) \leq \theta_{\text{max}}. \quad (13)$$

При виконанні цієї умови приймається рішення про те, що кластери незалежні, при цьому θ_{min} , θ_{max} задаються експертами.

Якщо вектори не колінеарні, перевіряється умова можливості їхнього перетину. Для цього вираховується кут τ між векторами \vec{e}_{Γ_g} . Якщо його значення знаходиться в інтервалі $0^0 < \tau < 90^0$, то перетин можливий:

$$\arccos(\tau) = \frac{|\vec{e}_{\Gamma_1} \cdot \vec{e}_{\Gamma_2}|}{|\vec{e}_{\Gamma_1}| \cdot |\vec{e}_{\Gamma_2}|}. \quad (14)$$

5

Якщо ці умови не виконуються одночасно, то ухвалюється рішення про те, що два кластери не перетинаються і надалі розглядаються окремо.

Якщо пари векторів \vec{e}_{Γ_g} не задовольняють умові (14), а задовольняють умові (15), то знаходяться координати точки перетину прямих, початком яких є координати центрів відповідних Γ_g , які співпадають за напрямком з \vec{e}_{Γ_g} .

Для перевірки умови можливості перетину узагальнених курсів ЗПН, що належать кластерам Γ_1, Γ_2 , вирішується задача по знаходженню координати точки Р при відомих координатах точок Γ_1, Γ_2 , узагальненому курсі ЗПН у розглянутих кластерах α_{Γ_1} і α_{Γ_2} (фіг. 4).

Якщо координати точки Р' належать області Д (району оборони), удари розглядаються як окремі (фіг. 4). Якщо ж точка Р перебуває перед областю Д, розглядаються два виявлених удари в рамках одного.

Для визначення переліку об'єктів оборони, знищення яких дозволить противникові досягти поставлених цілей, у кожному з ударів, формалізуються знання про множину задач розв'язуваних противником:

20

$$Z(z_s), s = \overline{1, S}. \quad (15)$$

Множина цілей, переслідуваних противником при проведенні масованих ударів, задається як:

$$C(c_r), r = \overline{1, R}. \quad (16)$$

25

Множина об'єктів оборони представляється як:

$$O(o_v), v = \overline{1, V}. \quad (17)$$

Множина задач, вирішення яких необхідно для досягнення цілі c_r , задається морфізмом μ_{c_r} наступного виду:

30

$$\mu_{c_r} : c_r \xrightarrow{s=1, S} Z_s, \quad (18)$$

який породжує підмножину $Z_1^{c_r} \in Z$, що включає множину задач $Z_1^{c_r}(z_1^{c_r}, \dots, z_k^{c_r})$, рішення яких необхідно для досягнення цілі c_r в розглянутому ударі і залежить від удару (перший, другий і т.д.), а також від результатів досягнутих противником у попередньому ударі.

35

Морфізм, що визначає перелік об'єктів оборони, до знищення яких противник буде прагнути, вирішуючи задачі, $Z_u^{c_r}$, $u = \overline{1, U}$ для досягнення цілей c_r :

$$\mu_{Z_u^{c_r}} : Z_t^{c_r} \xrightarrow{t=1, k} o_v. \quad (19)$$

40

Далі визначається множина об'єктів оборони, які противник планує знищити при $Z_u^{c_r}$, як $O_f(O_1^{Z_u^{c_r}}, \dots, O_c^{Z_u^{c_r}})$ та перевіряється, чи попадають об'єкти з множини O_f у смугу прориву ЗПН (фіг. 5).

З урахуванням даних про побудову ударів, а також обліку знань про цілі і задачі, що розв'язуються противником в ударі, проводиться визначення напрямку удару засобів повітряного нападу.

Оперативно-тактичний напрямок (ОТН) у загальному випадку має вигляд деякого просторового сектора, обмеженого трьома прямими або чотирма точками $\{(x_{j1}, y_{j1}), (x_{j2}, y_{j2}), (x_{j3}, y_{j3}), (x_{j4}, y_{j4})\}^T$. При цьому з однієї сторони j - сектор є відкритим і обмежується тільки прямими, утвореними точками $\{(x_{j1}, y_{j1}), (x_{j2}, y_{j2}), (x_{j3}, y_{j3}), (x_{j4}, y_{j4})\}^T$ (Фіг.6).

Напрямок представляється як:

$$\begin{aligned} y(x_{j3} \ x_{j2}) \ x(y_{j3} \ y_{j2}) \ y_{j2}x_{j3} + y_{j3}x_{j2} &\geq 0 \\ y(x_{j1} \ x_{j2}) \ x(y_{j1} \ y_{j2}) \ y_{j2}x_{j1} + y_{j1}x_{j2} &\leq 0, \\ y(x_{j4} \ x_{j3}) \ x(y_{j4} \ y_{j3}) \ y_{j3}x_{j4} + y_{j4}x_{j3} &> 0 \end{aligned} \quad (20)$$

де $x, y(T)$, T - оперативно-тактичний напрямок.

Виходячи з задачі оцінки кількості повітряних об'єктів (ПО), що діють на ОТН, повітряний простір поділяється таким чином, щоб однозначно визначити до якого з напрямків належить місце знаходження ПО (Фіг.7).

Повітряний простір описується як об'єднання всіх оперативно-тактичних напрямків

$$VP = \bigcup_i T_i, \quad (21)$$

де T_i - оперативно-тактичний напрямок.

Задача визначення приналежності повітряного об'єкта ОТН вирішується при кожній зміні його положення.

Початковими параметрами, для вирішення задачі, є просторові координати ПО (x_{PO}, y_{PO}) .

Для визначення до якого ОТН належить точка місця знаходження ПО проводиться перебір напрямків і визначається для якого напрямку точка (x_{PO}, y_{PO}) задовольняє системі нерівностей:

$$\begin{aligned} y_{PO}(x_{j3} \ x_{j2}) \ x_{PO}(y_{j3} \ y_{j2}) \ y_{j2}x_{j3} + y_{j3}x_{j2} &\geq 0 \\ y_{PO}(x_{j1} \ x_{j2}) \ x_{PO}(y_{j1} \ y_{j2}) \ y_{j2}x_{j1} + y_{j1}x_{j2} &\leq 0, \\ y_{PO}(x_{j4} \ x_{j3}) \ x_{PO}(y_{j4} \ y_{j3}) \ y_{j3}x_{j4} + y_{j4}x_{j3} &> 0 \end{aligned} \quad (22)$$

де (x_{PO}, y_{PO}) - координати повітряного об'єкта;

$x_{ji}, y_{ji}, i = 1..4$ - координати точок меж ОТН.

На основі результатів вирішення задачі визначення ОТН, на якому знаходиться ПО, визначається загальна кількість ПО на ОТН.

$$N_{T_j} = \sum_i N_{PO_i}, \text{ при } PO_j \in T_j, \quad (23)$$

де PO_i - повітряний об'єкт, який знаходиться на T_j напрямку;

N_{T_j} - загальна кількість PO_i яка знаходиться на T_j напрямку.

Представляємо формули (6-23) у вигляді висловлень мовою вирахування предикатів першого порядку:

$$P_1, \dots, P_{23}, \quad (24)$$

де $P_1(a_j, \Gamma_g, r_{a_j}, \Gamma_g)$ - правило віднесення об'єкта a_j до кластера Γ_g за умови, що r_{a_j}, Γ_g не більше заданого.

Інші правила P_1, \dots, P_{23} мають схожу конструкцію.

Правило для визначення напрямку удару повітряного противника має вигляд:

$$MP = P_1 \vee \dots \vee P_{23} \cdot \quad (25)$$

Джерела інформації:

- 5 1. Городнов В.П., Дробах Г.А., Ермошин М.О., Смірнов Є.Б., Ткаченко В.І. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними. - Х: ХВУ, 2004. - 409 с.
2. Низинко Б.И., Павленко М.А., Бердник П.Г. Метод формализации знаний, содержащих модальности для экспертных систем реального времени // Системы обработки информации. - Х: ХВУ. - 2004. - Вип. 10(38). - С. 117-125.
- 10 3. Анисимов Б.В., Курганов В.Д., Злобин В.К. Распознавание и цифровая обработка изображений. - М.: Высш. шк., 1983. - 295 с.
4. Павленко М.А., Сисков А.В., Перепелица А.В., Руденко В.Н. Метод определения направления удара ЗПН в границах оперативного направления // Моделювання та інформаційні технології. -К.: НАНУ, ІПМЕ. - 2005. - Вип.33. - С. 112-121.
- 15

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 20 Спосіб визначення напрямку удару засобів повітряного нападу, який базується на застосуванні методу кластерного аналізу для угруповання засобів повітряного нападу та визначення узагальненого напрямку їхніх дій, який **відрізняється** тим, що вводяться додаткові правила визначення кластерів засобів повітряного нападу з урахуванням даних про побудову ударів, а також облік знань про цілі і задачі, що розв'язує противник в ударі.

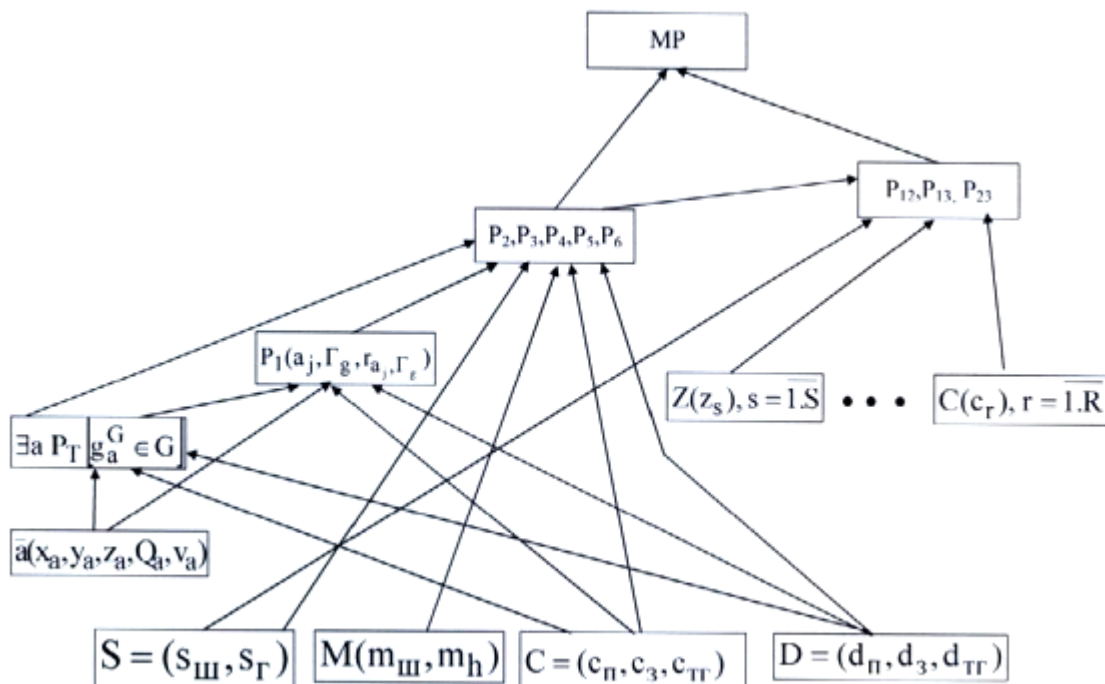


Fig. 1

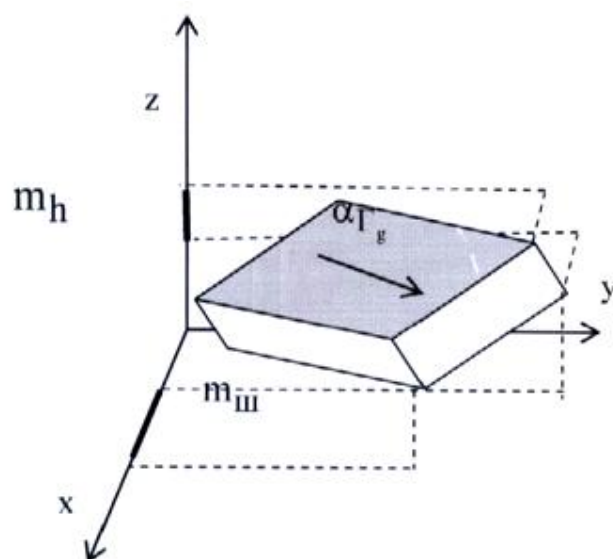


Fig. 2

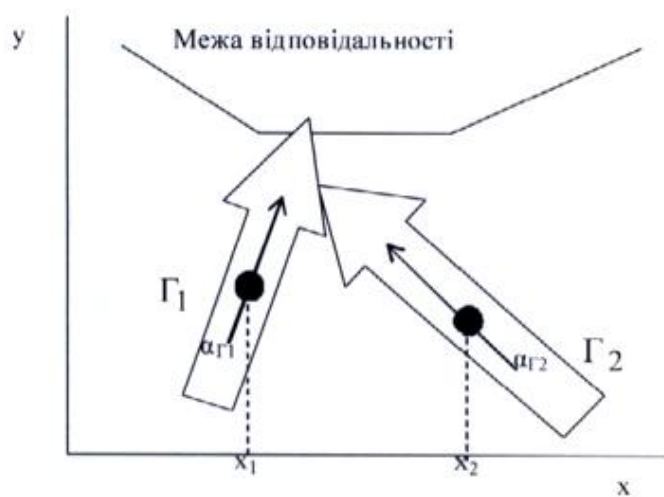


Fig. 3

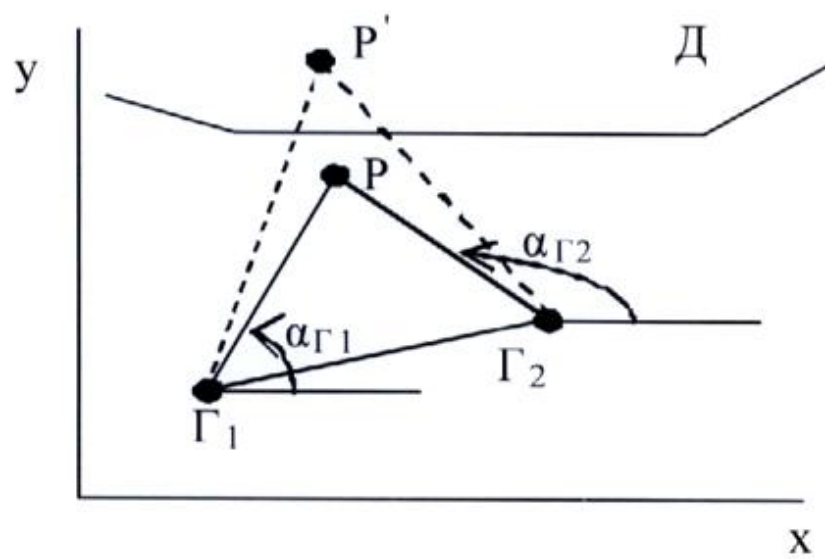


Fig. 4

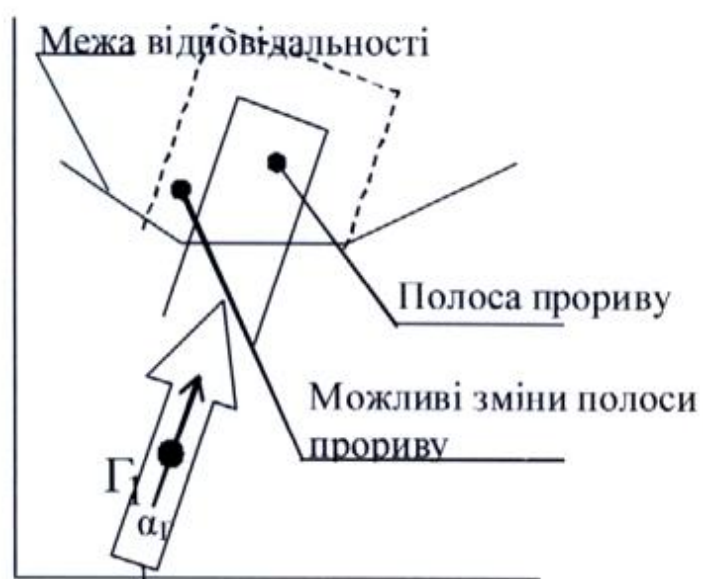


Fig. 5

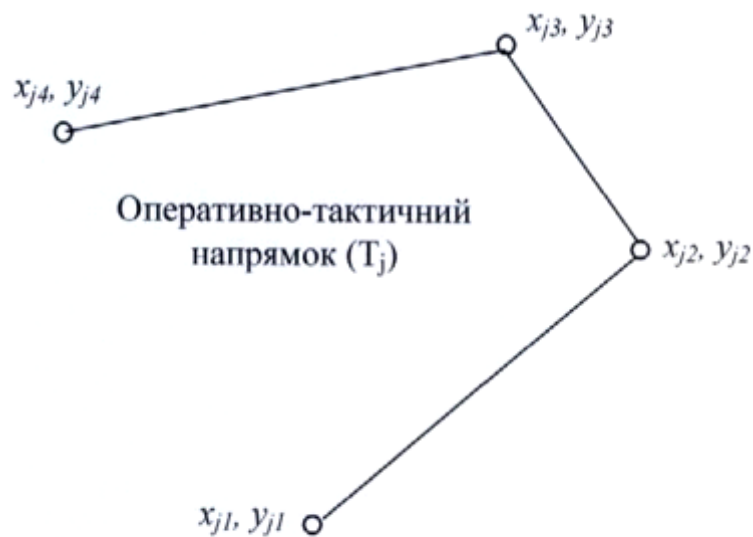


Fig. 6

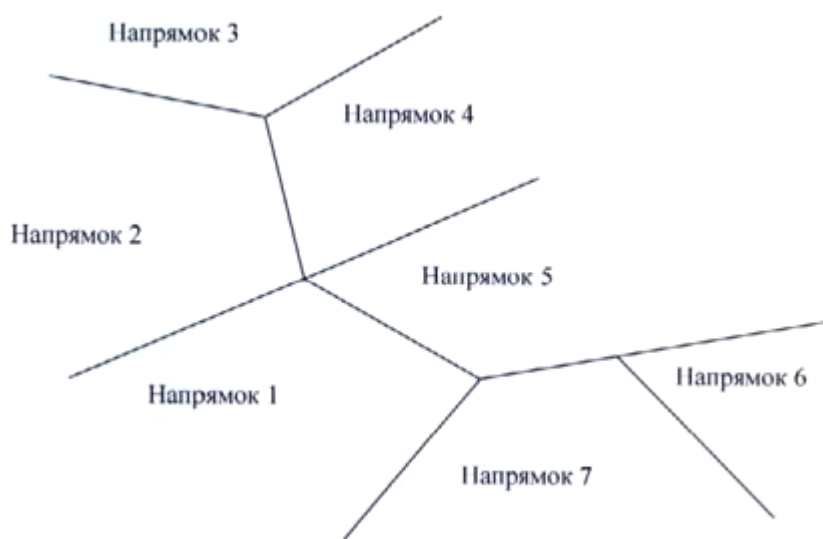


Fig. 7

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601