

УДК.614.8

*Квітковський Ю.В., викл., НУЦЗУ,
Стельмах О.А., заст. нач., НМЦ НЗ МНС України*

ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО РУХУ ЛЮДЕЙ У НАПРЯМКУ ЗАХИСНИХ СПОРУД

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

У статті наводиться загальні передумови щодо створення, у першому наближенні, математичної моделі для визначення оптимального руху людей у стиснутому просторі

Ключові слова: захист, сховище, небезпечні фактори, комплексна надзвичайна ситуація, оцінка, евакуація

Постановка проблеми. Як вже зазначалося раніше [1], на території України розташована велика кількість промислових підприємств, третина з яких відноситься до хімічно-потенційно небезпечних об'єктів. Станом на 2009 рік до складу хімічного комплексу промисловості в Україні входило близько 1.3 тис. об'єктів. Частка хімічного комплексу в промисловості України становить:

- з випуску продукції – біля 7%;
- чисельності персоналу – біля 5%;
- вартості основних фондів – біля 9%.

Питома вага хімічної промисловості у продукції хімічного комплексу складає близько 70%, а нафтохімічної – більше 23%. У 2009 році на підприємствах хімічного комплексу було накопичено та використовувалось біля 440 тис. тонн небезпечних хімічних речовин (НХР). [2]. При цьому більшість підприємств усіх галузей хімічної промисловості України працює на морально застарілому обладнанні. Виробництво на цих підприємствах супроводжується утворенням великої кількості відходів та побічних продуктів, які не утилізуються, а складаються у відвалах та захороненнях [3-9].

До найбільш поширених шкідливих сильнодіючих отруйних речовин відносяться: аміак, хлор, двоокис азоту, акрилонітрил, сірковий ангідрид, концентровані азотна та сірчана кислоти, фосген, бензол, метанол, карбамідо-аміачні суміші, їдкий натрій, формалін та інші.

Важливе значення має розподіл хімічно-потенційно небезпечних об'єктів за ступенями їх хімічної небезпеки. За цією характе-

ристикую хімічно небезпечні об'єкти (ХНО) розподіляють на чотири ступені.

До I ступеня входять об'єкти, якщо в зоні можливого хімічного зараження від кожного з них мешкає більше 3,0 тисяч осіб. В зоні можливого хімічного зараження об'єктів II ступеня хімічної небезпеки мешкає від 0,3 до 3,0 тис. осіб. Зона можливого хімічного зараження об'єктів III ступеня поширюється на територію, на якій мешкає від 0,1 до 0,3 тис. осіб. Якщо загроза розповсюджується на територію, де мешкає менше 0,1 тис. осіб, то такий об'єкт відноситься до IV ступеня хімічної небезпеки [2].

У таблиці 1 наведені показники хімічно небезпечних об'єктів, що розміщені на критично навантажених територіях України, на яких функціонує найбільша кількість потенційно хімічно небезпечних підприємств.

До найбільш небезпечних територій України відносяться наступні критично навантажені області: Донецька, Дніпропетровська, Луганська та Харківська області. Такий висновок можна зробити, виходячи з того, що в перелічених чотирьох областях розташовано 512 потенційно хімічно небезпечних підприємств, тобто більше 40 % їхньої загальної кількості в Україні [2].

Таблиця 1 – Окремі показники, які характеризують потенційно небезпечні хімічні підприємства України та їхнє територіальне розміщення (критично навантажені території)

| Регіони | Кількість ХНО (одиниць) | | | | | Кількість НХР (тис. тонн) | | | |
|-----------------------|----------------------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| | Всього | У тому числі | | | | Всього | У тому числі | | |
| | | I | II | III | IV | | Хлор | Аміак | Інші |
| Дніпропетровська обл. | 122 | 12 | 32 | 15 | 63 | 78.00 | 0.962 | 42.814 | 34.220 |
| Донецька обл. | 183 | 31 | 37 | 33 | 82 | 55.85 | 0.794 | 28.276 | 26.784 |
| Луганська обл. | 104 | 7 | 14 | 14 | 69 | 33.28 | 0.081 | 18.271 | 14.924 |
| Харківська обл. | 103 | 2 | 1 | 23 | 77 | 21.26 | 1.463 | 17.022 | 2.771 |
| ВСЬОГО | 512 | 52 | 84 | 85 | 291 | 188.4 | 3.3 | 106.4 | 78.7 |

Особливої уваги заслуговує те, що на об'єктах, які розміщені на критично навантаженій території, використовується 188,4 тис. тонн небезпечних хімічних речовин. Середнє навантаження на кожну з перелічених областей по цьому показнику складає 47,1 тис. тонн.

Деякі показники потенційно небезпечних підприємств хімічного комплексу України в цілому наведені в таблиці 2.

Аналіз даних таблиці 2 свідчить, що в хімічному комплексі України налічується значна кількість потенційно небезпечних хімічних об'єктів – 1265 одиниць, які створюють велику загрозу для безпеки населення.

При цьому, 733 з 1265 об'єктів, тобто 58 % загальної кількості хімічно небезпечних підприємств України, розташовані на критично навантажених та навантажених територіях, до яких відносяться Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Харківська, Одеська, Полтавська області та Автономна Республіка Крим.

Таблиця 2 – Окремі показники, які характеризують потенційно небезпечні хімічні підприємства України

| Регіони | Кількість ХНО (одиниць) | | | | | Кількість НХР (тис. тонн) | | | |
|--------------------------------|----------------------------|--------------|-----|-----|-----|------------------------------|--------------|--------|---------|
| | Всього | У тому числі | | | | Всього | У тому числі | | |
| | | I | II | III | IV | | Хлор | Аміак | Інші |
| Критично навантажені території | 512 | 52 | 84 | 85 | 291 | 188.39 | 3.3 | 106.4 | 78.7 |
| Навантажені території | 221 | 10 | 22 | 24 | 165 | 210.8 | 1.274 | 86.7 | 122.93 |
| Помірно навантажені території | 442 | 15 | 66 | 95 | 266 | 28.47 | 1.573 | 18.376 | 8.465 |
| Легко навантажені території | 90 | 7 | 10 | 34 | 39 | 10.34 | 2.137 | 0.42 | 7.783 |
| Україна, всього | 1265 | 84 | 182 | 238 | 761 | 438.04 | 8.284 | 211.88 | 217.877 |

Про потенційну загрозу для населення, яку створюють підприємства хімічного комплексу, свідчить також та обставина, що на підприємствах цього комплексу накопичена та використовується велика кількість хімічно небезпечних речовин – 438,04 тис. тонн. В тому числі 211,88 тис. тонн, тобто 48,3 % їхньої загальної кількості, припадає на таку сильнодіючу отруйну речовину як аміак. Всі ці хімічно небезпечні отруйні речовини становлять серйозну загрозу для життя та здоров'я великої кількості людей, а також для всього довкілля.

Масове ураження людей може відбутися, якщо при аварійному викиді небезпечної хімічної речовини утворюється осередок хімічного ураження. Головний уражаючий чинник – хімічне зараження приземного шару атмосфери. Можливо також зараження

водних джерел, ґрунту, рослинності тощо. Розміри осередку хімічного ураження залежать від об'ємів небезпечної речовини, що розлилася, характеру розливу (вільно, в піддон або обвалування), метеоумов, токсичності речовини і ступеня захищеності людей.

Укриття людей у захисних спорудах цивільного захисту дозволить забезпечити високий рівень їх захисту, тим більше, що в даному випадку йде мова про надзвичайну ситуацію, що повільно розвивається. Однією з важливих складових оптимального розташування таких споруд на місцевості є питання про безпеку руху людей убік захисних споруд в умовах обмеженого простору і великої кількості інших рухомих людей. Це особливо актуально для міської забудови, особливо для великих міст, що мають велику кількість будівель з масовим перебуванням людей і знаходяться на критично навантажених територіях.

Оскільки реальний експеримент вимагає значних витрат, а іноді як експериментальні дані можуть виступати лише наслідки НС, часом з трагічним результатом, виникає необхідність математичного моделювання руху людей, наприклад, з метою визначення якнайкращої геометрії простору, де передбачається скупчення людей, або визначення часу евакуації. Іншими словами, така модель дозволить оптимізувати розташування споруд цивільного захисту на місцевості.

При математичному моделюванні ситуацій, в яких активно діють люди, виникає проблема, що полягає в тому, що повний математичний опис поведінки окремо взятої людини на даному етапі розвитку науки не виявляється можливим, оскільки його дії визначаються дуже великою кількістю чинників, як раціональних, так і ірраціональних.

Проте поведінка великої групи людей в стандартній (не екстремній) ситуації піддається прогнозу і добре описується імовірнісним чином. Тут працює закон великих чисел: навіть якщо одна людина з якихось причин вирішить діяти нетривіально, її дії досить мало вплинуть на рух групи в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У останні декілька років моделюванню руху людей було присвячено багато досліджень.

Аналіз існуючих робіт, навіть не вичерпний, показує, що в основному дослідження проводяться з використанням наступних двох підходів: безперервного (наприклад [10]) і дискретного (наприклад [11-13]).

Підхід [10] заснований на тому, що рух людей описується за допомогою системи N (кількість людей) диференціальних рівнянь (рух окремої людини підпорядкований другому закону Ньютона з складною правою частиною, що враховує сили взаємодії людини з іншими людьми і перешкодами). Такі моделі дозволяють враховувати масу і швидкість окремої людини. В середньому потрібно $O(N^2)$ [14] обчислювальних операцій для одного тимчасового кроку.

Дискретний підхід [15] припускає дискретизацію простору і уніфікацію фізичних параметрів залучених в рух людей, проте відрізняється прозорістю правил ухвалення рішень на кожному тимчасовому кроці. Для одного тимчасового кроку в дискретній моделі потрібно $O(N)$ операцій.

Постановка завдання та його вирішення. Хай простір (включаючи зовнішні стіни) є плоскою областю, розбитою на осередки 40×40 см (це середній розмір, який займає людина в натовпі [12]), які можуть бути або вільними, або зайнятими тільки однією людиною (часткою)

$$f_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{занятий осередок } (i,j); \\ 0, & \text{вільний осередок } (i,j) \end{cases} \quad (1)$$

Також осередками можуть бути стіни і перешкоди (нерухомі)

$$w_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{осередок, зайнятий перешкодою } (i,j); \\ 0, & \text{вільний осередок } (i,j) \end{cases} \quad (2)$$

Геометрія даного простору (розташування стін, перешкод, виходів і т.д.) відома і відбита в так званій «карті місцевості» статичному полі S [12].

Воно дискретно, його розміри співпадають з розмірами простору, і кожен осередок S_{ij} поля S відображає дискретну відстань (найменшу) від цього осередку до найближчого виходу.

Початкове положення людей відоме. Метою пересування людей є найближча захисна споруда (притулок). На кожному тимчасовому кроці кожна частка може переміститися в один з чотирьох вільних на даний момент сусідніх осередків або залишитися на місці (околиця фон Неймана) - рис. 1, $i,j = \{-1, 0, 1\}$, тобто $v_{max} = 1$. Напрямок руху частки передбачається, взагалі, випадковим і визна-

чається на основі вірогідності переходів в кожному напрямі для кожної частки в кожен дискретний крок часу і набору правил переходів часток.

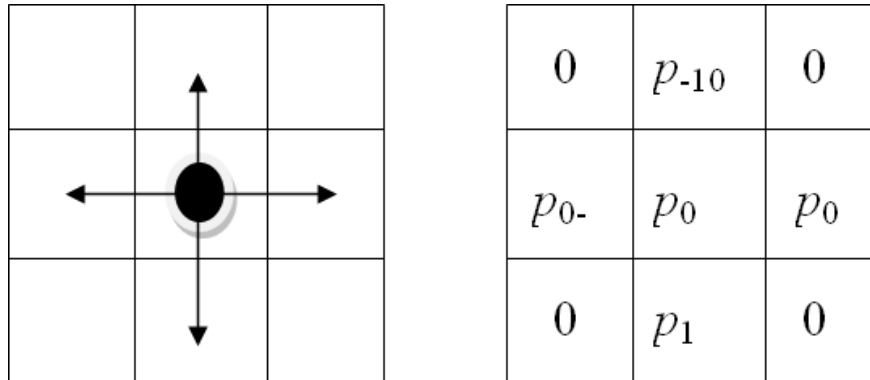


Рис. 1 – Цільві осередки для людини в наступний момент часу

Таким чином, метою даної публікації є визначення способу обчислення вірогідності і правил переходів часток у першому наближенні.

Склалася стандартна схема функціонування кліткових автоматів (КА) [16] при моделюванні руху людей: спочатку обчислюється перехідна вірогідність і розігруються напрями руху для кожної частки, потім відбувається вирішення конфліктів (якщо дві і більше частки виявилися претендентами на один осередок) і безпосередньо саме переміщення (одночасне для всіх часток).

Очевидно, що основною рушійною силою для часток, маючих на меті покинути приміщення, є мінімізація поля S . Причому відзначимо, що бажання рухатися до виходу не залежить від положення і поточної відстані до найближчого виходу. В той же час рух людей не може бути укладений в рамки руху неживих часток (наприклад, сипких матеріалів). У нормальних (не екстрених) умовах евакуації воно характеризується, як мінімум, наступними особливостями [14]:

- люди прагнуть уникати зайвого контакту один з одним і вибирають свої траєкторії так, щоб якомога менше зачіпати сусідів. Таке ж «відштовхування» (психологічне) відбувається і по відношенню до стін і інших перешкод. Із збільшенням щільності комфортна відстань зменшується;
- люди, рухаючись до мети, використовують як мінімум дві стратегії: мінімізувати довжину шляху та/або мінімізувати час шляху.

Таким чином, людина, рухаючись до мети, враховує інформацію і умови, що надаються навколишнім оточенням. Відповідно і модель повинна відтворювати (бажано максимально) ці особливості. У нашому випадку вони повинні враховуватися при розрахунку вірогідності переходів часток на кожному тимчасовому кроці і в правилах переходів.

Для здійснення аналізу навколишнього оточення в моделі вводиться радіус видимості $r > 0$ (параметр моделі, що задається). Ця відстань (виражене в кількості осередків), в межах якої навколишнє оточення впливає на значення вірогідності у відповідному напрямі.

З роботи [11] було взято наступне формалізоване уявлення процедури аналізу навколишнього оточення

$$A_{ij} = 1 - \frac{1}{r} \left(\sum_{m=i(l=j)}^{i \pm r_{ij}^* (j \pm r_{ij}^*)} f_{ml} + r - r_{ij}^* \right), \quad (3)$$

де (i,j) - номер осередку, сусіднього з поточним осередком даної частинки; $r_{ij}^* \in [0, r]$ - відстань до найближчої перешкоди в напрямі,

визначуваному осередком (i,j) ; $\sum_{m=i(l=j)}^{i \pm r_{ij}^* (j \pm r_{ij}^*)} f_{ml} = f$ - кількість часток, що

рухаються в цьому напрямі і знаходяться в межах відстані від поточної позиції.

Очевидно, що $A_{ij} \in (0,1)$. Значення A_{ij} залежить від конфігурації поля у нинішній момент часу, місцеположення частки і осередку (i,j) .

Якщо $A_{ij} = 0$, те переміщення в осередок (i,j) неможливе ($w_{ij} = 1$ (тобто $r_{ij}^* = 0 \Rightarrow f = 0$) $r_{ij}^* = r$ і $f = r_{ij}^*$ або $r_{ij}^* < r$ та $f = r_{ij}^*$ (два останні випадки відповідають максимальній щільності часток в даному напрямі)).

Якщо $A_{ij} = 1$, той напрям повністю вільний в межах радіусу видимості. Якщо ж $A_{ij} \in (0,1)$, то у напрямі клітки (i,j) в радіусі видимості або знаходиться стіна або інша непереборна перешкода, або в цьому напрямі спостерігається деяка кількість людей, або і те і інше разом.

Таким чином, за допомогою коефіцієнта A_{ij} можна зменшувати вірогідність руху в несприятливих для руху напрямках.

На попередньому етапі розраховується поле S , кожен осередок якого є мінімальна дискретна відстань до найближчого виходу, виражена в довжині кроку. (При обчисленні поля S діагональні переходи вирішуються і вважається, що при горизонтальних і вертикальних зрушеннях на один осередок довжина кроку рівна 1, а при діагональних - $\sqrt{2}$.)

На кожному тимчасовому кроці функціонування КА відбувається по схемі:

1. Для кожної частки обчислюється вірогідність переміститися в осередок з номером (i,j) , що є одним з чотирьох сусідніх

$$p_{ij} = \text{Norm}^{-1} A_{ij} e^{k_s \Delta S_{ij}}, \quad (4)$$

де $k_s \geq 0$ - параметр чутливості поля S ; ΔS_{ij} - різниця між значенням поля в поточному осередку і осередку (i,j) ; $\text{Norm} = \sum_{i,j} A_{ij} e^{k_s \Delta S_{ij}}$ -

нормалізатор, сума береться по всіх чотирьох сусідніх осередках.

Звернемо увагу, що вірогідність залишитися на місці безпосереднім чином не обчислюється. Іншими словами, спочатку вона передбачається рівною нулю, оскільки вважається, що частки мають на меті рух, і реалізація можливості «залишитися на місці» є мірою вимушеною, коли відтворюється стратегія найкоротшого шляху, але відповідний напрям на даний момент зайнятий. Ця процедура розглядається нижче.

Якщо $\text{Norm} = 0$ (всі сусідні осередки зайняті), тоді частка залишається на колишньому місці, інакше – частка вибирає цільовий осередок з номером $(i,j)^*$ для переміщення, ґрунтуючись на вірогідності переходу (2).

Якщо $\text{Norm} \neq 0$ та $f_{i,j}^* = 0$, тоді осередок $(i,j)^*$ фіксується.

Якщо $\text{Norm} \neq 0$ та $f_{i,j}^* = 1$, тоді цільовий осередок для цієї частки вибирається знову, але вже серед вільних сусідніх осередків, що залишилися, і поточного осередку. Відбувається перерахунок перехідної вірогідності. Для сусідніх зайнятих кліток вірогідність переходу буде нульовою. Випадку залишитися на місці приписується вірогідність $\frac{p_{ij}^*}{\sum_{i,j} p_{ij}^*}$, іншим - $\frac{p_{ij}}{\sum_{i,j} p_{ij}}$, де сума береться по всіх

поточних цільових клітках. Таким чином, в даному алгоритмі реалізується стратегія «терплячої людини».

2. Вирішення конфліктів: якщо дві або більш частки претендують на одне місце, то переміщенню всіх цих часток буде відмовлено з вірогідністю $\mu \in [0, 1]$, з вірогідністю $1-\mu$ одна частка-кандидат переміститься в новий осередок, а інші залишаться на своїх колишніх місцях [17]. μ – фрикційний параметр.

3. Частки, яким дозволено переміщення, переміщаються в свої цільові осередки.

Правила застосовуються до всіх часток в один і той же момент часу.

Коли частка потрапляє в осередок, відповідний виходу, вона видаляється з розгляду, тобто вважається, що частка досягла своєї мети – виходу.

Звернемо увагу на той факт, що навіть якщо сусідній осередок зайнятий ($f_{ij} = 1$), вірогідність перейти в цей осередок обчислюється і не обов'язково буде рівною нулю. В цьому випадку вірогідність може бути інтерпретована як міра бажання рухатися в цьому напрямі.

А той факт, що зайнятий осередок є фіктивним кандидатом для пересування при розігруванні напрямку, дає можливість перерозподілити вірогідність зайнятого напрямку (у разі його вибору) на можливість «залишитися на місці». Тим самим вводиться спосіб моделювання «терплячої людини», тобто надається можливість залишитися на місці і почекати, поки бажаний напрям звільниться. Останнє дозволяє уникнути непотрібних метань і коливань частинок. Так, наприклад, в базовій моделі [12, 13] частинка могла залишитися на колишньому місці, тільки якщо всі сусідні осередки зайняті.

За допомогою параметрів моделі можна відтворювати різні ситуації. Так, k_s , параметр чутливості поля S , визначає ступінь знання «карти місцевості» або бажання рухатися у напрямку до виходу. Чим вище k_s , тим більше спрямовано в сукупності частки рухаються до виходу. Якщо $k_s = 0$, то частки не використовують інформацію про поле S і рухаються неспрямовано.

Радіус видимості r визначає ступінь інформованості часток про навколишнє оточення. Якщо $r = 1$ (що відповідає моделі [12]), то ситуацію можна інтерпретувати як рух в темноті «на дотик». Чим більші радіус видимості, тим більше навколишні стіни, перешкоди і люди впливають на значення вірогідності у відповідному напрямі і, як результат, на вибір напрямку і індивідуальну та колективну динаміку в цілому.

Фрикційний параметр $\mu > 0$ покликаний моделювати ефекти конкурентної поведінки в ситуаціях поспішного покидання приміщення, які найбільшою мірою виникають в областях максимального збільшення щільності (це територія перед звуженнями, на поворотах і т.п.).

Висновок. З урахуванням вищенаведеного, доцільно в подальшому розглянути можливість побудови математичної моделі безпечного руху людей з місць їх постійного перебування до захисних споруд при виникненні надзвичайної ситуації техногенного характеру, зокрема такої, що супроводжується виникненням осередку хімічного ураження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Квітковський Ю.В. Забезпечення захисту населення при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного характеру шляхом укриття і евакуації /Квітковський Ю.В.//Проблеми надзвичайних ситуацій, вип. 12: Харків, НУЦЗУ, 2010, с. 80-85.
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки України у 2009 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу до журн.: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2009.html
3. Химические аварии: реальность и тенденция. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.chem.msu.ru/rus/journals/xr/avarii.html>
4. Губенко В.А. Класифікація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру / Губенко В.А., Метельов В.О. // Матеріали міжн. наук. - практ. конф. «Об'єднання теорії та практики - залог підвищення боєздатності пожежно-рятувальних підрозділів». — Харків: УЦЗУ, 2007. — С. 39 - 44.
5. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий / [ред. Котляревский В.А., Забегаев М.М.]. - М.: Издательство АСВ, 2005. — 375 с.
6. Мірошніченко М. Рятувальники зробили все можливе / М. Мірошніченко // Надзвичайна ситуація. - 2007.- №7.- С. 8-13.
7. Кашуба В. Увага! Хімічна аварія / В. Кашуба // Надзвичайна ситуація.-2007.-№6. -С. 48-51.

8. Хміль Г. Комплексна оцінка техногенної та природної безпеки України в регіональному вимірі / Г. Хміль // Надзвичайна ситуація. - 2005. - №5. – С. 52-55.
9. Іванов В. На боці з отрутохімікатами / В. Іванов // Надзвичайна ситуація. - 2005.- №1. – С. 25
10. D.Helbing, I.Farkas, T.Vicsek, Simulating dynamical features of escape panic, Nature, 407(2000), 487-490.
11. М.Е.Степанцов, Математическая модель направленного движения группы людей, Математическое моделирование, 16(2004), no. 3, 43-49.
12. A.Kirchner, A.Schadschneider, Simulation of evacuation processes using a bionics-inspired cellular automaton model for pedestrian dynamics, Physica, 312(2002), 260-276.
13. K.Nishinari, A.Kirchner, A.Namazi, A.Schadschneider, Extended floor field CA model for evacuation dynamics, IEICE Trans.Inf. & Syst. E87-D., 2004, 726.
14. D.Helbing, Traffic related self-driven many-particle system, Rev. Mod. Phys, 73(2001), no. 4.
15. Кирик Е.С., Круглов Д.В., Юргельян Т.Б. О дискретной модели движения людей с элементом анализа окружающей обстановки, Журнал сибирского федерального университета, серия «Математика и физика». Сентябрь 2008 (том 1, номер 3), стр. 266-276
16. Т.Тоффоли, Н.Марголус, Машины клеточных автоматов, М., Мир, 1991.
17. K.Nishinari, A.Kirchner, A.Schadschneider, Friction effects and clogging in a cellular automaton model for pedestrian dynamics, e-print cond-mat/0209383.

Квитковский Ю.В., Стельмах О.А.

Общие подходы к обеспечению безопасного движения людей в направлении защитных сооружений

В статье приводятся общие предпосылки к созданию, в первом приближении, математической модели для определения оптимального движения людей в стесненном пространстве

Ключевые слова: защита, убежище, поражающие факторы, комплексная чрезвычайная ситуация, оценка, эвакуация

Kvitkovskiy Y.V., Stelmakh O.A.

General approaches to providing of safe motion of people in the direction of protective buildings

In the article general pre-conditions are presented to creation, in the first approaching, mathematical model for determination of optimum motion of people in the straitened space

Key words: defense, refuge striking factors, complex extraordinary situation, estimation, evacuation

УДК 351.861

*Кириченко І.О., д-р військ. наук, гол. наук. співр.,
АВВ МВС України,
Неклонський І.М., ст. викл., НУЦЗУ*

**ПІДБІР ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ
НАПРЯМІВ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ФОРМУВАННЯМИ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО
ЗАХИСТУ ТА ПІДРОЗДІЛАМИ ВНУТРІШНІХ ВІЙСЬК У РАЗІ
ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

(представлено д-ром техн. наук Бодяньським Е.В.)

Розкрито науковий підхід щодо формування вихідних даних для реалізації відповідного програмного забезпечення структурно-функціонального аналізу в ході вирішення проблеми розробки ефективного механізму взаємодії відповідних ланок територіальних підсистем запобігання і реагування на надзвичайні ситуації

Ключові слова: взаємодія, формування цивільного захисту, вихідні дані, структурно-функціональний аналіз, експертні оцінки, математичне моделювання

Постановка проблеми. Одним з пріоритетів національних інтересів є забезпечення екологічно та техногенно безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства. Виникнення особливо тяжких надзвичайних ситуацій (НС) техногенного та природного характеру, що створюють загрозу життю і здоров'ю значних верств населення становить загрозу національній безпеці України і може бути підставою для введення в державі надзвичайного стану.[1]