

### Анотації

Запропоновано метод оцінювання ефективності наданого доступу до інформаційної мережі з точки зору користувача, його суб'єктивного уявлення. Розроблено функцію оцінки конкретного доступу. Вказано, що використання такої функції дозволяє встановити зв'язок між потребою користувача та об'єктивними характеристиками каналу зв'язку.

Предлагается метод оценки эффективности предоставленного доступа к информационной сети с точки зрения пользователя, его субъективного представления. Разработана функция оценки конкретного доступа. Указано, что использование такой функции позволяет установить связь между потребностью пользователя и объективными характеристиками канала связи.

The author offers a method of evaluation access to the information network for a user, its subjective viewpoint. Offered evaluation function is given access. Using such function allows to link user's needs and the objective characteristics of communication channel. The above mentioned problem solving is actual in further work.

УДК 681.518

**О. Ф. ЛАНОВИЙ,**

*кандидат технічних наук,  
начальник кафедри інформаційних систем і технологій  
в діяльності органів внутрішніх справ  
навчально-наукового інституту психології, менеджменту,  
соціальних та інформаційних технологій  
Харківського національного університету внутрішніх справ*

### ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІВ ВНУТРІШНІХ СПРАВ

Становлення України як правової держави, перехід до нових демократичних форм судочинства проходить у складних умовах, що проявляються, зокрема, у різкому зростанні рівня злочинності, несприятливих змінах її якісних характеристик.

У сучасних умовах ще більше зростає значущість підвищення ефективності діяльності правоохоронних органів, особливо органів внутрішніх справ. Розглядаючи проблеми, пов'язані зі зростанням злочинності, необхідно насамперед враховувати їх комплексний характер. Комплексний характер проблем боротьби зі злочинністю вимагає також використання відповідних наукових методів, що дозволили б аналізувати складні проблеми загалом, забезпечували розгляд багатьох альтернатив для їх розв'язання, кожна з яких описувалася великою кількістю змінних, забезпечували б повноту оцінювання кожної альтернативи, допомагали вносити елементи вимірності, давали б можливість відображати реальну складність зазначених проблем [1]. Одним з інструментів проведення таких досліджень є імітаційне моделювання, при використанні якого основна мета полягає в дослідженні моделі складної системи (у тому числі – соціальної), спрямоване на одержання найбільш достовірної інформації про саму систему [2].

Імітаційне моделювання отримало широке застосування при розв'язанні задач проектування, прогнозування, планування складних систем і процесів.

**1. Формалізація моделі.** Формалізований опис імітаційної моделі  $M$  складної системи дискретного типу в поняттях DEVS (Discrete Event Specification) [3] має такий вигляд:

$$M = \langle X, S, Y, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \lambda, \tau \rangle, \quad (1)$$

де  $X$  – вхідна множина управляючих впливів;  $S$  – множина станів системи;  $Y$  – множина результуючих впливів системи;  $\delta_{\text{int}}: S \rightarrow S$  – внутрішня функція зміну стану системи,  $\delta_{\text{ext}}: Q \times S \rightarrow S$  – зовнішня функція зміну станів системи,  $Q$  – «узагальнений» стан системи, що включає увесь ряд попередніх та поточних станів моделі;  $\lambda: Q \rightarrow Y$  – вихідна функція;  $\tau$  – часова функція перетворення.

Імітаційні моделі дискретних систем, як правило, складаються з певного набору стандартних елементів, які досить часто називають паттернами моделювання. Під час розробки інформаційних систем із використанням паттернів у моделі виникають ситуації неодноразового використання раніш розроблених елементів, об'єднаних у бібліотеки примітивів, що викликає потребу приділяти особливу

увагу саме проектуванню, розробці та узгодженню використання окремих компонентів моделі.

Виходячи з припущення, що вся множина структур моделей буде складатися зі скінченної кількості елементів, узагальнена модель повинна мати такий вигляд:

$$M_s = \{M_{s_1}, M_{s_2}, \dots, M_{s_n}\}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість варіантів структур моделі, кожна з яких характеризується власним набором паттернів моделювання і може бути представлена матрицями відношень:

$$M_{s_k} : F^{(K)}(D \times L) \rightarrow \{0,1\}, \quad (3)$$

де  $K = \overline{1, n}$  – варіант моделі;  $D$  – множина структурних компонентів, що складається із підмножини паттернів  $d_i, i = \overline{1, m}$ , що входять до структури моделі;  $L$  – множина, що характеризує можливі стани системи  $l_j, j = \overline{1, s}$ . Функція перетворення  $F^{(K)}$  на підставі декартового добутку  $D \times L$  однозначно визначає структуру моделі, яка складається з кінцевого набору паттернів  $d_{i_c}, c = \overline{1, k}$  і враховує особливості її функціонування.

Таким чином, архітектура множини структур моделей, що можуть бути отримані за допомогою кінцевого набору паттернів, відповідно до (2), визначається таким чином:

$$\begin{aligned} M_{s_1} &: F^{(1)}(D \times L) \rightarrow \{0,1\}; \\ M_{s_2} &: F^{(2)}(D \times L) \rightarrow \{0,1\}; \dots, \\ M_{s_n} &: F^{(n)}(D \times L) \rightarrow \{0,1\}. \end{aligned} \quad (4)$$

На підставі (1–3) склад множини структурних компонентів  $D$  можна описати як:

$$D = \{X_p, S_p, Y_p, \tau_p\}, \quad (5)$$

де  $X_p$  – підмножина змінних вхідного управляючого впливу на структурні компоненти системи;  $S_p$  – підмножина змінних стану структурних компонентів системи;  $Y_p$  – підмножина змінних результуючих впливів на компоненти системи;  $\tau_p$  – підмножина функцій часу для кожного компоненту системи.

Запропонована архітектура множин структур моделей (4), яка деталізована підмножиною (5), не може охопити всі властивості,

притаманні формалізованому опису складної системи, у тому числі й соціальної, оскільки дослідник не в змозі оцінити всі можливі комбінації наборів паттернів абсолютно й повно.

Головна мета дослідження полягає не в створенні універсальної множини для будь-яких умов побудови моделі, а у формалізованому записі принципу його формування, де в основу покладена можливість оперування стандартним поданням елементів у множинах, використанні комбінаційних вкладень підмножин і структуруванні складових, що описують умови невизначеності. Разом із тим, слід зазначити, що в використанні при побудові моделі понять теорії нечітких множин виникає можливість компактно формалізувати досить громіздку архітектуру множини структур моделей (4) шляхом відмови в (3) від функції перетворення варіантів моделі  $F^{(K)}$ .

**2. Дослідження моделі.** Будь-яку складну систему можна схарактеризувати через набір її структурних компонентів, необхідних для моделювання, і станів системи, у яких вона (як модель, так і система) може перебувати. Відносна важливість структурних компонентів може бути задана їх ваговими характеристиками. Глобальна мета оптимізації структури моделі складної системи – це знаходження компромісу між складністю, точністю й реалізацією моделі події або явища, усунення неадекватності реальному процесу. Ухвалення рішення про оптимізацію полягає у виборі набору елементів структурних компонентів з наявного арсеналу таким чином, щоб після їх включення в остаточно сформовану модель було досягнуто вказані цілі. Це можна сформулювати як задачу вибору в узагальненому вигляді [4; 5].

При аналітичному дослідженні поведінки реальних динамічних (у тому числі й соціальних) систем важливим є обґрунтування математичних моделей процесів, що відбуваються в цих системах. У ході формування методів аналізу й синтезу ці моделі, з одного боку, повинні найбільше адекватно відображати властивості реальних подій, з іншого – допускати дослідження цих процесів відомими теоретичними методами. Вирішення цієї проблеми варто шукати на основі компромісних рішень у частині вибору найбільш простих і в той же час змістовних (продуктивних) моделей при побудові імітаційних моделей соціальних систем.

Зробимо наступні припущення. Нехай  $N = \{d_1, \dots, d_n\}$  – уся множина елементів бібліо-

теки модулів (далі – БМ), з яких можуть бути безпосередньо сформовані моделі на етапі моделювання. Позначимо через  $K$  кінцеву множину менеджерів, що керують взаємодією між елементами бібліотеки в моделі. Менеджери необхідні для того, щоб елементи бібліотеки взаємодіяли один з одним відповідно до деякої технології, яка визначається окремо. Позначимо менеджерів через  $k, k', k'', k_1, k_2, \dots \in K$ .

Для кожного менеджера моделі визначені деякі правила, відповідно до яких він здійснює керування поведінкою своїх елементів БМ, а також взаємодією своєї моделі з іншими менеджерами. Визначимо таку підлеглість формально. Нехай  $SM \sqsubset N \cup K$  – уся множина елементів моделі складної системи. Визначимо множину ребер підлеглості як  $E \subseteq SM \times K$ . Ребро підлеглості  $(d, k) \in E$  означає, що елемент БМ  $d \in SM$  безпосередньо підлеглий менеджеру  $k \in K$ , а ребро спрямовано від елемента БМ до його менеджера, який здійснює безпосереднє управління його функціонуванням. Тоді кажуть, що модель  $M_i \in SM$  управляється менеджером  $k_i \in K$ , якщо існує ланцюжок ребер, які відбивають управляючий вплив від  $d$  до  $k$  [6].

Назвемо також, що менеджер *управляє* елементами БМ, або елемент БМ *управляється* менеджером.

На підставі вище зазначеного дамо визначення ієрархії.

**Визначення.** *Орієнтований граф*  $H = (N \cup K, E)$  з множиною ребер управління  $E \subseteq (N \cup K) \times K$  є ієрархією, що управляє множиною елементів БМ  $N$ , якщо  $H$  ациклічне, та будь-який менеджер має підлегли елементи БМ, і знайдеться такий менеджер, якому підлегли усі менеджери. Через  $\square(N)$  позначимо множину усіляких ієрархій.

Ациклічність означає, що отриманий граф управління не має замкнутих контурів, які реалізують неконтрольовані зворотні зв'язки в моделі. Визначення також виключає ситуації, в яких менеджери можуть існувати без підлеглих елементів БМ, тому що це суперечить ролі менеджера. Визначення вимагає, щоб в ієрархії був менеджер, який управляє (безпосередньо або за допомогою інших менеджерів) усіма елементами БМ. Такий менеджер здатний виключити конкурентну боротьбу за ресурси між будь-якими елементами БМ, з яких складається модель складної системи.

*Моделлю або групою елементів БМ моделі*

$s \in N$  назвемо будь-яку непусту підмножину множини елементів БМ, що виконує заздалегідь визначені дії з моделювання об'єкта. Відповідно до визначення, кожний менеджер має хоча б один підлеглий елемент БМ. Починаючи з будь-якого менеджера  $k$ , ми можемо рухатись «зверху донизу» до підлеглих елементів БМ менеджера  $k$ . Через ациклічність зрештою прийдемо до підлеглої групи БМ. Таким чином, *кожному менеджеру  $k$  в будь-якій ієрархії  $H$  підпорядкована деяка група модулів моделі  $s_H(k) \subseteq N$* . Будемо також казати, що менеджер  $k$  *керує групою модулів із елементів БМ  $s_H(k)$* .

Можемо припустити, що найпростіша модель  $d \in N$  складається з двох залежних компонентів: найпростіша група  $s_H(d) = \{d\}$ , що складається з одного елемента БМ. Також будемо вважати, що менеджер  $k$  моделі  $d \in N$  керує найпростішою групою  $s_H(d) = \{d\}$ .

Очевидно, що для будь-якої ієрархії  $H$  та будь-якого менеджера  $k \in K$  виконується умова:

$$s_H(k) = s_H(d_1) \cup s_H(d_2) \cup \dots \cup s_H(d_n), \quad (6)$$

де  $d_1, \dots, d_n$  – всі безпосередньо підлегли менеджерові  $k$  елементи моделі. Для будь-якої підлеглої моделі  $d$  менеджера  $k$  виконується відношення  $s_H(d) \subseteq s_H(k)$ .

Основною метою системи інформаційного забезпечення органів внутрішніх справ України є всебічна інформаційна підтримка діяльності ОВС у боротьбі зі злочинністю в Україні на основі комплексу організаційних, нормативно-правових, технічних, програмних та інших заходів. Основними завданнями системи інформаційного забезпечення ОВС є:

– забезпечення можливості оперативного отримання інформації в повному, систематизованому та зручному для користування вигляді працівниками та підрозділами ОВС для розкриття, розслідування, запобігання злочинам і розшуку злочинців;

– збір та обробка оперативної, оперативно-розшукової, оперативно-довідкової, аналітичної, статистичної і контрольної інформації для оцінки ситуації та прийняття обґрунтованих оптимальних рішень на всіх рівнях діяльності ОВС;

– забезпечення ефективної інформаційної взаємодії усіх галузевих служб ОВС України, інших правоохоронних органів та державних установ;

– забезпечення надійного захисту інформації [8].

На підставі проведеного аналізу узагальненої імітаційної моделі, до перелічених завдань системи інформаційного забезпечення органів внутрішніх справ України також можна додати завдання щодо підтримки прийняття оптимальних управлінських рішень (поведінки менеджерів управління), яке повинно враховуватись при дослідженні за допомогою методів імітаційного моделювання складних соціальних явищ.

### **3. Висновки.**

1) Виконано формалізований опис моделі, який може бути використаний при побудові імітаційних моделей узагальнених соціальних систем;

2) розглянуто деякі особливості побудови

імітаційних моделей, запропоновано використання методу послідовної ієрархії для підвищення якості функціонування моделі. Зроблено висновки щодо можливості використання цього методу управління моделлю при дослідженні складних динамічних (соціальних) об'єктів та систем, їх використання в діяльності органів внутрішніх справ;

3) напрямок подальших досліджень полягає в розробці алгоритмів для побудови імітаційних моделей з використанням ієрархії управління з метою впровадження отриманих результатів у практичну діяльність інформаційних підрозділів органів внутрішніх справ України.

### **Література**

1. Хомколов В. П. Организация управления оперативно-розыскной деятельностью: системный подход / В. П. Хомколов. – М. : Закон и право, ЮНИТИ, 1999. – 191 с.
2. Социальные системы. Формализация и компьютерное моделирование / [Гуц А. К., Коробицын В. В., Лаптев А. А. и др.]. – Омск : Омск. гос. ун-т, 2000. – 160 с.
3. Chow A. C. Parallel DEVS: A Parallel, Hierarchical, Modular Modeling Formalism / A. C. Chow, V. Zeigler // Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference.
4. Советов Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 2001. – 343 с.
5. Томашевский В. Н. Имитационное моделирование систем и процес сов / В. Н. Томашевский. – К. : ІСДО, ВІПОЛ, 1994. – 124 с.
6. Пападимитриу Х. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность / Х. Пападимитриу, К. Стайглиц. – М. : Мир, 1985. – 512 с.
7. Финкельштейн Ю. Ю. Приближенные методы и прикладные задачи дискретного программирования / Ю. Ю. Финкельштейн. – М. : Наука, 1976. – 264 с.
8. Система інформаційного забезпечення ОВС України : навч.-практ. посіб. / [Саницький В. А., Карацоба А. М., Святобог В. В. та ін. ; за ред. Л. В. Бородича]. – К. : РВВ МВС України ; АНТЕКС, 2000. – 144 с.

*Надійшла до редколегії 28.08.2009*

### **Анотації**

Розглянуто питання щодо застосування методів імітаційного моделювання для побудови та дослідження складних динамічних систем з визначеною ієрархією. Визначено, що застосування ієрархічного керування елементами моделі дозволяє підвищити швидкість та якість досягнення кінцевої мети керування системою, підтримки прийняття управлінських рішень за рахунок зменшення кількості проміжних результатів.

Рассмотрен вопрос о применении методов имитационного моделирования для построения и исследования сложных динамических систем с определенной иерархией. Указано, что использование средств иерархического управления элементами модели позволит повысить скорость и улучшить качество получения конечных результатов управления системой, поддержки принятия управленческих решений за счет сокращения количества промежуточных результатов.

The problems of implementing methods of simulate modelling for construction and research of difficult dynamic systems with certain hierarchy are considered in the article. The means of simulate modeling use on the basis of hierarchy will allow to raise the speed and quality reception for the end-results for maintenance support of administrative decisions making.