

А.Л. Яловець

ПРО ФОРМАЛІЗАЦІЮ ПЛАНІВ ДІЙ З ПРОТИДІЇ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

Досліджується проблема формалізації планів дій з протидії надзвичайним ситуаціям. Наголошується, що традиційні плани дій є текстовими документами, які не придатні для вирішення завдань автоматизації прийняття рішень на їх основі. Наводиться формальний опис простору станів та обґрунтовується доцільність використання графу простору станів для подання електронних планів дій. На основі аналізу внутрішньої структури процесу протидії абстрактній надзвичайній ситуації виконується виявлення множини функціональних груп та їх складових операцій, з використанням яких може бути побудований доцільний план дій. Здійснюється виявлення множини типів параметрів, за допомогою яких забезпечується формалізація операцій. Наводяться переваги від використання запропонованої формалізації планів дій. Ключові слова: надзвичайна ситуація, план дій, граф простору станів, операція, тип параметрів.

Вступ

Одним з ключових документів, що використовується в процесі протидії надзвичайній ситуації (НС), є план дій (ПД), що містить упорядкований перелік доцільних дій з протидії даній НС. Від якості ПД та його відповідності умовам регіону НС в значній мірі залежить спроможність персоналу, залученого для протидії, ефективно реагувати на НС та унеможливити її подальший розвиток. Зауважимо, що в Україні проблема ефективної протидії НС різного походження стає особливо актуальною в теперішній час, коли НС виникають внаслідок військових дій. Такі НС, зокрема, пов'язані з рятуванням на завалах, розливом небезпечних речовин, пожежами тощо.

Як зазначено в [1], одним з найбільш дієвих шляхів вирішення цієї проблеми є використання в процесі протидії НС парадигми ситуаційного управління, яка реалізується в рамках ситуаційних центрів (СЦ). В [1] надано декілька загальних визначень СЦ, з яких тут наведемо одне, яке в більшій, ніж інші, степені стосується протидії НС: СЦ створюються на базі досягнень сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та їх головним призначенням є збір, оброблення, відображення та аналіз інформації, що надходить з об'єктів моніторингу та управління, прогнозування та моделювання кризових ситуацій, вироблення та оптимізація рішень щодо їх запобігання та ефективної ліквідації.

В основі ситуаційного управління, зокрема, лежать [2]: формування варіантів-

альтернатив управлінських рішень; вирішення завдань поточного та перспективного планування; вироблення стратегії управління об'єктом як на короткий, так і на тривалий період; збалансування витрат різних видів ресурсів; вибір управлінських впливів при управлінні технологічними процесами в штатних і кризових ситуаціях тощо. Отже, використання парадигми ситуаційного управління в процесі протидії НС створює передумови для суттєвого підвищення якості та дієвості управлінських рішень, що приймаються в СЦ.

Як зазначено вище, процес прийняття рішень щодо доцільних дій з протидії НС регламентується ПД. Як зауважується в [1], на сьогоднішній день під ПД з протидії НС розуміється текстовий документ, що змістовно дозволяє забезпечити єдину точку зору на прийняття рішень з протидії НС та формування порядку дій в поточній ситуації. При цьому, в [1] робиться висновок, що такий ПД не відповідає сутності ситуаційного управління і тому потребує переосмислення. Зокрема, констатується той факт, що у якості ПД має виступати не документ, а певна теоретико-графова структура, яка, на відміну від традиційного ПД, буде придатна для комп'ютерного оброблення. Крім того, в [1] підкреслюється, що таке комп'ютерне оброблення має виконуватись засобами системи підтримки прийняття рішень (СППР), за допомогою якої буде забезпечуватись процес оперативного управління протидією НС в рамках СЦ.

У якості прикладу такої СППР може розглядатись СППР СПОР [3]. Основні функції СППР СПОР докладно викладені в [4]. Зазначимо, що виконання таких функцій в СППР СПОР ґрунтується на використанні *електронних планів дій* (ЕПД), які є певними аналогами ПД. Неформально під ЕПД розуміється розгалужений багатоваріантний алгоритм дій, поданий в електронному вигляді, який визначає можливі послідовності, склад та параметри операцій, необхідні для протидії НС.

Однак в процесі створення СППР СПОР залишився теоретично не дослідженим та не описаним процес формалізації ЕПД, що є окремим важливим питанням, яке потребує вирішення. Така формалізація дозволить строго визначити ЕПД та задати основні операції з оброблення ЕПД. Крім того, в процесі її виконання стануть прозорішими механізми формування рішень, що приймаються засобами СППР, та зрозумілішими функції, підтримувані СППР СПОР.

Отже, *метою* статті є виконання формалізації ЕПД як теоретико-графової структури, що має описувати доцільні послідовності дій з протидії довільній НС.

1. Граф простору станів як спосіб подання планів дій

Одним з можливих шляхів до формалізації процесів планування, що відповідає сутності ситуаційного управління [5], є подання плану дій у вигляді простору станів. Зокрема, як зазначається в [5], «побудова плану відбувається в просторі станів таким чином, що кожне одноразове рішення з управління переводить всю систему з одного стану в інший в просторі станів. План представляється в цьому випадку деякою траєкторією в просторі станів». Підкреслимо, що в даному випадку план слід розуміти у вузькому сенсі, як конкретну послідовність (схему) дій з протидії НС.

Простір станів є одним з основних способів опису поведінки динамічних систем, тобто систем, стани яких змінюються в часі, – цілком очевидно, що будь-яка НС може розглядатись як динамічна система. Простір станів включає до свого складу стани та оператори [6]. Під станом розуміється деяка конфігурація досліджуваної

динамічної системи в конкретний момент часу, де початкову і цільову конфігурації прийнято розглядати в якості початкового і цільового станів. Оператор перетворює один стан в інший. Простір станів, досяжних з початкового стану, складається з тих конфігурацій системи, які можуть бути утворені з початкової із застосуванням операторів, що перетворюють стани.

Формально простір станів задається кортежем [7]:

$$\langle S, F, S_0, G \rangle, \text{ де}$$

S – непорожня кінцева множина станів;

F – непорожня кінцева множина операторів, що перетворюють одні стани в інші;

S_0 – непорожня кінцева множина початкових станів, $S_0 \subseteq S$;

G – непорожня кінцева множина цільових станів, $G \subseteq S$.

Кожний оператор $f \in F$ є функцією, що перетворює один стан в інший: $s_j = f(s_i)$; $s_i, s_j \in S$. Рішенням задачі пошуку є послідовність операторів $f_k \in F$, що перетворюють початкові стани у цільові: $f_n(f_{n-1}(\dots(f_2(f_1(S_0)))) \dots) \in G$. Якщо є декілька послідовностей та задано критерій оптимальності, то можна формулювати задачу пошуку оптимальної послідовності.

Простір станів може бути поданий як направлений граф, вершини якого відповідають станам, а дуги – операторам. Такий граф має один або декілька початкових станів, які утворюють кореневі вершини графа, та має один або декілька цільових станів, які утворюють висячі вершини графа. Пошук на графі простору станів відповідає знаходженню шляху на графі, який йде від деякого початкового стану в один із цільових станів.

Якщо ж виходити з сутності ситуаційного управління протидією НС, то подання ПД у вигляді графу простору станів вже не відповідає класичному ПД як документу, а має розглядатись як ЕПД. Зокрема, таке подання передбачає, що у якості станів розглядатимуться операції з протидії НС, а у якості операторів – зв'язки між операціями, що семантично упорядковують їх в послідовності у складі ЕПД. У відповідності до цього, на рис.1 наведено схематичне подання ЕПД як графу простору станів.

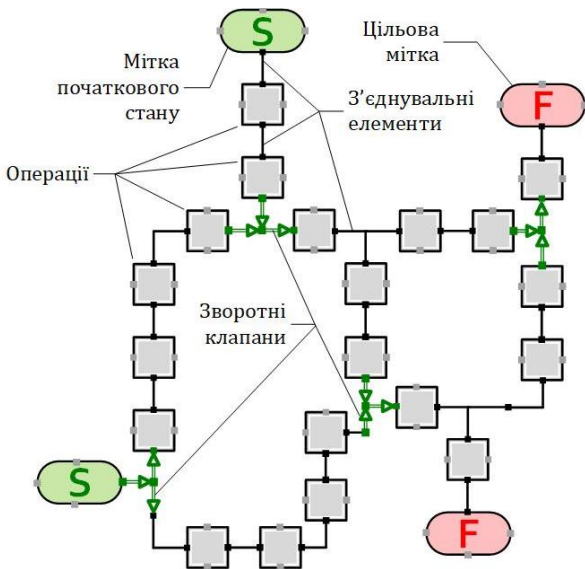


Рис. 1. Схематичне подання ЕПД як графу простору станів

Окремими різновидами з'єднувальних елементів виступають так звані «зворотні клапани», які додаються до складу ЕПД для запобігання можливих зацилювань в процесі пошуку шляхів на графі, що йдуть від деякого початкового стану в один з цільових.

Отже, створюваний таким чином ЕПД матиме розгалужену графову структуру, що включатиме множину альтернативних схем (варіантів) дій як множину різних упорядкованих послідовностей операцій з протидії НС (що являтимуть собою формалізовані експертні знання про різні доцільні технології протидії НС), де кожна операція подаватиметься в ЕПД у вигляді окремої вершини графа. Очевидно, що для побудови будь-якого ЕПД необхідно мати відповідну множину таких операцій.

2. Виявлення множини операцій, необхідних для побудови планів дій

Для виявлення множини операцій, за допомогою яких можливо побудувати ЕПД з протидії довільній НС, доцільно проаналізувати сам процес протидії, в рамках якого такі операції мають виконуватись. В загальному випадку внутрішня структура процесу протидії абстрактній НС може бути зведена до укрупненого узагальненого опису, що складається з упорядкованої сукупності етапів (див. рис. 2).



Рис. 2. Схематичне подання внутрішньої структури процесу протидії абстрактній НС

Проаналізуємо цей процес. Як впливає з рис. 2, на початку процесу протидії відбувається оповіщення всіх причетних до НС, яке включає отримання первинної інформації про НС та повідомлення уповноважених інстанцій та населення. Очевидно, що для здійснення цього можуть використовуватись різноманітні засоби зв'язку (в тому числі телефони, електронна пошта, гучномовці тощо). В наслідок того, що такі

операції поєднує певна ознака функціональної належності до деякої групи, будемо говорити про *функціональні групи (ФГ)*, що такі операції об'єднують. Наприклад, в даному випадку ФГ, яка включатиме такі операції, буде називатись «Зв'язок».

Після оповіщення мають відбуватись два паралельні процеси (див. рис.2). З одного боку, мають відбуватись процеси евакуації населення та надання йому

необхідної медичної допомоги, з іншого боку, процеси розвідувальних операцій щодо стану НС та моніторингу її розвитку, що супроводжуються проведенням нарад за отримуваними результатами. Очевидно, що в першому випадку будуть виконуватись операції, що узагальнено можуть бути визначені як належні до ФГ «Медицина та захист», а в другому – до ФГ «Пошуково-рятувальні та розвідувальні роботи». Окремо необхідно розглядати операцію з проведення нарад: ця операція є спеціалізованою і її доцільно додати до окремої ФГ, наприклад, до ФГ «Інші».

Після виконання зазначених процесів паралельно відбуваються соціально-економічні заходи та технологічні заходи протидії НС. Зауважимо, що виконання технологічних заходів протидії змістовно пов'язано з попереднім етапом розвідувальних операцій та проведення нарад за їх результатами, що показано на рис.2 відповідною зворотною стрілкою: ця стрілка відображає можливі повернення в процесі протидії НС до розвідувальних й пошуково-рятувальних операцій та проведення необхідних нарад щодо уточнених дій.

В рамках соціально-економічних

заходів відбувається надання укриття, їжі, ліків, фінансової допомоги та інших послуг. Очевидно, що такі операції знов доцільно віднести до ФГ «Медицина та захист». В свою чергу, до технологічних заходів протидії НС слід віднести безпосередньо операції з протидії НС. В загальному випадку до таких операцій належать різного роду будівельні роботи та операції, виконувани з залученням різноманітних транспортних засобів. Отже, зазначені операції слід віднести до трьох ФГ: ФГ «Будівельні технології», ФГ «Автотранспорт» та ФГ «Різний транспорт».

Узагальнюючи, можна стверджувати, що необхідно сформувати сім функціональних груп, кожна з яких має включати сукупність операцій, пов'язаних між собою за функціональною ознакою. Додатково, восьмою, функціональною групою має бути ФГ «Елементи схем», яка включатиме з'єднувальні елементи, необхідні для побудови ЕПД. Подальша конкретизація складу функціональних груп призводить до формування множин їх складових операцій. Операції разом з їх піктограмами, що належать кожній з функціональних груп, подані на рис. 3.

Зв'язок	Пошуково-рятувальні та розвідувальні роботи	Медицина та захист	Авто-транспорт	Різний транспорт	Будівельні технології	Інші	Елементи схем
Телефон	Підземні	Лікарська допомога	Легкові перевезення	Повітряні перевезення	Земляні роботи	Мітка початкового стану	
Радіозв'язок	У горах	Видати ліки	Автобусні перевезення	Водні перевезення	Бурильні роботи	Мітка цільового стану	
Електронна пошта	На завалах	Йодна профілактика	Вантажні автоперевезення	Залізничне перевезення людей	Пальові роботи	Мітка заборони операції	
Оповістити населення	На пожежі	Застосувати засоби захисту		Залізничне перевезення вантажів	Вибухові роботи	Пауза	
	Авіаційні	Використати укриття		Перевезення на конях	Вантажні роботи	Організаційно-адміністративні заходи	
	На залізниці	Санітарна обробка		Переправа	Будівельно-монтажні роботи	Відкачка рідини	
	На автошляху			Піші переходи	Наведення мосту	Гасіння вогню	
	Геолого-розвідувальні				Бетонні роботи		
	Радіаційно-розвідувальні						
	Хімічне розвідування						

Рис. 3. Функціональні групи та їх складові операції разом з піктограмами

В свою чергу, кожен сформовану операцію необхідно формалізувати за допомогою множини параметрів, типи та значення яких характеризуватимуть сутність цієї операції. Для цього необхідно виявити властивості операції та фактори, які впливатимуть на її виконання. До властивостей операції в загальному випадку належать типи параметрів сил і засобів боротьби з НС та дані про види ресурсів, які мають бути задіяні при ліквідації НС, й можуть як кількісно, так і якісно вплинути на результати виконання даної операції. До факторів відносяться типи параметрів, які описують зовнішні умови (погодні; дорожні; умови середовища, в якому виконуються роботи), що якісно впливають на оперативність та ефективність виконання цієї операції.

Тут і далі під *силами та засобами* (СЗ) будемо розуміти специфічну для кожної операції сукупність людських ресурсів (сили) та/або автоматизованих засобів (засоби) з визначеною виробничою потужністю, кількість та якість яких залежить від типу окремої операції, яка використовується в процесі протидії відповідній НС; а під *ресурсами* – матеріально-технічні, сировинні та інші засоби, безпосередньо використовувані СЗ у межах конкретної

операції та необхідні для її здійсненності у процесі протидії НС.

3. Формалізація операцій за допомогою множини параметрів

Формалізація операцій, необхідних для створення ЕПД, передбачає виконання їх концептуального аналізу, тобто дослідження семантичної інформації про операції. При цьому виявляються типи параметрів, сукупність яких дозволяє повно та несуперечливо описати дану операцію. Типи параметрів мають містити тільки концептуально важливі аспекти операції, які дозволитимуть однозначно інтерпретувати властивості та зміст операції. Такі параметри в загальному випадку залежать як від виду операції, її призначення та виконуваних функцій, так і від типу ФГ, до якої належить дана операція. Визначення структури, складу та змісту типів параметрів забезпечується при виконанні наступних кроків:

1. *Врахування впливу ФГ на склад типів параметрів.* Як правило, ФГ впливає на загальні властивості належних їй операцій. Типи параметрів, загальних для всіх операцій із сформованих функціональних груп, наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Типи параметрів, загальних для всіх операцій функціональних груп

Зв'язок	Пошуково-рятувальні та розвідувальні роботи	Медицина та захист	Автотранспорт	Різний транспорт	Будівельні технології
Перелік отримувачів інформації Зміст інформації Тривалість, год.	Обсяг робіт, люд.-год. Додатковий час, год. Сили, люд.	Люди, кількість Додатковий час, год.	Вид вантажу Окремий обсяг робіт, люд.-год. Додатковий час, год. Відстань, км Вид дороги Дорожні умови Типи транспортних засобів	Вантаж, тон Окремий обсяг робіт, люд.-год. Додатковий час, год. Відстань, км Типи транспортних засобів	Обсяг робіт (од. виміру залежить від виду робіт) Додатковий час, год. Виробничі потужності (од. виміру залежить від виду робіт)

Наприклад, якщо операція пов'язана з автоперевезеннями, то така операція належатиме до ФГ «Автотранспорт». До цієї ФГ, як впливає з рис.3, належать наступні

види операцій: «Легкові перевезення», «Автобусні перевезення» та «Вантажні автоперевезення». ФГ «Автотранспорт» передбачає наявність деяких типів

параметрів, які є загальними для будь-яких операцій даної ФГ, в тому числі (див. табл.1): «Вид вантажу», «Відстань», «Вид дороги». Тобто на цьому кроці виявляються типи параметрів, які є суттєвими для ФГ в цілому і не залежать від виду операції. Критерієм виявлення таких типів параметрів є те, що від їх значень залежить зміст інших параметрів, що описують відповідну операцію. Наприклад, від значення типу параметру «Вид вантажу» залежать типи транспортних засобів, які можуть використовуватись для здійснення операції.

Значення типу параметра «Відстань» взагалі може впливати на можливість застосування даного виду операції для виконання необхідного обсягу робіт (наприклад, при великій дальності доцільніше використовувати «Повітряні перевезення» або «Залізничне перевезення вантажів», що належать до ФГ «Різний транспорт», ніж «Вантажні автоперевезення»).

Зауважимо, що для окремих операцій, які належать до ФГ «Інші», *крок 1* не виконується, а питання їх параметризації мають розглядатися окремо з врахуванням специфічних особливостей цих операцій.

2. *Концептуальний аналіз операції та визначення типів параметрів, які притаманні сутності самої операції.* Концептуальний аналіз операції передбачає дослідження змісту інформації про кожну операцію з ФГ. Критерієм виділення типів параметрів на цьому кроці є внутрішня взаємозалежність між виявленими типами параметрів та їх умовна специфічність (залежність від виду операції).

Наприклад, типи параметрів «Вид доріг» та «Дорожні умови» є суттєвими для «Вантажних автоперевезень», але не мають ніякого сенсу, наприклад, для вищезгаданих «Повітряних перевезень» або «Залізничних перевезень вантажів». Крім того, типи параметрів «Окремий обсяг робіт, люд.-год.» та «Додатковий час, год.» залежать як від «Виду доріг» та «Дорожніх умов», так і від «Типів транспортних засобів», які можуть використовуватись при виконанні даної операції.

Взагалі вид операції може бути описаний, як було зазначено вище, за допомогою формалізації властивостей операцій та

факторів, які впливають на ефективність проведення операції. До властивостей операцій в загальному випадку можуть бути віднесені:

- Види СЗ протидії НС;
- Потужність СЗ;
- Кількість СЗ;
- Ресурсозатрати СЗ;
- Обсяг робіт для СЗ;
- Додатковий час.

До факторів можуть бути віднесені:

- Метеоумови;
- Радіаційна (хімічна тощо) ситуація;
- Умови виконання робіт (стан доріг, умови навколишнього середовища тощо).

Частина з наведених властивостей операцій формалізується за допомогою типів параметрів, виявлених на *кроці 1*. Однак специфічні властивості операцій виявляються саме на *кроці 2*.

Наприклад, операція «Рятувальні роботи у горах» містить параметр «Висота» (що описує висоту над рівнем моря, на якій мають працювати рятувальними), не властивий іншим операціям. В свою чергу, операції «Радіаційно-розвідувальні роботи» та «Хімічно-розвідувальні роботи» містять параметр «Способи збору даних», який притаманний лише цим операціям.

Як правило, зміст операції суттєво впливає на типи параметрів і заздалегідь далеко не завжди можливо чітко визначити типи параметрів, які є обов'язковими для абстрактної операції.

Наприклад, ФГ «Пошуково-рятувальні та розвідувальні роботи» включає операцію «Підземні рятувальні роботи», на виконання якої не впливають метеоумови, але впливають специфічні умови навколишнього середовища, які повинні бути повно та несуперечливо формалізовані. До того ж, даний тип параметру вже не впливає на вид операції на рівні ФГ (див. *крок 1*), а розглядається на другому кроці визначення структури.

Додаткові типи параметрів, властиві для операцій функціональних груп, подано в табл. 2. Прочерки, що стоять в третьому стовпці таблиці означають, що для відповідної операції основні типи параметрів задаються даними табл. 1.

Додаткові типи параметрів, властиві для операцій функціональних груп

Назва ФГ	Назва операції	Типи параметрів		
Зв'язок	Оповістити населення	Тип сигналу Тип каналу оповіщення Місце (місто, район, вулиці)	–	–
	Телефон Радіозв'язок Електронна пошта	–		
Пошуково-рятувальні та розвідувальні роботи	Підземні	Глибина, м	Радіація (мР/год.)	Метеоумови (Температура, °С; Вітер, м/с; Інші погодні умови)
	На воді			
	У горах	Висота, м		
	Радіаційно-розвідувальні Хімічне розвідування	Виробничі потужності, заміри/год. Способи збору даних		
Медицина та захист	На завалах На пожежі Авіаційні На залізниці На автошляху Геолого-розвідувальні	–		
	Видати ліки Йодна профілактика Застосувати засоби захисту	Умови Темп допомоги, люд./год.		–
	Санітарна обробка Лікарська допомога			
	Використати укриття	Дії Темп, люд./год.		
Автотранспорт	Легкові перевезення Автобусні перевезення Вантажні автоперевезення	–		
Різний транспорт	Повітряні перевезення Водні перевезення Залізничне перевезення людей Залізничне перевезення вантажів Перевезення на конях Переправа	–		
	Піші переходи	Вид дороги Дорожні умови		Метеоумови (Температура, °С; Вітер, м/с; Інші погодні умови)
Будівельні технології	Земляні роботи Бурильні роботи Пальові роботи	Вид робіт Вид ґрунтів		
	Вибухові роботи	Вид робіт Вид ґрунтів Вид заряду		
	Вантажні роботи	Вид вантажу		
	Будівельно-монтажні роботи	Робоча сила, люд.		
	Наведення мосту	Вид мосту Робоча сила, люд.		
	Бетонні роботи	Вид робіт		

Наведемо необхідні пояснення до табл. 2. Прочерки, які стосуються додаткових параметрів про радіацію та метеоумови, означають, що на відповідні операції ці параметри не впливають. Для операцій «Оповістити населення» та «Піші переходи» типи параметрів задаються виключно даними табл. 2. Штрихові лінії в другому стовпці призначені для підкреслення того, що на види операцій, розташованих безпосередньо під цими лініями, впливають метеоумови.

3. *Виявлення доменів допустимих значень для типів параметрів операції.* Кожний виявлений тип параметрів може бути охарактеризований значеннями (доменами допустимих значень), які даний тип параметрів може приймати. На цьому кроці виявляється зміст вихідних даних операцій.

Розрізняються якісні та кількісні види значень параметрів. Якісні види містять заздалегідь передбачену сукупність альтернативних значень. Наприклад, тип параметру «Вид дороги» може приймати наступні види значень: «Бетонна», «Асфальтова», «Щебенева», «Ґрунтова», «Лісова», «Бездоріжжя», які описують множину можливих значень, що можуть розглядатися для даного типу параметра. Кількісні види значень параметрів

передбачають введення користувачем деякого числового значення, але в даному випадку домен допустимих значень повинен обмежувати діапазон значень, які можуть бути задані. Наприклад, для більшості типів параметрів, які мають кількісний вид значень, необхідно вимагати, щоб значення параметру було позитивним (≥ 0) і не перевищувало завідомо зазначену величину.

В результаті узагальнення виявленої структури, складу та змісту параметрів формується загальний опис даної операції, що подається у вигляді діалогу з параметризації операції, що відкривається при вставці піктограми операції до складу ЕПД.

Таким чином, здійснення описаних кроків дозволяє виявити структуру, склад та зміст вихідних даних, необхідних для виконання операцій в рамках ЕПД. Упорядкована розгалужена сукупність таких операцій формує типовий ЕПД протидії НС.

На рис. 4 наведено фрагмент умовного типового ЕПД з коментарями щодо сутності виконуваних операцій.

Зазначимо, що описаний процес формалізації стосується саме створення типового ЕПД. Фактичний ЕПД, що має використовуватися в процесі протидії НС, створюється в результаті адаптації [4] типового ЕПД до реальних можливостей регіону НС.

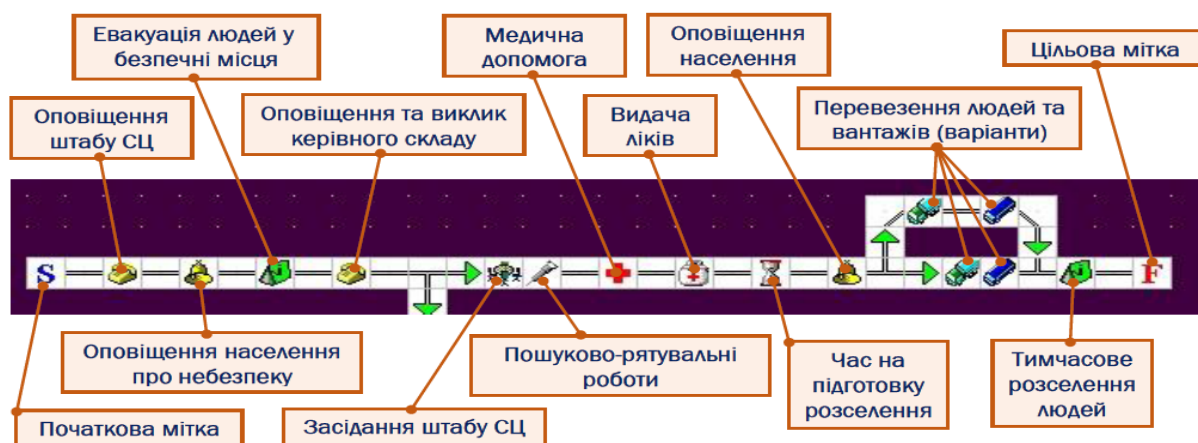


Рис. 4. Фрагмент умовного типового ЕПД

Висновки

Запропонована формалізація дозволяє дати більш строгі визначення ЕПД як графу простору станів, в якому в якості станів виступають операції з протидії НС, а у якості операторів – семантичні зв'язки між такими операціями.

Як впливає з викладеного, кожна операція в ЕПД описується за допомогою множини параметрів, які однозначно характеризуватимуть призначення, потрібні СЗ, ресурси та умови виконання операції. В процесі виконання будь-якої операції, що належить ЕПД, використовуються певні

екземпляри СЗ та ресурсів, що дозволяє обраховувати їх витрати, і, як наслідок, будь-яка упорядкована послідовність операцій може бути охарактеризована відповідним вектором витрат, за якими такі послідовності операцій можна порівняти, упорядкувати та мотивовано вибрати з них оптимальну за певним критеріями оптимальності. Тоді процес оперативного управління протидією НС ґрунтуватиметься на пошуку та виборі оптимального варіанту дій (шляху на графі простору станів) з множини альтернативних варіантів дій з протидії НС.

Виходячи з цього, можна стверджувати, що результати, отримані завдяки формалізації ЕПД, дозволяють сформулювати основні властивості ситуаційного управління, перелічені у Вступі до статті, зокрема (див. також [4]):

- формувати варіанти-альтернативи управлінських рішень з протидії НС (пошук на ЕПД призводить до формування множини шляхів, кожний з яких є окремим варіантом дій з протидії НС);

- забезпечувати вирішення завдань поточного та перспективного планування процесу управління протидією НС (кожний варіант дій являє собою формалізоване подання як поточного (на рівні конкретної операції), так і перспективного (на рівні послідовності операцій) планування);

- вироблювати стратегію управління протидією НС як на короткий, так і на тривалий період (варіант дій, вибраний за певними критеріями оптимізації, уособлює собою обрану стратегію управління протидією НС як на короткий (на рівні виконання конкретної операції), так і на тривалий (на рівні управління всім процесом протидії НС) період);

- забезпечувати обрахування та збалансування витрат СЗ та ресурсів, використаних в процесі протидії НС (в процесі виконання вибраного варіанту дій здійснюється накопичувальне обрахування витрат СЗ та ресурсів, задіяних в кожній виконаній операції);

- забезпечувати здійснення управлінських впливів на управління протидією НС (якщо в процесі виконання вибраного варіанту дій з'являється деяка інформація, що впливатиме на результативність процесу

протидії, виконується управлінський вплив шляхом зупинки процесу супроводження виконання цього варіанту дій та перепланування з вибором іншого варіанту дій, який враховуватиме цю нову інформацію).

Отже, завдяки запропонованій формалізації ЕПД сформовано підґрунтя для вирішення проблем автоматизації процесів ситуаційного управління протидією НС в СЦ.

Література

1. Яловець А.Л. Ситуаційні центри та проблема оперативного управління протидією надзвичайним ситуаціям. Математичні машини і системи, 2022. № 4. С. 53 – 61.
2. Морозов А.А., Теслер Г.С. Ситуационное управление и системы поддержки принятия решений // Ситуаційні центри. Теорія і практика / За ред. А.О. Морозова, Г.Є. Кузьменко, В.А. Литвинова. Київ: СП «Інтертехнодрук», 2009. С. 69 – 73.
3. Арістов В.В., Коломієць Є.А., Кондращенко В.Я., Яловець А.Л. Система підтримки оперативних рішень («СПОР»). Свідоцтво про реєстрацію права на твір №13585. Державний департамент інтелектуальної власності України, 2005.
4. Кондращенко В.Я., Яловець А.Л. Моделирование процессов оперативного управления противодействием чрезвычайным ситуациям. Електронне моделювання, 2011. Т.33, №3. С. 23 – 37.
5. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. 288 с.
6. Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений. М.: Мир, 1973. 272 с.
7. Бондарев В.Н., Аде Ф.Г. Искусственный интеллект. Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. 615 с.

References

1. Yalovets A.L. Situational centers and the problem of operational management of countermeasures to emergency situations. Mathematical machines and systems, 2022. № 4. P. 53 – 61. (in Ukrainian).
2. Morozov A.A., Tesler G.S. Situational management and decision-making support systems // Situational centers. Theory and practice / Ed. by A.O. Morozov, G.E. Kuzmenko, V.A. Litvynov. Kyiv: JV "Intertekhnodruk", 2009. P. 69-73. (in Russian).
3. Aristov V.V., Kolomiets E.A., Kondrashchenko V.Ya., Yalovets A.L. 13585

- “Operational decision support system ("ODSS")”. The State Department of Intellectual Property of Ukraine, 2005. (in Ukrainian).
4. Kondrashchenko V.Ya., Yalovets A.L. Modeling of processes of operational management of counteraction to emergency situations. Electronic modeling, 2011. V.33, No. 3. P. 23 – 37. (in Russian).
 5. Pospelov D.A. Situational management: theory and practice. M.: Nauka, 1986. 288 p. (in Russian).
 6. Nilson N. Artificial intelligence. Solution search methods. M.: Mir, 1973. 272 p. (in Russian).
 7. Bondarev V.N., Ade F.G. Artificial intelligence. Sevastopol: SevNTU, 2002. 615 p. (in Russian).

Одержано: 24.01.2023

Про автора:

Яловець Андрій Леонідович,

доктор технічних наук,
головний науковий співробітник.

Кількість наукових публікацій в українських виданнях – понад 100.

Кількість наукових публікацій в зарубіжних виданнях – 5.

<http://orcid.org/0000-0001-6542-3483>

Місце роботи автора:

Інститут проблем математичних машин та систем НАН України.

03187, Київ-187,

проспект Академіка Глушкова, 42.

Тел.: (044) 526 13 69.

E-mail: andriy.yalovets@gmail.com