

Запобігання та ліквідація надзвичайних ситуацій

УДК 004.89; 519.816; 351.746.1

О.С. Андрощук

*Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького, Хмельницький*

ПІДСИСТЕМА ГЕНЕРАЦІЇ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Розроблено інформаційне забезпечення реагування на кризові, надзвичайні ситуації та події у оперативно-службовій діяльності і вироблення рекомендації щодо їх локалізації (ліквідації). Представлено інтелектуальну систему підтримки прийняття рішень керівників (чергових) щодо управління підрозділами та органами охорони державного кордону у даних ситуаціях на основі фреймового підходу.

Ключові слова: ситуація, алгоритм, система, рішення.

Вступ

Постановка проблеми. Концепція розвитку Державної прикордонної служби України (ДПСУ) [1] в першу чергу передбачає удосконалення системи управління охороною державного кордону (ДК). Аналіз оперативно-службової діяльності [2] показує, що оперативність та якість управління службою в значній мірі досягається шляхом організаційних змін та автоматизації процесів управління на основі запровадження сучасних інформаційних технологій.

В системі управління ДПСУ об'єктивно виникли *протиріччя*, які склалися між зростаючою складністю завдань, особливо під час кризових, надзвичайних ситуацій та подій (далі особливих ситуацій (ОС), в умовах обмежених можливостей керівника з прийому й обробки інформації та відсутністю науково-обґрунтованих методів їх вирішення. Інформаційне, математичне та програмне забезпечення існуючих інформаційно-телекомунікаційних систем ДПСУ нездатні подолати цю складність, звільнити керівника від аналізу великого обсягу ретроспективної й оперативної інформації та прийняття оперативних й якісних управлінських рішень.

Вихід з даної ситуації автором передбачається у інтелектуалізації (застосуванні методів штучного інтелекту) інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) ДПСУ. Тому автором запропоновано й обґрунтовано гіпотезу, що вирішення поставлених питань полягає у розробці інтелектуальної системи підтримки прийняття управлінських рішень (СППР) в особливих ситуаціях, заснованої на методах штучного інтелекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій [3; 4] показав, були представлені складові інтелектуальної СППР щодо розпізнавання ОС, наступним

кроком з підтримки прийняття управлінських рішень є генерація управлінських рішень.

Метою статті є обґрунтування підсистеми прийняття управлінських рішень щодо локалізації (ліквідації) особливих ситуацій на ДК із застосуванням методів штучного інтелекту.

Виклад основного матеріалу

Дамо визначення термінам, на яких ґрунтуються інформаційні підпроцеси, що становлять загальний механізм управління з локалізації (ліквідації) ОС на державному кордоні. У ІТС такий підпроцес формується з вхідних даних, результатів розрахунків і інформаційних ресурсів самої системи.

Процес управління локалізацією (ліквідацією) ОС на державному кордоні – процес формування і передачі управлінських дій (команд, розпоряджень тощо) в цілях ефективного використання сил і засобів для локалізації (ліквідації) ОС.

Наказ (розпорядження) – письмове або усне розпорядження начальника, яке обов'язкове для виконання підлеглими [5]. Загальна структура наказу – короткий опис обстановки, завдання служб і підрозділів, відповідальні за виконання, терміни виконання і порядок представлення донесень. Аналіз – вибір найбільш ефективних управлінських рішень за накладених граничних умов.

Кількість і зміст керівних документів залежить від типу і масштабу ОС, але може бути наперед розроблено у вигляді типових інструкцій. Іншими словами, в інтелектуальній СППР містяться N типових документів для підтримки управління діями в M типах ОС.

Розглянемо процеси перетворення інформації при управлінні локалізацією (ліквідацією) ОС. Ос-

новні типи інформації, які використовуються в процесі вироблення управлінських рішень на локалізацію (ліквідацію) ОС:

- а) оперативна інформація (дані розвідки, повідомлення з підрозділів і будь-яка зовнішня інформація);
- б) додаткова інформація від ІТС:
 - данні про стан системи охорони ДК (бази даних, електронні карти, шаблони документів),
 - оперативно-тактичні розрахунки,
 - знання щодо системи охорони ДК, особливості ситуації (експерти, керівні документи, бази знань);
- в) керівні документи (текстові);
- г) довідкова інформація;
- д) проекти наказів і розпоряджень.

Процес функціонування інтелектуальної СППР складається з ітерацій.

Кількість ітерацій визначається необхідністю коректування і доповнення рішень на основі зміни обстановки (надходження нових вхідних даних).

Ключовим етапом процесу обробки інформації і прийняття управлінських рішень є надання додаткової інформації керівнику. Інформаційно-телекомунікаційні системи ДПСУ мають розвинуту систему баз даних [6] та включають програмні модулі з оперативно-тактичних розрахунків [7]. Питання автоматизованого застосування знань залишаються відкритими.

Запропоновані у [8] моделі процесів управління з охорони державного кордону (прикордонного району) покладені в основу системи представлення знань, яка дозволяє адекватно представити зміст процесів управління локалізації (ліквідації) ОС у формі багаторівневої агрегованої моделі знань, що подано в роботі [9].

Багаторівнева агрегована модель знань представляється наступними базовими типами знань:

1. Фрейми (міжфреймові семантичні мережі) – представляють сценарії виникнення та розвитку ОС і стратегії логічного виводу для формування рішень. Для опису ситуацій використовується фреймова модель знань.

2. Правила, що представляють події, дії і умови їх виконання. Правила можуть використовуватися як приєднані процедури у фреймах, або для представлення відносин в семантичній мережі.

3. Процедури, що забезпечують розрахунки: прогнозування наслідків ОС, площа району блокування, розрахунок зони ураження тощо.

Як видно з опису багаторівневої агрегованої моделі знань, в основі її покладено міжфреймові мережі. Вершинами такої (семантичної) мережі є фрейми. Тому більш детально опишемо цей спосіб подання знань.

Фрейм (рамка, остов, структура – англ.) – структура даних для представлення концептуального

об'єкту [10]. У якості концептуального об'єкту можуть виступати ОС, дії керівників, процеси розподілу сил та засобів тощо. Фреймом можуть представлятися об'єкти, по відношенню до яких має сенс говорити про властивості і ознаки, а також про обробку і застосування цієї інформації в процесі логічного виводу.

Специфікація фрейма включає структуру фрейма і опис зв'язків з іншими фреймами. Складовими фрейма є слоти. Слот – це структурний елемент фрейма, що описує властивості об'єкту і факти, які відносяться до нього. Слот – одиниця інформації фрейма.

Специфікація слота включає: ім'я слота; тип значення слота; обмеження на значення слота (область значень); значення за умовчанням; зв'язок з іншими слотами, фреймами; й іншу інформацію, що відноситься до об'єкту.

Слотам (або фреймам) можуть зіставлятися процедури. Приєднана процедура – це процедура, виконання якої залежить від значення слота. Приєднані процедури забезпечують процес логічного висновку у фреймовій системі. З цієї точки зору фрейми – це сукупність декларативних і процедурних знань.

Для стандартизації процесів інтерпретації і використання приєднаних процедур застосовуються процедури з типовими умовами активації – демони. Найбільш часто використовувані демони: if added (якщо додано значення слота), if removed (якщо видалено), if needed (якщо потрібно), if change (якщо змінено).

Визначено два типи фреймів: фрейм-опис і фрейм-екземпляр. Фрейм-опис є описом концепту, тобто структури для заповнення інформацією; а фрейм, слоти якого заповнені, є екземпляром фрейма. Одному опису може відповідати декілька екземплярів. Фрейми-описи заносяться в базу знань, фрейми-екземпляри – в робочу пам'ять інтелектуальної системи.

Головні властивості фреймової системи – спадкоємство і використання значень за умовчанням. Ці властивості дозволяють відтворити об'єкт за неповною інформацією, вони використовуються в процесі логічного висновку. Співвідношення між фреймом-описом і фреймом-екземпляром таке ж, як між класом і об'єктом в об'єктно-орієнтованому підході, але вони відрізняються тим, що фреймова система представляється і оперує символічною інформацією.

Багаторівневу агреговану модель знань представимо у формі:

$$M = \langle G, F, R, U, L, T, I, X, Q, Y \rangle,$$

де G – семантична мережа, що представляє можливі сценарії розвитку і ліквідації ОС, F – множина фреймів, що представляють стани сценарію ОС, R – множина продукційних правил, U – множина розра-

хункових моделей, L – машина логічного виводу, T – база текстових фрагментів, I – інтерфейси системи, X – множина фактових змінних моделі, Q – поточна множина значень фактових змінних – поточні умови моделі, Y – проект рішення.

На верхньому рівні моделі розглядається семантична мережа $G = \langle F, R, U \rangle$. У свою чергу $F = \{ \langle S, \{ \langle C_i, Z_i, R_i \rangle, i=1, \dots, n \} \rangle \}$, тобто кожен фрейм має специфікацію S і множину слотів. Кожен слот має специфікацію C_i , може мати значення Z_i , причому Z_i може бути не визначене, і множину приєднаних процедур у вигляді правил R_i . Правила в деяких випадках можуть використовуватися як демони.

$R_i = \langle \&P_{ij}, D_{i,1}, D_{i,2}, \dots \rangle$ – де $\&P_{ij}$ – умова правила у формі предикатів P_{ij} , поєднаних логіко-лінгвістичною зв'язкою "T". $P_{ij} = P_{ij}(X, Q)$; $D_{i,1}, D_{i,2}, \dots$ – права частина правила, що представляє ланцюжок дій. Кожна дія $D_{i,k} = M(U, X, Y)$ або $D_{i,k} = M(I, T)$.

У цьому випадку машина виводу виконує інтерпретацію розрахункових й інтерфейсних процедур. У цілому $L = \text{Вибір}(K, R, U, J)$, тобто машина виводу реалізує стратегію виводу шляхом вибору по заданих критеріях K переважного правила або процедури з числа застосовних при заданій ситуації.

З урахуванням викладеного в [8, 9] представимо процес управління локалізацією (ліквідацією) ОС

на державному кордоні у вигляді набору блоків, що мають структуру, подану в табл. 1.

Окрім вхідної і вихідної інформації, що описує ситуацію (факти) необхідно визначити приєднані процедури (аналіз). Розглянемо процеси управління ліквідацією техногенної ОС по основних блоках.

Ситуацію можна представити як чорний ящик з відомим входом і невідомим виходом. Для формування рекомендацій потрібно мати надмірну кількість правил, тобто k правил на вході і m правил на виході, де $m \leq k$. Вентилем В називатимемо логічний оператор вибору (подібний оператору if), що дозволяє на основі якого-небудь критерію вибрати одне з двох або більше правил. Умовою існування вентиля є наявність не менше двох правил, що вимагають вирішення, і критерій вибору. Очевидно, що правила повинні знаходитися в робочій пам'яті, а критерій формуватися за вхідними даними. Етапи формування інформації на виході подано в табл. 2. Опишемо основні блоки процесу локалізації особливої ситуації з урахуванням табл. 1, 2.

Подані у [9] моделі процесів опишемо у вигляді схематичних таблиць, що містять структуру інформації (табл. 3), і відповідні фрейму (табл. 4), а також естафети приєднаних процедур, що відображають стратегію логічного виводу.

Таблиця 1

Структура інформаційних блоків

1. Вхідна інформація			
1.1. Оперативні дані	1.2.1. Статична інформація ІСППР	1.2.2. Динамічна інформація ІСППР	
2. Аналіз вхідної інформації			
3. Вихідна інформація			
3.1. Текстові рекомендації	3.2. Формалізовані документи	3.3. Довідкова інформація	3.4. Графічна інформація

Таблиця 2

Етапи формування рекомендацій

№ етапу	Найменування	Результат роботи
1	Запрошуються вхідні дані	–
2	За вхідними даними вибирається інформація з баз знань	Рекомендації для керівника
3	Формується динамічна інформація - розрахунок за методиками	Розрахункові дані в текстовому і графічному вигляді
4	Компонуються документи з текстових фрагментів	Оперативні документи (накази, розпорядження) по стандартних формах (шаблонах)
5	Організовується перевірка даних на повноту и непротиворечливість за допомогою метаданих. У випадку позитивного результату - кінець розрахунку, інакше – повернення до п. 1	Верифіковані комп'ютером документи
6	Очікування нового введення даних	Архівація отриманих результатів

У табл. 4 подано специфікацію фрейма “Початкові дані про ОС”.

Логічний вивід для цього фрейма здійснюється як естафета приєднаних процедур:

1. Початкове значення фрейма “Початкові дані” – порожні всі слоти. Користувач заповнює слот “час ОС”. Демон “if added” для слота “час ОС” викликає правило “ЯКЩО час робочий, ТО проводити сповіщення по схемі № 1, ІНАКШЕ по схемі № 2”.

Схеми визначають порядок оповіщення з урахуванням місцезнаходження керівників і персоналу підрозділів. Зразкова схема оповіщення включає:

перелік абонентів оповіщення;
засоби і сили оповіщення;
черговість оповіщення;
сигнали оповіщення.

2, 3. Користувач заповнює слоти “Метеообстановка”, “Характер місцевості”.

Таблиця 3

Оцінка обстановки і оповіщення

ОС: місце, час; Кількість порушників ДК; Характер місцевості; Метеоданні: Температура повітря, опади, швидкість і напрям вітру	Чергові сили Резерв Персонал	Розрахунок 1. Стосовно дій порушників ДК. Розрахунок 2. Сил та засобів підрозділів ДПСУ	
Оцінка дій порушників ДК. Оцінка об’ємів дій з локалізації ОС			
1. Текст оповіщення персоналу. 2. Текст оповіщення чергових сил. 3. Текст оповіщення резерву	1. Наказ № 1-а (завдання служби зв’язку і оповіщення) 2. Донесення у вищі органи. 3. Повідомлення у взаємодіючі органи	1. Чергові сили. 2. Резерв. 3. Схеми оповіщення	Зона ОС. Знаходження порушників ДК. Знаходження чергових сил. Протокол оповіщення

Таблиця 4

Специфікація фрейма № 1
“Початкові дані про ОС”

№ з/п	Ім’я слота	тип значення	Приєднані процедура		
			демон	правило	процедура
1	Час початку ОС	Time	if added	ЯКЩО час робочий, ТО проводити оповіщення по схемі № 1, ІНАКШЕ - по схемі № 2	Генерація списків і текстів оповіщення
			if added		Запросити дані і заповнити слот 3
2	Метеообстановка: температура повітря, напрям і швидкості вітру, стан атмосфери, вигляд і інтенсивності опадів	Frame	if need		Запитати дані і заповнити слот 2
3	Характер місцевості	Frame	if need		Запитати дані і заповнити слот 2
4	Кількість порушників ДК	Number	if changed	ЯКЩО слот 3 \neq 0, ТО викликати процедуру розрахунку дій порушників	Розрахунок показників пошуку, заповнити слот 4
5	Площа, довжина рубежу блокування	Array of number	if changed	ЯКЩО площа або глибина зон зараження \neq 0, ТО викликати процедуру розрахунку сил та засобів	Генерація текстового фрагмента виходячи з масштабів ОС

4. Демон “if changed”, який контролює обидва слоти, викликає процедуру розрахунку зон можливого і фактичного знаходження порушників ДК.

5. Система заповнює слоти „площа і довжина рубежу блокування”.

6. Демон “if added” для слота “зони...” прово-

дить порівняння площі зон з площею об'єкту. Далі спрацьовує правило “ЯКЦО аварія не виходить за межі підрозділу, ТО оповіщається тільки керівник, керівний склад і персонал підрозділу, ІНАКШЕ – оповіщається населення довколишніх населених пунктів (кварталів міста), яке може потрапити або потрапляє в зону зараження”.

7. Заповнюються слоти “площа і глибина зони зараження” для фрейма № 4 “розширені дані про аварію”. Фрейм переводиться в стан очікування.

8. Демон “if added” для слота “зони” викликає процедуру розрахунку числа людей, що попадають у небезпеку, уражених тощо.

9. Демон “if full”, контролюючий заповнення слотів фрейма, викликає правило “ЯКЦО число порожніх слотів = 0, ТО необхідно активізувати наступний фрейм в ланцюжку висновку”.

10. Приєднана процедура для демона “if full” “ЯКЦО всі слоти заповнені, ТО активізувати наступний фрейм” працює для всіх фреймів по замовчуванню.

Логічний вивід і стратегії формування рішень. Прийняття управлінських рішень в організаційно-технічних системах не є одноразовим і обґрунтованим актом. Це процес, що відбувається в часі і складається з взаємопов'язаних етапів.

Таблиця 5

Склад інформації при проведенні екстреного захисту персоналу підрозділу і населення довколишньої території

Інформація про аварію (донецька)	БД щодо чергових сил і її розміщенню БД служби РХЗ (по ЗІЗ) БД служби сховищ і укриттів БЗ з властивостей АХНР і способам захисту	Моделювання маршрутів введення формувань у осередок ОС і винесення уражених з осередку	
Вибір найбільш ефективних способів захисту			
Рекомендації за способами захисту	Приказ № 1-6 (задачі захисту)	Чергові сили, ЗІЗ, сховища, способи захисту	Маршрути евакуації з осередку и висунання до сховищ

Розглянемо з цих позицій підпроцеси локалізації (ліквідації) ОС. Кожен блок можна розглядати як задачу з метою, обмеженнями, критеріями ефективності й іншими характеристиками. По властивостях підпроцеси різні, одні не мають альтернатив, в інших рішення приймаються і реалізується самим керівником (наприклад, оповіщення), треті вимагають декількох ітерацій у форматі “коректування рішення – реалізація – донесення”. Але є одна головна спільність – кожному підпроцесу відповідає свій набір правил з бази знань, що допомагає оцінити обстановку, виділити мету управління і сформулювати можливі варіанти рішення.

Розглянемо етапи побудови стратегії виводу. Стратегія виводу відрізняється від простого ланцюжка виводу тим, що розв'язується ще маса додаткових питань. Щоб побудувати стратегію потрібно вирішити такі питання:

1) вибрати тип ланцюжка виводу, тобто вирішити, який ланцюжок краще для даної бази правил. Вибирати ланцюжок потрібно з таких міркувань – якщо наперед відома цільова гіпотеза, то краще вибрати зворотний ланцюжок; прямий ланцюжок вибирається в тому випадку, якщо цільова гіпотеза наперед не відома і початкових фактів небагато; якщо, же не годиться ні прямий, ні зворотний ланцюжок, то застосовують змішаний ланцюжок (тобто обхід дерева зверху або знизу);

2) необхідно визначити, скільки разів у цій системі можна застосовувати одне і те ж правило (якщо правило не містить змінних фактів, то правило застосовується один раз, інакше правила застосовуються стільки разів, скільки разів змінюються значення фактів). При зворотному висновку виникає питання: “Скільки разів застосовувати одне і те ж правило для розкладання гіпотези?”;

3) необхідно вибрати критерії вирішення конфліктів.

Наприклад: перше правило, що попалося, з конфліктного набору; правило у якого в лівій частині більше фактів (вважається, що такі правила точніше описують ситуацію завдання); можна також задавати пріоритети правил в явному вигляді; вирішення конфліктів може виконуватися іншими способами, відповідно до структури бази знань;

4) необхідно вирішити, в якому порядку розглядати знання у факти при зіставленні:

- а) по порядку;
- б) відповідно до структури знань;
- в) відповідно до метазнань тощо;

5) питання вирішення конфліктів між фактами, тобто, в якому порядку запрошувати невідомі факти у користувача, якщо виникає така необхідність;

6) питання останову (коли система закінчує вивід, тобто за яких умов).

Наприклад:

У прямому ланцюжку висновок закінчується, якщо в робочу пам'ять потрапляє факт, який можна розглядати як рішення задачі; у зворотній – якщо підтверджена цільова гіпотеза.

Вивід також закінчується, якщо конфліктний набір порожній і система не знає, як сформувати запит користувачу.

Стратегія виводу в системі, що розробляється, представлена семантичною мережею. Семантична мережа задає порядок активації знань з різних баз відповідно до описаних раніше моделей. Застосовується змішаний вивід. В основному використовується прямиї ланцюжок виводу, за винятком окремих баз знань.

Висновки

Отже, подано підсистему прийняття управлінських рішень щодо локалізації (ліквідації) ОС на ДК із застосуванням методів штучного інтелекту. Уперше з метою вдосконалення існуючої інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи ДПСУ при використанні її для локалізації (ліквідації) ОС, розроблено інформаційне забезпечення ідентифікації таких ОС і вироблено рекомендації щодо їх локалізації (ліквідації).

Застосування інтелектуальної СППР для навчання персоналу ДПСУ дозволяє вчити його оперативного мислення при ліквідації ОС, виявляти “вузькі місця” взаємодії керівника з інтелектуальної СППР, а також розвивати базу знань ІСППР.

Запропонований підхід вимагає формалізації знань і досвіду управління охороною ДК та розробки, експлуатації й застосування інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи “Гарт” Державної прикордонної служби України, накопичених експертами (офіцерами штабів, керівниками підрозділів (органів, управлінь, Адміністрації); викладачами навчальних закладів; розробниками ІТС “Гарт”) що є перспективою подальших розвідок у даному напрямку.

Список літератури

1. Про Концепцію розвитку Державної прикордонної служби України на період до 2015 року [Електронний ресурс]: Указ Президента України від 19 черв. 2006 р. № 546/2006 // Комп'ютерна інформаційно-правова система “Ліга”. – Режим доступу до ресурсу: www.liga.net.
2. Основні результати оперативно-службової діяльності ДПС України у першому півріччі 2012 року. – К.: Адміністрація ДПСУ, 2012. – 24 с.
3. Андрощук О.С. Деякі аспекти класифікації подій та надзвичайних (кризових) ситуацій на державному кордоні / О.С. Андрощук // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2009. – № 47, ч. II. – С. 46-52.
4. Андрощук О.С. Деякі аспекти побудови системи управління знаннями державних установ / О.С. Андрощук, В.В. Огурцов, О.І. Демідова // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – Донецьк, 2009. – Вип. 17. – С. 23-32.
5. Военный энциклопедический словарь. – М.: Воениздат, 1984. – С. 589.
6. Наказ Голови Держкомкордону від 20 серпня 2002 р. № 474 "Про прийняття на озброєння військ програмних компонентів глобальної автоматизованої інформаційної системи Прикордонних військ України (шифр „Гарт“)".
7. Литвин М.М. Методики оперативно-тактичних розрахунків / М.М. Литвин, А.Б. Мисик, І.С. Катеринчук. – Хмельницький: Вид. НАДПСУ, 2004. – 82 с.
8. Андрощук О.С. Знання-орієнтовані моделі процесу прийняття рішення в особливих ситуаціях / О.С. Андрощук // Збірник наукових праць НАДПСУ імені Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2009. – № 49, ч. II. – С. 59-63.
9. Андрощук О.С. Моделювання процесів прийняття рішень органами охорони державного кордону в особливих ситуаціях із використанням мови Unified Modeling Language / О.С. Андрощук // Збірник наукових праць НАДПСУ імені Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2008. – № 44, ч. II. – С. 41-45.
10. Представление и использование знаний: Пер. с япон. / под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с.

Надійшла до редколегії 13.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків.

ПОДСИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

А.С. Андрощук

Разработаны информационное обеспечение реагирования на кризисные, чрезвычайные ситуации и события в оперативно-служебной деятельности и выработки рекомендации по их локализации (ликвидации). Представлена интеллектуальная система поддержки принятия решений руководителей (дежурных) по управлению подразделениями и органами охраны государственной границы в данных ситуациях на основе фреймвого подхода.

Ключевые слова: ситуация, алгоритм, система, решение.

GENERATION SUBSYSTEM ADMINISTRATIVE DECISIONS

A.S. Androshchuk

Developed information provision responding to crises, emergencies and events in operational performance and develop recommendations for their localization (liquidation). Represented intelligent decision support system managers (duty) on the management offices and entities of state border protection in these situations on the basis of frame approach.

Keywords: the situation, the algorithm, the system solution.