

**УДК 660:614.8**

*Сікора Л. С., д.т.н., проф. кафедри АСУ НУ “Львівська політехніка”  
Ткачук Р. Л., к.т.н. доцент кафедри практичної психології та  
педагогіки ЛДУ БЖД  
Рак Т. Є., к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи ЛДУ БЖД  
О.М. Назаренко к.т.н. УАД*

## **КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **Cognitive models of decision taking in terms of operating management in emergency situations**

**Анотація.** Розглянуто логіку прийняття рішень на основі одноканальності свідомості в процесах мислення. Описано процедури формування об'єктно-орієнтованих когнітивних моделей в екстремальних і нормальних динамічних ситуаціях.

**Аннотация.** Рассмотрено логику принятия решений на основе одноканальности сознания в процессах мышления. Описано процедуры формирования объектно-ориентированных когнитивных моделей в экстремальных и нормальных динамических ситуациях.

**Annotation.** The logics of taking decisions on the basis of single channel consciousness in the thinking processes is analyzed. The procedures of forming object oriented cognitive models in emergency and normal dynamic situations are described.

**Ключові слова:** сприймання інформації, опрацювання інформації, надзвичайна ситуація, модель поведінки, інтелект, оператор, процедура прийняття рішень.

**Ключевые слова:** восприятие информации, обработка информации, чрезвычайная ситуация, модель поведения, интеллект, оператор, процедура принятия решений.

**Key words:** information perception, information processing, emergency situation, behavioral model, operator, procedure of decision taking.

### ***Актуальність проблеми прийняття рішень в кризових і надзвичайних ситуаціях***

Екстремальні ситуації значною мірою ускладнюють оператору виконання професійних обов'язків, іноді стають прямою загрозою їхньому здоров'ю, життю і ставлять їх перед проблемою вибору класу можливої командної поведінки та типом стратегії особистої поведінки, виходячи з континуума: «власне життя – службовий обов'язок». Це, відповідно, викликає психічне та інтелектуальне перенапруження в оперативно-

командного персоналу, які виконують роль інтелектуальних агентів (ІА), що приймають цілеорієнтовані рішення на управління елементами об'єктів і в цілому техногенною системою.

Важливим елементом інтелектуальної поведінки ІА є його психологічна та інтелектуальна стійкість на терміні часу оперативного управління системою чи об'єктом. Ці проблеми є актуальними з погляду забезпечення функціональної стійкості систем, як для оперативно-командних, так і адміністративно-керуючих груп. Для забезпечення ефективності прийняття рішень слід враховувати наступні особистісні характеристики:

- високий рівень інтелекту;
- психологічну і фізіологічну стійкість в умовах стресових ситуацій і в режимі реального навантаження;
- здатність до ефективної адаптації;
- здатність до навчання та узагальнення, до професійного росту;
- цілеспрямованість та рішучість в досягненні поставленої мети;
- здатність до внутрішньої цілеорієнтації та адаптації стратегій при розв'язанні оперативних ситуацій.

Розв'язання проблеми забезпечення функціональної стійкості ґрунтується на комплексному використанні методів, моделей і теорій, які є основою формування відповідної поведінки:

- загальної і когнітивної психології;
- теорії прийняття управлінських рішень;
- філософії знань, інтелекту та менталітету особистості;
- логічних теорій різного рівня абстракції;
- математики, теорій дослідження операцій, ігор, прийняття цільових рішень;
- системного аналізу техногенних об'єктів їх динаміки і структури;
- системного аналізу та інформаційних технологій для виявлення механізмів мисленневих процесів при оцінці ситуацій в нормальних і граничних режимах.

Виходячи з вище наведеного, в дослідженні розглянуто деякі аспекти прийняття рішень людиною, як інтелектуальним агентом в умовах надзвичайних ситуацій.

### ***Екстремальні і нормальні динамічні ситуації та їх об'єктно-орієнтовані когнітивні моделі.***

При виконанні функціональних обов'язків людиною-оператором в нормальних умовах, процес контролю стану в техногенних виробничих структурах проходить на нижньому рівні нейропсихічної напруженості. Рівень напруги залежить, як від психофізіологічних так й від інтелектуальних характеристик оператора, який приймає цілеорієнтовані функціональні рішення, згідно правил і норм управління для конкретної структури.

При збої режимів функціонування об'єктів (технологічних) чи управляючих команд (робочою групою) за рахунок дії збурень і загроз,

виникає ситуація невизначеності в діях на першому етапі впливу на об'єкт і сприйняття ситуації оператором (лідером команди). При цьому термін невизначеності може бути достатнім для розвитку аварійної ситуації, якщо вчасно не сформулювати спосіб ліквідації загрози та реалізувати план дій. Це є підставою для професійного відбору операторів, які за своїми психофізіологічними та інтелектуальними здібностями можуть успішно працювати в таких умовах.

Для реалізації схем відбору необхідно з'ясувати компоненти діяльності оператора в умовах типових ситуацій (ТС) та надзвичайних ситуацій (НС). Для побудови концепцій прийняття рішень необхідно розробити ієрархічну схему інтелектуальної діяльності оператора в режимі ТС та НС, яка включає формування предметної області на основі:

- моделі об'єктів та їх інформаційних образів;
- моделі режимів динаміки функціонування (нормальні та граничні);
- моделі управляючих дій згідно стратегій управління процесами;
- інформаційно-інтелектуальні моделі особи, які включають:
  - сенсорні моделі сприйняття зовнішніх ситуацій;
  - моделі формування інформаційних образів об'єктів, структури, ситуації в динаміці;
- моделі розпізнавання образів ситуації та їх класифікації згідно блоку характерних ознак;
- моделі прийняття усвідомлених цілеорієнтованих рішень та вплив на них підсвідомих мотивів;
- процедури формування оцінок і критеріїв прийняття рішень та їх наслідків;
- моделі способів реалізації стратегій, які забезпечують досягнення мети;
- визначення ролі свідомості в процесах прийняття рішень, як цілеорієнтованої особистості.

Для цього необхідно провести аналіз асоціативних і свідомих компонент логіки прийняття рішень на основі доступної вхідної інформації та багажу знань про процеси управління.

На рис. 1 наведена комп'ютерна модель формування образів сценаріїв ситуацій, яка в певній мірі описує процес сприйняття людиною поточної інформації в рамках певного місця в ієрархії складної системи [11, 13].

Для виникнення надзвичайних ситуацій характерним є дія факторів впливу на агрегати структурованої схеми об'єкта яка включає, як управлінські та інформаційні так і енергетично-активні компоненти:

- об'єкт управління, центр управління, АСУ, джерела ресурсів та енергії;
- внутрішню ієрархію структури виробничої системи;
- загрози зовнішні і внутрішні, фізичні та інформаційні;
- потоки даних і команд управління.

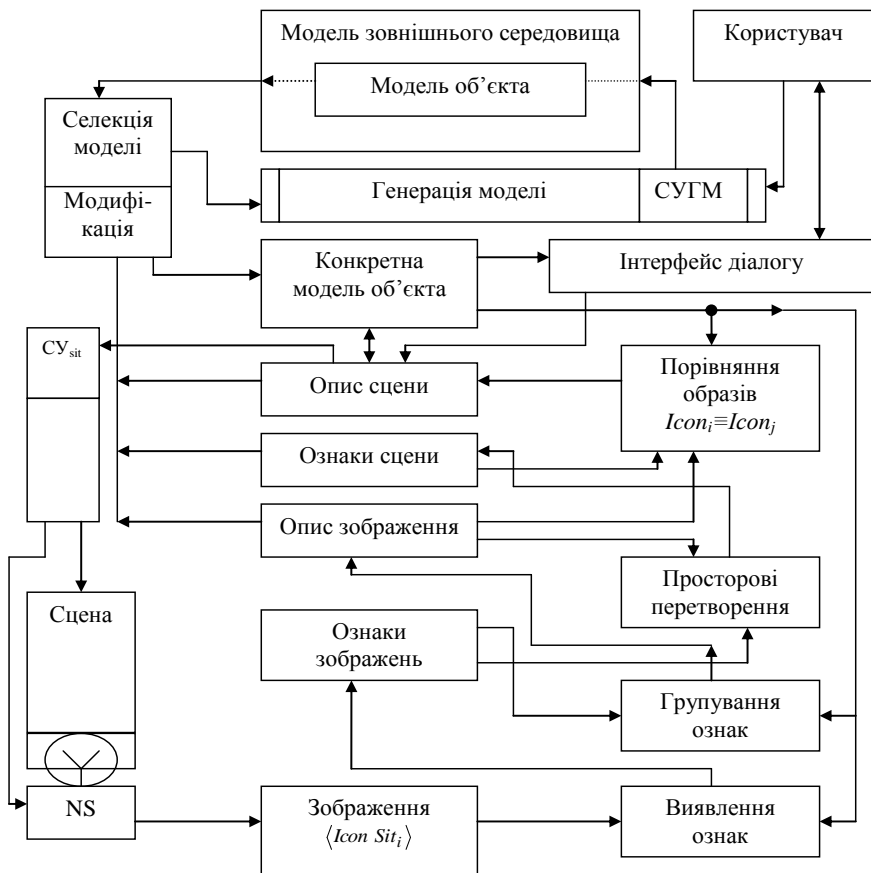


Рис. 1. Узагальнена схема комп'ютерної моделі зору оператора.

Як видно з схеми моделі зору оператора, сприйняття інформації про ситуацію сенсорною системою відображає інтелектуальну компоненту визначення змісту образу сцени, в якій відображена просторово-часова структура об'єкта в його динаміці. На основі системи ознак в  $\{D^3 \times T\}$  – просторі будується образ  $Icon_i$  – який є моделлю об'єкта в свідомості оператора.

При появі загрози команда миттєво повинна відновити з достатнім рівнем повноти інформаційну модель об'єкта і НС, прийняти первинні міри і передати дані про загрозу НС в центр ліквідації [11, 13] (Рис. 2).

Важливим аспектом таких дій є свідомо оцінка ситуації, усвідомлення рівня загроз, свідоме формування цілеорієнтованих дій для їх ліквідації.

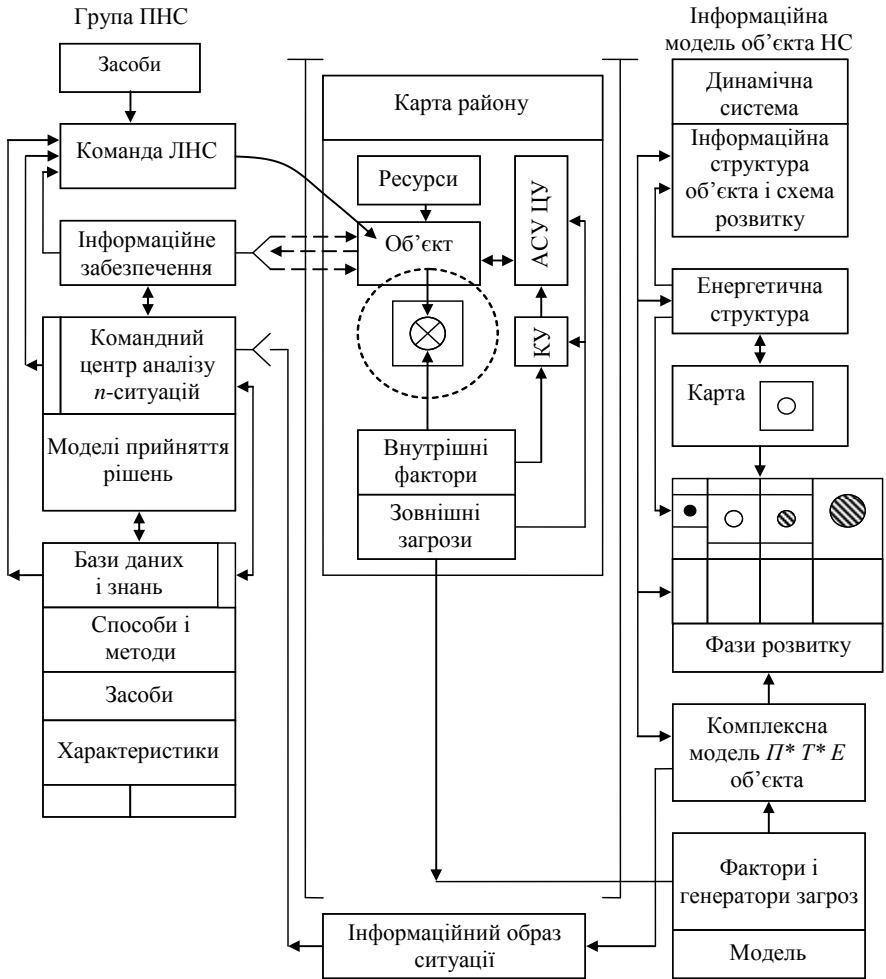


Рис. 2. Модель надзвичайної ситуації (НС).

Для розв'язання цієї проблеми необхідно враховувати, як психологічні особливості оператора так і логіку прийняття рішень при побудові стратегії поведінки в НС [3, 10, 14].

На рис. 2. представлена інформаційна блокова модель надзвичайної ситуації в просторово-розподіленому об'єкті, прив'язаному до карти району.

При цьому на блок-схемі можна виділити наступні підструктури:

- модель об'єкта з зоною конфлікту та центром керування автоматизованою системою управління (ЦК-АСУ) і відповідно джерелами загроз;

- інформаційно-динамічна модель розвитку сценаріїв подій в рамках просторово-часового енергетичного базису  $\{P*Т*E\}$  кі, на основі якої генерується образ ситуації;

- структура ліквідації надзвичайної ситуації (команда ЛНС), яка на основі бази даних і знань та інформаційного образу ситуації в об'єкті формує стратегію і набір моделей поведінки та процедур прийняття рішень для ліквідації загроз.

Виходячи з наведених схем, бачимо, що виникнення НС має технологічні та енергетичні компоненти, які відображають динаміку подій в просторі і часі, та інформаційно-інтелектуальну компоненту, як основу формування інформаційного образу ситуації, її оцінки та класифікації, вироблення стратегії прийняття рішень і планів дій для ліквідації НС.

### ***Одноканальність свідомості в процесах прийняття рішень***

В основі операторно-логічної моделі мислення лежать дві гіпотези [7]:

- одноканальність свідомості;
- несумісність в свідомості оперативних і логіко-психологічних компонент (реципрокності).

Процес мислення виступає, як активний елемент цілеорієнтованої дії та формують спосіб поведінки, він включає:

- конкретні мисленнєві та інтелектуальні дії;
- інтелектуальний генератор для виконання процедур аналізу, синтезу та узагальнення;
- ієрархію рівнів мислення – свідомого і підсвідомого.

Відповідно, алгоритм описує систему дій і відношень, інваріантну, відносно символів, чисел та знаків. Застосування і реалізація алгоритмів є інтелектуальним процесом переробки, перетворення та опрацювання інформації (даних для прийняття рішень). Множина інтелектуальних дій, відповідно до функцій при пошуку розв'язання задач [14], розбивається на:

- виконавчі дії згідно стратегії досягнення мети;
- контрольно-управляючі функції оцінки зміни ситуації.

Алгоритм на початку інтелектуальної діяльності не є елементом процесу мислення. Жорстка упорядкованість алгоритмічної структури розвивається невпорядкованістю мислення (евристики) за рахунок нечіткості цільових задач. При багатократних процедурах застосування алгоритму, відповідно, до певних проблемних ситуацій, в підсвідомості, на основі аналогій для класів задач формується схема розв'язання проблем. Послідовність відображається через ієрархічну структуру зв'язаних нейромереж з єдиним кодом представлення інформації [3, 8, 10].

Підключення нейромережі в області ядра свідомості, сприймається як дія для розв'язання задач (здогадка). Тобто утворюється пізнавальна нейроструктура.

В системі виконання дій можна виділити такі функціональні елементи:

- орієнтування і контролю;

- управління;
- виконання дій;
- накопичення знань відносно дій.

*Логіко-психологічні координати* (ЛПК) виявляють проблемну ситуацію, щоб вивчити систему цільових дій, що ведуть до розв'язання задачі, тобто виконують когнітивну функцію як основу процесу навчання способом розв'язання проблем.

Переважно людина, яка не знає спеціальних прийомів, розв'язує задачу методом послідовних наближень, відсічення непотрібних варіантів, та скорочення вибору альтернатив в процесі верифікації, на основі генерації гіпотез (модель досягнення мети).

Процес звертання до нейропроцесорних когнітивних структур, при освоєнні понять з допомогою алгоритмів, завершується утворенням локальних оперативно-логічних форм у вигляді ЛПК, які формуються на основі нейроструктури мозку оператора.

Дослідження процесу розв'язання задач оператором, ґрунтується на можливості виділення груп детермінованих дій на основі евристичних орієнтирів до цільової області, які необхідно вивести з підсвідомості для використання даних свідомою «Я-системою» (Рис. 3).

При заданих ззовні алгоритмах виникає проблема нерозуміння ролі окремих дій в загальній структурі. Після освоєння алгоритму, оператор використовує для розв'язання задач, так званий, блочний спосіб, який включає:

- дії згідно цільового завдання для реалізації протиаварійних команд;
- оцінки результату дії на кожному етапі плану команд;
- кінець дії відносно цілі при завершенні ліквідації загрози;
- повернення на початок циклу, якщо виконання певних дій не дали результату;
- корекцію способу цільових дій для реалізації планів ліквідації надзвичайних ситуацій;
- формування нової дії направленої на зміну граничного режиму;
- повернення в цикл графіку ліквідації загрози.

Людина в процесі розв'язання задачі, розбиває програму на інформаційні кванти, прив'язуючи попереду їх адреси-координати ЛПК. Для кожного оператора має місце ієрархічне перекодування алгоритму, пристосування до особливостей мислення, який відображає логічну структуру процедури розв'язання задач [1, 8].

Механізми мислення оператора не приводяться повністю до формалізованих описів. При розпізнаванні загального методу розв'язання задачі оператор (формування процедури рішення), наближається до знаходження стратегії на основі евристичних компонент – звернутих схем-суджень і дій [14]. При доведенні ідеї рішення, формуються нові логічні координати, до яких прив'язуються системи елементарних інтелектуальних

дій та формується стратегія вищого рівня, на якому взаємодіють логічні і евристичні схеми процедур рішення задачі (Рис. 1-3).

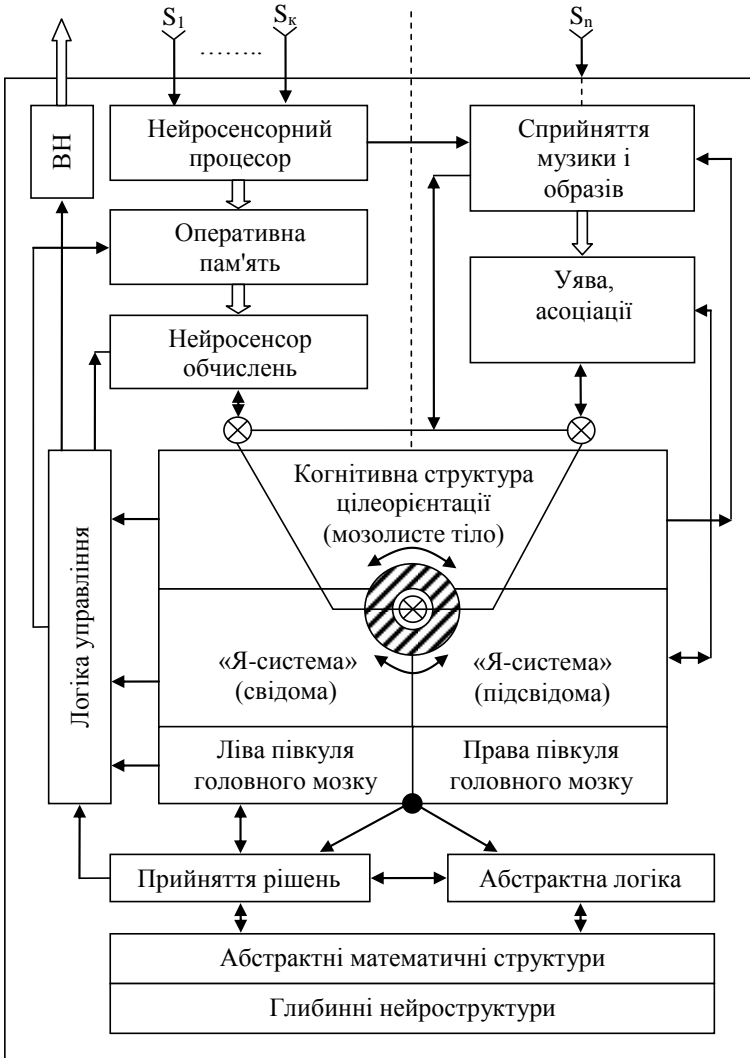


Рис. 3. Когнітивна нейроструктура мозку оператора

Схеми розв'язання задач на основі інтуїції не зводяться повністю до логічних правил і процедур, а є значно ширшими. При цьому форми і схеми



кодування включають перетворення бульової алгебри і логіки, які ведуть до цілі, згідно ланцюга трансакцій, де:

$$\{\alpha_1 \Rightarrow (\alpha_2 \Rightarrow (\alpha_3 \Rightarrow \dots (\alpha_{n-1} \Rightarrow \alpha_n) \dots))\}ci - \text{послідовна схема дій};$$

$$\{\alpha_1 \cap \alpha_2 \cap \dots \cap \alpha_{n-1}\} \Rightarrow \alpha_n - \text{невпорядкований план дій}.$$

**Пізнавальні механізми в когнітивних структурах** (Рис. 3)

Розглянемо пізнавальні механізми, як елементи когнітивної структури [6-7, 14-15], на основі яких будуються правила оцінки ситуацій і дій згідно стратегії розв’язання задач управління для ліквідації загроз і надзвичайних ситуацій.

Умови	Лівий механізм	Правий механізм
0. Стратегії.	Раціональне осмислення дійсності, прагматичні рішення. Дедуктивна логіка.	Емоціональна мотивація до дії. Індуктивна логіка.
1. Принципи використання інформації.	Локальний.	Глобальний.
2. Можливість аналізу.	Точний.	Суб’єктивне розпізнавання.
3. Методологія.	Розщеплення об’єкта на компоненти, аналіз.	Входження в об’єкт синтез.
4. Вид дій принцип.	Послідовні дії.	Паралельні дії.
5. Правила дій.	Фіксовані правила.	Ітеративні правила входження в суть об’єкта.
6. Результати обробки інформації.	Накопичення даних. Обчислювальні процедури.	Виявлення змісту. Зміна структури алгоритмів.
7. Степінь усвідомлення сенсу.	Повна.	Неповна.
8. Роль часу.	Розгортання процесів в часі.	Ахронність.

**Аналіз ситуацій**

Людина при оцінці ситуації, в процесі розв’язання проблеми, яка не знає спеціальних прийомів, формує метод послідовних пропозицій і відсікає варіанти в процесі верифікації звужуючи клас альтернатив [14], при цьому опирається на предметно-орієнтовану базу набутих знань, які мають свій рівень ієрархії для кожної людини (вербальний, евристичний, логіко-абстрактний).

При машинному аналізі ситуацій, використовуються закладені в базу програми і алгоритми, а додаткові знання не використовуються. Для оператора можлива альтернатива: готової програми для аналізу ситуації немає, але наявні знання є основою синтезу схеми аналізу на основі опорного базису знань і даних, які структуровані відповідним чином.

Відображення імовірнісної структури динамічної ситуації є активним процесом на основі розмитих оцінок потоків різнорідних даних. Механізм функціонування когнітивного нейропроцесора, в режимі оцінювання, ґрунтується на гіпотезі одноканальності свідомості і багатоканальності інтуїції. Кодування когнітивних дій, при цьому проходить на основі синтезу внутрішньої мови нейропроцесора та структуруванні елементів мислення, відповідно, до логіко-когнітивної моделі відображення знань в уяві і пам'яті особистості.

Дерева рішень на циклі термінального часу управління ліквідацією надзвичайної ситуації

Для реалізації процесів мислення людиною використовують дерева рішень задачі з певним цілеорієнтованим рівнем досяжності моделі, які зафіксовані в абстрактній структурі блоку довготривалої пам'яті людини.

Сформулюємо наступні підходи до розв'язання цілеорієнтованих задач [2]:

- будується система всіх тверджень, які виводяться, виходячи з правила формування гіпотез, і описують функціональну та логічну структуру предметної області дій та ситуацію:

- $\forall x, y, z \in x \otimes y \otimes z, \{P_i(x, y, z) \mapsto B_i\}_{i=1}^m$ ;

- на основі певних критеріїв розпізнавання наслідків дій та ситуацій відносно їх близькості до цілі:

- $(I_k : B_k) \Leftrightarrow \{(x, y, z) \in V(Ci) V(p(z, Ci) \rightarrow \min)\} \Rightarrow B_k$ ;

- проводиться відбір  $(B_k)$  – структури дерева, ланцюга дій, які ведуть до цілі;

- якщо існують такі результати, що відповідають цільовому завданню, то формується ланка наслідків і дерево рішень на основі критерію гарантій;

- процедура розв'язання будується, виходячи з кінця, тобто від цільової області.

Процес зворотного мислення  $\{ \delta^3 \epsilon \dot{u}, \dot{p} \delta \dot{u} \}$ , відбувається на основі багатоканальної ієрархії, яка перетворюється в одноканальний ланцюг управляючих дій, в процедурі розв'язання задач, з врахуванням обмежень вибору варіантів.

Наведемо дерево рішень в базисі  $\frac{Z \times T_m}{strat}$  на циклі термінального часу

$$\frac{T_m = \{t_i / i = 1, n\}}{T_m \leq T_{opt}},$$

яке проектується в простір станів об'єкту управління, при цьому фіксуються граничні і аварійні параметри режиму функціонування об'єкта  $(Z_n, Z_g, Z_a)$ . Відповідно визначаються термінальні кроки вибору і реалізації дій  $(\tau_{vi}, \tau_{di}), \tau_{ki} = (\tau_{vi} + \tau_{di}), \tau_{ki} = (t_{i+1} - t_i)$  (Рис. 4).

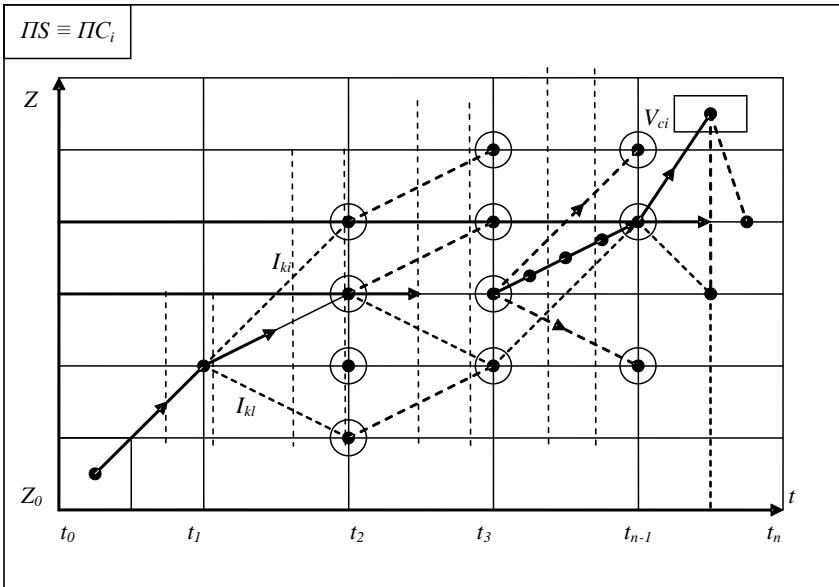


Рис. 4. Модель дерева рішень в просторі станів динамічної системи.

### ***Інтелектуальні операції в процесах прийняття цілеорієнтованих рішень***

Інтелектуальні операції в процесі прийняття цілеорієнтованого мислення завжди випереджують дії і суттєво впливають на результат [4, 9].

Метод оцінки дій ґрунтується на нормативних директивних судженнях про спосіб виконання команд. Відповідно, для виконання дій формується логіка вчинку, яка виражається через внутрішню логіку, логіку мотивації і логіку дій [5, 12].

Внутрішня логіка цілеорієнтації при розв'язанні проблеми (кризи, конфлікту, невизначеності), переходить у логіку мотивації, а для

програмування дій проводиться узгодження протиріччя (ціль↔можливість дії), в результаті чого генерується програма цільової діяльності [6].

Логіка вчинку зв'язує внутрішні і зовнішні компоненти процесу формування і виконання дій на основі логічної формалізації знань людини. В логіку дій входить логічний аналіз цілей, оцінка ситуацій: норм, понять і описів як основа логічної раціональності і критичної розсудливості людини. Розсудливість – це характеристика діючого суб'єкта, яка виражає здатність свідомо і логічно виконувати свої дії. На відміну від випадкової рефлексивної дії, вчинок ґрунтується на програмі дій та вимагає рефлексивної діяльності свідомості, певного типу мислення [7] в свідомій когнітивній структурі «Я-система».

Методологічний підхід до аналізу поведінки базується на таких логічних компонентах, що є основою синтезу програми дій особи з певною логіко-когнітивною моделлю організації знань в довготривалій пам'яті людини:

- логіці норм близькості при класифікації подій;
- логіці оцінок параметрів ситуацій;
- логіці формування цілей при розробці стратегій розв'язання проблемної задачі;
- логіці цілей при створенні стратегії, тактики і програми цільових дій.

Відповідно мотиваційна структура є основою синтезу ціленаправлених свідомих дій, які ведуть до досягнення мети, при цьому основою є предметно-орієнтована індивідуальна база знань сформована при навчанні.

Існує три стадії формування усвідомленої мотивації: формування цілі, встановлення принципової можливості для досягнення цілі та встановлення шляхів і засобів реалізації цілі.

Вольовий акт (зусилля) є основою переходу плану дій з свідомості в реалізацію вчинку (дію), при цьому рівень складності реалізації логіки вчинку – вищий, ніж рівень процедур логічного висновку. Тоді вимальовується проблема недостатності знань при прийнятті рішень в умовах невизначеності і зростає рівень відповідальності згідно мотивації дій «Я-системи».

Уміння розв'язувати задачі, які виникають в процесі ціленаправленої поведінки систем, є мірою рівня розвитку її інтелекту. Прийняття рішень в інтегрованих системах, означає, що в системі в певний момент часу проходить (виконується) одна із можливих комбінацій дій відносно режимів функціонування.

Проблема прийняття рішень «Я-системи» пов'язана із синтезом управляючих структур, які повинні виконувати певні функції, згідно логіко-когнітивного базису [6]:

- розподіл дій на рівні підсистем, згідно стратегії ліквідації надзвичайних ситуацій;
- перевірка результатів дій на об'єкт з надзвичайним станом;
- виявлення причин зміни стану об'єкту і виділення факторів впливу;

- синтез нової інформації, накопичення даних про причину змін стану;
- автоматичне планування дій на підсвідомій структурі «Я-системи»;
- виконання плану та контроль дій і результатів їх виконання і свідомості оператора;
- побудова моделей проблемних середовищ в техногенних системах;
- предметно-орієнтоване навчання і самонавчання оператора;
- вибір апаратних засобів для реалізації стратегії управління ліквідацією надзвичайних ситуацій.

Тобто для ціленаправленої системи є характерним планування своїх дій і поведінки. Складання і реалізація плану дій є основою досягнення цілі, тобто розв'язання задачі. Реалізація функцій системою при прийнятті рішень ґрунтується на моделі реального світу та моделях середовищ існування, які формуються в процесі життя «Я-систем» оперативного персоналу.

Модель техногенного середовища включає в базі знань наступні компоненти:

- відомості про зміни в елементах середовища і зв'язках між об'єктами, які характерні для даного класу задач;
- відомості про можливі збурення і способи впливу.

Інформація, яка знаходиться в моделі проблемного середовища описується алгоритмами, які відображають структуру техногенної системи і процес її функціонування свідомою «Я-системою» для побудови відповідних процедур і рішень. Якщо використовуються тільки евристичні процедури прийняття рішень, при ускладненні ситуацій, то за таких умов вони вже є недостатніми для планування дій (Рис. 5).

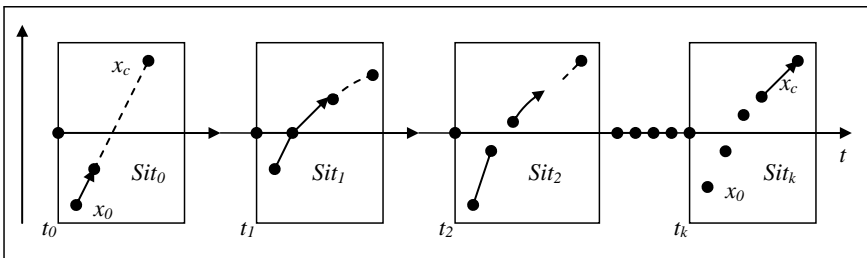


Рис. 5. Зміна сценарію розвитку подій, як траєкторія руху системи в середовищі ( $R_z \times T_m$ )

Використання логіки для опису подій і процедур прийняття рішень, забезпечує конструктивність обчислювальних процедур і процесів при формуванні образів ситуацій та тверджень про них, а також послідовних сценаріїв дій. Тоді зміну ситуацій  $\pi_D : \{Sit_{i+1} = D(A, Sit_i)\}$ , згідно правила

$\{\pi_D\}$  можна представити через активний агент дії  $A$ , що змінює ситуацію  $A: Sit_i \rightarrow Sit_{i+1}$  – як спосіб перетворення стану системи.

Динаміку зміни ситуації виразимо у вигляді сценарію, який описується у вигляді:  $A(Sit_{i+1}) \Rightarrow B(D(A, Sit_{i+1}))$ , де  $B$  – твердження про новий стан об'єкта.

### **Висновок**

На основі концепції одноканальності свідомості в процесах мислення при прийнятті рішень, розглянуто моделі і схеми формування стратегій поведінки та сценаріїв розвитку подій оперативного управління на основі логіко-когнітивної моделі бази знань нейроструктури інтелектуального агента.

### **Література**

1. Калужнін Л. А. Алгоритми і математичні машини / Л. А. Калужнін, В.С. Королюк – К.: Рад.школа, – 1964. – 282 с.
2. Капітонова Ю.В. Основи дискретної математики / Ю.В. Капітонова та інші – К.: Наук. думка, – 2002. – 578 с.
3. Когнітивна психологія і логіка формування процедур прийняття цільових рішень в надзвичайних ситуаціях / Сікора Л. С., Антоник М. С., Манишин І. Р., Ткачук Р. Л. – Львів, 2007. – 54с. (Препр. №4 / УАД, каф. АСУ НУ «ЛП», ЦСДЕБТС).
4. Колмогоров А. Н. Математическая логика / А. Н. Колмогоров, А. Т. Драгалін – М.: МГУ, – 1984. – 118 с.
5. Конверський А. Е. Логіка / А. Е. Конверський – К.: ЦНЛ, – 2004. – 535 с.
6. Логика, психология, семантика: аспекты взаимодействия – К.: Наук. Думка, – 1990. – 560 с.
7. Лургия А. Ф. Основы нейропсихологии / А. Ф. Лургия – М.: Академия, – 2002. – 384 с.
8. Маслов С. Ю. Теория дедуктивных систем и ее применение / С.Ю. Маслов – М.: Радио и связь, – 1986. – 136 с.
9. Сборник упражнений по логике / ред. Клевченя А. С. – Минск: Универ., – 1990. – 288 с.
10. Сікора Л. С. Інтелектуальні операції в процесах прийняття цільових рішень оператором / Л.С. Сікора, Р.Л. Ткачук, М.С. Антоник, І.Р. Манишин // Зб. наук. пр., – Вип. 39. – Київ, ІПМЕ. – 2007. – С.43-50.
11. Сікора Л. С. Когнітивні моделі та логіка оперативного управління в ієрархічних інтегрованих системах в умовах ризику / Л. С. Сікора. – Львів: ЦСД «ЕБТЕС», 2009. – 432 с.: схеми, табл.

12. Тафтул М. Г. Логіка / М. Г. Тафтул – К.: ВЦ Академія, – 2002. – 368 с.
13. Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах: [посібник] / Р. Л. Ткачук, Л. С. Сікора. – Львів: Ліга-Прес, 2010. – 404 с.: схеми, табл., іл.
14. Шапиро С. И. Мышление человека и переработка информации ЭВМ / С. И. Шапиро – М.: Сов. Радио, – 1980. – 288 с.
15. Хомская Е. Д. Нейропсихология / Е. Д. Хомская – М.: МГУ, – 1987. – 288 с.