

Б. В. Дурняк  
Р. Л. Ткачук  
О.А. Машков  
Л. С. Сікора  
Н. К. Лиса

# ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ ТЕРМІНАЛЬНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ



**Монографія**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

**Національний університет «Львівська політехніка»**

**Українська академія друкарства**

**Державна екологічна академія  
післядипломної освіти та управління**

**Дурняк Б. В., Ткачук Р. Л., Машков О. А., Сікора Л. С., Лиса Н. К.**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ  
ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ  
ТЕРМІНАЛЬНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради  
Української академії друкарства  
(протокол №9/717 від 24.06.2021 р.)

**Рецензенти:**

**Сеньківський Всеволод Миколайович**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій (Українська академія друкарства)

**Говорущенко Тетяна Олександрівна**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування (Хмельницький національний університет)

**Жарікова Марина Віталіївна**, д-р техн. наук, професор, кафедри програмних засобів і технологій (Херсонський національний технічний університет)

**Пасєка Микола Степанович**, д-р техн. наук, професор кафедри інженерії програмного забезпечення (Івано-Франківський національний технічний університет нафти та газу)

**Дурняк Б. В., Ткачук Р. Л., Машков О. А., Сікора Л. С., Лиса Н. К.**

**I-74** Інформаційні та логіко-когнітивні технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах термінальних надзвичайних ситуацій: монографія. Львів: Укр. акад. друкарства, 2022. 314 с.

ISBN 978-966-322-532-6

Монографія призначена для інженерів, працівників державної служби надзвичайних ситуацій, магістрантів, аспірантів та науковців, які спеціалізуються у вирішенні проблем ліквідації надзвичайних ситуацій в екотехногенних системах, соціально-комунальних структурах та транспорті, що закладаються у процесі їх проектування та породжуються під час некоректної експлуатації і управління. А також для всіх, хто займається проблемою ризиків, аварій та прийняття рішень.

**УДК 004:654.08-043.61:355.58**

©Б. В. Дурняк, Р. Л. Ткачук, О. А. Машков,  
Л. С. Сікора, Н. К. Лиса

Колектив авторів монографії складає свою подяку адміністрації університету  
та особисто ректору, доктору педагогічних наук, професору  
Ковалю Мирославу Стефановичу  
за підтримку в наукових та експериментальних дослідженнях  
у психолого-тренувальному центрі  
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.



## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	8
ВСТУП .....	10
ПЕРЕДМОВА .....	12
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ПІД ЧАС ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ ЗАГРОЗ .....	30
1.1. Проблема дослідження ризиків конфліктів, катастроф .....	31
1.2. Державні нормативні акти, які визначають правила прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях .....	32
1.3. Аналіз літературних джерел з проблеми дослідження .....	34
1.4. Аналіз проблеми виникнення аварійних і граничних ситуацій у техногенних структурах та вибір стратегій управління енергоактивними системами в критичних ситуаціях виробництва .....	37
1.5. Проблема забезпечення інтелектуальної та функціональної стійкості оператора під час прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій техногенних систем .....	40
1.6. Аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах .....	46
1.6.1. Комплексне командно-штабне навчання оперативного персоналу на об'єктах ТзОВ «Карпатнафтохім» в м. Калуші як модель стратегії протиаварійних дій .....	47
1.6.2. Організація роботи пересувного пункту управління та його інформаційне забезпечення .....	57
1.6.3. Штаб із ліквідації надзвичайної ситуації та його функції .....	58
1.6.4. Функції центру психологічного забезпечення під час організації надання екстреної психологічної допомоги населенню .....	60
1.7. Постановка проблеми та перелік задач, які необхідно розв'язати для досягнення мети дослідження .....	61
Висновки до розділу 1 .....	64
РОЗДІЛ 2. ЛОГІЧНІ ПРОЦЕДУРИ ФОРМУВАННЯ ОПЕРАТИВНИХ РІШЕНЬ КОГНІТИВНОЮ СИСТЕМОЮ ЛІКВІДАТОРА В СТРУКТУРІ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....	65
2.1. Аналіз інформаційних концепцій розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності особи в умовах ризику .....	65
2.2. Формування інтелектуальних навичок для вирішування задач управління процесом ліквідації надзвичайних ситуацій .....	73
2.2.1. Використання інтелектуальним агентом гіпотези одноканальності свідомості в процесі прийняття рішень в умовах загроз .....	74
2.2.2. Механізми формування та прийняття рішень за умов невизначеності .....	79
2.2.3. Умовно-категоричні процедури побудови логічних висновків .....	81
Висновки до розділу 2 .....	83

РОЗДІЛ 3. ЛОГІКА ГЕНЕРАЦІЇ ГІПОТЕЗ ПРО ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЙ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОБРОБКИ ДАНИХ, НЕОБХІДНИХ В УПРАВЛІННІ ПРОЦЕСОМ ЛІКВІДАЦІЇ ЗАГРОЗ У ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМАХ .....	85
3.1. Логіка опису подій у системах .....	85
3.2. Предикатний опис реакції активної системи на техногенні збурення .....	89
3.3. Логічні категорії в схемах прийняття цільових рішень оператора у процесі управління в режимі загроз .....	92
3.4. Категорії в схемах прийняття цільових рішень, відношення між ними та їхнє трактування .....	96
3.4.1. Твердження про стан об'єктів, їхня логічна структура та обґрунтування для опису ситуації в системі .....	97
3.4.2. Правила виявлення протиріч у лінгвістичному описі ситуацій та побудова інформаційних образів поточної ситуації в уяві оператора під час контролю стану систем управління під дією факторів впливу .....	100
3.5. Логічна структура дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях .....	103
3.6. Структуризація знань, необхідних для сприйняття та інтерпретації ситуацій у когнітивній системі під час прийняття рішень щодо управління .....	106
3.6.1. Образ ситуації та його знаннева структура .....	107
3.6.2. Структура знань на психологічному і когнітивному рівнях .....	109
Висновки до розділу 3 .....	111
РОЗДІЛ 4. ТЕМПОРАЛЬНА ДІЙСНІСТЬ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТИВНИМ ПЕРСОНАЛОМ У ХОДІ ЛІКВІДАЦІЇ ЗАГРОЗ І АВАРІЙ .....	112
4.1. Аналіз процесу формування логічних процедур прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу .....	114
4.1.1. Інформаційний і системний базис управління техногенною системою .....	116
4.1.2. Моделі розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта техногенної енергоактивної системи .....	116
4.1.3. Ігрові моделі опису ситуації в предикатному представленні .....	118
4.1.4. Цілеорієнтація і системний підхід до формування процесу управління.....	121
4.2. Основні компоненти темпоральної логіки в процедурах обробки потоків даних в ієрархії структури техногенної системи .....	122
4.3. Проблемна задача оцінки сприйняття часу оператором автоматизованих систем управління технологічним процесом (АСУ-ТП) у процесі виникнення динамічних ситуацій .....	126
4.3.1. Ситуація прийняття термінальних рішень: когнітивні аспекти .....	127
4.3.2. Логіко-когнітивна модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оператором у процесі обробки різнорідних даних .....	130
4.3.3. Темпоральний пласт мислення оператора .....	132
4.3.4. Правила прийняття термінальних рішень щодо управління енергоактивним об'єктом техногенної системи .....	134

4.4. Динаміка зміни швидкості мислення під час дії стресових факторів на (ІА-ОПР), яка враховує можливість правильної оцінки ситуації .....	136
Висновки до розділу 4 .....	139
<b>РОЗДІЛ 5. ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ І КОМПОНЕНТИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ МИСЛЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ДІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....</b>	<b>140</b>
5.1. Логічні моделі формування активних дій для управління .....	140
5.1.1. Аналіз структури формальних логічних теорій (ФЛТ) та арифметична інтерпретація відношень включення предикатів для опису ситуацій .....	141
5.1.2. Моделі побудови інтерпретації в метатеоріях як спосіб вираження для змістовних понять .....	144
5.2. Правила побудови логічних висновків, необхідних для формування управлінських дій когнітивним інтелектуальним агентом .....	149
5.3. Дані і висновки в процедурах прийняття управлінських рішень при нечітких і неоднорідних даних .....	157
5.4. Правила виводів у численні предикатів для оцінки ситуації під час дії комплексу факторів на потік даних від системи .....	159
Висновки до розділу 5 .....	162
<b>РОЗДІЛ 6. МОДЕЛІ ОПЕРАТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ РИЗИКУ І НЕЧІТКОСТІ ДАНИХ НА ПІДСТАВІ КОГНІТИВНОЇ ТЕОРІЇ .....</b>	<b>163</b>
6.1. Аналіз проблеми оцінки інтелектуальних здібностей особистості оперативного працівника, який виконує управлінські функції в умовах екстремальних ситуацій .....	163
6.2. Когнітивні знаннєві компоненти факторів впливу на прийняття рішень інтелектуальним агентом – оперативним працівником АСУ .....	169
6.2.1. Проблема формування концепцій прийняття стратегічних рішень .....	169
6.2.2. Схема інформаційної діалогової взаємодії когнітивної й організаційної систем .....	170
6.2.3. Інформаційно-ресурсна та системна концепція часової, динамічної структури взаємодії об'єкта системи управління та середовища в граничних умовах і ризиках .....	173
6.2.4. Формування структури когнітивної пам'яті в інженерії знань для системи підтримки прийняття рішень .....	179
6.2.5. Проблемна область і типи розв'язуваних задач управління інтелектуальним агентом .....	181
6.3. Проблемні та ситуаційні задачі в управлінні складними об'єктами .....	184
6.3.1. Представлення логічної структури задачі управління .....	187
6.3.2. Процес розв'язування задач ситуаційного управління .....	188
Висновки до розділу 6 .....	191
<b>РОЗДІЛ 7. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АКТИВІЗАЦІЇ КОГНІТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....</b>	<b>192</b>
7.1. Слабоформалізовані і неформалізовані задачі управління системами .....	192



7.1.1. Проблемні граничні та аварійні ситуації .....	193
7.1.2. Ризики стратегій управління процесом прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях .....	194
7.1.3. Стратегічні позиції в ієрархічних структурах під час формування управлінських дій .....	195
7.2. Системна та когнітивна концепція формування стратегій у цільовому просторі системи .....	197
7.3. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень в ієрархічних системах .....	199
7.4. Інформаційна та інтелектуальна стійкість агентів оперативного управління під час формування антикризових рішень .....	209
Висновки до розділу 7 .....	214
<b>РОЗДІЛ 8. СТРУКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕСТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗДАТНОСТІ ПРИЙМАТИ РІШЕННЯ В УМОВАХ РИЗИКУ .....</b>	<b>216</b>
8.1. Структура інтелектуальних тестів для оцінки оператора та його здатності приймати рішення в ієрархічній системі в умовах надзвичайних ситуацій ...	216
8.2. Аналіз проблеми інтелектуальної стійкості .....	218
8.3. Аналіз проблеми тестування професійної придатності .....	222
8.4. Процедура тестування навиків і знань когнітивної системи ліквідатора .....	226
8.5. Автоматизація управління в ІАСУ .....	230
8.6. Синтез професійно-орієнтованих тестів для оператора АСУ .....	232
<b>РОЗДІЛ 9. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПОДІЙ НА ПРИКЛАДІ ДИНАМІЧНИХ ЗМІЩЕНЬ ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР ОБ'ЄКТІВ ПРИ ДІЇ АКТИВНИХ ТЕХНОГЕННИХ ТА ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ РИЗИКУ АВАРІЙ .....</b>	<b>242</b>
<b>РОЗДІЛ 10. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ЕКСПЕРЕМЕНТІВ .....</b>	<b>254</b>
10.1. Опис психодіагностичних методик та інтерпретація результатів.....	255
10.2. Емпіричні (сирі) дані отримані у процесі проведення експерименту .....	269
10.3. Психолого-тренувальний комплекс .....	277
<b>СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ АВТОРІВ ЗА ТЕМАТИКО МОНОГРАФІЇ .....</b>	<b>282</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>290</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- AI<sub>Ae</sub> — активний інтелектуальний агент як експерт у предметно-орієнтованій області.
- Alg R<sub>i</sub> — алгоритм рішень.
- AS — активні стани.
- АСУ — автоматизована система управління.
- АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом.
- АШ — агент зі штучним інтелектом.
- Ag — агенти.
- Ag<sub>i</sub> — агрегати.
- БД — база даних.
- БЗ — база знань.
- БЗТ — тематична база знань.
- БОД — база оперативних даних.
- БТД — база термінальних даних.
- ВМ — виконавчий механізм.
- ВС — виробнича система.
- ДР — дерево рішень.
- ДСНС — державна служба надзвичайних ситуацій.
- IA — інтелектуальний агент (оператор).
- IAA — інтелектуальний активний агент.
- ПАС — інтегровані інтелектуальні автоматизовані системи.
- ПАСУ — інтегрована інтелектуальна автоматична система управління.
- IAe-Ш — інтелектуальний агент — експерт зі штучним інтелектом.
- ІГСП — інтелектуальний генератор стратегії поведінки.
- ІВС — інформаційно-вимірювальна система.
- ID — інтелектуальна дія.
- ПС — інтегровані ієрархічні системи.
- ІЛШН — інформаційні локальні шари нейроструктури.
- ІСЗД — інформаційна система збору даних.
- Icon — зображення.
- Icon Sit — образ ситуації.
- КБІС — комплекс із багатомірною ієрархічною структурою.
- КМ-IA — когнітивна модель інтелектуального агента (особа, яка приймає рішення).
- КОД — класифікаційна обробка даних.
- KL C<sub>i</sub> — класи системи.
- KL sit — класи ситуацій.
- КП — календарне планування.
- КР — когнітивні рішення.
- КС — когнітивна система.
- KU<sub>i</sub> — команди управління.
- NS — надзвичайна ситуація.
- NR — нормальний режим.
- ЛКМ — логіко-когнітивна модель.
- ЛПК — логіко-психологічні координати.
- ЛПР — людина, що приймає рішення.
- МІМО — об'єкти з багатьма входами і виходами.

MISO — об'єкти з одним входом і множиною виходів.  
*MI Strukt* — модель ієрархічної структури.  
*M Stat U / Y* — модель стратегії управління.  
НС — надзвичайна ситуація.  
ПВФЗ — процесор виявлення факторів збурення.  
ПНО — потенційно небезпечний об'єкт.  
ППУР — процес прийняття управлінських рішень.  
ПР — прийняття рішень.  
ПС — простір стану.  
ПУ — поле уваги.  
PZ — проблемна задача.  
ОД — оперативна диспетчеризація.  
ОПР — особа, яка приймає рішення.  
ОУ — об'єкт управління.  
РАН — ранг ситуації.  
РД — рангові дані.  
 $R_i \rightarrow U_i$  — рішення щодо управління.  
САПР — система автоматизованого прийняття рішень.  
СК<sub>к</sub> — свідомо когнітивна компонента.  
ПС<sub>к</sub> — підсвідомо компонента.  
СППР — система підтримки прийняття рішень.  
СУБД — система управління базою даних.  
CUS — командна управляюча система.  
СКП — свідомо компонента пам'яті.  
ПКП — підсвідомо компонента пам'яті.  
S — стани.  
SISO — об'єкти з одним входом і одним виходом.  
Sit — ситуація; оперативна ситуація.  
Start  $U_i/C_i$  — стратегія управління системою.  
Start (URP) — стратегія управління розв'язання проблеми.  
Start R(u) — запуск системи в циклічному режимі.  
SU — стратегії управління.  
S<sub>T</sub> — техногенна система.  
ТП — технологічний процес.  
ТПР — теорії прийняття рішень.  
ТС — типова ситуація.  
ФОС — формувач образу ситуації.  
ФОДС — формувач образу динамічної ситуації.  
УІА — управляючий інтелектуальний агент.  
 $U_k$  — управляюча команда.  
F<sub>i</sub> — фактори впливу, фактори збурення режиму функціонування об'єкта.

## ВСТУП

Екстремальні ситуації в техногенних та соціально-комунальних структурах населених пунктів значною мірою ускладнюють оперативно-рятувальним службам ДСНС України виконання професійних обов'язків, іноді стають прямою загрозою їхньому здоров'ю, життю і ставлять їх перед проблемою вибору класу можливої командної поведінки та типу стратегії особистої поведінки, відповідно до континуума: «власне життя — службовий обов'язок». Це, відповідно, викликає психічне та інтелектуальне перенапруження в оперативно-командного персоналу, що виконує роль інтелектуального агента (ІА), який приймає цілеорієнтовані рішення щодо управління елементами об'єктів і загалом техногенною системою в умовах ризику в процесі ліквідації загроз і життя населення.

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

- високий рівень інтелекту для прийняття цілеорієнтованих рішень із використанням набутих теоретичних та практичних знань;
- психологічну і фізіологічну стійкість в умовах стресових ситуацій і в режимі реального навантаження та поточному темпоральному часі процесу ліквідації НС;
- здатність до ефективної адаптації в швидкозмінних ситуаціях під час прийняття управлінських рішень у просторово розподілених техногенних структурах;
- здатність до навчання та узагальнення знань і досвіду для професійного зростання, що забезпечує ефективне управління під час ліквідації надзвичайної ситуації;
- цілеспрямованість та рішучість у досягненні поставленої мети (швидкої ліквідації надзвичайної ситуації) на підставі ефективних стратегій прийняття рішень в умовах ризику й обмеженості матеріальних та людських ресурсів;
- здатність до внутрішньої цілеорієнтації та адаптації стратегій під час розв'язання оперативних ситуацій та ведення координаційних дій в умовах ризику.

Модель техногенного середовища містить у базі знань такі компоненти: відомості про зміни в елементах середовища і зв'язках між об'єктами, які характерні для цього класу задач, та відомості про можливі збурення і способи впливу.

Інформація, яка перебуває в моделі проблемного енергоактивного середовища, відображається через структуру техногенної системи, і процес її функціонування й оцінюється свідомою «Я–системою» оператора, що необхідно для побудови відповідних процедур і рішень під час надзвичайних ситуацій. Якщо при ускладненні ситуацій використовуються тільки евристичні процедури прийняття рішень, то за таких умов їх уже недостатньо для планування дій.

Використання логіки для опису подій і процедур прийняття рішень забезпечує конструктивність обчислювальних процедур і процесів під час формування образів ситуацій та тверджень про них, а також послідовних сценаріїв дій. Але якщо на цьому етапі використовуються тільки евристичні процедури прийняття рішень, то при ускладненні ситуації вони можуть бути недостатніми для планування адекватних дій.

Проблеми виникнення ризиків і конфліктів між системами та внутрішніми компонентами системи опубліковані у низці робіт як українських, так і зарубіжних учених: Р. Льюса, Х. Райфи, М. М. Воробйова, В. М. Глушкова, В. М. Трахатурова, Е. М. Короткова, О. А. Чикрія,

Е. М. Вайсборда, О. Б. Шевчука, В. О. Василенка, В. І Лямця, А. Д. Тевяшева, О. Є. Кузьміна, Е. П. Жарковської та інших.

Проблемі вибору стратегій і їх синтезу в умовах нечіткості даних присвячені праці таких учених, як В. Ф. Крапивин, І. Н. Ансофф, В. В. Павлов, А. М. Штангрет та інших.

Питаннями управлінської діяльності та забезпечення ефективності управління в складних інтегрованих системах присвячені праці учених: У. Морріса, Д. Мейстера, Н. Г. Чумаченка, Дж. Кантера, Н. Е. Кобринського, Г. П. Подчасової, М. З. Згуровського, О. А. Машкова, М. М. Козяра, Б. В. Дурняка, Л. С. Сікори, Н. К. Лисої та інших.

Особливостям функціонування та інтелектуальної діяльності людини як оператора в техногенних системах управління присвячені праці науковців: Г. Д. Соляна, В. Ф. Венди, Р. Солсо, Г. Е. Алпандзе, В. С. Зайцева, М. А. Холодної, Л. Е. Орбан-Лембрика, Ю. П. Петрова, В. Ярославського, В. В. Циганова, Л. С. Сікори, Ю. Л. Пономаренка та інших.

Проблема побудови вимог до професійних якостей і рівня інтелекту з використанням факторного аналізу досліджувалася в працях таких авторів: Є. І. Єфімова та О. П. Самонова, М. А. Кришталя, В. В. Дружиніна, О. П. Макаревича, Дж. Баррета, Ю. Ф. Яковенка, А. І. Зайцева, В. А. Карпмана, Г. П. Шибанова, В. М. Сенківського та інших.

Аналіз вимог до інтелектуальних здібностей особистості за умов її діяльності в середовищі з підвищеним ризиком, при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій здійснено в працях учених: А. Я. Вайнера, Е. С. Вентцеля, Дж. Гласса, Дж. Стенлі, Б. Ф. Ломова, Л. Н. Вороніна, Д. Драйздейла, В. Маршала, Я. С. Повзика, П. П. Ключа, В. Г. Палюха, В. О. Росохи, Т. Є. Рака, М. В. Жарікової та інших.

Отже, проблема діяльності людини-оператора в складних технологічних системах та надзвичайних ситуаціях в умовах ризику досліджувалася багатьма науковцями. Незважаючи на активний інтерес до цього виду людської діяльності в сфері технологічного та інформаційного розвитку суспільства, нерозв'язаною залишається проблема оптимізації підготовки та роботи людини-оператора в складних ієрархічних техногенних системах і успішності її функціонування під час прийняття цілеорієнтованих рішень із врахуванням темпів мислення під час оцінки кризових і ризикових ситуацій граничних станів об'єктів керування, що забезпечує ефективну процедуру формування стратегій та дій щодо ліквідації надзвичайної ситуації за необхідний часовий інтервал, що є актуальною проблемою на сучасному етапі активізації виробництва.

Отже, розроблення інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій з використанням загальної теорії систем, системного аналізу, методів моделювання енергоактивних процесів, методів термінальної логіки, інформаційних технологій відбору та опрацювання даних із врахуванням індивідуальних та когнітивних здібностей оперативного персоналу є актуальною науковою проблемою.

Події останнього часу за період 2020-2021 роки показали важливість наукових методів та теорій прийняття рішень в умовах ризику невизначеності даних про ситуації, які складаються в структурах, як техногенних так і екологічних, організаційних, соціальних особливо підтверджують положення, що для розв'язання проблем необхідно мати в розпорядженні вищих управлінських структур висококласних спеціалістів з широким кругозором, глибокою науковою базою, професійною орієнтацією, системною культурою мислення, які могли б бути радниками у державних структурах. Це відповідно дозволило прогнозувати розвиток ризикових та кризових ситуацій і при відповідній цілеорієнтації професіоналів розв'язувати проблемні задачі прийняття ефективних рішень для ліквідації загроз.

## ПЕРЕДМОВА

*проректор з наукової роботи державної академії післядипломної освіти та управління, Міністерства екології та природних ресурсів України, доктор технічних наук, професор МАШКОВ Олег Альбертович*

### **Актуальність теми проблеми управління в умовах надзвичайних ситуацій**

У теперішній час розвиток сучасного суспільства вимагає усе більшого споживання природних ресурсів, що веде до їх виснаження. Природокористування має антропоцентричний вектор розвитку з перевагою техногенної складової. Соціальний прогрес значною мірою залежить від ефективності заходів щодо попередження і мінімізації негативних наслідків техногенного впливу на навколишнє середовище.

Світове співтовариство робить кроки до сталого соціоекологічного розвитку. Прийнято Декларацію Ріо-де-Жанейро (1992 р.) про перехід до екологічно безкризисного і стійкого розвитку. Україна також веде активну політику в сфері охорони навколишньої природного середовища і досягнення екологічної безпеки.

Забезпечення сталого соціально-економічного розвитку будь-якої держави повинно супроводжуватися формуванням безпечного стану довкілля для життєдіяльності суспільства й кожної людини. З огляду на це необхідним є здійснення відповідної державної політики, пріоритетними завданнями якої мають стати зменшення кількості надзвичайних ситуацій (далі–НС) і пом'якшення їх негативних наслідків. Сучасну орієнтацію відповідних органів управління на функції швидкого реагування на НС і надання допомоги постраждалому населенню слід радикально змінювати, що дасть можливість державі якомога повніше реалізувати конституційні права громадян щодо безпечної життєдіяльності й захисту від НС.

Характерний фактор виникнення ризиків, конфліктів, аварій і катастроф — невідповідні дії людини, яка бере участь у технологічних та інформаційно-управлінських процесах. Це зумовило зростання вимог до професійних, психологічних і когнітивних характеристик людини — активного виконавця управлінських дій різної складності. Відповідно, для цього кадри повинні мати певний професійний рівень знань, пройти тренування, психологічну підготовку та мати відповідні когнітивні характеристики, які б забезпечили достатню для виконання цільових задач психологічну й інтелектуальну стійкість, здатність приймати рішення в екстремальних умовах та діях факторів енергетичного, ресурсного, інформаційного характеру.

Аналіз статистичних даних про виникнення надзвичайних ситуацій (НС) природного характеру у світі і, зокрема, в осінніх роках показує тенденцію постійного зростання їх кількості та масштабності. У багатьох випадках НС природного характеру провокують складні техногенні аварії та катастрофи і часто призводять до відчутних збитків у економіці однієї чи навіть декількох країн. Це змушує залучати до ліквідації їх наслідків значні матеріальні та людські ресурси і спричиняє економічну кризу та спад розвитку. У теперішній час динамічний розвиток промисловості, техногенних виробничих і соціо-комунальних структур характеризується зрослими вимогами до систем організаційно-адміністративного і автоматизованого управління, особливо, в контексті забезпечення стійкості під час аварійних чи екстремальних режимів роботи та НС. Для багаторівневих ієрархічних систем зі сталою структурою задачі управління розв'язуються на основі системного аналізу, теорії прийняття рішень за допомогою інтегрованих автоматизованих систем підтримки прийняття рішень.

Великий клас систем управління об'єктами з ієрархічною структурою досліджено не повното мірою, особливо в екстремальних режимах роботи. Зокрема, це стосується виробничих об'єктів із потенційно-небезпечними виробництвами та соціально-комунальних об'єктів. Ці об'єкти характеризуються розподіленою структурою на великій площі. У випадку виникнення аварій та катастроф як техногенного, так і природного характеру необхідна інтеграція усіх ресурсів підрозділів рятувальної служби і всіх підприємств, що знаходяться в осередку НС, для ліквідації їх наслідків.

На сьогоднішній день накопичено значний досвід організації взаємодії екстрених оперативних служб при реагуванні на події та надзвичайні ситуації і в основному вирішені питання забезпечення зв'язку чергово-диспетчерських служб з відповідними екстреними оперативними службами. Проте за останній час соціально-економічні умови життєдіяльності населення кардинально змінилися. Так на території України велика частка промислових об'єктів є потенційно небезпечними об'єктами, які пов'язані з виробництвом, зберіганням, транспортуванням та переробкою небезпечних речовин. Ризик виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру на таких підприємствах надзвичайно високий, оскільки рівень зносу обладнання у більшості підприємств наближається до критичного. Аварії на таких об'єктах, як правило, супроводжуються забрудненням навколишнього середовища отруйними речовинами, а також пожежами, вибухами. Тому в умовах надзвичайних ситуацій дуже важливо швидко і правильно прийняти рішення по ліквідації її наслідків. Процес прийняття рішень по ліквідації надзвичайної ситуації характеризується браком часу, неповнотою і поганою якістю подання інформації, необхідної для прийняття рішень. Особливо гостро це стосується регіонального рівня, тих сил та засобів які безпосередньо приймають участь у ліквідації надзвичайної ситуації. Найважливішим показником ефективності дій екстрених оперативних служб є час їх оперативного реагування. Його скорочення безпосередньо впливає на тяжкість наслідків події або надзвичайної ситуації (скорочення числа померлих і постраждалих, а також зменшення загального матеріального збитку). Недостатній рівень організації взаємодії з моменту надходження виклику (повідомлення про подію) до надання допомоги постраждалим при залученні кількох екстрених оперативних служб є однією з основних причин високої смертності при подіях і надзвичайних ситуаціях. Досвід роботи екстрених оперативних служб показує, що для ефективного надання допомоги при подіях або надзвичайних ситуаціях в 10 відсотках випадків потрібне залучення більш ніж однієї екстреної оперативної служби. Актуальність проблеми обумовлюється збереженням значної кількості загиблих і постраждалих людей, а також значними розмірами прямого і непрямого збитку від подій та надзвичайних ситуацій. Слід зазначити, що найбільш тяжкими наслідками відрізняються події та надзвичайні ситуації, що вимагають саме комплексного реагування. Мінімальний ефект досягається для простих ситуацій із залученням тільки однієї оперативної служби, максимальний при складних подіях, коли необхідно комплексне реагування. Для зниження середнього часу оперативного реагування екстрених оперативних служб та ефективної організації робіт з надання допомоги постраждалим потрібна реалізація комплексу організаційних і технічних заходів, що включають організацію комплексного реагування, створення і організацію функціонування інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури, підсистем приймання та обробки викликів (повідомлень про події) від населення, зберігання та актуалізації баз даних, підтримки прийняття рішень, консультативного обслуговування населення, моніторингу потенційно небезпечних стаціонарних та рухомих об'єктів, геоінформаційної підсистеми.

Незважаючи на істотні досягнення в теорії управління складними ієрархічними системами, існує клас ієрархічних термінальних систем, призначених для керування процесами ліквідації наслідків НС, для яких постановка задач синтезу координації допустимих стратегій, а також методи і алгоритми їх розв'язання розроблені не повною мірою. Особливістю таких термінальних систем є наявність сталої структури Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), яка відіграє роль основного координатора спільних дій. Суттєве значення при цьому мають дані і знання про змінні у часі та просторі структурні компоненти, що відображають потенційно небезпечні об'єкти (ПНО), на яких сталася аварія, і системи управління, які їм відповідають, а також всі об'єкти і підприємства, що знаходяться в зоні виникнення НС. Динаміка процесів у таких комплексах має елементи невизначеності, породжені недостатнім рівнем знань про структуру об'єктів управління в системах, динаміку процесів і джерел збурення та конфліктів, динаміку ресурсних та інформаційних потоків, що потребує використання відповідних процедур та прийомів прийняття рішень щодо управління як локальними, так і складними системами. Це стало підставою для формування особливих вимог до рівня професійної підготовки осіб, які приймають як оперативні, так і стратегічні управлінські рішення підчас ліквідації НС та їх наслідків. Якщо для операторів, які керують технологічними процесами, можна з високим рівнем достовірності сформулювати процедуру прийняття рішень, згідно із стратегіями цільової поведінки, то процеси прийняття рішень в техногенних системах, які працюють в аварійних режимах та умовах НС, мають елементи невизначеності щодо формування процедур прийняття рішень. Проблема гарантованого і прогнозованого управління великими техногенними та екологічними структурами залишається на сьогодні не вирішеною. Найбільш виразно це проявляється на регіональному рівні. Крім впливу активних загроз на такі структури, необхідно враховувати також і компоненти людського фактора. Управлінський персонал при прийнятті оперативних рішень повинен враховувати вплив причинно-наслідкових факторів на зміну ситуації на об'єкті, ідентифікувати причини, прогнозувати сценарії розвитку подій в умовах НС і ризику, брати на себе відповідальність за прийняття рішень. Таким чином, виникає необхідність у створенні інформаційних технологій для прийняття оперативних і координаційних рішень при ліквідації НС в ієрархічних енергоактивних структурах на основі інтеграції техногенних систем і ДСНС в умовах невизначеності. Отже, з наведеного вище бачимо, що актуальною науково-прикладною проблемою є розроблення ієрархічних моделей термінальних систем, які формуються для ліквідації НС на потенційно-небезпечних об'єктах, та синтез інформаційних технологій для вибору або побудови стратегій прийняття рішень відповідальними особами при оперативному управлінні в екстремальних умовах.

У теперішній час екстремальні ситуації в техногенних та соціально-комунальних структурах населених пунктів значною мірою ускладнюють оперативно-рятувальним службам ДСНС України виконання професійних обов'язків, іноді стають прямою загрозою їхньому здоров'ю, життю і ставлять їх перед проблемою вибору класу можливої командної поведінки та типу стратегії особистої поведінки, відповідно до континуума: «власне життя-службовий обов'язок». Це, відповідно, викликає психічне та інтелектуальне перенапруження в оперативно-командного персоналу, що виконує роль інтелектуального агента (ІА), який приймає управлінські рішення (інформаційні, організаційні та оперативні рішення) щодо управління елементами об'єктів і загалом техногенною системою в умовах ризику в процесі ліквідації загроз і життя населення.

Глобалізація процесів інформатизації та кібернетизації світового суспільства, підвищення вимог щодо досягнення стану безпеки за умов впливу турбулентності навколишнього



середовища та умов невизначеності, потребує оперативної інформаційної взаємодії сил та засобів рятувальних служб в системі забезпечення життєдіяльності людини. Швидкі темпи розвитку науки і техніки, зміна освітньої парадигми, безперервне збільшення інформаційних потоків, масштаби кіберзлочинності – усе це висуває підвищені вимоги до сучасних рятувальників, внаслідок чого виникла потреба в оновленні механізмів управління процесом підготовки та навчання майбутніх фахівців рятувальної служби шляхом впровадження проектно-орієнтованого підходу, що підвищить ефективність управління такими проектами. Це вимагає деякого переорієнтування навчального процесу та розробки нових моделей, необхідних для формування рятувальника нового типу. Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій, зокрема щорічний ріс та розширення ринку цієї галузі, стрімке розповсюдження комп'ютерної мережі Інтернет, зумовили докорінні зміни сферах життя і діяльності людини і, як результат, розвиток глобального інформаційного суспільства. Складна динаміка екологічного стану, кризові ситуації, турбулентність оточуючого середовища та кібернетизація суспільства здійснює вагомий вплив на формування нового типу рятувальника. Поглиблення євроінтеграції України та стрімкий розвиток інформаційного простору актуалізують проблему забезпечення високого рівня безпеки людини, шляхом формування підвищеної довіри у суспільства до професії рятувальника, а це вимагає проведення ґрунтовних змін на державному рівні з метою забезпечення формування стратегії розвитку як системи цивільного захисту зокрема, так і держави загалом.

За даними «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в 2020 році» нинішню екологічну ситуацію на території України в цілому можна охарактеризувати як напружену. Існуючий рівень екологічної безпеки в основному обумовлений надзвичайно високою техногенним навантаженням на території України.

Низьким сьогодні залишається рівень застосування інноваційних, ресурсозберігаючих і природоохоронних технологій, включаючи і технології переробки, утилізації та знищення відходів. Основне навантаження на навколишнє середовище в промисловому секторі надають підприємства хімічної, металургійної, гірничодобувної галузей та електроенергетики.

Потенційно екологічно небезпечні об'єкти, раптове виникнення надзвичайних ситуацій, на яких можуть завдати істотної екологічної шкоди, складають значну питому вагу в структурі промисловості держави. Основними джерелами їх забруднення є сільське господарство, промисловість і транспорт. Окрему проблему становить великомасштабне нафтохімічне забруднення підземних вод і ґрунтів.

Аварії на промислових підприємствах і пов'язана з ними проблема попередження погіршення екологічної обстановки головним чином викликані низьким рівнем безпеки виробництва, недостатньою підготовкою кадрового ресурсу, застарілими технологіями або недостатнім забезпеченням виконання технологічних регламентів і т.п. В результаті промислових аварій виникають антропогенні зміни екосистем, які довгостроково впливають на здоров'я і добробут людей, а також стан природного середовища.

Удосконалення системи забезпечення екологічної безпеки, яка існує в Україні, повинна сьогодні стати одним з пріоритетних напрямів державної політики на основі системного аналізу, з урахуванням процесів трансформації в економіці та державному управлінні.

Головним завданням на найближчу перспективу є мінімізація рівня антропогенного впливу на навколишнє середовище. При цьому заміна технологій і технічне переоснащення підприємств вимагає значних капіталовкладень.

Відомо, що важливим елементом інтелектуальної поведінки оперативного персоналу є його психологічна та інтелектуальна стійкість на терміні часу оперативного управління сис-

темою чи об'єктом під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Ці проблеми є актуальними з погляду забезпечення функціональної стійкості систем як для оперативно-командних, так і адміністративно-керуючих груп. Тому для забезпечення ефективності прийняття рішень потрібно враховувати особистісні характеристики, які необхідні під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Перш за все це високий рівень інтелекту для прийняття цілеорієнтованих рішень із використанням набутих теоретичних та практичних знань, а також психологічна і фізіологічна стійкість в умовах стресових ситуацій і в режимі реального навантаження та поточному темпоральному часі процесу ліквідації НС. Потрібні як здатність до ефективної адаптації в швидкозмінних ситуаціях під час прийняття управлінських рішень у просторово розподілених техногенних структурах, так й здатність до навчання та узагальнення знань і досвіду для професійного зростання, що забезпечує ефективне управління під час ліквідації надзвичайної ситуації. Крім того потрібна цілеспрямованість та рішучість у досягненні поставленої мети (швидкої ліквідації надзвичайної ситуації) на підставі ефективних стратегій прийняття рішень в умовах ризику й обмеженості матеріальних та людських ресурсів, о передбачає здатність до внутрішньої цілеорієнтації та адаптації стратегій під час розв'язання оперативних ситуацій та ведення координаційних дій в умовах ризику.

Відомо, що проблема діяльності людини-оператора в складних технологічних системах та надзвичайних ситуаціях в умовах ризику досліджувалася багатьма науковцями. Незважаючи на активний інтерес до цього виду людської діяльності в сфері технологічного та інформаційного розвитку суспільства, нерозв'язаною залишається проблема оптимізації підготовки та роботи людини-оператора в складних ієрархічних техногенних системах і успішності її функціонування під час прийняття цілеорієнтованих рішень із врахуванням темпів мислення під час оцінки кризових і ризикових ситуацій граничних станів об'єктів керування, що забезпечує ефективну процедуру формування стратегій та дій щодо ліквідації надзвичайної ситуації за необхідний часовий інтервал, що є актуальною проблемою на сучасному етапі сталого розвитку.

Науково-прикладна проблема інтелектуального опрацювання даних когнітивною системою оперативного працівника в умовах надзвичайних ситуацій за різних темпів її змістовного сприйняття, формування і прийняття рішень щодо ліквідації небезпечного стану техногенної системи повною мірою не розв'язана, а тому розроблення моделей, методів та інформаційних технологій оцінки ситуації на підставі різномірних даних про об'єкт когнітивною системою оперативного персоналу з врахуванням його інтелектуальних і темпоральних характеристик, необхідних для прийняття рішень щодо ліквідації аварій і загроз у техногенних системах є актуальною науково-прикладною проблемою.

Розроблення інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій з використанням загальної теорії систем, системного аналізу, методів моделювання енергоактивних процесів, методів термінальної логіки, інформаційних технологій відбору та опрацювання даних із врахуванням індивідуальних та когнітивних здібностей оперативного персоналу є актуальною проблемою в галузі інформаційних технологій.

Аналіз проблеми інтелектуальної діяльності оперативного персоналу під час прийняття рішень для ліквідації загроз, проблемі дослідження ризиків конфліктів, катастроф; аналіз державних нормативних актів, які визначають правила прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях, аналіз літературних джерел з проблеми дослідження, Аналіз проблеми виникнення аварійних і граничних ситуацій у техногенних структурах та вибір стратегій управління енергоактивними системами в критичних ситуаціях виробництва, аналіз методів протидії надзвичайним

ситуаціям у техногенних енергоактивних системах, які виконано досить кваліфіковано, склали основу пошуку рішень проблеми забезпечення інтелектуальної та функціональної стійкості оператора під час прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій техногенних систем.

Для вирішення проблеми використано методи:

- системного аналізу для побудови моделей об'єктів та енергоактивних процесів;
- формальної, термінальної та нечіткої логіки для побудови правил виводу й евристичних оцінок параметрів, необхідних для аналізу й обробки даних під час прийняття цілеорієнтованих рішень;
- теорії ієрархічних систем для виявлення та опису структури енергоактивних об'єктів;
- інформаційних технологій відбору та опрацювання даних із метою адекватного відображення ситуації і вибору когнітивних характеристик оперативного персоналу;
- термінальної логіки для побудови процедур прийняття рішень в екстремальних ситуаціях за умов підвищеного ризику та нечітких даних.

Під час проведення досліджень автори спираються на відомі факти та наукові досягнення в обраній сфері, які отримані з використанням апробованого математичного апарату, який є адекватним інформаційним технологіям оцінки ситуації на підставі різнорідних даних про об'єкт когнітивною системою оперативного персоналу з врахуванням його інтелектуальних і темпоральних характеристик, необхідних для прийняття рішень щодо ліквідації аварій і загроз у техногенних системах.

Для експериментальної перевірки на замовлення у Департаменті запобігання надзвичайним ситуаціям Державної служби України з надзвичайних ситуацій використано під час розгляду проектів державних та місцевих програм, що розробляються з метою поліпшення захисту об'єктів і територій на випадок виникнення надзвичайних ситуацій; у Головному управлінні Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Львівській області для підготовки оперативного персоналу, а також для оцінювання ефективності діяльності відповідальних осіб у процесі прийняття управлінських рішень за умови ліквідації надзвичайних ситуацій.

Достовірність і обґрунтованість результатів дослідження одержаних в процесі розв'язання проблеми управління в надзвичайних ситуаціях ґрунтуються на:

- використанні логічних процедур формування оперативних рішень когнітивною системою ліквідатора в структурі Державної служби України з надзвичайних ситуацій та логіки генерації гіпотез про причини виникнення критичних ситуацій для розв'язання задач обробки даних, необхідних в управлінні процесом ліквідації загроз у техногенних системах;
- узгодженістю з наявними результатами інших авторів, які надруковано у вітчизняній та зарубіжній літературі;
- даних про успішне практичне застосування запропонованих технологій у процесі експериментальної перевірки наукових положень і результатів дисертаційної роботи при розробці інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій, даних про проведення контрольного експерименту з метою перевірки якості та ефективності методики з активізації когнітивних характеристик ліквідаторів надзвичайних ситуацій для виконання фахових завдань в умовах ризику.

Для розв'язання проблеми управління в умовах надзвичайних ситуацій авторами вирішено наступні задачі:

Досліджено сучасний стан розвитку інформаційних технологій, аналіз впливу інформації у специфікації вимог щодо якості прийняття оперативних рішень в умовах надзвичайних ситуацій з врахуванням інтелектуальних здібностей оперативного персоналу; виконати ана-

ліз причин виникнення катастроф, системних конфліктів, ризиків у техногенних системах та здійснити огляд літературних джерел із проблеми причинно-наслідкових факторів виникнення ризиків у складних системах.

Сформульована та обґрунтована проблема вибору стратегій управління техногенними системами в критичних ситуаціях та ризику виникнення аварій; дослідити задачу функціональної стійкості оперативного персоналу під час прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях на підставі когнітивної теорії інтелекту з врахуванням темпоральних характеристик.

Надано аналіз процедури структуризації знань, необхідних для прийняття рішень щодо управління в представленні ситуації когнітивною системою, та провести аналіз особливостей нервової системи оперативного працівника, виділивши когнітивні характеристики, які є оптимальними за умов прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях.

Проведено аналіз інформаційних концепцій розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику та розробити логіко-когнітивну інформаційну модель сприйняття подій оперативним персоналом на підставі концепції інтелектуального агента та провести аналіз інформаційних потоків даних у нейроструктурі оперативного працівника в умовах надзвичайних ситуацій.

Розроблено метод когнітивної, інтелектуальної обробки даних та структуру і схему генерації гіпотез оперативним персоналом у процесі пошуку рішень для діагностики аварійних ситуацій; проаналізувати процеси прийняття термінальних рішень оперативними працівниками під час виявлення аварійних ситуацій;

Запропоновано модель інформаційно-системної структуризації техногенної енергоактивної системи для діагностики й оцінки рівня ризиків; обґрунтувати метод побудови дерева рішень у напрямному конусі часової діаграми формування управлінських дій та модель розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта техногенної енергоактивної системи;

Запропоновано логіко-когнітивну модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оперативним працівником у процесі обробки різних даних та апарат термінальної логіки використання процедур обробки даних в ієрархії структури техногенної системи;

Побудовано категорійно-логічні діаграми факторів впливу на інформаційну і технологічну структуру енергоактивного об'єкта; розроблено та обґрунтовано когнітивні знаннєві компоненти факторів впливу на прийняття рішень та особливості процесу розв'язання задач ситуаційного управління; розроблено інформаційно-когнітивну систему взаємодії «особа – система» в режимі діалогу;

Розроблено метод виявлення структурної організації систем, у яких можливе виникнення аварійних ситуацій, а також розроблено інформаційну схему інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій та розв'язання задач протиаварійних рішень;

Розроблено метод і правила прийняття рішень щодо управління енергоактивним об'єктом техногенної системи та підірані оптимальні методи побудови логічних моделей формування активних дій у процесах управління під час виникнення надзвичайних ситуацій;

Надано аналіз когнітивних факторів діяльності оперативного персоналу та обґрунтовані методи їхнього тестування, а також розроблено модель забезпечення процедури розв'язання задач управління техногенною системою в умовах надзвичайної ситуації;

Розроблено інформаційну технологію оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі когнітивної теорії та на її основі сформулювати когнітивну функціональну структуру професійної діяльності оперативного персоналу.

Здійснено дослідження можливих причин виникнення ризиків, конфліктів та катастроф у техногенних ієрархічних системах. Проведено аналіз основних нормативних документів, які регламентують навчання, підготовку та діяльність працівників аварійно-рятувальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Проведено аналіз літературних джерел щодо вивченості проблеми виникнення ризиків і конфліктів між системами та внутрішніми компонентами системи, дослідження операцій та прийняття рішень, особливостей ризиків управління у виробничих структурах різного призначення.

Здійснено аналіз проблеми вибору стратегій управління енергоактивними системами в критичних ситуаціях виробництва. Досліджено проблему функціональної стійкості оператора під час прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій. Проведено аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах на прикладі оперативної діяльності підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій під час вирішення навчальної задачі — ліквідації надзвичайної ситуації на ТзОВ «Карпатнафтохіму» м. Калуш Івано-Франківської області.

В роботі розглянута інформаційна концепція розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику. Проведено аналіз та показано, що в когнітивній структурі особистості наявний іманентний темпоральний пласт, який поглиблюється з розвитком свідомості. Завдяки темпоральній структурі людина має здатність конструктивно — відповідно до умов соціуму — орієнтуватися в часовому просторі: об'єктивно відтворювати в свідомості тривалість та послідовність явищ дійсності; звертатися до власного досвіду; одночасно з цим передбачати та конструювати майбутнє; сприймати і впливати на певні події дистанційно; а також у теперішньому модусі впливати на власне минуле за посередництвом підсвідомих механізмів, які дають змогу будувати в актуальному моменті якісно новий досвід.

Обґрунтовано логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності під час прийняття управлінських рішень та темпоральної структури часового сприйняття ситуації. Побудована логіко-когнітивна модель прийняття цільових рішень у контексті часового простору на основі композиції компоненти логічного опрацювання даних. Визначено, що механізм функціонування нейропроцесора в режимі оцінювання ґрунтується на гіпотезі одноканальності свідомості та багатоканальності інтуїції, а кодування когнітивних дій водночас проходить на основі синтезу внутрішньої мови нейропроцесора та структуруванні елементів мислення.

Розроблено логіко-когнітивну інформаційну модель сприйняття подій оператором та модель формування інформаційних потоків у глибинній пам'яті, на основі яких проведено аналіз інформаційних потоків даних у нейроструктурі оператора в умовах надзвичайних ситуацій, та розроблено схему сприйняття образу ситуацій на підставі концепції інтелектуального агента.

В інформаційній організації свідомості для розв'язання проблемних ситуацій є необхідність сформувати нейроструктури на підставі отриманих знань і професійної підготовки: стандарти та шаблони логіки оцінки ситуацій, прийняття цілеорієнтованих рішень. У цей же момент оцінки ситуацій також необхідні сценарії подій із поділом на термінальні інтервали поведінки системи — минуле, теперішнє, майбутнє — прогноз розвитку ситуації.

Налаштування процесу мислення пов'язане з проникненням у свідомість інформації про виконавчі та контролюючі дії, які входять у комплекс управління процесом розв'язання задачі. Водночас відбувається перекодування образу ситуації для формування в свідомості однорідного інформаційного потоку, а під час великого інформаційного завантаження ситуаційного блоку даних він виконує роль координатора для свідомості.

В роботі проведено аналіз когнітивної структури особистості та показано, що в ній є іманентний темпоральний пласт, який поглиблюється з розвитком свідомості. Це дало змогу обґрунтувати структуру і схему генерації гіпотез оператором у процесі пошуку рішень для діагностики аварійних ситуацій, оцінити процеси прийняття рішень когнітивною системою оператора під час виявлення аварійних ситуацій та обґрунтувати логічну структуру дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях.

Побудована модель когнітивної обробки даних інтелектуальним агентом, у якій розкрито процеси опрацювання вхідного потоку даних, оцінювання, виявлення критичних ознак, класифікація даних та образів ситуацій, прогноз можливого розвитку подій, завдяки впливу управлінських дій та оцінка ступеня наближення системи до цільового стану.

На підставі логіко-когнітивного методу обґрунтовано вибір логічних концепцій для опису надзвичайних ситуацій, а також інформаційну технологію обробки даних для оцінки ситуації когнітивною системою оператора. На основі розроблених схем (оцінка ситуацій когнітивною системою інтелектуального агента; розгортання подій у часі в системі управління; оцінка ситуації в умовах невизначеності; логічні процедури формування рішень) виведено принцип ієрархії, який відображає процес побудови рішень на кожному термінальному кроці розвитку подій.

В роботі обґрунтовані методи логічних теорій як підстава системології прийняття рішень в енергоактивних системах. На основі елементів теорії інтелекту і когнітивної психології розглянуто моделі прийняття рішень у людино-машинних інтегрованих системах. Це дає змогу обґрунтувати процедури тестування особи й оцінки її здібностей до прийняття управлінських рішень в умовах нормальних і екстремальних ситуацій.

Проведено аналіз процесу формування логічних процедур прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу. Завдяки темпоральній структурі людина має здатність конструктивно — відповідно до умов технологічної ситуації — орієнтуватися в часовому просторі: об'єктивно відтворювати в свідомості тривалість та послідовність явищ дійсності; звертатися до власного досвіду; одночасно з цим передбачати і конструювати майбутнє; сприймати та впливати на певні події; а також у теперішньому модусі використовувати власне минуле за посередництвом підсвідомих механізмів, які дають змогу будувати в актуальному моменті якісно новий досвід.

На підставі літературних джерел та проведених досліджень обґрунтовано логіко-когнітивну модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оперативним працівником у процесі обробки різномірних даних та обґрунтовано метод побудови дерева рішень у напрямному конусі та часову діаграму формування управлінських дій.

На підставі ситуаційного аналізу проведено теоретичний аналіз сприйняття часових інтервалів оперативним працівником та показано, що в когнітивній структурі особистості наявний іманентний темпоральний пласт. Завдяки розвитку темпоральної структури людина здатна конструктивно орієнтуватися в часовому просторі, що значно підвищує її можливості під час вирішення складних ієрархічних задач в обмеженому часовому інтервалі. Це дало змогу обґрунтувати інформаційну технологію в представленні термінального часу розвитку протиаварійних подій.

На підставі логіко-когнітивної моделі «Я-система» і темпоральної структури особистості та проведеного аналізу динаміки зміни швидкості мислення когнітивною системою оператора під час дії стресових факторів розроблено метод і правила прийняття рішень щодо управління енергоактивним об'єктом техногенної системи.

На основі проведеного експериментального дослідження і літературних джерел індивідуального сприйняття часових інтервалів розглянуто логіко-системну процедуру та процес розв'язання задач управління зі скінченним кроком дій у термінальному часі що, відповідно, дало змогу обґрунтувати логічні аспекти формування опису процесу рішення задач оперативним персоналом.

Завдяки врахуванню іманентного темпорального пласту особистості під час підготовки оперативного персоналу для діяльності, що передбачає прийняття оперативних рішень у кризових умовах функціонування техногенних систем, ми забезпечимо адекватну оцінку стану системи та прийняття своєчасних мір із ліквідації загроз і аварій у високоенергетичних ієрархічних системах.

На підставі системного аналізу і логіко-когнітивних моделей запропоновано процедуру і логіку формування інтелектуальних рішень для формування стратегій цілеорієнтованої поведінки особи як інтелектуального активного агента. При цьому обґрунтовано предикатні моделі для опису ситуацій та побудовано схему активної взаємодії «об'єкт — агент» під час сприйняття ситуації.

На підставі концепції активного інтелектуального агента досліджено процеси генерації гіпотез у схемі розв'язання задач на основі гіпотетико-дедуктивних процедур із використанням правил логічного виводу та обґрунтовано метод побудови логічних моделей формування активних дій у процесах управління. Побудовано категорійно-логічні діаграми факторів впливу на інформаційну і технологічну структуру інтелектуального активного агента.

На підставі системного аналізу процесів цілеспрямованого управління досліджено інформаційні компоненти логіки прийняття рішень у процесі мислення інтелектуального активного агента та розглянуто правила побудови логічних висновків під час формування управлінських дій та побудовано відповідні логічні схеми правил виводу на основі операцій імплікації. Все це дозволило обґрунтувати інформаційну технологію для побудови розгортання сценарію подій.

Визначено, що складні інтегровані людино-машинні керовані системи охоплюють когнітивну інтелектуальну, процесорну компоненту та глибинну оперативну пам'ять, які забезпечують необхідні вміння для реалізації інформаційної та інтелектуальної діяльності під час формування і реалізації рішень щодо управління складним об'єктом на підставі знань, які закладені в них під час навчання.

Обґрунтовано положення про те, що мотивація в когнітивних системах оператора забезпечує загальні плани дій, пов'язана з видом свідомості як способом відображення сценарію цілеорієнтованих дій та охоплює два елементи системи усвідомленої цілеспрямованості: дискурсивну свідомість як спосіб опису дій в уяві за допомогою слів та практичну свідомість як відображення дій агента у вигляді послідовних сценаріїв та образів ситуації.

На підставі концепції інтеграції і координації цільового управління розроблена інформаційна технологія оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі когнітивної теорії. У структурі інтелектуального агента типу «Я–система» потоки інформації обробляються в паралельно-послідовних нейроструктурах із функціонально-розмитими і проникаючими областями та смугами нейроінформаційної взаємодії, на основі якої формуються інтелектуальні процеси усвідомлення проблеми та віднайдення способів їх розв'язання згідно з цілеорієнтацією «Я–система».

Обґрунтовано та розроблено на підставі логіко-когнітивної моделі інформаційну схему інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій та розв'язання задач протиаварійних рішень. Процес формування понять ґрунтується на індукції, яка реалізується за допомогою узагальнення моделей конкретних об'єктів (структурних і ознакових), а також на підставі логіко-математичних операцій над поняттями.

Встановлено в процесі теоретичних і експериментальних досліджень, що для розв'язання задач управління об'єктами з різною складністю структури ієрархії та під час дії факторів збурень важливо завчасно конструктивно сформулювати проблемну ситуацію, провести декомпозицію задач, сформулювати стратегії розв'язання задач та процедури прийняття рішень.

На підставі системного аналізу та інформаційних технологій обґрунтовано когнітивні компоненти факторів впливу на прийняття рішень. Доведено, що схема пошуку процедури (стратегії, алгоритму) має ієрархічну структуру, в якій відбувається логіко-системна взаємодія інтелектуальних агентів когнітивного та машинного типу з системою управління об'єктом із проблемною ситуацією управління. Розроблено інформаційно-когнітивну систему взаємодії «особа – система» в режимі діалогу, обґрунтовано структурну організацію систем, у яких можливі виникнення аварійних ситуацій, та виявлено особливості процесу розв'язання задач ситуаційного управління. Автором розроблено когнітивну функціональну структуру професійної діяльності оператора.

В процесі проведених досліджень визначено, що невідповідність рівня профпідготовки, оперативних і психологічних якостей, когнітивних характеристик впливає на здатність особи в певному типі ієрархії приймати відповідні рішення. Невиконання цих рішень призводить до конфліктів, аварій, розвалу структури системи, що, відповідно, підтверджує актуальність дослідження проблеми управління інтегрованою інтелектуальною системою.

На основі проведеного аналізу функціонування складних ієрархічних систем виявлено, що для забезпечення ефективного стійкого функціонування складних інтегрованих інтелектуальних систем з АСУ-ТП необхідно враховувати не тільки зовнішні фактори, а також покращувати технологічну політику, впроваджувати нові інформаційні і виробничі технології, піднімати професійний рівень та мотивацію персоналу, його здатність брати на себе відповідальні рішення в кризових ситуаціях без зовнішніх вказівок, тобто мати високу стресову та інтелектуальну стійкість.

Згідно з проведеними теоретичними і експериментальними дослідженнями визначено, що інформаційна основа діяльності людини як інтелектуального агента-оператора під час формування рішень ґрунтується на когнітивних діях різних взаємопов'язаних рівнів нейроструктур, а оперативне мислення під час прийняття рішень охоплює вибір цілі, формування задач, програми діяльності, інформаційного і виконавчого забезпечення відповідно до ситуації в об'єкті. На підставі інформаційної основи діяльності людини розроблено інформаційну технологію для розв'язання слабо формалізованих і не формалізованих задач управління.

На підставі концепції інтеграції і координації в структурі техногенної системи обґрунтовано, що процес прийняття рішень з управління ґрунтується на когнітивній компоненті нейроструктури свідомої «Я-системи», а генерування ідей і висунення гіпотез — на підсвідомій «Я-системі». Процедура прийняття рішень формується на інформаційних, логічних і математичних інструментах обробки даних про сутність задачі розв'язання і мети із використанням теорії доведення, теорії логічних висновків, теорії алгоритмів, що, відповідно, відображає інтелектуальність процесу розв'язання проблеми (задачі). Це дало змогу розробити



логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень на підставі інформаційної технології обробки даних.

Проведений аналіз процесу прийняття рішень в ієрархічній системі показав важливу роль особи оператора (інтелектуального агента) для формування і реалізації стратегій управління. Помилки в процесі прийняття рішень залежать від особистих характеристик оператора (когнітивних, психологічних, фізіологічних), мотивів, цілей, установок, програм і, відповідно, від психологічної та інтелектуальної стійкості особи. Низький рівень професійної і наукової підготовки та недостатній рівень когнітивних здібностей може призвести до аварій під час прийняття рішень.

Процедура прийняття рішень в екстремальних умовах вимагає певного психологічного та інтелектуального напруження, оскільки когнітивна нейросистема виконує інформаційні та логіко-математичні операції, що вимагає взаємодії свідомої і підсвідомої систем особи як інтелектуального агента. Тобто виконання складних мисленнєвих операцій, логіко-математичного типу для обробки образів ситуації та виявлення їх змісту й абстрактної структури призводить під час дії збурювальних факторів інформаційного і фізіологічного типів до стресу та блокування інтелектуальної діяльності, тобто втрати інтелектуальної стійкості в процесі розв'язання задач. На підставі вищезазначеного розроблено модель і схему структуризації управління енергоактивним об'єктом.

На підставі системного аналізу і логіко-когнітивних моделей розроблено інформаційну технологію підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій та сформульовано вимоги до комплексу знань оператора, рівня його досвіду, когнітивних здібностей та психофізичної стійкості. Проведений аналіз визначив, що роль особи може бути (на всіх рівнях виробничої ієрархії) як активним будівельником, так і руйнівником, залежно від ментальності, цілеорієнтації та психологічних і когнітивних здібностей, які проявляються в кризових умовах.

**Аргументування та критичне оцінювання** результатів порівняно з відомими рішеннями запропонованих нових рішень проблеми стратегічного управління в кризових умовах та надзвичайних ситуаціях.

Відомо, що під час формування цільових задач на основі даних про проблемну кризову ситуацію в основі цілеорієнтації є завжди розбіжність між еталоном і реальністю, в яку входить система та команда управлінців. Для цієї команди (лідера) необхідне усвідомлення (конструктивне) ситуації. Оцінка міри розбіжності з еталоном стану, генерація стратегій управлінських дій формується на основі гіпотез про метод, спосіб, процедуру, алгоритм розв'язання проблеми з урахуванням виявлених факторів і загроз, які призвели до кризи, конфлікту, аварії або надзвичайної ситуації системи, якою керує команда, та прогноз сценаріїв розвитку подій.

Проведений аналіз авторами цієї наукової праці свідчить, що значний внесок у теорію і практику проектування інтегрованих автоматизованих систем підтримки прийняття рішень внесли: В. М. Глушков, І. В. Сергієнко, М. Д. Месарович, І. Такахара, А. А. Первозванский, І. І. Мойсеев, Д. А. Поспелов, Г. П. Подчасова та ін.

Проблеми інтеграції в ієрархічних системах досліджені в працях: А. М. Азізова, В. С. Михалевича, Л. С. Сікори та ін.; проблеми телекомунікацій, зв'язку, обробки сигналів – в роботах Я. П. Драгана, В. М. Безрука, В. О. Омельченка та ін.

Для систем з невизначеністю за дії зовнішніх факторів розроблені нечіткі моделі управління на основі інформаційних та нейромережових технологій, які, певною мірою, моделюють інтелектуальні процеси формування і прийняття рішень, що розглянуто в працях: М. З. Згуровського, Р. А. Алієва, П. І. Бідюка, Є. В. Бодяньського, О. І. Міхальова, А. Н. Меліхова та ін.

Потрібно враховувати, що модель техногенного середовища містить у базі знань такі компоненти: відомості про зміни в елементах середовища і зв'язках між об'єктами, які характерні для цього класу задач, та відомості про можливі збурення і способи впливу.

Інформація, яка перебуває в моделі проблемного енергоактивного середовища, відображається через структуру техногенної системи, і процес її функціонування й оцінюється оператором, що необхідно для побудови відповідних процедур і рішень під час надзвичайних ситуацій. Якщо при ускладненні ситуацій використовуються тільки евристичні процедури прийняття рішень, то за таких умов їх вже недостатньо для планування дій.

Використання логіки для опису подій і процедур прийняття рішень забезпечує конструктивність обчислювальних процедур і процесів під час формування образів ситуацій та тверджень про них, а також послідовних сценаріїв дій. Але якщо на цьому етапі використовуються тільки евристичні процедури прийняття рішень, то при ускладненні ситуації вони можуть бути недостатніми для планування адекватних дій.

Проблеми виникнення ризиків і конфліктів між системами та внутрішніми компонентами системи опубліковані у низці робіт як українських, так і зарубіжних вчених: Р. Льюса та Х. Райфи, М. М. Воробйова, В. М. Глушкова, Е. М. Вайсборда, О. А. Чикрія, Є. М. Короткова, В. М. Трахатурова та О. Б. Шевчука, В. О. Василенка, В. І Лямця та, А. Д. Тевяшева, Е. П. Жарковської, О. Є. Кузьміна.

Проблемі вибору стратегій і їх синтезу в умовах нечіткості даних присвячені праці таких учених, як В. Ф. Крапивин, І. Н. Ансофф, В. В. Павлов.

Питаннями управлінської діяльності та забезпечення ефективності управління в складних інтегрованих системах присвячені праці учених: Е. Ст. Біра, У. Морріса, Д. Мейстера, Н. Г. Чумаченка, Дж. Кантера, Н. Е. Кобринського, Г. П. Подчасової, М. З. Згуровського, О. А. Машкова, Б. В. Дурняка, Л. С. Сікори, О. В. Тимченка, Н. К. Лисої.

Особливостям функціонування та інтелектуальної діяльності людини як оператора в техногенних системах управління присвячені праці науковців: Г. Д. Соляна, В. Ф. Венди, Р. Солсо, Г. Е. Алпандзе, В. С. Зайцева, М. А. Холодної, В. Ярославського, Ю. П. Петрова, Л. Е. Орбан-Лембрика, В. В. Циганова, Л. С. Сікори, Ю. Л. Пономаренка, С. М. Константинова.

Проблема побудови вимог до професійних якостей і рівня інтелекту з використанням факторного аналізу досліджувалася в працях таких авторів: Є. І. Єфімова та О. П. Самонова, М. А. Криштала, В. В. Дружиніна, О. П. Макаревича, Дж. Баррета, Ю. Ф. Яковенка, А. І. Зайцева, В. А. Карпмана, Г. П. Шибанова, В. М. Сенківського.

Аналіз вимог до інтелектуальних здібностей особистості за умов її діяльності в середовищі з підвищеним ризиком, при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій здійснено в працях учених: А. Я. Вайнера, Е. С. Вентцеля, Дж. Гласса, Дж. Стенлі, Б. Ф. Ломова, Л. Н. Вороніна, Д. Драйздейла, В. Маршала, Я. С. Повзика, П. П. Ключа, В. Г. Палюха, В. О. Росохи, Т. Є. Рака, М. В. Жарікової.

Теорії інтелектуальних систем для підтримки прийняття рішень присвячені роботи Т. А. Гаврилової, К. Нейлора, М. С. Сявавко, Б. І. Герасімова, О. А. Машкова, які заклали основи теорії прийняття рішень в умовах невизначеності та неповноти даних про стан системи.

Глобальну теорію аналізу екосистем висвітлено в працях: В. І. Вернадського, М. А. Голубця, П. Бертокса, Р. А. Буня; лазерний контроль забруднення Н. К. Лиса, Л. С. Сікора.

У дослідженнях Д. А. Бротистейна, В. Д. Погребеника подано розробку систем та засобів екомоніторингу. Методи лазерного дистанційного зондування для задач розпізнавання образів моніторингу екосередовища висвітлено в роботах О. А. Машкова, Б. П. Русина, Л. С. Сікори, В. А. Афанасьева, К. Мура та інших вчених.

Праці Р. Л. Ткачука присвячені розв'язанню науково-прикладної проблеми розроблення інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій, яка забезпечила б врахування особливостей термінального сприйняття надзвичайних ситуацій та інтелектуальних і когнітивних характеристик особистості.

Аналіз масштабних катастроф, аварій та надзвичайних ситуацій (НС) доводить, що основними їх причинами є неврахування питань, що стосуються безпеки на стадіях життєвих циклів планування та реалізації проєктів створення чи розвитку складних організаційно-технічних об'єктів та систем. Так сучасні тенденції людської життєдіяльності, пов'язані з загрозами безпеці життєдіяльності, зокрема, природні світові катаклізми та масштабні пожежі, екологічні і техногенні катастрофи, лісові пожежі в зоні Чорнобильської АЕС, пожежа на нафтобазі компанії "БРСМ-Нафта" підтверджують, що на противагу існуючій парадигмі управління проєктами, спрямованій на ціннісно-орієнтоване управління, необхідні дієві механізми безпеко-орієнтованого управління проєктами. Основні тенденції розвитку суспільства в умовах нестабільного оточення та прояви кризових явищ показали необхідність перезавантаження існуючих парадигм управління в проєктному менеджменті на основі конвергенції методологій принципово нових підходів з механізмами нової методології безпеко-орієнтованого управління проєктами розвитку складних організаційно-технічних систем. В даному контексті безпеку можна розглядати як на стадії експлуатації продукту проєкту, так і під час реалізації проєкту. Що стосується другого випадку, то більшість критичних параметрів безпеки можна було б врахувати на стадіях планування та реалізації інформаційних систем.

Значний внесок у теорію і практику проєктування систем зі сталою структурою задачі організаційно-адміністративного і автоматизованого управління, які розв'язуються на основі системного аналізу, теорії прийняття рішень за допомогою інтегрованих автоматизованих систем підтримки прийняття рішень внесли В. М. Глушков, І. В. Сергієнко, В. І. Скуріхін, М. Д. Месарович, І. Такахара, І. І. Мойсеєв, Д. А. Поспелов, Т. П. Подчасова, О. А. Машков, О. В. Палагін, А. А. Первозванський, М. І. Васюхін, В. Є. Ходаков, А. О. Каргін, І. С. Скарга-Бандурова, І. Н. Коваленко, В. Г. Шерстюк, О. І. Рязанцев, В. П. Деркач, Л. С. Сікора, Р. Л. Ткачук та інші.

При цьому проведений аналіз результатів досліджень вказує на відсутність в них комплексного підходу щодо вирішення проблеми підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

Проблеми інтеграції в системах оперативного реагування на надзвичайні ситуації досліджені в працях А. М. Азізова, В. С. Михалевича, Л. С. Сікори та ін.; проблеми телекомунікації, зв'язку, обробки сигналів – в роботах Я. П. Драгана, В. М. Безрука, В. О. Омельченка, О. В. Тимченка та інших.

Для систем з невизначеністю за дії зовнішніх факторів розроблені нечіткі моделі управління на основі інформаційних та нейромережевих технологій, які, певною мірою, моделюють інтелектуальні процеси формування і прийняття рішень, що розглянуто в працях М. З. Згуровського, Р. А. Алієва, П. І. Бідюка, Є. В. Бодянського, Е. Г. Петрова, О. І. Міхальова, В. В. Крючковського, А. Н. Меліхова та інших. Розробці інформаційного забезпечення і математичних моделей прогнозування розвитку аварій, що супроводжуються пожежами на різноманітних об'єктах народного господарства, оцінювання обстановки і вироблення управлінських рішень з метою створення автоматизованих систем підтримки та прийняття рішень керівниками ліквідації аварій і надзвичайних ситуацій нині приділяється значна увага. Про це свідчать результати досліджень, які описані в роботах: М. М. Брушлинського, П. П. Ключа, І. Ф. Кимстача, В. Г. Теряєва, Ю. О. Абрамова, О. А. Громовенка, С. М. Мінаєва, Б. Ф. Турніна, П. М. Бортнічука, С. В. Юхимчука, Р. В. Котельникова, В. Ф. Шостака, В. А. Геловані, А. В. Матюшкіна, У. Бейкера, В. Маршала та інших вітчизняних і зарубіжних авторів. Таким чином, створення теоретичних основ і методології керування службою надзвичайних ситуацій, розробка нових моделей та методів, систем моніторингу та підтримки прийняття рішень в інформаційно-складних ситуаціях набуває безсумнівної актуальності, та є предметом подальших наукових досліджень.

Застосування інформаційних технологій до управління проектами в системі цивільного захисту з високим рівнем інтеграції інформаційних технологій у навчальний процес дасть змогу реалізувати механізми державного управління у формуванні рятувальника нового типу, який у своїй діяльності користуватиметься підтримкою та довірою населення. Питання реалізації проектів та розробки науково-методичних засад управління проектами підготовки професійних спеціалістів різних сфер, зокрема і рятувальної, розглядали у своїх наукових працях такі українські та закордонні вчені як С. Д. Бушуєв, С. К. Чернов, В. А. Рач, Ю. М. Тесля, А. О. Білощицький, Ю. П. Рак, В. К. Кошкін, Н. С. Рулікова, В. Д. Гогунський, А. Ю. Борзенко-Мірошніченко, Х. Танака, М. М. Козяр, О. М. Медведєва та інші. Проте, зазначені вище науковці у своїх роботах недостатньо висвітлювали проблеми впровадження моделей управління проектами підготовки рятувальників, зокрема для ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) на її різних стадіях, які характеризуються умовами невизначеності. Таким чином, сьогодні і надалі залишається актуальним розв'язання науково-прикладної задачі розробки нових моделей щодо реалізації освітніх проектів з подальшим їх повномасштабним впровадженням в системі підготовки фахівців служби цивільного захисту на базі вищих навчальних закладів (ВНЗ) системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) для ліквідації НС з урахуванням умов невизначеності. Мета і завдання дослідження.

У працях Л. С. Сікора, Р. Л. Ткачук, Т. Є. Рака, Ю. П. Рака, О. Б. Зачка розглянуто ситуаційні моделі прийняття рішень та когнітивні аспекти тактико-психологічної підготовки пожежників та шляхи удосконалення професійної підготовки фахівців підрозділів ДСНС з використанням інформаційних технологій.

Аналіз кризових ситуацій в активних ієрархічних системах з розмитою структурою, інформаційні технології оцінки професійного рівня і інтелекту операторів для роботи в умовах ризику, інформаційні технології контролю стану активних виробничих систем в екстремальних ситуаціях запропоновано в працях Т. Є. Рака та Р. Л. Ткачука.

В працях Л. С. Сікори та Р. Л. Ткачук розроблено когнітивні моделі формування рішень в умовах оперативного управління при надзвичайних ситуаціях, формування причинно-наслідкових зв'язків при оцінці динамічних термінальних ситуацій в потенційно-

небезпечних об'єктах, логіко-когнітивна структура операційних стадій розв'язання задач управління ПНО, Інформаційні причинно-наслідкові моделі дії факторів загроз на енергетично-активні потенційно-небезпечні агреговані об'єкти, когнітивні моделі інтелектуальних процесів та логіко-математичні процедури формування стратегій поведінки оперативного персоналу в екстремальних умовах.

В роботах Ю. І. Грицюка запропоновано математичні моделі управління портфелями проектів з удосконалення системи безпеки життєдіяльності, структурні компоненти задачі оптимального управління процесом боротьби з лісовими пожежами, особливості розв'язання задачі оптимального управління процесом ліквідації лісових пожеж, особливості розв'язання задачі оптимального управління процесом ліквідації лісових пожеж.

Аналіз праць з управління в умовах надзвичайних ситуацій Р. Л. Ткачука показав, що методи проектування систем із врахуванням положень ергономіки й інженерної психології є досить ефективними, але в цих роботах недостатньо досліджено вплив людського фактору на процеси управлінської діяльності та не повністю враховано ролі особи в соціумі і на виробництві, особливості поведінки особи в умовах ризику.

Проведений аналіз літературних джерел підтверджує, що проблема прийняття рішень в екстремальних ситуаціях на коротких термінальних інтервалах часу вирішена не повною мірою і вимагає комплексного системного дослідження з використанням методів когнітивної психології та стратегічного аналізу. Порівняльний аналіз з відомими рішеннями запропонованих автором нових рішень дозволяє визначити нові підходи до створення та застосування інформаційних технологій інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

### **Аналіз змісту наукової монографії**

У *вступі* обгрунтовано актуальність дослідження проблем управління в умовах надзвичайних ситуацій. Подано стислу анотацію описаних в монографії результатів, висвітлено їх наукову новизну і практичну значимість.

У *першому розділі* «Аналіз проблеми інтелектуальної діяльності оперативного персоналу під час прийняття рішень для ліквідації загроз» здійснено аналіз проблема дослідження ризиків конфліктів, катастроф. Розглянуто державні нормативні акти, які визначають правила прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях. Виконано аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах, якій передбачає комплексне командно-штабне навчання оперативного персоналу на об'єктах ТзОВ «Карпатнафтохім» в м. Калуші як модель стратегії протиаварійних дій, організацію роботи пересувного пункту управління та його інформаційне забезпечення, штаб із ліквідації надзвичайної ситуації та його функції, функції центру психологічного забезпечення під час організації надання екстреної психологічної допомоги населенню. Сформульовано постановку проблеми та перелік задач, які необхідно розв'язати для досягнення мети дослідження.

У *другому розділі* «Логічні процедури формування оперативних рішень когнітивною системою ліквідатора в структурі державної служби України з надзвичайних ситуацій» здійснено аналіз інформаційних концепцій розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності особи в умовах ризику. Здійснено формування інтелектуальних навичок для вирішування задач управління процесом ліквідації надзвичайних ситуацій. Запропонована технологія використання інтелектуальним агентом гіпотези одноканальності свідомості в процесі прийняття

рішень в умовах загроз та механізми формування та прийняття рішень за умов невизначеності. Обґрунтовано умовно-категоричні процедури побудови логічних висновків.

У *третьому розділі* «Логіка генерації гіпотез про причини виникнення критичних ситуацій для розв'язання задач обробки даних, необхідних в управлінні процесом ліквідації загроз у техногенних системах» запропоновано логіку опису подій у системах та надано предикатний опис реакції активної системи на техногенні збурення. Обґрунтовано логічні категорії в схемах прийняття цільових рішень оператора у процесі управління в режимі загроз. Запропоновано категорії в схемах прийняття цільових рішень, відношення між ними та їхнє трактування, твердження про стан об'єктів, їхня логічна структура та обґрунтування для опису ситуації в системі. Запропоновано правила виявлення протиріч у лінгвістичному описі ситуацій та побудова інформаційних образів поточної ситуації в уяві оператора під час контролю стану систем управління під дією факторів впливу. Обґрунтовано логічну структуру дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях. Здійснено структурування знань, необхідних для сприйняття та інтерпретації ситуацій у когнітивній системі під час прийняття рішень щодо управління. Запропоновано образ ситуації та його знаннєва структура, а також структура знань на психологічному і когнітивному рівнях.

*Четвертий розділ* «Темпоральна дійсність під час формування рішень оперативним персоналом у ході ліквідації загроз і аварій» присвячено розгляду інформаційних технологій формування логічних процедур прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу (інформаційний і системний базис управління техногенною системою, моделі розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта техногенної енергоактивної системи, ігрові моделі опису ситуації в предикатному представленні, цілеорієнтація і системний підхід до формування процесу управління). Розглянуто основні компоненти темпоральної логіки в процедурах обробки потоків даних в ієрархії структури техногенної системи. Сформульована проблемна задача оцінки сприйняття часу оператором автоматизованих систем управління технологічним процесом (АСУ-ТП) у процесі виникнення динамічних ситуацій. Визначено ситуації прийняття термінальних рішень: когнітивні аспекти, логіко-когнітивна модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оператором у процесі обробки різномірних даних, темпоральний пласт мислення оператора, правила прийняття термінальних рішень щодо управління енергоактивним об'єктом техногенної системи. Оцінено динаміку зміни швидкості мислення під час дії стресових факторів на (ІА-ОПР), яка враховує можливість правильної оцінки ситуації.

У *п'ятому розділі* «Логіко-когнітивні моделі і компоненти для аналізу процесів мислення оперативного персоналу в умовах дії надзвичайних ситуацій» здійснено аналіз логічних моделей формування активних дій для управління, структури формальних логічних теорій (ФЛТ) та арифметична інтерпретація відношень включення предикатів для опису ситуацій, моделей побудови інтерпретації в метатеоріях як спосіб вираження для змістовних понять. Сформульовано правила побудови логічних висновків, необхідних для формування управлінських дій когнітивним інтелектуальним агентом. Обґрунтовано дані і висновки в процедурах прийняття управлінських рішень при нечітких і неоднорідних даних, а також правила виводів у численні предикатів для оцінки ситуації під час дії комплексу факторів на потік даних від системи.

У *шостому розділі* «Моделі оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі когнітивної теорії» проведені дослідження ґрунтуються на аналізі проблеми оцінки інтелектуальних здібностей особистості оперативного працівника, який виконує управлін-

ські функції в умовах екстремальних ситуацій, а також когнітивні знаневі компоненти факторів впливу на прийняття рішень інтелектуальним агентом – оперативним працівником АСУ. Розглянуто проблему формування концепцій прийняття стратегічних рішень, схему інформаційної діалогової взаємодії когнітивної й організаційної систем, інформаційно-ресурсну та системну концепцію часової, динамічної структури взаємодії об'єкта системи управління та середовища в граничних умовах і ризиках. Обґрунтовано формування структури когнітивної пам'яті в інженерії знань для системи підтримки прийняття рішень та проблемну область і типи розв'язуваних задач управління інтелектуальним агентом. Сформульовані проблемні та ситуаційні задачі в управлінні складними об'єктами, які передбачають представлення логічної структури задачі управління та розгляд процесу розв'язування задач ситуаційного управління.

У **сьомому розділі** «Інформаційна технологія активізації когнітивних можливостей оперативного персоналу для прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій» матеріали досліджень ґрунтуються на визначених слабоформалізованих і неформалізованих задачах управління системами. Розглянуто проблемні граничні та аварійні ситуації, ризики стратегій управління процесом прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях, стратегічні позиції в ієрархічних структурах під час формування управлінських дій. Запропоновано системну та когнітивну концепцію формування стратегій у цільовому просторі системи. Розглянуто логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень в ієрархічних системах. Визначено інформаційну та інтелектуальну стійкість агентів оперативного управління під час формування антикризових рішень.

У **восьмому розділі** «Структура інтелектуальних тестів для оцінки здатності приймати рішення в умовах ризику» розглянуто сучасні вимоги до управлінських кадрів, оперативного персоналу, команд, які забезпечують функціонування корпоративних інформаційних та технологічних структур, що приймають рішення в нормальних і екстремальних ситуаціях. Продемонстровано, на структурних схемах, що невідповідність рівня персоналу нормативним вимогам щодо технічних та інтелектуальних параметрів у кризових ситуаціях призводить до грубих помилок у формуванні стратегії і тактики дій. Запропоновано індивідуальні схеми формування командно-оперативного рівня професійної підготовки особи з використанням рангових тестів, які дають змогу синтезувати стратегію і плани ефективної підготовки персоналу та підвищити його психологічну й інтелектуальну стійкість та здатність витримувати стресогенні навантаження відповідно до заданих умов діяльності.

У **дев'ятому розділі** «Аналіз небезпечних подій на прикладі динамічних зміщень просторових структур об'єктів при дії активних техногенних та природних факторів ризику аварій» на підставі системного аналізу та когнітивних концепцій розглянуто кризові ситуації, які виникають в техногенних системах з енергоактивними факторами впливу. Обґрунтовано положення, що тільки за умов врахування цих факторів на всіх етапах: від проектування до побудови та експлуатації можна забезпечити високий рівень безаварійного функціонування техногенних регіональних і глобальних структур.

У **десятому розділі** «Результати проведених експериментів» приведені результати контрольного експерименту з метою перевірки якості та ефективності методики з активізації когнітивних характеристик ліквідаторів надзвичайних ситуацій для виконання фахових завдань в умовах ризику.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ПІД ЧАС ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ ЗАГРОЗ

Ще у першій половині минулого століття наш знаменитий науковець, фундатор і перший президент Всеукраїнської академії наук Володимир Вернадський розвинув концепцію ноосфери – сфери від грецького *νοοξ* розум – оболонки Землі, у якій проявляється вплив людини, головно на біосферу – сферу життя. Вершинним здобутком у ноосфері, яка стала продуктивною силою і важливим соціальним інститутом. На загрози, що несе їх розвиток науки, вказував пізніше настійно президент Всесвітньої федерації наукових працівників Жан-Марі Леге у тезі: „Всяке наукове відкриття за своєю природою є антисоціальним, бо вступає у суперечність із усталеним порядком.

У розвиток тези Вернадського – наукова думка як планетарне явище в наш час утвердився погляд, що сфера проживання людини стала вже єдиним планетарним цілим, а наука різко збільшила можливості свідомого впливу на природні процеси поряд зі стихійним впливом виробничої діяльності. А це ставить проблему забезпечення від помилок типу Чорнобильської катастрофи. Тому доконечним є системний підхід до проблем сучасності.

Потреба системного аналізу соціотехнічних проблем диктується переходом від досліджень простих об'єктів, де діють так звані закони природи і вивчають їх окремі галузі науки і техніки, до вивчення багатofакторних систем, де першу роль грає поняття моделі. Модель виступає як підстава і засіб вироблення і обґрунтування алгоритмів оброблення даних щодо об'єкту, адекватний розв'язуванню щодо нього задачам. А як вислід суттєвої ролі для практики досліджень комп'ютерів, що стають головною складовою мірничо – обчислювальних комплексів (МОК), виступає істотна зміна парадагми в сеансі Т. Куна всієї науки автоматичного управління і моделі стають математичними.

Системи, розвиваючи ідею Герберта Саймона про те, що людина в наш час живе у штучно створеному довкіллі; навіть види тварин і рослин, від яких залежить прогонування людини, належить до світу „штучного„ сконструйованого, відповідно до ролі комп'ютерних технологій стають об'єктами вивчення нової науки – системології, яку за термінологією Джорджа Кліра, „правильніше було б розглядати як новий вимір у науці„. Трактуючи системи як сукупності елементів, пов'язаних в цілість, маємо два „ортогональні„ виміри і два критерії їх класифікації:

- за типами елементів;
- за типом їх пов'язань.

Перший має експериментальну основу, бо елементи різних типів вимагають різних інструментальних засобів для збору даних – сенсорів і перетворювачів, а, отже, МОК та другий – за типом зв'язків, що пов'язане з опрацюванням даних, і основа його теоретична.

Останній принцип класифікації виділяє ізоморфні (щодо закономірностей) класи, а елементи цих класів безвідносно до природи систем (її вивчають конкретні традиційні науки) описуються однаковими абстрактними моделями. А відповідна форма подання системи – алгоритмами, базованими на цих моделях, у комп'ютері може бути прийнята за Кліром [54] як її стандартний опис.



### 1.1. Проблема дослідження ризиків конфліктів, катастроф

Проблема виникнення ризиків і конфліктів між системами (активними гравцями) та внутрішніми компонентами системи розглядається в теорії ігор, дослідженні операцій та прийнятті рішень. Вона має тривалу історію, і на сучасному етапі теорія ризику інтенсивно розвивається завдяки інформаційним, системним, комп'ютерним технологіям як на локальному, так і стратегічному рівні. Базові концепції теорії ігор та дослідження операцій розроблені та відображені у фундаментальних працях, які були виконані протягом минулого століття та розвиваються в теперішньому часі. У цих працях ОПР представлялася як інтелектуальний агент з інтегрованими функціями приймати рішення без когнітивного аналізу.

Ризики і конфлікти характерні для активних систем:

- людина ↔ людина ↔ колектив — конфлікт у соціальній системі;
- людина ↔ суспільство ↔ держава — правові конфлікти;
- держава ↔ суспільство ↔ держава — міжцивілізаційні конфлікти;
- людина ↔ довкілля — конфлікти в екологічній системі;
- людина ↔ техногенне середовище — конфлікти в техногенній сфері;
- людина ↔ організація ↔ держава — конфлікти фінансової системи;
- ринки систем різного рівня споживання енерго- і матеріальних ресурсів — ресурсні конфлікти;
- міжрегіональні об'єднання ↔ міжнародні структури — конфлікти ресурсного та військового типу;
- природні й антропогенні екологічні та технологічні катастрофи (Україна, США, Італія, Японія) з руйнуванням інфраструктури і жертвами.

Розвиток інформаційних і телекомунікаційних технологій пришвидшив інформаційні та мережеві конфлікти; посилення транспортних потоків призвело до зростання транспортних аварій і катастроф, а нечіткі ситуаційні рішення — до техногенних через низький рівень знань, інтелектуальних характеристик і професійної підготовки.

Характерний фактор виникнення ризиків, конфліктів, аварій і катастроф — невідповідні дії людини, яка бере участь у технологічних та інформаційно-управлінських процесах. Це зумовило зростання вимог до професійних, психологічних і когнітивних характеристик людини — активного виконавця управлінських дій різної складності. Відповідно, для цього кадри повинні мати певний професійний рівень знань, пройти тренування, психологічну підготовку та мати відповідні когнітивні характеристики, які б забезпечили достатню для виконання цільових задач психологічну й інтелектуальну стійкість, здатність приймати рішення в екстремальних умовах та діях факторів енергетичного, ресурсного, інформаційного характеру [66, 118, 315, 398, 400].

Для технологічних систем характерна управлінська і виконавча взаємодія  $\langle$  людина-оператор (ОПР) – АСУ-ТП  $\rangle$ . Якщо АСУ правильно спроектована, точно визначена мета її функціонування, стратегія і тактика дій, які мають чітку логічну структуру, передбачені способи автоматичної протидії факторам впливу, тоді така система буде ефективно виконувати свою виробничу функцію. Система може втратити функціональну здатність під час розвалу структури об'єкта управління й автоматичної системи управління — тобто надійність [325, 333].

Проблема забезпечення надійності має тривалу історію, важливість надійного функціонування систем у транспорті, авіації, технологічних виробничих структурах проявляється у міру зростання їх потужності, енергоактивності, складності фізико-хімічних процесів та управлінської структури. У термінальному часі функціонування та експлуатації техногенної

системи всі її управлінські та технологічні функції повинні бути забезпечені. Надійність таких систем залежить насамперед від надійності компонент:

- структури, функцій, динамічних режимів та енергетичного стану об'єкта управління, його спостережуваності і керованості;
- сенсорів у системі, відбору й опрацювання даних, їх фізичної та функціональної і конструктивної стійкості;
- інформаційно-вимірювальної системи, її метрологічних характеристик, стабільності параметрів, ефективного способу представлення даних;
- процесорів управління з чітко визначеною логікою формування команд управління для зміни режиму і компенсації збурень;
- виконавчих механізмів, електроприводу, які би забезпечили виконання команд управління режимом об'єкта.

В АСУ-ТП роль ОПР зводиться до функцій спостереження і корегування режимів функціонування, тому ситуації, пов'язані з ризиком, можуть виникнути у зв'язку з неправильним виконанням обов'язків ОПР. В АСУ (автоматизованій системі управління) роль ОПР, команди суттєво зростає, оскільки вони беруть участь у корекції і координації цілей, управлінні режимом об'єкта, оцінці ситуацій під час дії факторів збурень, тому їх помилки — це джерело ризику.

## **1.2. Державні нормативні акти, які визначають правила прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях**

Перелік основних нормативних документів, які регламентують навчання, підготовку та діяльність працівників аварійно-рятувальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій, охоплює:

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI [184].
2. Закон України «Про звернення громадян» від 2.10.1996 р. № 393/96-ВР [305].
3. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану» від 16.03.2000 р. № 1550-III [310].
4. Закон України «Про правовий режим воєнного стану» від 12.05.2015 р. № 389-VIII [309].
5. Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів» від 06.04.2000 р. № 1644-III [308].
6. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 р. № 2344-III [285].
7. Закон України від 18.01.2001 р. № 2245-III «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [307].
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 14.06.2002 р. № 843 «Про затвердження Загального положення про спеціальну Урядову комісію з ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і Загального положення про спеціальну комісію з ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру регіонального, місцевого та об'єктового рівня» [291].
9. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.07.2002 р. № 956 «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» [306].
10. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 р. № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту» [296].
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 р. № 368 «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями» [298].

12. Постанова Кабінету Міністрів України від 17.01.2018 р. № 55 «Деякі питання документування управлінської діяльності» [92].
13. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.02.2012 р. № 110 «Про деякі питання надання підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій платних послуг» [290].
14. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 р. № 443 «Про затвердження Порядку підготовки до дій за призначенням органів управління та сил цивільного захисту» [299].
15. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 р. № 444 «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» [297].
16. Постанова кабінету Міністрів України від 21.08.2013 р. № 616 «Про затвердження Положення про добровільні формування цивільного захисту» [295].
17. Постанова Кабінету Міністрів України від 9.10.2013 р. № 787 «Про затвердження Порядку утворення, завдання та функції формувань цивільного захисту» [301].
18. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.10.2013 р. № 841 «Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» [300].
19. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.11.2016 р. № 905 «Про внесення змін до ПКМУ № 841» [287].
20. Постанова Кабінету Міністрів України від 9.01.2014 р. № 11 «Положення про єдину державну систему цивільного захисту» [272].
21. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.01.2015 р. № 18 «Про Державну комісію з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій» [289].
22. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.03.2015 р. № 101 «Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту» [302].
23. Постанова Кабінету Міністрів України від 17.06.2015 р. № 409 «Про затвердження Типового положення про регіональну та місцеву комісію з питань техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій» [303].
24. Наказ МНС України від 06.02.2017 р. № 92 «Про затвердження Інструкції з організації перевірок діяльності міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування щодо виконання вимог законів та інших нормативно-правових актів з питань техногенної та пожежної безпеки, цивільного захисту» [292].
25. Наказ МНС України від 07.06.2011 р. № 587 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо порядку створення, обладнання та забезпечення функціонування консультаційних пунктів із питань цивільного захисту при житлово-експлуатаційних організаціях та сільських (селищних) радах» [294].
26. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 16.10.2018 р. № 835 «Про затвердження Типового положення про територіальні курси цивільного захисту та безпеки життєдіяльності, навчально-методичні центри цивільного захисту та безпеки життєдіяльності» [304].
27. Наказ ДСНС України від 18.05.2017 р. № 273 «Методичні рекомендації щодо підготовки та проведення командно-штабних навчань органів управління та сил цивільного захисту» [238].
28. Наказ МВС від 10.07.2017 р. № 579 «Про затвердження Методики планування заходів з евакуації» [293].
29. Наказ МВС України від 15.11.2018 р. № 879 «Права техногенної безпеки» [280].

### 1.3. Аналіз літературних джерел з проблеми дослідження

Проблема виникнення ризиків і конфліктів між (активними гравцями) системами та внутрішніми компонентами системи розглядається в теорії ігор, дослідження операцій та прийняття рішень, яка має довгу історію і на сучасному етапі інтенсивно розвивається завдяки інформаційним, системним, комп'ютерним технологіям як на локальному, так і стратегічному рівні.

Наведено деякі з них, які в інтегральному підході описують моделі ситуацій виникнення ризику, особливо стратегічного військового призначення, й опубліковані вже після Другої світової війни, в яких досліджено:

*В. М. Глушков ([75] — 1964–1982):* на основі системного аналізу і теорії конфліктних ігор розроблено фундаментальні принципи побудови автоматизованих систем організаційного управління (рис. 1.1), які в автоматизованому режимі їх розв'язують на підставі декомпозиції проблем і задач та формування стратегій управління. Водночас сформульовано основні задачі оптимального управління системами в реальному часі, розв'язання яких забезпечує надійне функціонування техногенних систем:

- оптимізації режимів технологічних систем згідно з метою;
- оптимізації маршрутів і розкладів руху для транспортних систем, планів діяльності, згідно з цілеорієнтованою стратегією розвитку;

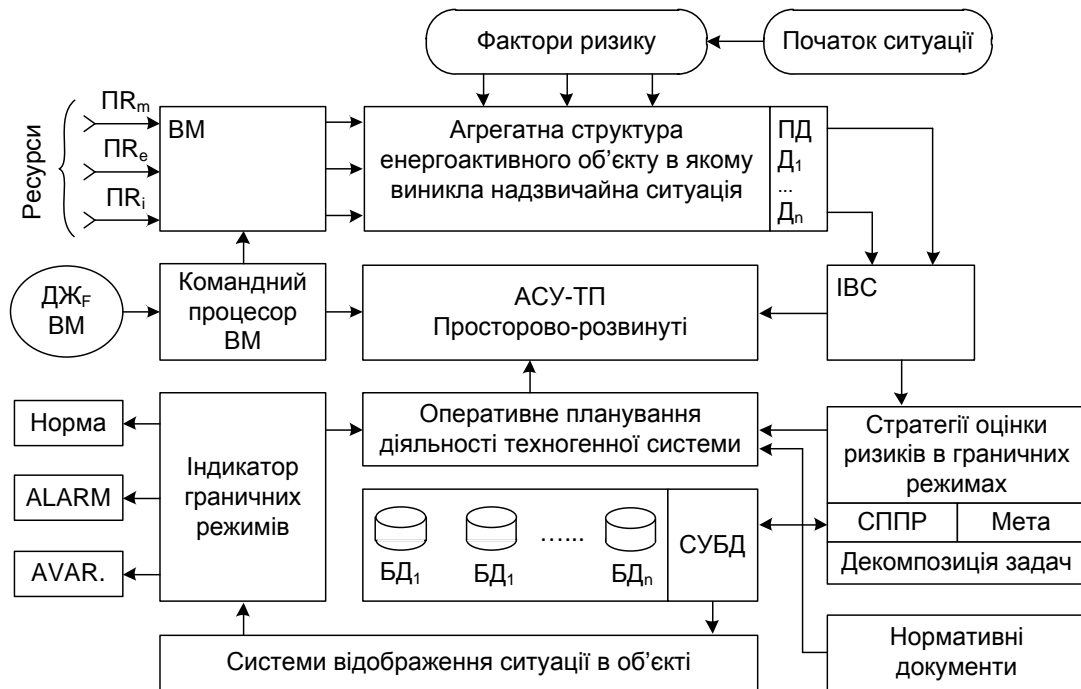


Рис. 1.1. Структурно-функціональна модель задачі ситуаційного управління згідно з концепцією В. М. Глушкова

- задачі прогнозу ситуації в прийнятті цільових рішень у складних системах;
- цільове функціонування та ідентифікація моделі об'єкта під час оцінки ситуації;
- побудова оптимальних мережевих графіків для транспортних потоків;
- типізація стратегій прийняття рішень на управління в умовах ризику;
- стратегії неперервного розвитку системи та контрольованості всіх елементів структури під час їх функціонування;

- розроблення інформаційної моделі об'єкта для синтезу стратегій;
  - розроблення інформаційної структури документообігу;
  - централізація обробки даних та централізація управління в ієрархії організації і виробництва;
    - генерація системних цілей, їх системний аналіз та групування для забезпечення матеріального і психологічного комфорту в соціальних та виробничих, організаційних структурах;
    - задачі постановки цілей, пов'язаних із системою перспективного стратегічного планування на основі балансної моделі Леонтьєва з безконфліктним управлінням на підставі ціленаправленої зміни параметрів динамічних систем із корпоративною структурою;
- Для розв'язання задач використані такі методи, підходи та теорії:
- теорія алгоритмів як основа побудови процедур управління для автоматизованих систем управління та опрацювання складних ситуаційних даних;
  - теорія булевих функцій і числення висловлень для побудови правил виводу та основи теорії логічних і арифметичних процесів;
  - теорія самоорганізаційних систем автоматизованого навчання, розпізнавання образів як базис інформаційних технологій прийняття рішень на основі логічних правил класифікації;
  - теоретичні основи штучного інтелекту, розпізнавання образів, зображень, мовної інформації, текстів, планування ціленаправлених дій;
  - методи програмування і управління обчислювальним процесом, теорія баз даних та баз знань, концепції експертної системи для побудови систем підтримки прийняття рішень (СППР);
  - основи теорії автоматизації вимірювань, опрацювання даних, інтерполяції, статистики, їх інтерпретація для задач управління технологічними процесами в реальному часі;
  - методи автоматизації процесів прийняття рішень для реалізації інформаційних технологій, обробка даних, автоматизоване навчання, проектування, фінанси, управління;
  - методи автоматизації організаційного управління, диспетчерське оперативне управління, оперативно-календарне планування, програмно-цільове управління, цільове прогнозування, об'ємно-календарне планування.

У таких працях обґрунтовано теорію управління:

*Ю. Б. Гермейер ([68] — 1971):* розглянуто математичні теорії побудови моделей дослідження операцій, які охоплюють створення методів цілеорієнтованих дій, моделі цілі і моделі операцій, критерії ефективності конкуруючих стратегій дій, методи вибору способів пошуку й оптимальних дій;

*А. В. Крушевский ([196] — 1977):* обґрунтовано теорію вироблення планових і управлінських рішень, теорію конфлікту інтересів груп, стратегії поведінки на зовнішніх ринках, багатокрокові антагоністичні та ділові ігри;

*В. Матвійчук ([379] — 1979):* обґрунтовано застосування теорії дослідження операцій для інженерної підготовки військових тактичних і стратегічних дій;

*Е. М. Вайсборд ([46] — 1980):* розглянуто математичні методи побудови гарантуючих стратегій, рівноважних і мінімакських стратегій, стратегій загроз та контрзагроз, коаліційні і корпоративні ігри, ієрархічні ігри;

*В. В. Дружинін ([105, 107, 108] — 1982):* розглянуто теорію конфлікту в технічних системах із використанням стохастичного підходу до опису взаємодій ситуаційного та операти-

вного підходу для опису моделі конфлікту, проведено аналіз вирішних правил, оцінка оперативного ризику, схеми дослідження конфлікту між системами;

*А. І. Пригожин ([283] — 1983):* розглянуто соціологію організацій, управління, анатомію організаційного конфлікту, конструкцію відношень між людьми;

*Р. Гілмор ([69, 70] — 1984):* розглянуто теорію катастроф, математичний апарат організації і виникнення катастроф у термодинамічних системах, механіку конструкцій, аеродинаміку, кліматологію;

*А. О. Чикрій ([442] — 1992):* розглянуто ігрові задачі переслідування, досліджено проблему повної конфліктної керованості динамічного процесу, випадки неповноти інформації під час формування стратегій при розв'язанні задач управління в космічній і військовій техніці;

*О. Ларичев ([202] — 2000):* обґрунтовано роль людини в прийнятті рішень, проаналізовано систему переробки інформації людиною і її зв'язок із прийняттям рішень, структуру пам'яті, психологічну теорію поведінки людини під час прийняття рішень, вербальний аналіз рішень, ієрархічну структуру зберігання знань, пізнавальний характер експертних знань;

*В. Танаєв ([382] — 2003):* обґрунтовано типову поведінку особи як революційний метод у психології й управлінні, проаналізовано психотипи, ядро людської особи, міжтипів відношення, технології прийняття рішень під час управління конфліктом, управлінську компетентність, кібернетичну модель особи, конфліктологію;

*В. О. Василенко ([48] — 2004):* розглянуто методологію математичних і інтуїтивних методів вирішення задач управління та прийняття рішень, вперше висвітлено рефлексивний підхід до керування на основі психологічних особливостей ОПР, розглянуто фактори зовнішніх загроз, організаційно-технологічні компоненти систем та закон самозбереження організацій. Обґрунтовано теоретичні основи і психологію розробки рішень, людський фактор та психологічні аспекти управлінських рішень, творчі аспекти формування рішень, процедури виявлення проблем, формування стратегічних цілей. Як основу методів вирішення завдань розглянуто творчість особи (ОПР), мотивацію до дій під час реалізації рішень;

*В. Лямець, А. Тевяшев ([225] — 2004):* розглянуто формальні моделі складних систем, теорію прийняття рішень в умовах невизначеності, критерії ефективності, методи дослідження проблем і їх розв'язання, вибір стратегії досягнення цілі, моделі ситуацій та напруженості через оцінку протиріч;

Проведений аналіз літературних джерел показав, що на сьогоднішній день створений потужний інструментарій для управлінської діяльності, розроблений і теоретично обґрунтований математичний та системний апарат для розв'язання задач управління складними об'єктами.

У працях [27, 46, 48, 368, 379, 382, 423, 442] розглянуто підходи до синтезу стратегій управління в умовах невизначеності ситуацій та неповноти даних, обґрунтовано процедури прийняття рішень із залученням людського та штучного інтелекту, баз даних і знань та систем підтримки прийняття рішень у складних системах цивільного та військового призначення і побудовано моделі антикризових стратегій управління.

Аналіз праць [56, 68, 69, 75, 80, 194, 196, 198, 202, 225] показав, що методи проектування систем із врахуванням положень ергономіки й інженерної психології є досить ефективними, але в цих роботах недостатньо досліджено вплив людського фактора на процеси управлінської діяльності та не повністю враховано ролі особи в соціумі і на виробництві, особливості поведінки особи в умовах ризику. Для подальшого аналізу розглянемо особливості ризиків управління у виробничих структурах різного типу призначення.

#### 1.4. Аналіз проблеми виникнення аварійних і граничних ситуацій у техногенних структурах та вибір стратегій управління енергоактивними системами в критичних ситуаціях виробництва

Характеристики і типи виробничих структур та проблеми управління на різних рівнях ієрархії мають елементи нечіткості в їх функціональному представленні. Розглянемо типи виробничих систем, згідно з класифікацією складності задач управління:

- дрібні виробництва з переліком етапів технологічних процесів;
- дрібні виробництва з агрегованими поточними, паралельними і послідовними лініями (людино-машинні операції);
- виробництва з системами АСУ-ТП і оперативним управлінням;
- роботизовані комплекси з оперативним управлінням технологічними комплексами;
- корпоративні виробничі регіональні системи;
- комп'ютеризовані комплекси оперативного управління з роботизованими потоковими лініями для виготовлення компонентів і складання агрегатів, механізмів, машин, комп'ютерної та вимірювальної техніки.

Фактори ризику у виробничих системах із локальною і корпоративною організацією та ієрархічною структурою пов'язані з класами задач управління, які чітко чи слабо формалізовані.

Проблемі створення ефективних методів синтезу стратегій розв'язання конфліктів присвячена велика кількість праць [27, 46, 48, 69, 70, 104, 106], які розглядають певні аспекти і компоненти:

- функціонування ієрархічних цілеорієнтованих систем із певним рівнем інтеграції технологічних процесів з узгодженим управлінням;
- оперативне управління на різних рівнях інтеграції, згідно з вимогами до забезпечення технологічних процесів на підставі чітких даних про об'єкт;
- стратегічне і корпоративне управління згідно з вимогами до технологічної структури системи за відсутності міжрівневих конфліктів;
- управління кадрами, згідно з вимогами виробничих технологій та функціонального управління на підставі тестування здібностей.

Згідно з концепцією стратегічного управління повинен бути виконаний баланс взаємних вимог, які би забезпечили безконфліктне функціонування АСУ [194, 196, 198, 223, 225]:

- вища ієрархія надає персоналу відповідний рівень соціального забезпечення, перспективного зростання та підвищення класифікації;
- виконавчий персонал здійснює свої обов'язки щодо забезпечення ефективного функціонування ієрархічної структури згідно з нормативними стратегіями.

Кризи і ризики, які виникають у таких системах, мають атакувальний характер зовнішніх активних систем, які хотіли б захопити позиції у вузлах ієрархії. За відповідної підготовки персоналу такі атаки неможливі, окрім використання силових, фінансових методів, що блокують ресурси, ІТ-атак [263, 269, 379, 423, 442].

Проблема розробки стратегій протидії конфлікту має складну структуру, яка охоплює компоненти, що становлять основу побудови правил прийняття рішень, спрямованих на ліквідацію загроз у техногенних системах [3, 183, 349]:

- системні (структура об'єкта, системи управління, виконавчі механізми, системи транспортування ресурсів та керування ними);
- інформаційні (відбір і обробка даних про стан об'єкта, їх оцінка, достовірність, методи формування і представлення образів ситуацій, їх розпізнавання, класифікація, інтерпретація);

- когнітивні (знання компонента управління);
- системно-цільові (способи формування, представлення мети в цільовому просторі системи управління та засоби її реалізації);
- логіко-математичний метод, спосіб опису тактики руху системи для зміни поточного стану в цільовий (траєкторії руху в область представлення мети в цільовому просторі);
- логічно-структурні методи прийняття рішень щодо управління об'єктом (управлінські процесори, їх програмне і математичне, алгоритмічне забезпечення);
- логіко-математичне забезпечення обчислювальних процесів для всіх рівнів структури ієрархії;
- системної динаміки для опису можливих змін стану об'єкта в результаті використання вибраних стратегій, оцінка ризику після їх використання.

Розглянемо, як розвивалися концепції побудови методів класичного та стратегічного управління ієрархічними системами. Найбільш повно до розв'язання цих задач у своїх працях підійшов В. Глушков, запропонувавши концепції АСУ-ОГАС, водночас він виділив теоретичні, прикладні, математичні і людські когнітивні компоненти.

*В. М. Глушков* ([75, 76] 1964–1982) на основі системного аналізу і теорії конфліктних ігор розробив основні принципи побудови автоматизованих систем організаційного управління, які на підставі процедури декомпозиції проблем і задач, формування стратегій управління розв'язують їх в автоматизованому режимі; він також обґрунтував необхідність використання для ефективного управління:

- централізації обробки даних та координації управління в ієрархії організації і виробництва;
- генерації системних цілей, їх системного аналізу рівня користі і ризику;
- аналізу та групування необхідних ресурсів для матеріального і психологічного комфорту в соціальних, виробничих та організаційних структурах;
- побудови структур розв'язання задачі постановки цілей, пов'язаних із системою перспективного стратегічного планування;
- розроблення на основі балансної моделі Леонтьєва стратегії безконфліктного управління з використанням ціленаправленої зміни параметрів агрегатів динамічних систем із корпоративною структурою виробництва.

Наведені відомості про деякі результати досліджень у сфері ієрархічних систем і його школи доводять, що він створив цілісну концепцію стратегічного управління великими виробничими, організаційними та науковими і державними структурами як єдиної цілої системи.

Підхід В. М. Глушкова [77, 78] забезпечував теоретичний базис синтезу локальних і глобальних стратегій управління комплексом підприємств із багатомірною ієрархічною структурою (КБІС).

Основна проблема забезпечення безаварійності та ефективності управління КБІС — це дотримання процедури виконання управлінських і командних дій згідно з основними та локальними стратегіями і планами їх реалізації.

Якщо цих вимог не дотримуються, можливі аварійні і нестандартні ситуації, які виникають у техногенних системах з ієрархічною структурою організації [170, 229]:

- конфлікти між рівнями ієрархії через неузгодженість цільових завдань, низький рівень знань, інтелекту, здатності приймати ефективні рішення;
- дезінформація і неправильні управлінські рішення через деформацію позиційних та вузлових стратегій, тривалий час обдумування способу дій, затягування їхнього виконання;



- невідповідні рішення операторів із низьким рівнем когнітивних здібностей і низькою стресостійкістю, нерішучість під час прийняття протиаварійних дій;
- нездатність осіб найвищого рівня в ієрархії (в стані стресу) у граничних і аварійних режимах самостійно прийняти рішення (приклад Фукусіми, Чорнобиля, Саяно-Шушенської ГЕС);
- агресивна позиційна атака кадрів нижнього рівня на верхні з бажанням вийти на вищий вузол ієрархії (позицію).

Вищеперечислені проблеми розглянуті в працях таких авторів:

У праці *І. Ансоффа* ([15] — 1982) проаналізовано еволюцію задач, які виникли в індустріальну і постіндустріальну епоху, та методи їх розв'язання на основі засобів системного аналізу. Показано зміни в оцінці управлінських систем, стратегічному плануванні, проведено рангування стратегічних задач і неочікуваних збурень стратегічного характеру, обґрунтовано управління складними ситуаціями та роль технологій у стратегії бізнесу.

Відповідно, проаналізовано необхідність наявності потенціалу управління для проведення технологічних інтенсивних стратегій та їх суспільну значимість, стратегічні аспекти інтернаціоналізації (глобалістика), наукову обґрунтованість вибору системи управління.

Важливим моментом є аналіз стратегічної реакції на виклики під час дії активних факторів у реальному часі, який охоплює:

- управлінську реакцію на збурення і загрози та прогноз сценарію подій;
- обробка даних із використанням інформаційних та психологічних фільтрів і здатність прискорити процес мислення;
- розвиток стратегічного мислення операторів оперативного і стратегічного рівнів завдяки підвищенню рівня знань і тренінгу;
- рівні усвідомлення загроз від наявних ситуацій оперативним персоналом, рішучість дій на щодо їх усунення;
- управління в умовах стратегічних змін у ланках вищого рівня;
- стратегічне планування й управління, що, відповідно, забезпечує стійкість виробничих систем.

*Г. П. Подчасова* ([271] — 1989): розглянуто ефективні методи управління в ієрархічних системах на основі комплексування інформаційно-комп'ютерних технологій, економіко-математичних методів і застосування евристичних прийомів для ОПР, які є активними елементами формування та прийняття цілеорієнтованих рішень у виробничих системах.

Відповідно до цієї проблеми управління ІС сформульовано в праці *Г. П. Подчасової та інших* [271] такі концепції і стратегії та розроблені такі методи створення АСУ-ТП, ІАСУ:

- система управління виробництвом представляється як багатомірна ієрархічна структура, необхідна для реалізації цілей;
- сформульовано схеми і рівні опису системи, рівнів ієрархії і стратегій та їх абстрактне математичне відображення, яке необхідне для управління;
- обґрунтовано розподіл класів задач, які розв'язуються на кожному рівні ієрархії в нормальному й аварійному режимі;
- обґрунтовано на основі вибраних стратегій координації ІС управління виробничим процесом з врахуванням наявних ресурсів, формування планових завдань та способів управління техногенною системою в оптимальному режимі функціонування.

Відповідно розроблений підхід до проблеми управління інтегрованими інтелектуальними автоматизованими системами управління (ІАСУ) забезпечує оптимальне безконфліктне управління.

### **1.5. Проблема забезпечення інтелектуальної та функціональної стійкості оператора під час прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій техногенних систем**

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

- загальної і когнітивної психології прийняття рішень;
- теорії прийняття управлінських рішень для АСУ-ТП;
- філософії знань, інтелекту та менталітету особистості;
- логічних теорій різного рівня абстракції для формування правил і процедур прийняття рішень;
- математики, теорій дослідження операцій, ігор, прийняття цільових рішень, необхідних для синтезу стратегій управління;
- системного аналізу техногенних об'єктів, їх динаміки і структури, що необхідно для діагностики факторів збою;
- системного аналізу та інформаційних технологій для виявлення механізмів мисленневих процесів під час оцінки ситуацій у нормальних і граничних режимах об'єктів техногенної системи.

Під час виконання функціональних обов'язків людиною-оператором у нормальних умовах процес контролю стану в техногенних виробничих структурах проходить на нижньому рівні нейропсихічної напруженості. Рівень напруги залежить як від психофізіологічних, так і від інтелектуальних характеристик оператора, який приймає цілеорієнтовані функціональні рішення, згідно з правилами і нормами управління для конкретної структури (рис. 1.2).

Під час збою режимів функціонування об'єктів (технологічних) чи управлінських команд (робочою групою) через дію збурень і загроз виникає ситуація невизначеності в діях на першому етапі впливу на об'єкт і сприйняття ситуації оператором (лідером команди). Водночас 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 оперативного та адміністративного персоналу 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 охоплює формування предметної області на основі:

- моделі об'єктів та їх інформаційних образів;
- моделі режимів динаміки функціонування (нормальні та граничні);
- моделі розпізнавання образів ситуації та їх класифікації згідно з блоком характерних ознак для виявлення граничних режимів оцінки;
- моделі управляючих дій згідно зі стратегіями управління процесами;
- інформаційно-інтелектуальні моделі особи, які охоплюють:

- сенсорні моделі сприйняття зовнішніх ситуацій;
- моделі формування інформаційних образів об'єктів, структури, ситуації в динаміці та методів діагностики;
- моделі прийняття усвідомлених цілеорієнтованих рішень та вплив на них підсвідомих мотивів, що призводить до збою процесу управління;



Рис. 1.2. Системні фактори ризику, неврахування яких призводить до аварій: *ІВС* — інформаційний вимір; *АСУ-ТП* — автоматизована система управління технологічним процесом;  $\{Sk_i\}$  — послідовність зміни ситуації ризику

- процедури формування оцінок і критеріїв прийняття рішень та їх наслідків, оцінка ризиків;
- моделі способів реалізації стратегій, які забезпечують досягнення мети під час дії активних ресурсних факторів та атак;

– визначення ролі свідомості в процесах прийняття рішень як цілеорієнтованої особистості під час психологічної атаки.

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

#### Фактори впливу

За умов виникнення надзвичайних ситуацій характерною є дія факторів впливу на агрегати структурованої схеми об'єкта, яка охоплює 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.

Отже, виникнення НС має технологічні та енергетичні компоненти, які відображають динаміку подій у просторі і часі, та інформаційно-інтелектуальну компоненту як основу формування інформаційного образу ситуації, її оцінки та класифікації, вироблення стратегій прийняття рішень і планів дій для ліквідації НС.

#### Сприйняття інформації про ситуацію сенсорною системою оператора

Сенсорна система оператора відображає інтелектуальну компоненту визначення змісту образу сцени, в якій відображена просторово-часова структура об'єкта в його динаміці. На основі системи ознак в  $\{D3 \times T\}$  – просторі будується образ  $I_{\text{copi}}$  – який є моделлю об'єкта в свідомості оператора.

За появи загрози команда миттєво повинна відновити з достатнім рівнем повноти інформаційну модель об'єкта і НС, прийняти первинні міри і передати дані про загрозу НС у центр ліквідації [38].

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

Для розв'язання цієї проблеми необхідно враховувати як психологічні особливості оператора, так і логіку прийняття рішень під час побудови стратегії поведінки в НС [336, 337].

В основі операторно-логічної моделі мислення є дві гіпотези:

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

#### Процес мислення

Процес мислення виступає як активний елемент цілеорієнтованої дії та формоутворювальний спосіб поведінки [28], він охоплює:

- 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) [10]. Множина інтелектуальних дій, відповідно до функцій під час пошуку розв'язання задач, розбивається на:

- виконавчі дії згідно зі стратегією досягнення мети;
- контрольні-управляючі функції оцінки зміни ситуації.

Алгоритм на початку інтелектуальної діяльності не є елементом процесу мислення. Жорстка упорядкованість алгоритмічної структури розмивається невпорядкованістю мислення (евристики) через нечіткість цільових задач. За багатократних процедур 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 із єдиним кодом представлення інформації.

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

#### Система виконання дій

У системі виконання дій можна виділити такі функціональні елементи:

- орієнтування і контролю об'єкта АСУ-ТП та внутрішнього самоконтролю;
- управління як об'єктом, так і власними діями;
- виконання дій на основі апробованих стратегій поведінки;
- накопичення знань щодо способу дій та оцінки безпеки.

Логіко-психологічні координати (ЛПК) виявляють проблемну ситуацію, щоб вивчити систему цільових дій, які сприяють розв'язанню 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 у процесі верифікації на основі генерації гіпотез (модель досягнення мети).

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

#### Дослідження процесу розв'язання задач оператором

Процеси розв'язання задач оператором ґрунтуються на можливості виділення груп детермінованих дій на основі евристичних орієнтирів до цільової області, які необхідно вивести з підсвідомості для використання даних свідомою «Я–системою».

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

- дії згідно з цільовим завданням для реалізації протиаварійних команд;
- оцінки результату дії на кожному етапі плану команд;
- кінець дії щодо цілі при завершенні ліквідації загрози;
- повернення на початок циклу, якщо виконання певних дій не принесло 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, розв'язуючи задачу, розбиває програму на інформаційні кванти, прив'язуючи попереду їх адреси-координати ЛПК. Для кожного оперативного працівника має місце ієрархічне перекодування алгоритму, пристосування до особливостей мислення, який відображає логічну структуру процедури розв'язання задач [20, 316, 370].

Механізми мислення оператора не наводяться повністю до формалізованих описів. Розпізнаючи загальний метод розв'язання задачі, оперативний працівник (формування процедури рішення) наближається до віднайдення стратегії на основі евристичних компонент —

звернутих схем-суджень і дій. Під час доведення ідеї рішення формуються нові логічні координати, до яких прив'язуються системи елементарних інтелектуальних дій та формується стратегія вищого рівня, на якому взаємодіють логічні й евристичні схеми процедур рішення задачі [156, 370, 465].

#### Схеми розв'язання задач на основі інтуїції

Схеми розв'язання задач на основі інтуїції не зводяться повністю до логічних правил і процедур, а є значно ширшими. Людина оцінюючи ситуації, в процесі розв'язання проблеми, не знаючи спеціальних прийомів, формує метод послідовних пропозицій і відсікає варіанти в процесі верифікації, звужуючи клас альтернатив, водночас опирається на предметно-орієнтовану базу набутих знань, які мають свій рівень ієрархії для кожної людини (вербальний, евристичний, логіко-абстрактний).

Під час машинного аналізу ситуацій використовуються закладені в базу програми й 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 способом.

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

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 [89, 109, 182, 191, 446].

#### Існують такі підходи до розв'язання цілеорієнтованих задач:

– будується система всіх тверджень, які виводяться, відповідно до правила формування гіпотез, і описують функціональну та логічну структуру предметної області дій і ситуацію:

– на основі певних критеріїв розпізнавання наслідків дій та ситуацій щодо їх близькості до цілі:  $(I_k : B_k) \Leftrightarrow \{(x, y, z) \in V(Ci) \vee (p(z, Ci) \rightarrow \min)\} \Rightarrow B_k$ ;

– 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 відповідно до кінця, тобто від цільової області.

#### Процес зворотного мислення {ціль, стан}

Такі процеси мислення відбуваються на основі багатоканальної ієрархії, яка перетворюється в одноканальний ланцюг управляючих дій, у процедурі розв'язання задач із врахуванням обмежень вибору варіантів.

Інтелектуальні операції в процесі прийняття цілеорієнтованого мислення завжди випереджують дії і суттєво впливають на результат.

#### Метод оцінки дій

Цей метод 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.

Внутрішня логіка цілеорієнтації під час розв'язання 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.

Логіка вчинку зв'язує внутрішні і зовнішні компоненти процесу формування та виконання дій на основі логічної формалізації знань людини. У 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 в свідомій когнітивній структурі «Я–система».

#### Методологічний підхід до аналізу поведінки

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

- логіці норм близькості під час класифікації подій;
- логіці оцінок параметрів ситуацій;
- логіці формування цілей під час розробки стратегій розв'язання проблемної задачі;
- логіці цілей під час створення стратегії, тактики і програми цільових дій.

Відповідно мотиваційна структура є основою синтезу цілеспрямованих свідомих дій, які ведуть до досягнення мети, водночас основою є предметно-орієнтована індивідуальна база знань, сформована під час навчання.

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 зі свідомості в реалізацію вчинку (дію), водночас рівень складності реалізації логіки вчинку вищий, ніж рівень процедур логічного висновку. Тоді вимальовується проблема недостатності знань під час прийняття рішень в умовах невизначеності і зростає рівень відповідальності згідно з мотивацією дій «Я – системи».

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

#### Проблема прийняття рішень когнітивною «Я–системою» оператора

Проблема прийняття рішень когнітивною «Я–системою» оператора пов'язана з синтезом управляючих структур, які повинні виконувати певні функції згідно з логіко-когнітивним базисом:

- розподіл дій на рівні підсистем, згідно зі стратегією ліквідації надзвичайних ситуацій, яка виконується оперативно командою;
- перевірка результатів дій на об'єкт із надзвичайним станом;
- виявлення причин зміни стану об'єкта і виділення факторів впливу (механічних, енергетичних, кінематичних, інформаційних);
- синтез нової інформації, накопичення даних про причину змін стану на підставі причинно-наслідкових діаграм, які пов'язують агреговану структуру об'єкта;
- автоматичне планування дій на підсвідомій структурі «Я–системи»;

- виконання плану та контроль дій за результатами їх виконання, які відображаються у свідомості оператора у вигляді образів ситуації;
- побудова моделей проблемних середовищ у техногенних системах залежно від їхньої технічної структури;
- предметно-орієнтоване навчання і самонавчання оператора;
- вибір апаратних засобів для реалізації стратегії управління ліквідацією надзвичайних ситуацій для різних типів об'єктів і систем.

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

### **1.6. Аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах**

Протидія техногенним надзвичайним ситуаціям є вкрай важливою й одночасно складною справою. Функціонування на території нашої держави численних об'єктів підвищеної небезпеки, переважно в зонах із підвищеною щільністю населення, різко посилює небезпеку виникнення великих техногенних катастроф, ускладнює здійснення оперативного реагування та виконання заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Щорічно втрати від надзвичайних ситуацій в Україні вимірюються сотнями людських жертв, мільйонними збитками та непоправною шкодою для природного середовища.

Стан природно-техногенної безпеки і динаміка надзвичайних ситуацій останніх років свідчить про небезпеку загроз життєдіяльності населення, економіці і навколишньому природному середовищу, що дедалі зростає [79, 97, 112, 154, 205, 286, 329].

Первинну роль у вирішенні завдань ефективного реагування на надзвичайні ситуації відіграє державна політика у сфері цивільного захисту, яка активно впроваджується у державі за допомогою безумовного виконання законів України, указів Президента і відповідних постанов Кабінету Міністрів України та інших нормативних документів.

Досвід показує, що тільки там, де надзвичайним ситуаціям протистоять висока організованість, чіткі, продумані заходи спеціалізованих аварійно-рятувальних формувань, застосування досконалих технологій та сучасного аварійно-рятувального спорядження, скоординовані і вправні дії служб регіону та населення, яке знає, як себе поводити в екстремальних умовах, — можна досягти успіху у захисті людського життя і здоров'я населення та збереженні майна [315].

Аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах проведено на прикладі комплексного командно-штабного навчання ліквідаторів на об'єктах ТЗОВ «Карпатнафтохім» у м. Калуші, як еталонної моделі стратегії реалізації протиаварійних дій.

В Івано-Франківській області наявні майже всі природно-техногенні ризики, які характерні для різних регіонів України, а саме: паводки, зсуви, землетруси, загрози виникнення аварій на потенційно небезпечних об'єктах та транспорті з викидом НХР, витоком нафтопродуктів і пов'язаним із цим забрудненням довкілля.

Івано-Франківська область належить до 1-го ступеня хімічної небезпеки, де частка насе-



лення, яке проживає в зонах прогнозованого хімічного зараження, становить понад 27 тис. осіб.

Найбільш небезпечними з погляду хімічної загрози адміністративно-територіальними одиницями є міста Івано-Франківськ, Калуш та Надвірна.

### ***1.6.1. Комплексне командно-штабне навчання оперативного персоналу на об'єктах ТзОВ «Карпатнафтохім» у м. Калуші як модель стратегії протиаварійних дій***

Проведено аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям в техногенних енергоактивних системах на прикладі товариства з обмеженою відповідальністю «Карпатнафтохім» — багатогалузевого підприємства, яке створене в 2005 році, належить до об'єктів підвищеної небезпеки та займає територію 235 гектарів.

#### **Оперативно-тактична характеристика підприємства з ієрархічною структурою**

До складу ТзОВ «Карпатнафтохім» входять такі основні виробництва: виробництво вінілхлориду; виробництво «Поліолефін»; залізничний цех; управління магістральних продуктопроводів.

Виробничі корпуси ТзОВ «Карпатнафтохім» розміщені на відстані 5–10 км на північ від м. Калуша Івано-Франківської області. У ТзОВ «Карпатнафтохім» виготовляється більше 20 видів готової продукції. Основними видами продукції є хлор, сода каустична, соляна кислота, хлористий вініл, етилен, пропілен, бензол, піролізне масло, гранульований поліетилен та вироби з нього та ін. Сировиною для випуску продукції слугує дихлоретан, вінілхлорид, метанол та ін. Характерними особливостями ТзОВ «Карпатнафтохім» є їх підвищена пожежо- і вибухонебезпека, наявність агресивних середовищ (кислот, лугів), зберігання великої кількості скраплених вуглеводневих і отруйних газів, їх транспортування по міжцехових і магістральних трубопроводах. Специфікою ТзОВ «Карпатнафтохім» є те, що тут поєднуються заводи різних галузей: виробництво «Поліолефін» і виробництва вінілхлориду, де застосовують органічний та нафтохімічний синтези.

Загальна чисельність працівників на ТзОВ «Карпатнафтохім» становить 2 654 осіб.

#### **Навчання проводиться з метою:**

1. Удосконалення навиків керівників у приведенні підпорядкованих підрозділів у готовність до дій за призначенням.
2. Координування органу управління, підвищення майстерності його працівників в управлінні підпорядкованими підрозділами і силами, організації взаємодії та всебічного забезпечення під час реагування на надзвичайні ситуації.
3. Набуття практичних навичок із збору, обробки та аналізу інформації про обстановку, підготовки даних для прийняття рішення, планування дій органів управління та сил, своєчасного доведення задач до підлеглих, безперервного управління ними під час проведення Р та ІНР.
4. Перевірка готовності органів управління та сил ДСНС до виконання завдань за призначенням.
5. Відпрацювання системи управління в надзвичайних ситуаціях і використання потенціалу Львівського державного університету безпеки життєдіяльності у сфері цивільного захисту.

Час проведення навчань — 6 год.

#### ***А) Мета і задачі навчання команд ліквідаторів***

**Тактичний задум.** Внаслідок землетрусу силою 7 балів за шкалою М8К-64 відбулося часткове руйнування житлових будинків, промислових будівель та комунікацій, які перебувають в епіцентрі землетрусу, під завалами є люди. Значна кількість людей зазнала травм та ушкоджень різного ступеня важкості.

У резервуарному парку ТзОВ «Карпатнафтохім» пошкоджено резервуар із дизельним паливом об'ємом 15 тис. м. куб., стався витік нафтопродукту та його загоряння. Зруйновано залізничну колію, в результаті чого два потяги зійшли з рейок, дві залізничних цистерни з хлором перекинулись, одна з них зазнала пошкоджень і втратила герметичність, відбувається витік хлору. Існує реальна загроза хімічного зараження території двох населених пунктів, до зони ураження якої може потрапити приблизно 3 тис. осіб.

***Б) Початковий етап формування стратегії ліквідації***

Отримавши інформацію про НС у районі ТзОВ «Карпатнафтохім» в м. Калуш, оперативно-диспетчерська служба ОКЦ ГУ ДСНС України в області направила сили і засоби пожежно-рятувальних підрозділів ГУ ДСНС України в області та аварійно-рятувальні служби міста на місце події. Проводиться оповіщення керівного та начальницького складу ГУ ДСНС України, керівництва ОДА.

Оперативно-чергова служба ГУ ДСНС України інформує про факт виникнення НС та заходи, що здійснюються і плануються:

- начальника ГУ ДСНС України в області — негайно;
- оперативну групу, МОГ та інших посадових осіб ГУ ДСНС України — за вказівкою начальника ГУ ДСНС України — негайно;
- оперативно-чергові служби взаємодії — протягом 5 хвилин;
- оперативно-чергову службу ДСНС України — протягом 5 хвилин.

***В) Кризовий центр управління протиаварійними діями***

У кризовому центрі ГУ ДСНС України створюється група, у склад якої входять працівники управлінь ГУ ДСНС України в області — для обробки інформації з місця НС, передачі достовірних даних у ДСНС України, взаємодії із службами реагування та залучення чергового підрозділу ЛДУ БЖД за погодженням з ДСНС України.

Після уточненої інформації про НС через чергового УзНС ОДА проводиться збір і оповіщення комісії ТЕБ та НС. На місце НС (державний рівень) виїжджає МОГ ГУ ДСНС України в такому складі: заступник начальника Головного управління ДСНС України в області (старший МОГ із ліквідації надзвичайної ситуації); начальник управління планування та моніторингу ГУ ДСНС України в області (відповідальний за координацію дій); начальник управління цивільного захисту ГУ ДСНС України в області (відповідальний за збір, узагальнення та аналіз інформації мобільної оперативної групи); начальник відділу зв'язку, оповіщення та АСУ ГУ ДСНС України в області (відповідальний за зв'язок).

***Г) Термінальні характеристики логіки дій ліквідаторів***

Алгоритм побудови послідовних дій і тактик ліквідації надзвичайних ситуацій охоплює:

- застосування табельних засобів індивідуального захисту органів дихання та шкіри;
- необхідність проведення аналізу повітря на наявність НХР за допомогою автоматичного газоаналізатора-сигналізатора ДОЗОР-С-М-5Н (яким забезпечена МОГ);
- встановлення безперервного зв'язку та забезпечення оповіщення населення про стан надзвичайної ситуації;
- проведення аналізу первинної інформації про обстановку та прогноз розвитку НС, кількість потерпілих та масштаби руйнування;
- доповідь в ГУ ДСНС України (кризовий центр) про характер, масштаб і можливості розвивання НС, подання пропозицій щодо залучення сил та засобів обласного зведеного аварійно-рятувального загону;

- забезпечення керівництва силами та засобами, залученими до ліквідації НС, а якщо потрібно, і керуванням рятувальними роботами та іншими заходами невідкладного реагування;
- налагодження взаємодії з місцевими органами виконавчої влади, посадовими особами державних установ, суб'єктами господарювання;
- нанесення оперативної обстановки на робочу карту, проведення документування та фото-, відеозйомки наслідків НС, передання інформації засобами зв'язку до оперативно-координаційного центру (кризового центру ГУ ДСНС України в області та чергової частини ДСНС України);
- постійне інформування про хід ліквідації наслідків НС та забезпечення оперативної передачі фото-, відеоматеріалів із місця події.

Порядок надходження інформації про розвиток ситуації під час реалізації плану дій:

- з прибуттям на місце надзвичайної ситуації та після виконання першочергових заходів оперативного реагування;
- що дві години про хід ведення аварійно-рятувальних робіт;
- у випадку різкого погіршення оперативної ситуації, розвитку небезпечних факторів надзвичайної ситуації, зміни плану локалізації і ліквідації наслідків доповіді подаються негайно.

Розподіл роботи у секторах за часом для відпрацювання оперативно-рятувальними підрозділами ДСНС України окремих епізодів з виявлення, локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації наведені в таблиці 1.1, а розташування робочих ділянок та секторів продемонстровані на рисунку 1.3.

Таблиця 1.1

Часові інтервали виявлення, локалізації та ліквідації НС у секторах (епізодах)

№ Сектора	ЧАС													
	9 <sup>00</sup>	9 <sup>30</sup>	10 <sup>00</sup>	10 <sup>30</sup>	11 <sup>00</sup>	11 <sup>30</sup>	12 <sup>00</sup>	12 <sup>30</sup>	13 <sup>00</sup>	13 <sup>30</sup>	14 <sup>00</sup>	14 <sup>30</sup>	15 <sup>00</sup>	
Сектор № 1														
Сектор № 2														
Сектор № 3														
Сектор № 4														
Сектор № 5														
Сектор № 6														
Сектор № 7														
Сектор № 8														
Сектор № 9														
Сектор № 10														
Сектор № 11														
Сектор № 12														
Сектор № 13														
Сектор № 14														
Сектор № 15														
Сектор № 16														
Сектор № 17														
Сектор № 18														
Сектор № 19														

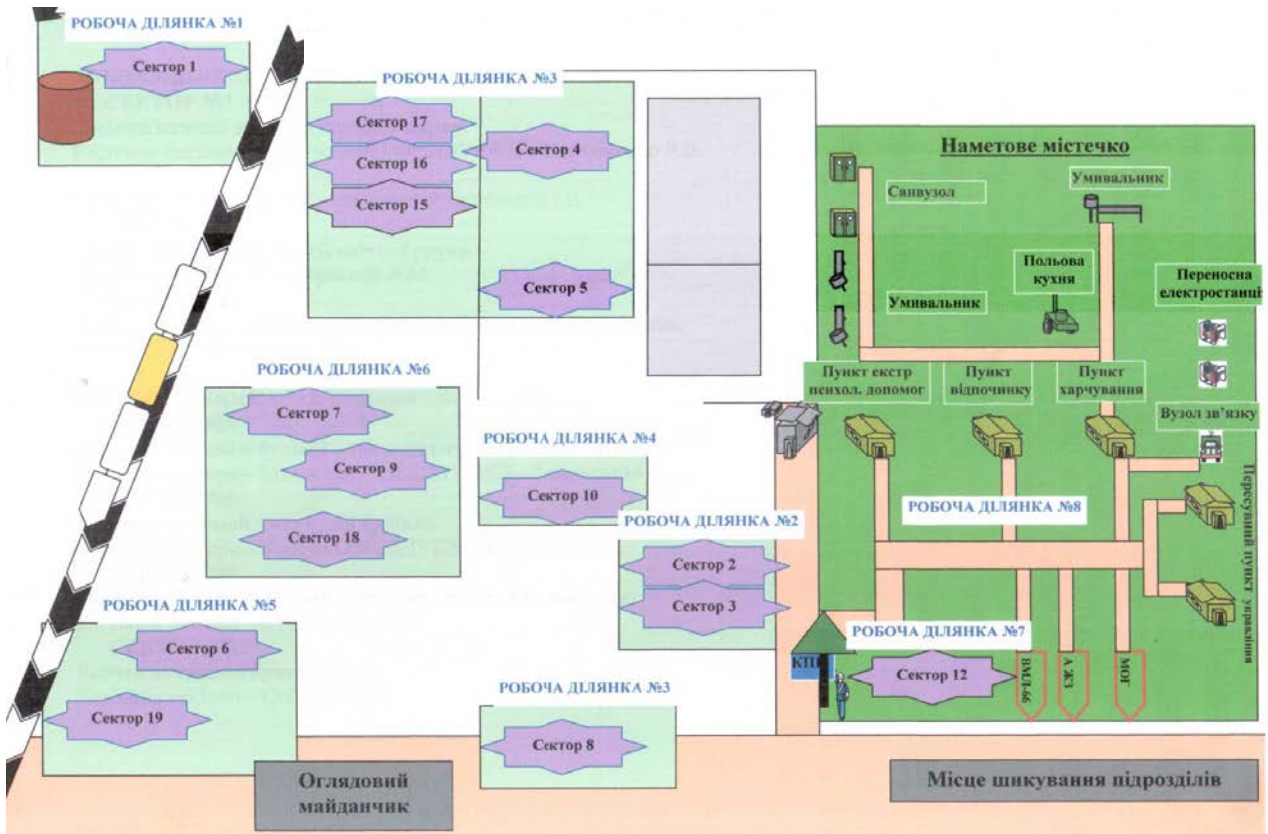


Рис. 1.3. Схема розташування робочих ділянок та секторів [237]

Розгортання сил та засобів по термінах на ділянках і секторах, у яких виникали аварійні ситуації наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Розгортання сил та засобів по термінах на ділянках і секторах, у яких виникали аварійні ситуації [237]

Підрозділ	Вододжерела	Техніка	Час введення стволів			
			3 хв.	5 хв.	12 хв.	20 хв.
ДПЧ-9	ПГ-62	АЦ				
		ППП-32				
СДПЧ-7	ПВ	ПНС				
ДПЧ-4	ПВ	АЦ				
	ПГ-53	АЦ				
СДПЧ-7	ПВ	АЦ				
	ПГ-61	АЦ				
ДПЧ-4		АППГ				
ЧСПТ	ПВ	ПНС				

#### ***Д) Процеси прийняття рішень та відбір стратегій ліквідації аварійних ситуацій***

##### ***I. Мета та основні задачі формування і прийняття рішень***

1. Відпрацювати організацію та тактику гасіння пожеж на об'єкті ТзОВ «Карпатнафтохім».
2. Вдосконалити практичні навички та тактичне мислення начальницького складу в керівництві оперативними діями пожежно-рятувальних сил.
3. Відпрацювати перший та наступні КПП у правильному виборі вирішального напрямку, способів та засобів гасіння.
4. Навчити особовий склад підрозділів Івано-Франківського зведеного загону веденню оперативних дій з гасіння характерних пожеж.
5. Відпрацювати взаємодію пожежно-рятувальних сил, чергового підрозділу ЛДУБЖД з обслуговуючим персоналом об'єкта та спеціальними службами міста.

##### ***II. Порядок проведення навчань ліквідаторів, які необхідні для підвищення їх ефективності***

1. Оголошення теми і мети навчань, перевірка знань правил безпеки праці задіяного на навчанні особового складу. Прибуття на об'єкт, оголошення ввідної інформації про виникнення НС та виклик пожежних підрозділів.
2. Ввідна інформація про розвиток НС першому та наступним КПП. Відпрацювання взаємодії пожежно-рятувальних сил із штабом з ліквідації пожежі об'єкта.
3. Досягнення поставленої мети. Підбивання підсумків навчань. Оцінювання рівня підготовленості особового складу задіяних підрозділів. Відзначення прикладів правильного застосування ПТО і техніки. Вказівка на характерні помилки.

##### ***III. Характеристика об'єкта (резервуарний парк), на якому сталася аварійна ситуація***

Резервуарний парк, к-с 439 «Б», це 5 наземних вертикальних циліндричних резервуарів, розділених обвалуванням. Резервуари призначені для зберігання дизельного палива. Місткість кожного резервуару — 15 000 м<sup>3</sup>.

Можливі аварії — розгерметизація резервуара, перелив резервуара, пожежа, вибух. Розпізнавальними ознаками аварії є руйнування резервуара, витік нафтопродукту в піддони резервуарів, дим, полум'я.

Регламентований робочий рівень заповнення резервуарів (у всіх без винятку) становить 10–80 % від повного об'єму резервуара. Порушення дотримання показників рівня у резервуарах більше ніж на 80 % може призвести до деформації і руйнування резервуара, а також до переливу, тобто витоку дизельного палива із резервуара і розвитку аварії. Порушення дотримання показників рівня у резервуарах менше 10 % може призвести до потрапляння газової фази на насосне та компресорне устаткування, його перегріву та руйнування.

##### ***IV. Аналіз процесу розгортання протидій надзвичайній ситуації на техногенному об'єкті та способи дій, необхідні для її ліквідації у визначений термін***

Для ліквідації надзвичайної ситуації необхідно провести аналіз процесу розгортання сил та засобів (рис. 1.4). Для виконання протиаварійних дій потрібно максимально ефективно використати час згідно з чинними нормативами. Відповідно до цього вводимо репери часу послідовності проведення операцій.

**Репер 1.** Оперативний час — 10.00. Розгортання подій НС.

**Обставини аварії** — горить дзеркало резервуара Е4/4 з дизельним паливом на площі 918 м<sup>2</sup>.

**Необхідні оперативні дії з ліквідації НС за допустимий час**

**Обслуговчий персонал:** повідомляє диспетчера виробництва, пожежну охорону, вмикає систему зрошення резервуарів та насоси — підвищувачі протипожежного водопроводу, організовує

перекачування дизельного палива з резервуара, що горить (Е-4-4), у резервний Е-4 (160), автоматична система пінного пожежогасіння резервуару вийшла з ладу, докладає про обстановку керівництву ТзОВ «Карпатнафтохім», дає вказівку про збір об'єктового штабу, проводить передбачені у випадку пожежі заходи з евакуації персоналу з небезпечної зони. Виставляє пости для зустрічі пожежних підрозділів. Направляє до місця пожежі відділення СВАРЗ для проведення рятувальних робіт та швидку допомогу для надання першої медичної допомоги.

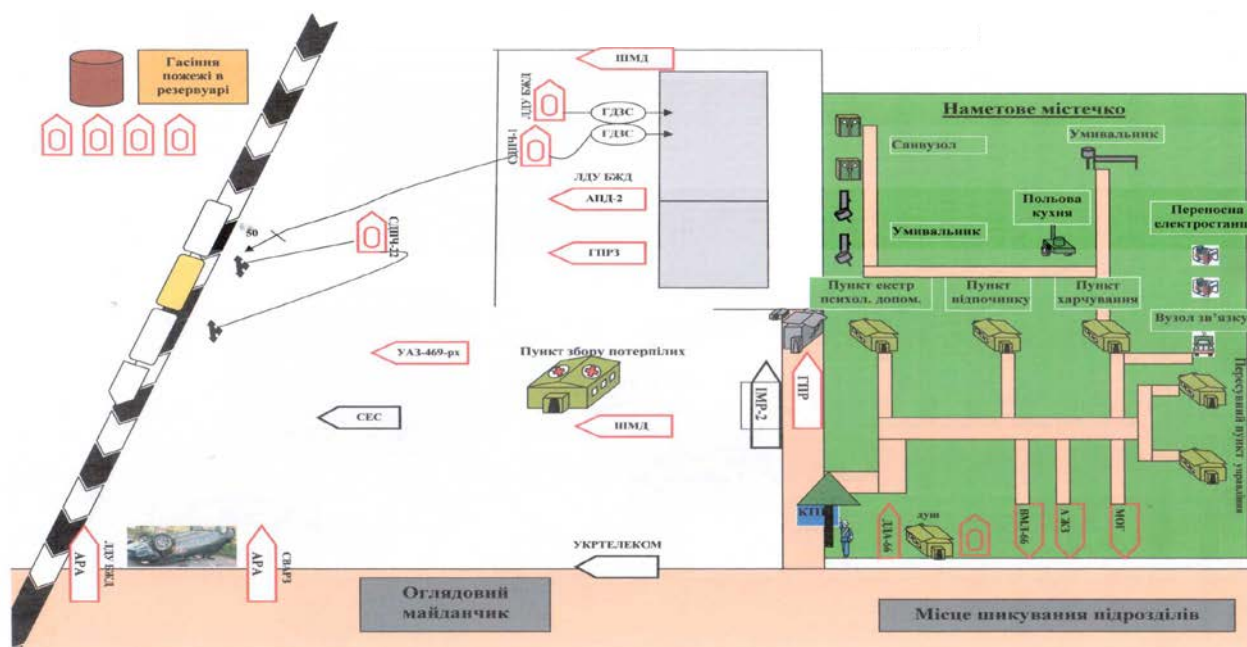


Рис. 1.4. Схема роботи аварійно-рятувальних підрозділів на натуральному майданчику [237]: ШМД — швидка медична допомога; АПД — автомобіль першої допомоги; АРА — аварійно-рятувальний автомобіль; СЕС — санепідемстанція; МОГ — місцеві органи господарювання

### Етапи виконання оперативних дій

**Репер 2.** Оперативний час — 10.03. Початок операції з ліквідації.

**Обставини аварії** – продовжується горіння дизельного палива в резервуарі. Внаслідок руйнування стінок резервуара відбувся витік та загорання дизельного палива в обвалуванні на площі 100 м<sup>2</sup>.

**Оперативні дії** (рис. 1.5):

2.1. *КГП-1 начальник ДПЧ-9:* оцінює обстановку. По радіостанції передає на Г13Ч інформацію про пожежу за зовнішніми ознаками, проводить розвідку пожежі, визначає вирішальний напрямок. Приймає інформацію від обслуговчого персоналу, підтверджує підвищений номер виклику. Подає команду начальнику караулу ДПЧ-9 щодо проведення бойового розгортання із встановленням АЦ 1-го відділення на ПГ-62 та подачею ст. ПЛС-20П на охолодження резервуара, який горить Е 4/4 та ст. «Б» та захист особового складу.

2.2. Одночасно командир відділення СВАРЗ проводить пошук потерпілих та рятувальні заходи. Проводить попереднє бойове розгортання ППП-32 та встановлює АП-5 у резерв. Особовий склад, що подає ствол ПЛС-20 на охолодження резервуара, що горить, працює в тепловідбивних костюмах. Про вжиті заходи та обстановку на місці пожежі передає інформацію на ПЗЧ.

**Репер 3.** Оперативний час — 10.05.

**Обставини аварії** — продовжується горіння дизельного палива в резервуарі та в обвалуванні. Площа горіння розлитого дизпалива в обвалуванні становить 150 м<sup>2</sup>.

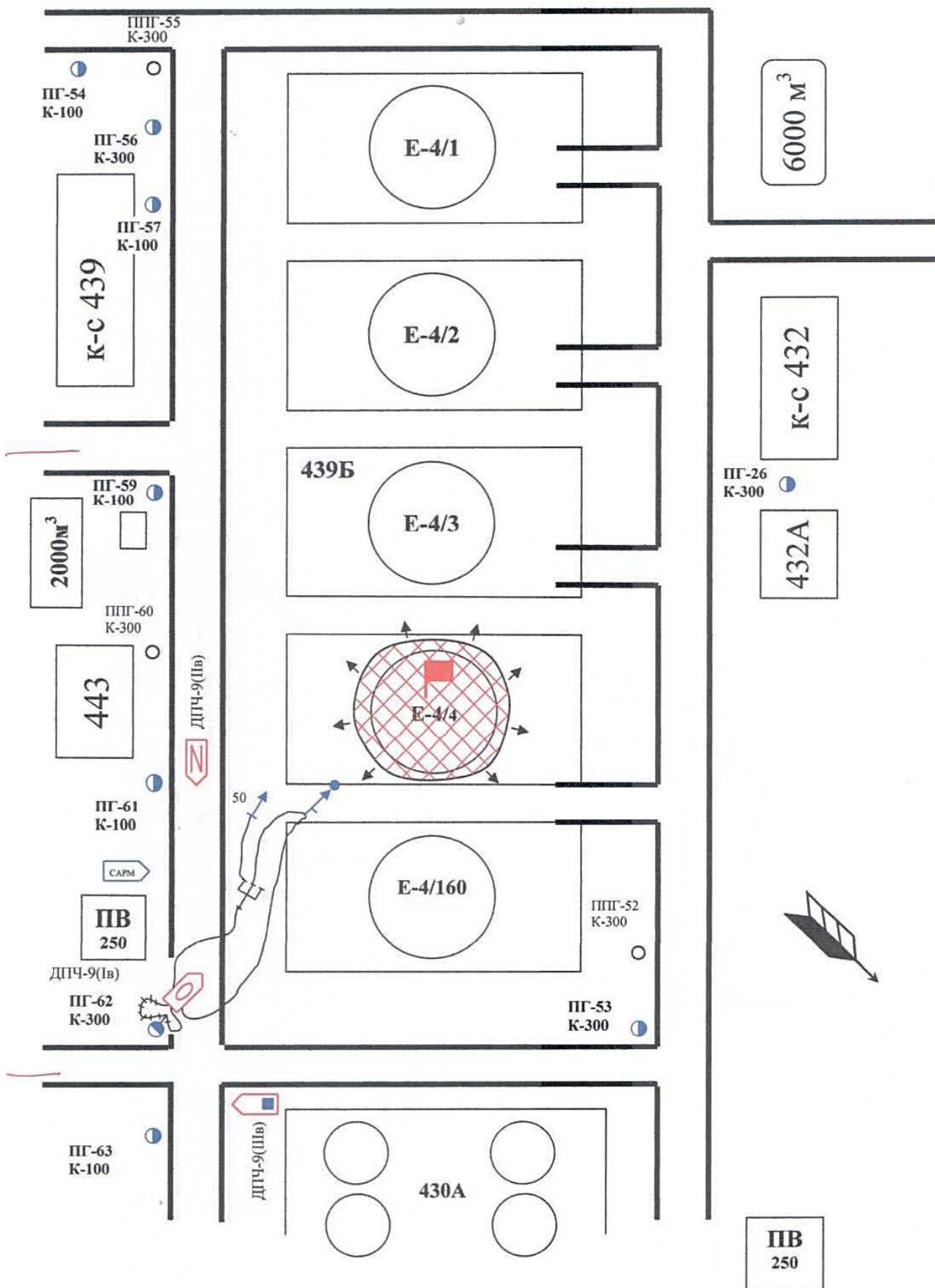


Рис. 1.5. Схема розташування сил та засобів для ліквідації надзвичайної ситуації (КГП-1) [237]: ПВ — пожежне водоймище; ПГ — пожежний гідрант; К — колонка; ППГ — пінне пожежогасіння

**Оперативні дії з ліквідації аварії**

3.1. КГП-2 начальник ЗДПО-1. По радіостанції передає на ПЗЧ інформацію про пожежу за зовнішніми ознаками, оцінює обстановку, приймає доповідь від КГП-1 про обстановку на пожежі та вжиті заходи щодо гасіння пожежі, бере керівництво гасіння пожежі на себе, підтверджує підвищений номер виклику, проводить розвідку пожежі. Віддає команду начальнику караулу ДПЧ-4 на «встановлення» АЦ 1-го відділення на ПГ-53 та 2-го відділення на природну водойму площею 2000 м<sup>3</sup> (ПВ-3) на проведення оперативного розгортання з подачею двох стволів ПЛС-20П на охолодження резервуара, що горить. Від розгалуження АЦ (2-го відділення) подати ствол «Б» на захист колін ППП-32 (ДПЧ-9). Організовує взаємодію з об'єктовим штабом пожежогасіння, з'ясовує причини несправності автоматичної системи пінного пожежогасіння.

Про вжиті заходи та обстановку на місці пожежі передає інформацію на ПЗЧ.

**Репер 4.** Оперативний час — 10.12

**Обставини аварії** — продовжується горіння дзеркала резервуара та пролитого дизельного палива в обвалуванні, площа пожежі в обвалуванні — 200 м<sup>2</sup>.

**Оперативні дії з ліквідації аварій**

4.1. КГП-3 начальник Калуського РВ ГУ ДСНС України. По радіостанції передає інформацію про пожежу на ПЗЧ. Приймає доповідь від КГП-2. Оцінює обстановку за зовнішніми ознаками та вжиті заходи з гасіння пожежі. Бере керівництво гасіння пожежі на себе та проводить розвідку. Підтверджує підвищений номер виклику. Створює оперативний штаб на пожежі.

4.2. Начальник оперативного штабу — начальник ЗДПО-1. Проводить безперервну розвідку пожежі, збирає відомості про стан конструкції резервуара та збільшення площі пожежі в обвалуванні, проводить розрахунки сил та засобів, які необхідні для подачі стволів на охолодження резервуара, що горить (Е4-4), та охолодження сусідніх резервуарів ГЕ 4/3 і К 4/160Л, організовує взаємодію оперативного штабу зі спеціальними службами об'єкта.

**Репер 5.** Оперативний час — 10.20

**Обставини аварії** — прибула чергова зміна ОВ ОКЦ ГУ ДСНС України в області (КГП-4). Продовжується горіння дзеркала резервуара та пролитого дизельного палива в обвалуванні, загальна площа пожежі — 1 118 м<sup>2</sup>.

**Оперативні дії з ліквідації пожеж** (рис. 1.6.)

5.1. КГП-4- начальник зміни ОВ ОКЦ. Приймає доповідь від КГП-3 про обстановку на пожежі та вжиті заходи з гасіння пожежі. Бере керівництво гасіння пожежі на себе, проводить розвідку. Підтверджує підвищений номер виклику. Умовно залучає сили та засоби згідно з Республіканським планом залучення. Створює оперативний штаб пожежогасіння та три оперативні дільниці. Призначає:

5.2. Начальника штабу — начальника зміни ОВ ОКЦ

**Основна задача № 1.** Формування плану дій з ліквідації пожеж:

– до місця пожежі викликати пожежний поїзд Івано-Франківського відділку Львівської залізниці;

– з'ясувати наявність на об'єкті пересувних засобів пожежогасіння та можливості їхнього застосування;

– з'ясувати можливість від'єднання резервуара, що горить, від загальної групи резервуарів та перекачування нафтопродукту в сусідній резервуар (Е-4/160);

– організувати взаємодію зі спецслужбами об'єкта.



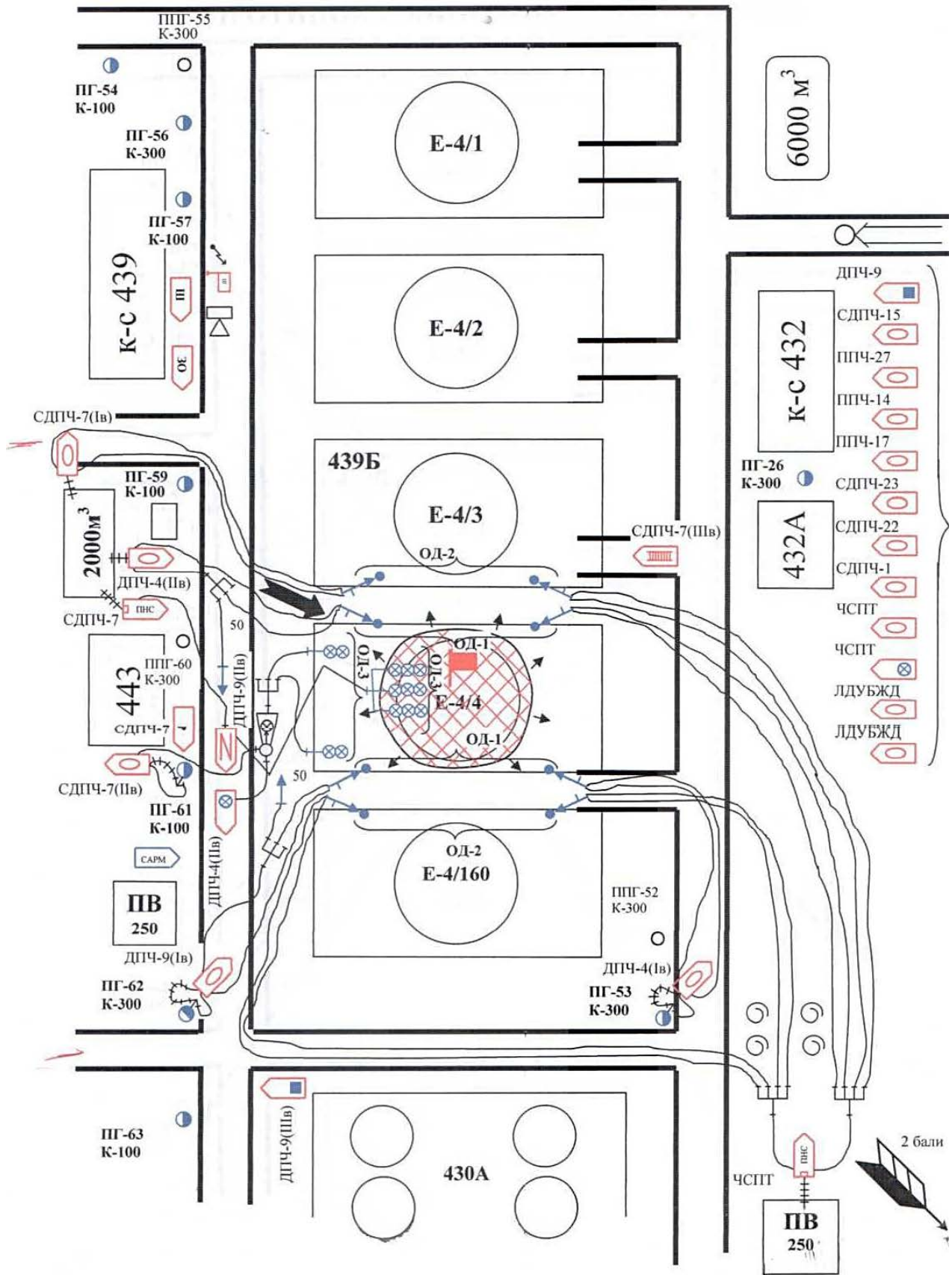


Рис. 1.6. Схема розташування сил та засобів для ліквідації надзвичайної ситуації (КГП-4) [237]: ППЧ, СДПЧ, ЧСПТ, ЛДУ БЖД — аварійно-рятувальні підрозділи; ПВ — пожежне водіймище; ПГ — пожежний гідрант; К — колонка; ППГ — пінне пожежогасіння

*5.3. Начальника об'єктового штабу:*

**Задача № 2.** Діагностика ситуації на об'єкті:

- з'ясувати характер пошкодження резервуара, що горить, та стан сусідніх резервуарів і технологічного обладнання;
- визначити наявність і стан виробничої та зливної каналізації, оглядових колодязів і гідрозатворів;
- провести розрахунки лінійної швидкості вигорання та прогріву нафтопродукту;
- забезпечити створення додаткового обвалування із землі та гравію.

*5.4. Помічника начальника штабу — начальника ЗДПО-1*

**Задача № 3.** Розрахунок параметрів станів і граничних режимів:

- провести розрахунки з охолодження резервуара, що горить, та сусідніх резервуарів і провести пінну атаку;
- провести розрахунки трикратного запасу піноутворювача.

*5.5. Начальника тилу — начальника тилу ОБ ОКЦ*

**Задача № 4.** Організація і тактика проведення:

- організувати зустріч підрозділів Івано-Франківського зведеного загону, та організувати розстановку сил та засобів;
- вести облік роботи та витрат вогнегасних речовин та ПММ;
- провести розвідку додаткових вододжерел.

*5.6. Відповідального за безпеку праці — начальника тилу ОБ ОКН*

**Задача № 5.** Розробка засобів протидії:

- охолодження резервуара що горить, Е4/4. Продовжувати безперервне охолодження конструкцій резервуара до температури, що унеможливило повторне спалахування палива.

*5.7. НОД-2 — начальника ДПЧ-4*

**Задача № 6.** Розробка і реалізація схеми протидії:

- охолодження сусідніх резервуарів Е-4/3, Е-4/160. Продовжувати безперервне охолодження конструкцій сусідніх резервуарів після завершення пінної атаки.

*5.8. НОД-3 — начальника Калуського РВ*

**Задача № 7.** Вибір засобів пожежогасіння:

- підготовка до проведення пінної атаки резервуару, що горить Е-4/4, та обвалування.

**Репер 6.** Оперативний час — 10.30

**Реалізація задачі з ліквідації пожежі**

*6.1. КГП-4:* встановлює сигнали екстреного відходу о/с на випадок небезпеки та на початок проведення пінної атаки і її закінчення.

*6.2. КГП-4:* подає команду на проведення пінної атаки (початок пінної атаки — довгий звуковий сигнал від ППП-32). Сигнал екстреного відходу особового складу — два короткі звукові сигнали від ППП-32.

**Репер 7.** Оперативний час — 10.35. Локалізація пожежі.

**Оперативні дії**

*7.1. КГП-4:* проводить розвідку пожежі.

Забезпечує інформування керівництва ГУ ДСНС України в області про пожежу та хід її ліквідації.

**Репер 8.** Оперативний час — 11.10. Ліквідація пожежі.

**Оперативні дії щодо результатів ліквідації пожежі**

*8.1. КГП-4:* передає інформацію на ОДС ОКЦ. Продовжується робота з охолодження резервуара, що горить, та сусідніх резервуарів. Проводить огляд місця пожежі з представниками

об'єктового штабу, пересвідчується у ліквідації пожежі.

Оцінюються дії особового складу, звертається увага на недоліки в роботі, порушення правил безпеки праці, визначаються термінальні інтервали часу дій із ліквідації НС та порівнюються з нормативами.

### 1.6.2. Організація роботи пересувного пункту управління та його інформаційне забезпечення

#### 1. Загальні вимоги до інформаційно-управлінського забезпечення ліквідації аварії.

Пересувний пункт управління (ППУ) — це спеціально обладнане та оснащене технічними засобами місце, з якого уповноважений керівник із ліквідації надзвичайної ситуації (НС), штабом із ліквідації НС або оперативної групи (ОГ) здійснює управління силами і засобами на місці виникнення НС.

На ППУ облаштовуються приміщення для штабу, де проводиться оцінка обстановки, прийняття рішень, планування дій, постановка завдань підлеглим і управління їх діями. Приміщення для штабу з ліквідації НС та ОГ служб ЦЗ облаштовуються в окремих наметах (рис. 1.7).

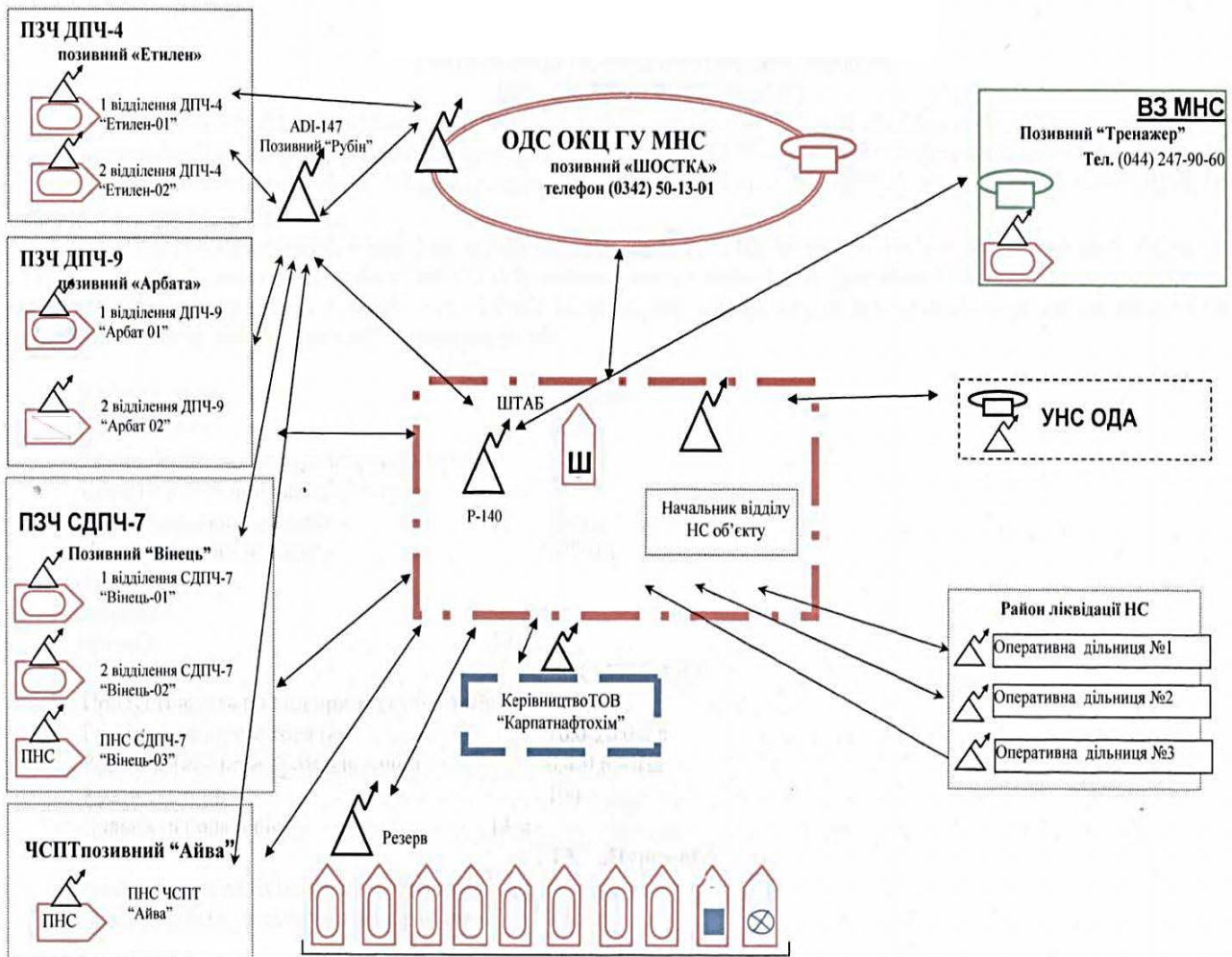


Рис. 1.7. Схема організації зв'язку на навчаннях із ліквідації надзвичайної ситуації ТзОВ «Карпатнафтохім» — резервуар Е4/4 [237]: ПЗЧ ДПЧ — пункт зв'язку частини; ЧСПТ — частина спеціальної пожежної техніки; ОДС ОКЦ ГУ — оперативно-диспетчерська служба оперативно-координаційного центру головного управління

Робочі приміщення забезпечуються засобами зв'язку, оповіщення, обробки, прийому і передачі інформації та іншими технічними засобами управління. Система зв'язку повинна забезпечувати безперервний і якісний обмін інформацією з вищими, підлеглими і взаємодіючими органами управління та ОГ у районі НС. Для підвищення оперативності та безперервності управління під час ліквідації НС як складова частина ППУ можуть створюватися допоміжні пункти управління.

ППУ створюються в аварійно-рятувальних загонах спеціального призначення (загонах технічної служби) для забезпечення роботи ОГ та штабів із ліквідації НС регіонального та місцевого рівнів, а в окремих випадках — для роботи ОГ ДСНС України і штабу державного рівня.

## 2. Робота пересувного пункту управління

ППУ розгортається безпосередньо в районі виникнення НС для максимального наближення ОГ, штабу з ліквідації НС, спеціальної комісії з ліквідації НС та комісії з питань ТЕБ та НС до місця проведення аварійно-рятувальних невідкладних робіт (АРНР) і заходів щодо захисту населення.

Порядок розгортання ППУ, розміщення ОГ, комісії з питань ТЕБ та НС, спеціальної комісії з ліквідації НС, представників органів управління, служб та сил визначає уповноважений керівник ліквідації НС, голова відповідної комісії та орган управління ГУ ДСНС України. Порядок роботи на ППУ визначає начальник штабу з ліквідації НС.

З метою забезпечення безперервності управління на ППУ організується цілодобове чергування. Для цього створюються чергові зміни, до складу яких входять старший чергової зміни, оперативний черговий і його помічник, робочі групи, чергова зміна вузла зв'язку та представники служб.

Переміщення ППУ планується завчасно і здійснюється послідовно залежно від обстановки, забезпечуючи безперервне управління силами.

На ППУ проводиться оцінка обстановки, прийняття рішень, планування дій, постановка завдань, підлеглим і управління ними. Розгортання ППУ, розміщення оперативних груп, представників органів управління, служб та сил визначається рішенням начальника ГУ ДСНС України (голови відповідної комісії) та вимогами вищого органу управління ДСНС України. Порядок роботи на ППУ встановлюється рішенням начальника штабу з ліквідації НС. На ППУ спільно працюють представники оперативних груп відомств та організацій, залучених до ліквідації НС.

Для оцінки обстановки, планування дій та підготовки рішень із ліквідації наслідків НС і управління залученими силами, організації зв'язку, прийому-передачі та технічної обробки вхідної, вихідної і внутрішньої інформації, а також всебічного забезпечення ППУ створено основні робочі групи штабу з ліквідації НС. Також працюють представники (оперативні групи) міністерств, відомств та органів управління – залучених до ліквідації НС, які перебувають на пункті управління. Оперативні групи підтримують постійний зв'язок з органами управління, які їх направили. Вони забезпечують координацію дій органів управління і сил, які вони представляють, доводять до безпосередніх керівників інформацію про обстановку і розпорядження, що надійшли від органів управління, та виконання інших питань, що виникають під час ліквідації НС.

### ***1.6.3. Штаб із ліквідації надзвичайної ситуації та його функції***

Штаб із ліквідації надзвичайної ситуації (НС) державного або регіонального рівня утворюється залежно від рівня НС. Основним завданням штабу з ліквідації НС є безпосередня організація і координація аварійно-рятувальних невідкладних робіт (АРНР).

Штаб із ліквідації НС здійснює таку роботу:

- визначає зону ураження НС, кількість і місця перебування в ній людей;
- організовує їх рятування та надання медичної допомоги (рис. 1.8);



Рис. 1.8. Схема алгоритму проведення пошуково-рятувальних робіт командою ліквідаторів

- збирає дані про обстановку в зоні НС, аналізує та узагальнює їх;
- визначає головні напрямки ліквідації НС, приймає рішення щодо проведення АРНР, захисту населення і території від її наслідків, забезпечення життєдіяльності постраждалого населення;
- розробляє оперативні плани ліквідації НС та її наслідків, зосереджує в районі НС необхідні сили і засоби та своєчасно вводить їх у дію;
- визначає кількість і склад аварійно-рятувальних формувань, необхідних для ліквідації НС, порядок і терміни їх залучення згідно з планами реагування на НС і планами взаємодії; організовує взаємодію залучених аварійно-рятувальних служб та формувань із метою ефективного використання їх потенціалу;
- здійснює керівництво роботами з ліквідації НС та веде облік робіт, проведених аварійно-рятувальними службами та формуваннями;
- веде облік загиблих і постраждалих;
- здійснює інформування населення про наслідки та прогноз розвитку НС, хід її ліквідації та правила поведінки в зоні НС;
- веде оперативно-технічну документацію та складає звіт органу, що призначив уповноваженого керівника з ліквідації НС.

Штаб із ліквідації НС забезпечується комплектом аварійно-рятувальної документації на електронних (паперових) носіях, засобами постійного зв'язку з відповідними центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами та організаціями, які беруть участь у ліквідації НС, та інформаційними ресурсами

Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань НС. Після ліквідації НС штаб із ліквідації НС систематизує документи та формує архівну справу у двох примірниках.

#### ***1.6.4. Функції центру психологічного забезпечення під час організації надання екстреної психологічної допомоги населенню***

Основні напрями роботи психологів в осередку надзвичайної ситуації:

1. Психологічний супровід службової діяльності персоналу ДСНС України, яке працює в умовах підвищеного ризику.

2. Психологічна робота з населенням, яке постраждало від різноманітних надзвичайних ситуацій, перебуває в стресовому стані та зоні ризику.

а) функції в організації надання екстреної психологічної допомоги населенню, яке опинилося в районі аварійної ситуації:

1. Психологічний захист — запобігання негативному психологічному впливу на населення або зменшення його ступеня за допомогою проведення реабілітаційно-профілактичних заходів.

2. Надання ефективної психологічної допомоги населенню, постраждалому внаслідок надзвичайної ситуації, у вигляді консультацій, психокорекції та реабілітації.

3. Своєчасне застосування психопрофілактичних методів: проєктивні методики, тестування, сеанси релаксації, корекція поведінки.

4. Виявлення за допомогою психологічних методів чинників, що сприяють виникненню соціально-психологічної напруги.

5. Використання сучасних психологічних технологій для нейтралізації негативного впливу обставин надзвичайної ситуації на населення.

6. Запобігання розвитку деструктивних та девіантних форм поведінки людей.

а) завдання центру психологічного забезпечення в організації надання екстреної психологічної допомоги населенню:

1. Профілактика гострих панічних реакцій, психогенних нервово-психічних порушень, які виникають внаслідок пережитих психотравмуючих подій.

2. Сприяння інформованості населення щодо само- та взаємодопомоги у НС, що забезпечить взаємодопомогу та цілеспрямованість дій.

3. Регуляція морального й психологічного стану населення.

4. Актуалізація адаптивних і компенсаторних ресурсів особистості.

5. Стабілізація психоемоційного стану за допомогою психокорекційного інструментарію.

6. Підвищення працездатності на підставі мотиваційного залучення населення до спільних дій із ліквідації наслідків НС.

7. Мобілізація психологічного потенціалу для подолання негативних наслідків надзвичайних обставин у вигляді залучення до роботи спеціалістів з інших державних та приватних структур і організація їхньої діяльності.

8. Попередження розвитку посттравматичних стресових розладів.

9. Виявлення психічних розладів й доставка потерпілих до місця, де можливе надання психологічної й психіатричної допомоги.

10. Зняття гострих афективних реакцій, виведення зі стану шоку.

11. Допомога в подоланні психосоматичних реакцій за допомогою психокорекційного інструментарію.

12. Створення мережі соціальної підтримки: пошук родичів, знайомих (тих, хто був з пос-

траждалим) і передоручення їм потерпілого.

в) *дотримання вимог безпеки праці*: заступник начальника частини контролює виконання особовим складом вимог правил безпеки праці, виявляючи порушення, вимагає негайного усунення недоліків. Здійснює інструктаж всього особового складу з питань безпеки праці й охорони праці.

### **1.7. Постановка проблеми та перелік задач, які необхідно розв'язати для досягнення мети дослідження**

Під час виконання функціональних обов'язків оперативним працівником у нормальних умовах процес контролю стану в техногенних виробничих структурах проходить на нижньому рівні нейропсихічної напруженості. Рівень напруги залежить як від психофізіологічних, так і від інтелектуальних характеристик оперативного працівника. Під час збою режимів функціонування об'єктів (технологічних) чи управляючих команд (робочою групою) через дію збурень і загроз виникає ситуація невизначеності в діях на першому етапі впливу на об'єкт і сприйняття ситуації оператором (лідером команди). Водночас термін невизначеності може бути достатнім для розвитку аварійної ситуації, якщо вчасно не сформулювати спосіб ліквідації загрози та реалізувати план дій. А це є підставою для професійного відбору операторів, які за своїми психофізіологічними та інтелектуальними здібностями могли б успішно працювати в таких умовах.

А отже, для забезпечення ефективної діяльності оперативного персоналу в умовах надзвичайних ситуацій необхідно враховувати в підготовці кадрів різні рівні когнітивних і психічних характеристик оператора як особи, що приймає рішення на підставі професійних знань та загальної системної підготовки, відповідно до чого можна виділити основні проблеми:

1. Фактори виникнення надзвичайної ситуації мають технологічні та енергетичні компоненти, які відображають динаміку подій у просторі і часі, та інформаційно-інтелектуальну компоненту як основу формування інформаційного образу ситуації, її оцінки та класифікації, вироблення стратегій прийняття рішень і планів дій для її ліквідації.

2. Проблеми сприйняття інформації про ситуацію сенсорною системою оператора відображає інтелектуальну компоненту визначення змісту образу сцени, в якій відображена просторово-часова структура об'єкта в його динаміці.

Будь який алгоритм на початку інтелектуальної діяльності не є елементом процесу мислення. Жорстка упорядкованість алгоритмічної структури розвивається невпорядкованістю мислення (евристики) через нечіткість цільових задач. При багатократних процедурах застосування алгоритму, відповідно до певних проблемних ситуацій, у підсвідомості, на основі аналогій для класів задач формується схема розв'язання проблем. Послідовність відображається через ієрархічну структуру зв'язаних нейромереж із єдиним кодом представлення інформації. Підключення нейромережі в області ядра свідомості сприймається як дія для розв'язання задач (здогадка). Тобто утворюється пізнавальна нейроструктура.

3. Аналіз розумових процесів 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».

Відображення імовірнісної структури динамічної ситуації є активним процесом на основі розмитих оцінок потоків різномірних даних. Механізм функціонування когнітивного нейропроцесора в режимі оцінювання ґрунтується на гіпотезі одноканальності свідомості і

багатоканальності інтуїції. Кодування когнітивних дій водночас проходить на основі синтезу внутрішньої мови нейропроцесора та структуруванні елементів мислення відповідно до логіко-когнітивної моделі відображення знань в уяві і пам'яті особистості.

Уміння розв'язувати задачі, які виникають у 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 щодо режимів функціонування.

4. Проблемна задача прийняття рішень «Я–системи» пов'язана із синтезом управляючих структур, які повинні виконувати певні функції, згідно з логіко-когнітивним базисом. Тобто для ціленаправленої системи є характерним планування своїх дій і поведінки. Складання та реалізація плану дій є основою досягнення цілі, тобто розв'язання задачі. Реалізація функцій системою під час прийняття рішень ґрунтується на моделі реального світу та моделях середовищ існування, які формуються в процесі життя «Я–систем» оперативного персоналу.

5. Проблемна задача побудови тестів для профорієнтованого тренування інтелектуальної та когнітивно-психічної стійкості особи в умовах ризику НС — це складне системно-логічне завдання, яке для свого розв'язання потребує використання широкого спектра наукових технологій та інформатики для її побудови.

Для розв'язання окресленої наукової проблеми дослідження необхідно розробити такі інформаційні технології та методи оцінки ситуації на прийняття рішень оператором в умовах ризику:

1. Проаналізувати проблему причин виникнення катастроф, системних конфліктів, ризиків у техногенних системах.

2. Провести аналіз літературних джерел із проблеми причинно-наслідкових факторів виникнення ризиків у складних системах.

3. Проаналізувати проблему вибору стратегій управління техногенними системами в критичних ситуаціях та ризику аварій; дослідити задачу функціональної стійкості оперативного працівника під час прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях на підставі когнітивної теорії інтелекту з врахуванням темпоральних характеристик.

4. Проаналізувати процедуру структуризації знань, необхідних для прийняття рішень щодо управління під час представлення ситуації когнітивною системою оперативного працівника.

5. Провести аналіз особливостей нервової системи оперативного працівника та виділити когнітивні характеристики, які є оптимальними за умов прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях (інтелектуальна стійкість, стресостійкість, цілеспрямованість для досягнення мети, здатність працювати в стресогенних умовах, темп мислення).

6. Розглянути інформаційні концепції розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику.

7. Розробити логіко-когнітивну інформаційну схему сприйняття подій оперативним персоналом на підставі концепції інтелектуального агента та провести аналіз інформаційних потоків даних у нейроструктурі оперативного працівника в умовах надзвичайних ситуацій.

8. Обґрунтувати метод когнітивної, інтелектуальної обробки даних та структуру і схему генерації гіпотез оперативним працівником у процесі пошуку рішень для діагностики аварійних ситуацій; проаналізувати процеси прийняття термінальних рішень оперативним працівником під час виявлення аварійних ситуацій.



9. Обґрунтувати методи логічних теорій як підставу системології прийняття рішень в енергоактивних системах, а також логічну структуру дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях.

10. Обґрунтувати інформаційну технологію обробки даних для оцінки ситуації когнітивною системою оперативного працівника та вибір логічних концепцій для опису надзвичайних ситуацій.

11. Розробити схему інформаційно-системної структуризації техногенної енергоактивної системи для оцінки рівня ризиків; обґрунтувати метод побудови дерева рішень у напрямному конусі часової діаграми формування управлінських дій та модель розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта техногенної енергоактивної системи та на їхній основі розробити інформаційну технологію формування управляючих рішень в умовах виникнення аварійної ситуації техногенної системи.

12. Провести аналіз процесу формування логічних процедур прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу й обґрунтувати інформаційну технологію в представленні термінального часу розвитку протиаварійних подій.

13. Розробити інформаційну технологію як підставу формування термінальних рішень; проаналізувати динаміку зміни швидкості мислення когнітивною системою оперативного працівника під час дії стресових факторів; обґрунтувати логіко-когнітивну модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оперативним працівником у процесі обробки різномірних даних та апарат термінальної логіки використання процедур обробки даних в ієрархії структури техногенної системи.

14. Розробити метод і правила прийняття рішень на управління енергоактивним об'єктом техногенної системи.

15. Обґрунтувати методи побудови логічних моделей формування активних дій у процесах управління.

16. Побудувати категорійно-логічні діаграми факторів впливу на інформаційну і технологічну структуру; обґрунтувати предикатні моделі для опису ситуацій та інформаційну технологію для побудови розгортання сценарію подій.

17. Виявити та обґрунтувати когнітивні знаннєві компоненти факторів впливу на прийняття рішень та особливості процесу розв'язання задач ситуаційного управління, розробити інформаційно-когнітивну систему взаємодії «особа – система» в режимі діалогу.

18. Обґрунтувати структурну організацію систем, у яких можливі виникнення аварійних ситуацій, та розробити інформаційну схему інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій та розв'язання задач протиаварійних рішень.

19. Розробити інформаційну технологію оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі когнітивної теорії та на її основі сформуванню когнітивну функціональну структуру професійної діяльності оперативного працівника.

20. Розробити інформаційну технологію для розв'язання слабо формалізованих задач управління та логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень на підставі інформаційної технології обробки даних.

21. Провести аналіз причин виникнення граничних і аварійних ситуацій та розробити модель і схему структуризації управління енергоактивним об'єктом.

22. Проаналізувати когнітивні фактори діяльності оперативного працівника та методи їхнього тестування і розробити інформаційну технологію забезпечення процедури розв'язання задач управління техногенною системою в умовах надзвичайної ситуації.

### **Висновки до розділу 1**

1. Здійснено дослідження можливих причин виникнення ризиків, конфліктів та катастроф у техногенних ієрархічних системах.

2. Проведено аналіз основних нормативних документів, які регламентують навчання, підготовку та діяльність працівників аварійно-рятувальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

3. Проведено аналіз літературних джерел щодо вивченості проблеми виникнення ризиків і конфліктів між системами та внутрішніми компонентами системи, дослідження операцій та прийняття рішень, особливостей ризиків управління у виробничих структурах різного призначення.

4. Здійснено аналіз проблеми вибору стратегій управління енергоактивними системами в критичних ситуаціях виробництва.

5. Досліджено проблему функціональної стійкості оператора під час прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій.

6. Проведено аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах на прикладі оперативної діяльності підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій під час вирішення навчальної задачі — ліквідації надзвичайної ситуації на ТзОВ «Карпатнафтохіму» м. Калуш Івано-Франківської області.

## РОЗДІЛ 2

# ЛОГІЧНІ ПРОЦЕДУРИ ФОРМУВАННЯ ОПЕРАТИВНИХ РІШЕНЬ КОГНІТИВНОЮ СИСТЕМОЮ ЛІКВІДАТОРА В СТРУКТУРІ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

### 2.1. Аналіз інформаційних концепцій розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності особи в умовах ризику

Актуальною проблемою є аналіз механізмів діяльності в ІАСУ особи та оперативних команд в умовах екстремальних ситуацій і прогноз можливих збоїв під час прийняття рішень через психічну напруженість.

Процеси розв'язання задач і проблем є основою підсвідомої і свідомої компонент інтелектуальної діяльності, а тому важливим є формування концепції ідентифікації механізмів розумової (інтелектуальної) діяльності особи. Функціональна система виступає як сукупність елементів та процесів у ній із відповідною організаційною структурою та стратегією поведінки, що зумовлює появу цільового результату у розв'язанні задач та проблем певного класу [314, 404].

Основні елементи і характерні властивості особи (ІА) під час прийняття рішень:

- незмінність структури системи в процесі функціонування;
- аферентний синтез як узагальнення потоків інформації;
- цілеорієнтація в процесі структуризації задач;
- стратегія прийняття рішень для реалізації локальної мети з певним набором пріоритетів;
- модель програми дій для реалізації рішень задач із ліквідації загроз;
- модель результатів дій (акцептор дій) під час оцінки процесу розв'язання задач;
- зворотний зв'язок та контроль результатів локальних дій на рівні свідомості.

Аффертний синтез стратегій поведінки особи в умовах ризику:

- виявлення домінантної мотивації (цілеорієнтація особи, системи);
- ситуаційна аферентація в зоні взаємодії «система  $\Leftrightarrow$  об'єкт» і готовність до дій;
- пам'ять образів ситуацій, набутих даних і знань як інформаційна основа дій;
- пускова аферентація до виконання команд і дій на основі ініційованої стратегії поведінки.

Прийняття рішень визначає вибір варіанта майбутньої дії на основі інформаційної оцінки ситуації та цілеорієнтації. Водночас:

- знижується число ступенів свободи в системі альтернатив;
- вноситься визначеність у тактику і стратегію можливих дій та їх напрям;
- на основі процесу цілеорієнтації та напряму дій формується модель результатів дій (акцептор дії) і програма послідовності дій;
- під час виконання дій здійснюється порівняння результатів із програмою і акцептором дій;
- завдяки зворотному зв'язку виконується оцінка ступеня досягнення мети і корекція руху в напрямку цільового стану.

Концепція Міллера Г., Галантера Е. планів і структури поведінки у вигляді моделі «ТОТЕ» – (тест  $\rightarrow$  дія  $\rightarrow$  тест  $\rightarrow$  вихід на ціль) ґрунтується на розходженні програмного і реального рухів (розбалансування траєкторій у напрямі мети) та їх корекції з використанням зворотного інформаційного зв'язку.

Концепція Хекхаузена і Голвітцера теорії чотирьох стадій дій (модель Рубікона) характеризується такою схемою аналізу психологічного контролю дій:

- перший етап — стадія формування рішення, яка полягає у виборі варіанта майбутньої дії та порівняння його з ціллю реалізації мети;
- другий етап — прийняття рішення — формування намірів (інтенції) та пошук спосо-

бів і формування умов для їх реалізації у вигляді ланцюгів локальних дій;

– третій етап — формування команди та готовність до виконання дії, процесу її виконання на основі вибраних процедур із тактики і стратегії досягнення цільового стану;

– четвертий етап — післядія, яка виконується для оцінки результатів дій і їх порівняння з програмою, виявлення недоліків, а також оцінки якості виконання дій щодо цільової орієнтації.

Концепція Хайленда Д. теорії мотиваційного контролю є узагальнювальною, сформованою на засадах теорії управління, кібернетики і психології як основа аналізу психологічних механізмів інтелектуального контролю і планування дій у межах ціленаправленої поведінки особи, її структурної та функціональної організації, структурних компонентів і принципів взаємодії (цілеорієнтація та цілевиконання на основі стратегій розв’язання проблемних задач, які виникають під час конфлікту систем).

Базовим принципом контролю поведінки є критерій розходження стану особи і цільового напрямку дій, що ґрунтується на теорії зворотного зв’язку, в якій створюється сигнал «виявлене відхилення», на основі якого формується керівна дія на базі критерію співвідношення між внутрішнім стандартом (еталоном) особи і параметрами поточної ситуації, тобто цільовим напрямом.

Водночас виділяються чотири типи критеріїв співвідношення між цілеорієнтацією особи і ситуаційним станом:

- початковий стан;
- темп руху до цілі на основі наявних енергоресурсів;
- тип дії (залежно від тактики і стратегії досягнення мети).

А емоційний, психічний стан, активність у досягненні і реалізації мети процесора прийняття рішень сприймається як:

- оцінка стану середовища;
- інформація про результати власних дій;
- інформація з внутрішнього стану цілеформувальної і цілеспрямовуючої системи;
- класифікація ситуації і формування правил дій на основі нечіткої діагностичної інформації.

Роль виявленого розходження поведінки особи щодо цілеорієнтації, полягає в селективності, у виборі можливих альтернатив та оцінці їх енергетичного рівня (потенціалу) у випадку необхідності зміни стану, тобто виступає як певний рівень, рід мотивації під час досягнення мети залежно від типу ситуації та рівня необхідних енергозатрат.

Основні структурні блоки системи контролю цілеорієнтованих дій на досягнення визначеної мети ґрунтуються на теоретичних моделях психічної інтелектуальної регуляції на свідомому рівні:

- хронологічні послідовності циклів інтелектуальних і фізіологічних дій поведінки [39, 195, 451];
- цикли контролю дій у напрямі досягнення мети (початок і кінець дії) на основі вибраних стратегій [64, 83, 156];
- інтенціональні процеси формування намірів, визначення цілі і програми дій [129, 259];
- оціночні процеси і порівняння параметрів дій, що перебігають із заданими згідно з цільовою орієнтацією, їх класифікація і виконання управляючих дій згідно з програмою поведінки і мети [313, 332, 336].

Концепція Конемана [314] розумового зусилля як уваги в процесі розв’язання ієрархії проблемних задач, яка ґрунтується на оцінці інтелектуального ресурсу, необхідного для розв’язання проблемної ситуації в кожен момент часу. Активізація розумового (інтелектуального) зусилля визначається складністю задачі в ієрархії проблем, які потрібно вирішити. За зростання рівня складності задачі відбувається ріст активізації до певної межі, після якої вже не відбувається

зростання інтелектуальних ресурсів (рис. 2.1) починаються логіко-функціональні збої в процедурах прийняття рішень, що призводить до помилок у процесі управління. Тобто увага виступає як спосіб регулювання й опанування особою власної поведінки усвідомлено як на основі натурального підсвідомого розвитку, так і науково-культурного, з врахуванням набутих знань.

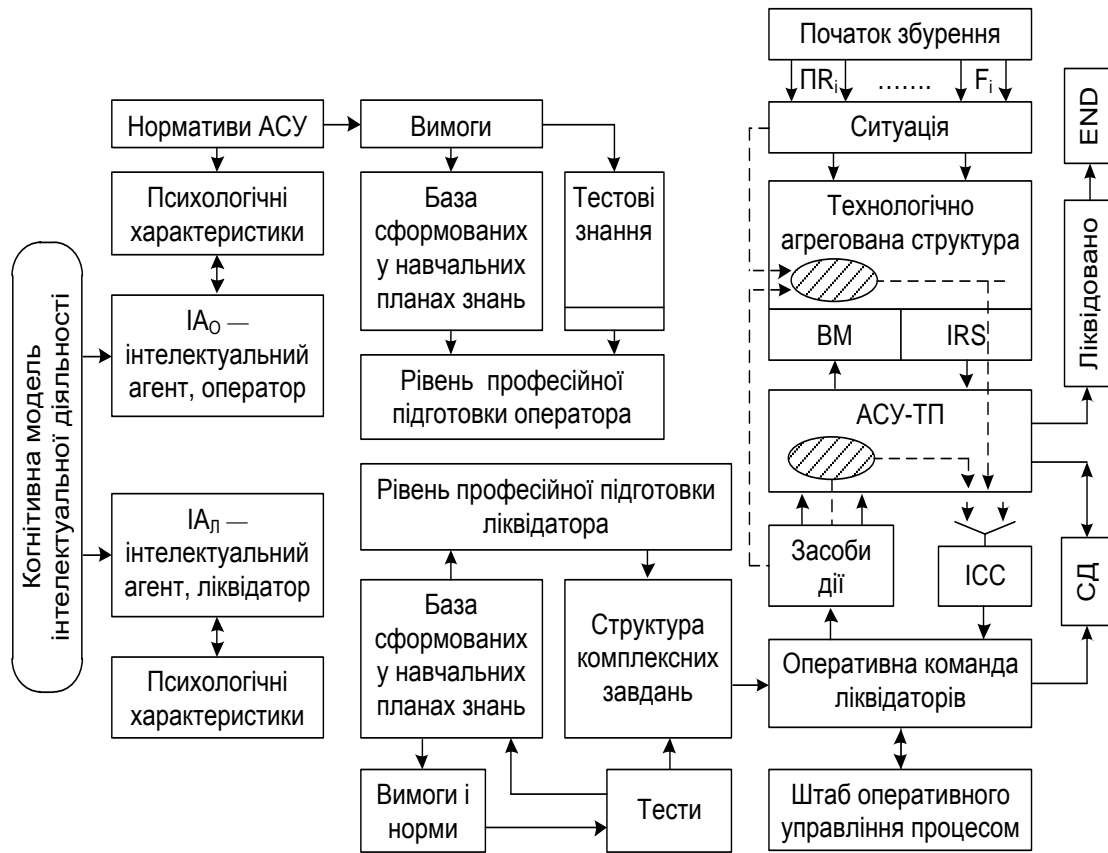


Рис. 2.1. Структурно-функціональна модель прийняття рішень оперативним працівником підставі моделі інтелектуальної діяльності:  $F$  — фактори збурення; АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом; ВМ — виконавчий механізм; ІСС — інтелектуальна система сприйняття

Гальперін П. Я [63] розглядав увагу як внутрішній контроль за поведінкою і феноменальне продуктивне проявлення роботи інтелектуальної структури в організації діяльності особи, орієнтованої на досягнення мети. Наявність різних рівнів реалізації процесів концентрації уваги підтверджується в нейрон-психологічних дослідженнях функціонування ієрархії мозкових структур.

Рівні опрацювання інформації в інтелектуальних системах (психологічний аспект) [64, 195] визначають творчий і управлінський потенціал особи.

Концепція Крейка і Локхарта [314] ієрархічної структури рівневої організації обробки даних (стимули, збурення, образи, звук) охоплює блоки обробки інформації, під час функціонування яких використовуються такі типи пам'яті:

- надкоротка оперативна слухова пам'ять;
- короткотривала оперативна просторова пам'ять;
- довготривала пам'ять на основі перетворень у вербально-символьний код образів понять, символів, структури об'єктів на базі семантичних моделей бази знань.

З погляду цілеорієнтованого опрацювання даних виділені такі рівні ієрархії в організації нейроструктури мозку особи-оператора [17, 314]:

- сенсорний рівень;

- лексичний рівень;
- образний рівень.

Розглянемо структурну схему (рис. 2.2), на якій відображено рівні функціональної ієрархії під час взаємодії людино-машинних систем у структурі АСУ-ТП різного призначення (енергетика, виробництво) [60, 148]:

1. Рівень об'єктів і агрегатів виробничої системи.
2. Рівень обробки даних та оцінки ситуації.
3. Рівень системи управління об'єктом.
4. Когнітивний рівень (логіка прийняття рішень).

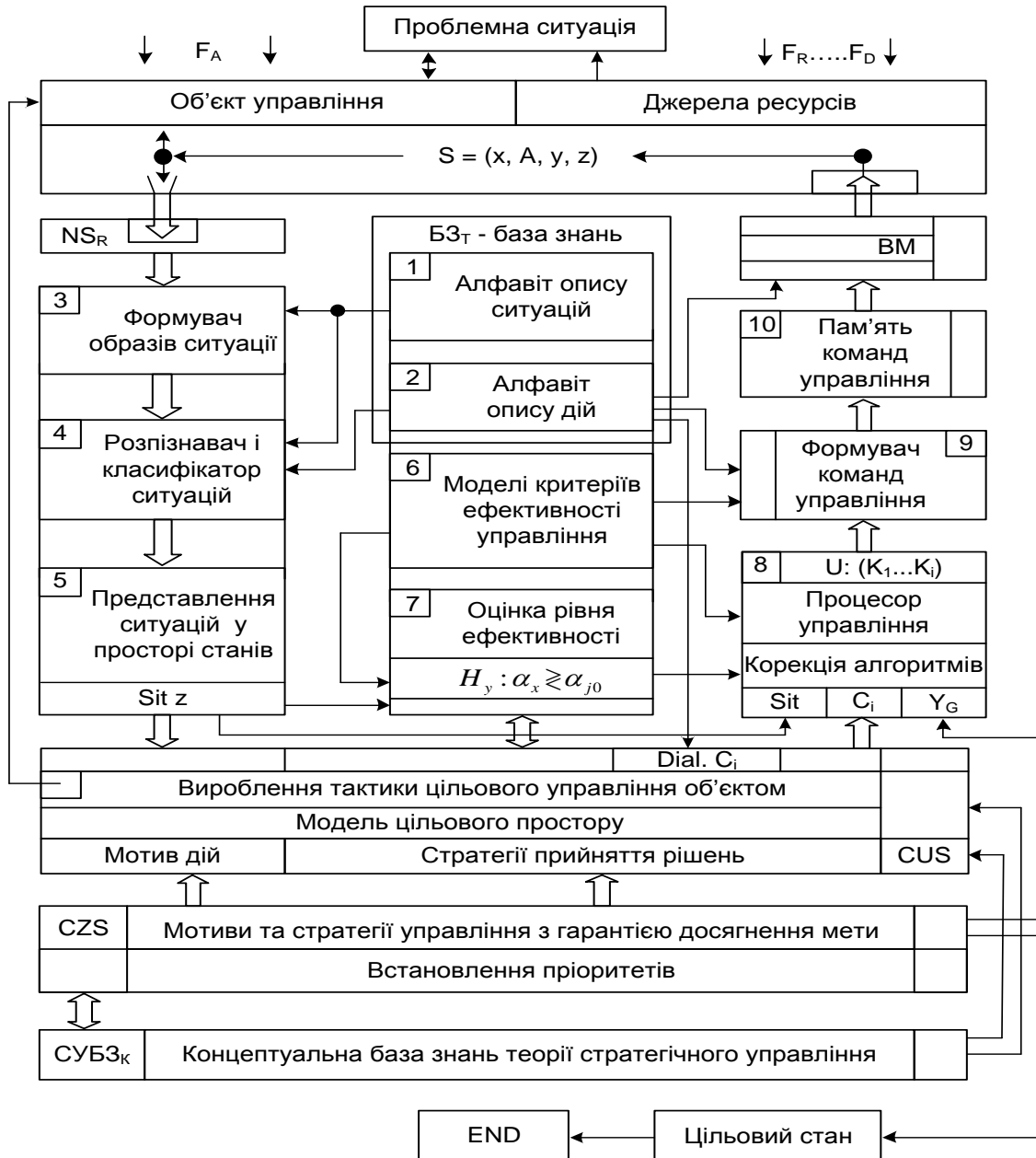


Рис. 2.2. Модель інформаційних процесів управління діяльністю в інтегрованих системах виробничих структур за граничних навантажень:  $S$  — система;  $NS_R$  — надзвичайна ситуація;  $БЗ_T$  — тематична база знань;  $ВМ$  — виконавчий механізм;  $Sit$  — оперативна ситуація;  $U: (K_1...K_i)$  — множина команд;  $CUS$  — командна управляюча система;  $CZS$  — цілезадаюча система;  $СУБЗ_k$  — система управління базою знань

Визначимо основні функціональні модулі в цілеорієнтованій структурі процесора, які виконують відповідно до типу даних і цілей  $A_j$  генерації, перетворення, трансакції згідно зі схеми на рис. 2.3. Схема має, відповідно до типу задач, такі рівні ієрархії:

1. Схема складної виробничої системи.
2. Сенсорний рівень оператора.
3. Рівень пам'яті.
4. Рівень інтелектуальний.

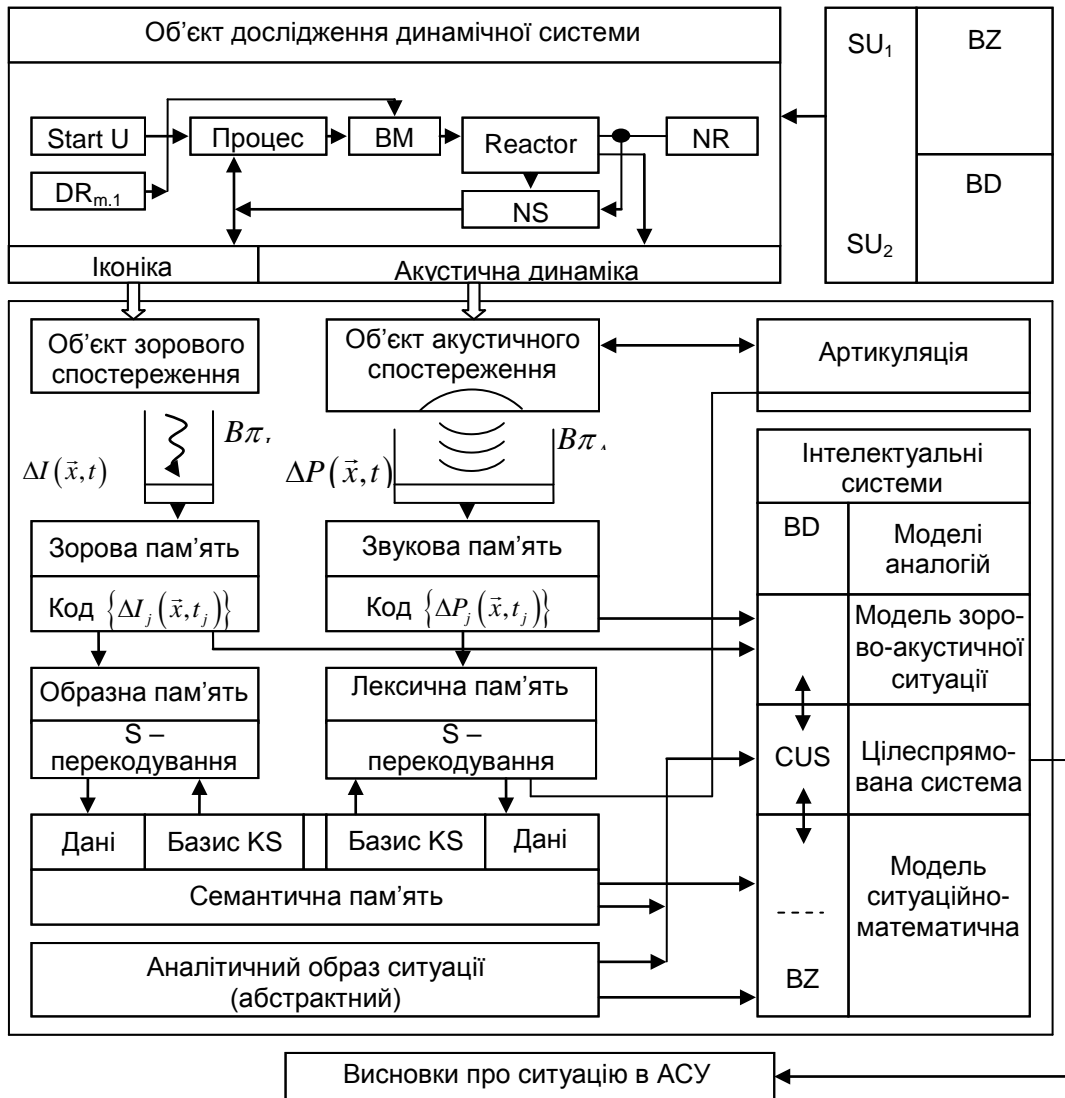


Рис. 2.3. Структурно-функціональна модель ієрархії обробки даних когнітивною системою оператора для оцінки ситуації в АСУ:  $Start U$ ,  $SU$  — стратегія управління;  $BM$  — виконавчий механізм;  $DR$  — дерево рішень;  $NS$  — надзвичайна ситуація;  $NR$  — нормальний режим;  $BZ$  — база знань;  $BD$  — база даних;  $CUS$  — командна управляюча система;  $KS$  — когнітивна система

Відповідно до вищесказаного можна виділити в структурі оперативного персоналу когнітивні моделі.

Модуль сенсорний когнітивної системи оперативного працівника

Робота лексичного модуля забезпечується системою логогенів, структур, спеціалізованих для опрацювання слів. У ньому проходить інтеграція логічних і орфографічних характеристик образу ситуації для створення моделі об'єкта [148] (рис. 2.4).

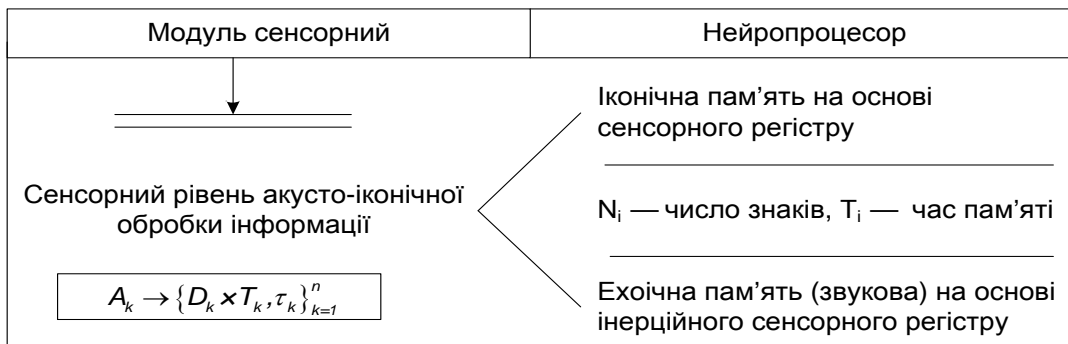


Рис. 2.4. Структурна схема сприйняття сенсорної інформації оперативним працівником

Модуль концептуальний функціонує на основі семантичного коду. Іконічний блок пов'язаний із функціонуванням образного сенсорного перетворювача на основі образного коду  $(I(\bar{x}, t)) \rightarrow Odyn\ Sit\ I_k(T_i)$  та його відображення в образній оперативній пам'яті у вигляді букв, слів, патернів (рис. 2.5).

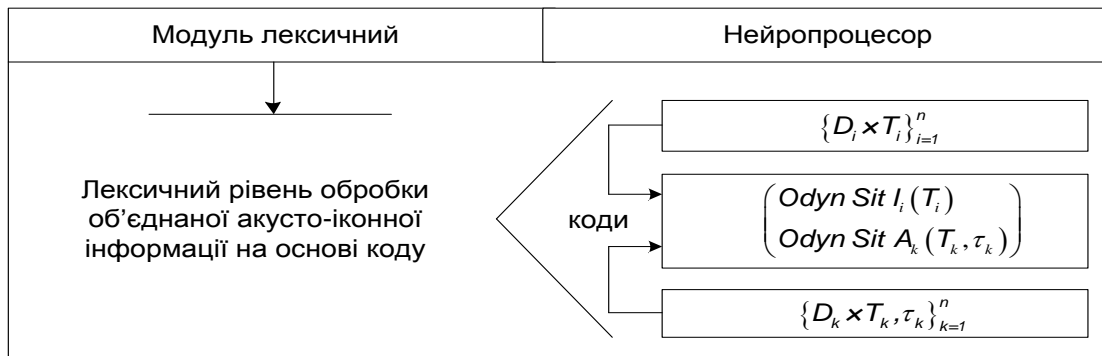


Рис. 2.5. Структурна схема сприйняття текстової інформації оперативним працівником

Розглянемо структурну схему процесу обробки даних під час формування образів ситуацій (рис. 2.6).

Відповідно до методів, розглянутих у працях [160, 243, 259, 282, 313, 396, 433], існують дві системи обробки інформації, згідно з концепцією Б. Величковського та репрезентації знань Коселіна:

- виділення глобального просторового каркаса видимої сцени у вигляді зорового модального буфера;
- операції, що специфікують внутрішню структуру сцени й окремих об'єктів в ній, на основі використання аномальної асоціативної пам'яті, в якій зберігаються описи класів об'єктів та їх назв, що є основою класифікації потоку інформаційних образів.

Відбір інформації проходить за допомогою сенсорів (рецепторів), які перетворюють вхідні енергетичні збурення різної фізичної природи в електричний сигнал.



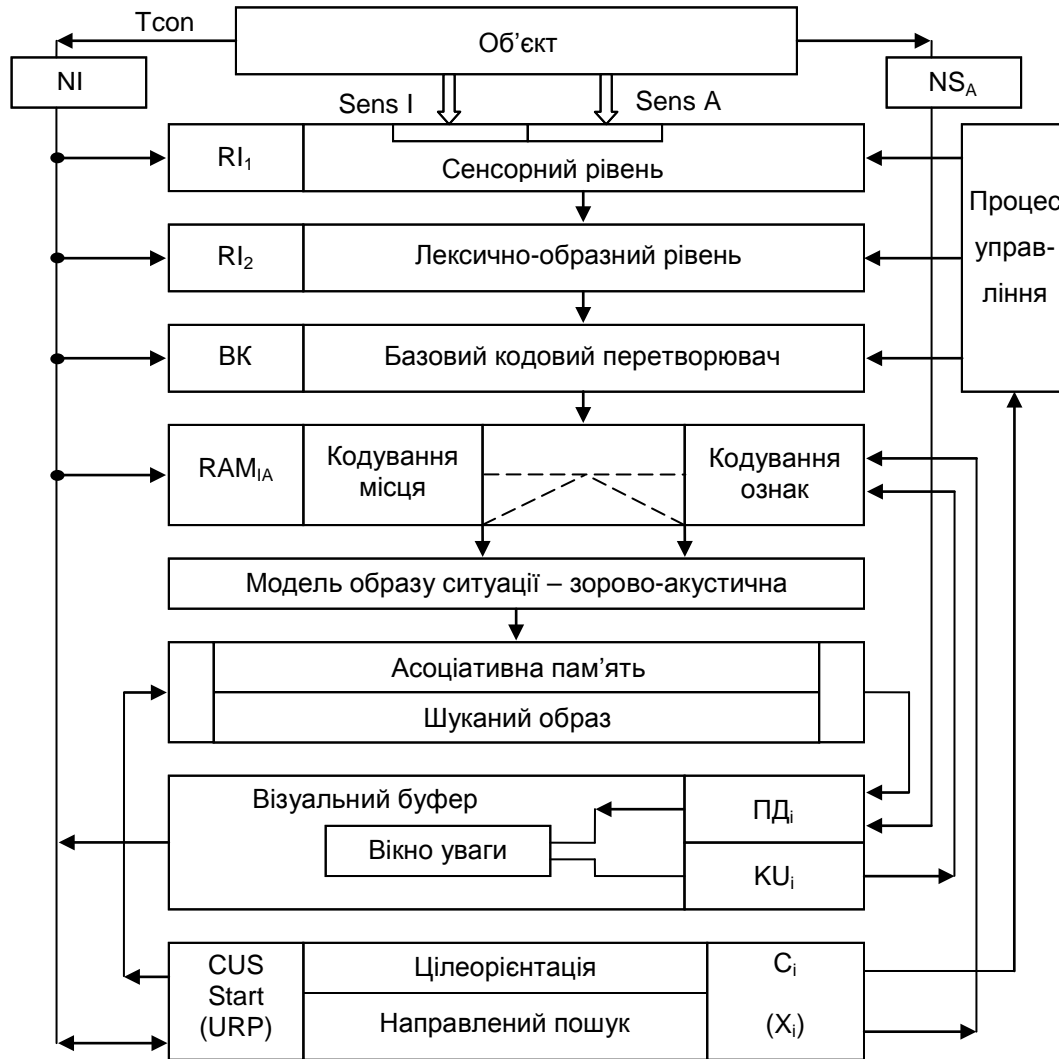


Рис. 2.6. Структурна схема формування образів ситуацій:  $C_i$  — цільова координата;  $(x_i)$  — потік даних про траєкторію руху;  $CUS$  — цілеспрямована система;  $Start (URP)$  — стратегія управління розв'язання проблеми;  $KU_i$  — команди управління;  $ПД_i$  — потік даних про ситуацію

Опрацювання інформації відбувається з використанням [10, 177, 180]:

- ефекторів, які обробляють інформацію від сукупності ефекторів та корегують їхні характеристики залежно від рівня збудження;
- пам'яті як структури для зберігання імунно-природної інформації та динамічних даних від рецепторів (сенсорів).

У пам'яті зберігаються дані, які є предметно-орієнтовані:

- структуровані відносно реакції на збурення;
- інформація про зовнішні і внутрішні енергоресурси;
- програми опрацювання вхідних даних;
- про результати реакції на збурення;
- інформація від сенсорів.

Концептуальний рівень обробки інформації ґрунтується на основі використання структурованих знань у процедурах прийняття рішень.

Прийняття рішень згідно з цілеорієнтацією, що вимагає на основі отриманих даних про стан об'єкта і динамічну ситуацію їх опрацювання, тобто виконання щодо них логічних та обчислювальних операцій відповідним процесором за програмою згідно з алгоритмом і стратегією досягнення мети [168]. Тобто прийняття рішень ґрунтується на системі знань, її структурній стабільності та динамічності поповнення і використання.

Структурна стабільність і динамічність знань демонструє їх репрезентативність, тобто:

- репрезентаційний тип з пропозиційною структурою;
- репрезентації часові динамічні як форми представлення ситуацій;
- знання з відповідно означеною логіко-математичною структурою (конструктивні);
- модулі фіксованої і просторової пам'яті.

Знання переробляються та використовуються (актуалізуються) відповідно до цілей, що стоять перед цілеспрямованою особою.

Семантичний код лежить в основі пам'яті і є організаційним для структури знань, а також є носієм інформації про динамічне налаштування сенсорно-модальної і короткострокової пам'яті. На основі семантичних ознак та єдиного формату блоків знань, завдяки яким формуються концепти різних об'єктів.

Функціонування концептуальних знань [314] визначається цільовою орієнтацією згідно з поставленою метою розв'язання проблемної задачі, тобто:

- задачі розуміння сенсу тексту;
- задачі формування програми дій;
- задачі синтезу алгоритму виконання управлінських дій, здатних сприяти досягненню мети.

Концептуальні репрезентації констатують знання про навколишній світ і виражаються через предикативні логічні структури мови (декларації).

Образні репрезентації відображають просторові характеристики форми об'єктів, розмір і орієнтацію щодо базису (декларативні знання).

Репрезентації дії знання про методи і способи цілеорієнтованих дій, їх значення, спосіб виконання (процедурне представлення).

Це, відповідно, класифікує пам'ять на процедурну і декларативну. Когнітивна переробка потоків інформації охоплює як декларативну, так і процедурну компоненти [314]. Для активізації декларативного знання необхідне усвідомлення проблеми, а процедурні знання виконуються на автоматизмі дій. Також декларативні знання можуть переходити в процедурні у міру настання навиків автоматизації. Для цих двох форм знань є необхідною суб'єктивна орієнтація на проблемно-цільову задачу.

Відповідно до концепції Гульвінга [314], можна виділити такі види пам'яті:

- оперативна короткотривала;
- довготривала без структуризації даних;
- концептуальна впорядкована довготривала;
- автобіографічна ментальна репрезентативна;
- метапам'ять і ефективні стратегії індивідуального запам'ятовування даних та образів ситуацій.

Це, відповідно, є елементом синтезу нейропроцесорів, що дає змогу обґрунтувати процедури тестування особи й оцінки її здатності до прийняття управлінських рішень в умовах нормальних та екстремальних ситуацій.

## 2.2. Формування інтелектуальних навичок для вирішування задач управління процесом ліквідації надзвичайних ситуацій

Науково-технічний прогрес настільки змінив технологію і виробництво, що це потребувало нових підходів до технологічного (АСУ-ТП) й організаційного управління (ІАСУ) інтегрованими ієрархічними системами. Широке впровадження комп'ютерних інформаційних і телекомунікаційних технологій у процесах оперативного та стратегічного управління на об'єктах локальних і регіональних корпоративних виробничих структур ставить нові вимоги до рівня професійної і наукової підготовки персоналу, який би забезпечив прийняття своєчасних та адекватних рішень в екстремальних і аварійних ситуаціях.

Наявний рівень підготовки персоналу не завжди забезпечує безаварійність роботи, що пояснюється:

- відсутністю системології управління;
- помилки під час прийняття рішень у стресовому стані;
- незнання особливості структури і функціонування технічних засобів;
- невідповідність структури новим задачам;
- відсутність розробки хороших моделей динаміки агрегатів, блоків та стратегій їх управління;
- відсутність комплексу математичних ситуаційних моделей об'єктів та причинно-наслідкових моделей факторів впливу на безпеку функціонування виробничих систем;
- низький рівень методів оцінки та контролю режиму агрегатів і їх експертного супроводу;
- неповнота стратегій прийняття управлінських рішень під час керування об'єктами в граничних режимах навантаження;
- низький рівень психологічної підготовки оперативного і технічного персоналу для роботи в умовах екстремальних та надзвичайних ситуацій.

Особливо складною задачею оперативного і стратегічного управління є відтворення образу ситуації та виявлення факторів впливу оперативним працівником і його здатність побудувати сценарій розвитку подій у режимі термінального часу в своїй уяві і вибрати стратегію розв'язання ситуації на основі комплексу управлінських дій згідно з моделями нормативної поведінки об'єкта та системи для реалізації цільових задач.

Проблемна задача досягнення мети, згенерованої особою або командою, для свого розв'язання потребує логічного синтезу плану дій для її досягнення та оцінки необхідних ресурсів або асоціативної генерації сценаріїв подій, які змінюються в уяві, що, відповідно, імітує траєкторії руху до цільової області. Але фактично синтез стратегій прийняття рішень на основі певного інформаційного базису завжди відбувається на грані свідомого і підсвідомого з використанням сценаріїв аналогічних подій, логіки рішень та планів дій.

Розглянемо деякі класи систем управління, для яких цей проблемний фактор стратегій досягнення мети та логіки дій приймає інформаційно-логічний та когнітивний характер:

1. Системи прямого командного управління — стратегія і план жорсткого виконання дій без контролю змін [252, 430].

2. Програмно-управлінські системи з умовними і безумовними переходами — стратегія управління з компенсацією збурень [233, 326, 433].

3. Системи автоматичного регулювання на підставі компенсаційного керування протидією факторам збурення — стратегія протидій на основі оцінки стану та системи зворотного зв'язку  $\langle \text{дія} \leftrightarrow \text{протидія} \rangle$  [312, 446, 464].

4. Системи, що стежать за компенсацією збурень та відпрацюванням управлінських траєкторій на підставі стратегій балансу дій [19, 222, 256].

5. Системи управління автоматичного прийняття рішень — стратегія оцінки ситуацій інтелектуальним зворотним зв'язком [168, 275, 330].

6. Системи людино-машинного типу  $\langle \text{АСУ} - \text{ТП} \leftrightarrow \text{ІА} \rangle$  з координуючим управлінням та ієрархією — стратегія балансу  $\langle \text{для} \leftrightarrow \text{збурення} \rangle$  та координація дій [99, 341, 381, 434].

7. Системи ієрархічного типу з оптимальними, адаптивними, ігровими методами управління — ієрархія стратегій управління і координації [4, 9, 24].

8. Активні ігрові системи з n-агентами та конфліктною поведінкою — стратегії зменшення ризику та узгодження дій [245, 386].

Для таких систем важливий аналіз ситуацій, подій у реальному часі та генерація гіпотез про сценарії розвитку подій та наслідків їхнього виконання, тобто головна роль у процесі управління належить інтелектуальній компоненті.

### **2.2.1. Використання інтелектуальним агентом гіпотези одноканальності свідомості в процесі прийняття рішень в умовах загроз**

Під час формування в ЛПР інтелектуальних навичок для вирішення задач утворюється система виконавчих дій. Спроби усвідомити в явному вигляді зв'язки і структури дій з ієрархічною структурою нейропроцесора для побудови стратегій управління перебігають із певними помилками, що, відповідно, призводить до зменшення швидкості реакції під час виконання дій [350]. Упродовж навчання змінюється реакція і зменшується кількість похибок, що пояснюється проникненням у свідомість (усвідомлення) контрольно-управлінських дій на основі логічних операцій [9]. Тоді з певного моменту навчання ЛПР починають усвідомлювати процедуру розв'язання задачі як стратегію, переходячи з операційного рівня на вищий алгоритмічний, із позиції гіпотези одноканальності в інформаційні структури свідомості. Рівень перетворюють на інтелектуальний — обробки блоків даних для виявлення змісту задачі і синтезу процедур та алгоритмів їхнього розв'язання. Водночас функції контролю й управління пов'язують операції в обчислювальних структурах [4, 9, 58, 469].

На основі цієї гіпотези маємо перехід від операції (арифметичні дії) до обчислювальної процедури в новому математико-логічному базисі. Водночас якщо на першому етапі процесу контролю управління операціями розділені, то на вищому ієрархічному рівні триває сумісний процес виконання процедури розв'язання задачі і, відповідно, виявлення і ліквідація суперечливих моментів в обчислювальних процесах.

Звідси маємо висновок [9], що, згідно з концепцією ієрархії нейроструктури в інформаційній організації свідомості, необхідно для розв'язання проблемних ситуацій сформувати нейроструктуру на підставі отриманих знань і професійної підготовки: стандарти та шаблони логіки оцінки ситуацій, прийняття цілеорієнтованих рішень. У цей же момент оцінки ситуацій, також необхідні сценарії подій із поділом на термінальні інтервали поведінки системи — минуле, теперішнє, прогноз розвитку ситуації.

Для термінального часу процесу оптимізації необхідне формування інтелектуальних навичок, розробка процедури розв'язання задач і проблем у вигляді блоків (розумових) логіко-математичних операцій, орієнтованих на предметну область (рис. 2.7).

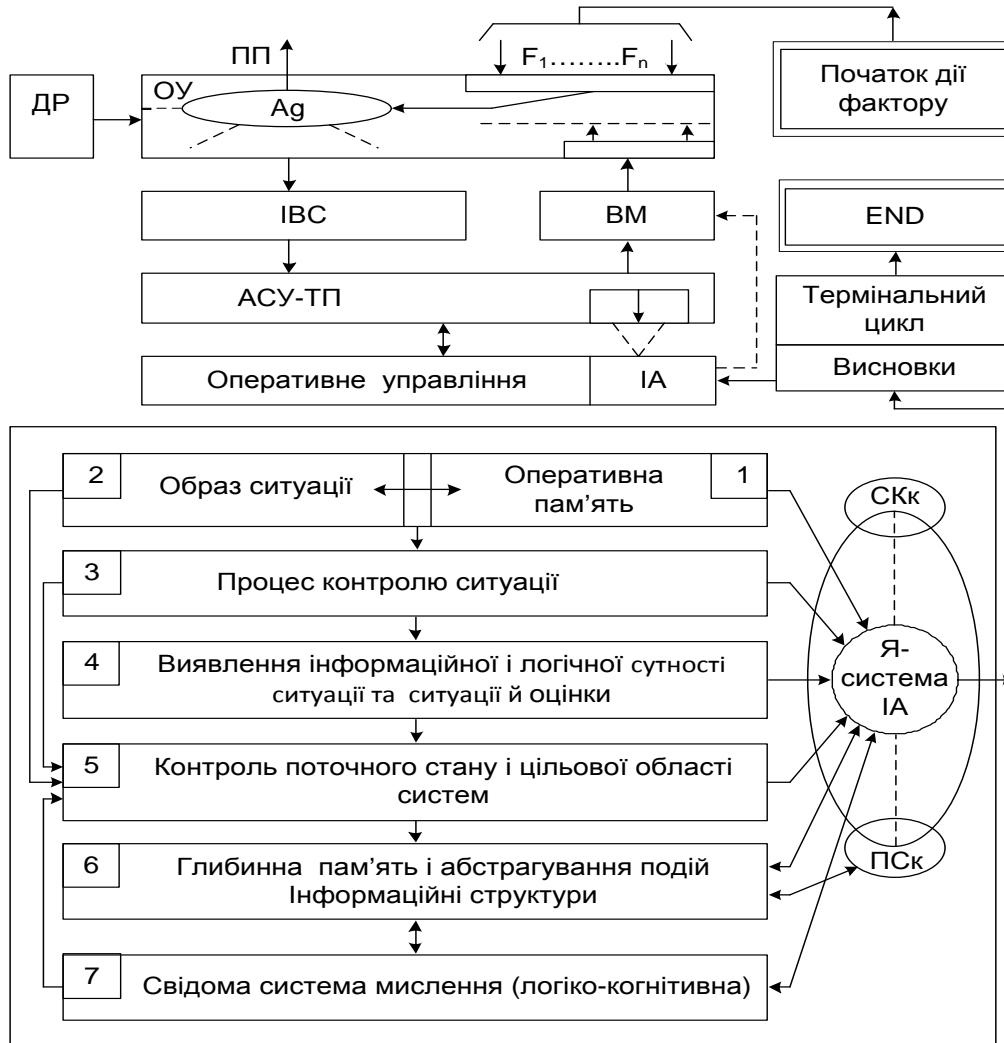


Рис. 2.7. Логіко-когнітивна модель сприйняття подій оперативним працівником: *ПП* — поле подій; *ДР* — дерево рішень; *ОУ* — об'єкт управління;  $F_i$  — фактори впливу; *Ag* — агенти; *VM* — виконавчий механізм; *IBC* — інформаційно-вимірювальна система; *АСУ-ТП* — автоматизовані системи управління технологічним процесом; *IA* — інтелектуальний агент; *СК<sub>к</sub>* — свідома когнітивна компонента; *ПС<sub>к</sub>* — підсвідома компонента

Оперативної пам'яті людині недостатньо для виявлення структурних зв'язків між діями й організацією процесів контролю та управління, оскільки це перший етап відображення ситуації в зовнішньому середовищі (образ, оперативна пам'ять). У довготривалій пам'яті в процесі мислення з'ясовується інформаційний зміст символів і образів. Відповідно, тоді як із виконавчими діями фіксується певний рівень контрольно-управлінських та інтелектуальних дій [9, 20, 83], що відкриває канал усвідомлення ситуації та способу дій у нейроструктурі свідомості, тобто в глибинній пам'яті. У процесі мислення у взаємодії з пам'яттю формуються і руйнуються однорідні інформаційні структури, водночас синтезується ієрархія управління, тобто формується тезаурусна модель і експериментально підтверджується теорема Дж. Міллера.

Теорема 1. (Дж. Міллер): об'єм оперативного запам'ятовування визначається числом символів, поданих для запам'ятовування, перелік яких постійний для будь-якого класу алфавіту і не залежить від кількості інформації, яка зберігається:  $\exists \{Alf\}_{i=1}^n \rightarrow Y \{a_i \dots k_i\}_{i \leq n}$ .

Але необхідно врахувати водночас складність символів, оскільки кожен із них має алфавіт характеристичних ознак та для кожного з них є різний рівень невизначеності та інформативності.

Теорема 2: об'єм довготривалої пам'яті, оцінка якого — це відношення числа символів для запам'ятовування до числа повторень, обернений до кількості опрацьованої інформації:  

$$\exists Trans \left\{ Alf_{j=1}^m \right\}_n \rightarrow \hat{V}_0 = \{S_i\} / n, i \leq m.$$

Це пояснюється значною роллю довготривалої пам'яті в структурі нейропроцесора, важливої для обчислювального процесу, оскільки на першому місці стоять інформаційний зміст символів і їхні міжсимвольні зв'язки [250].

Задача запам'ятовування розв'язується не прямим способом (у лоб), а спрямуванням свідомості на пошук зв'язків і змістовних аналогій. У процесі мислення разом із виконавчим механізмом фіксуються ієрархічні структури, які відображають рівень контрольно-управлінських дій, тобто вмикається механізм входу в нейроструктури свідомості особи. У процесі мислення відбувається взаємодія з пам'яттю, під час якої створюються нові і руйнуються старі однорідні інформаційні локальні шари нейроструктури (ІЛШН) в організаційній схемі мозку людини, відбувається синтез нових можливостей в опрацюванні потоків даних (рис. 2.8).

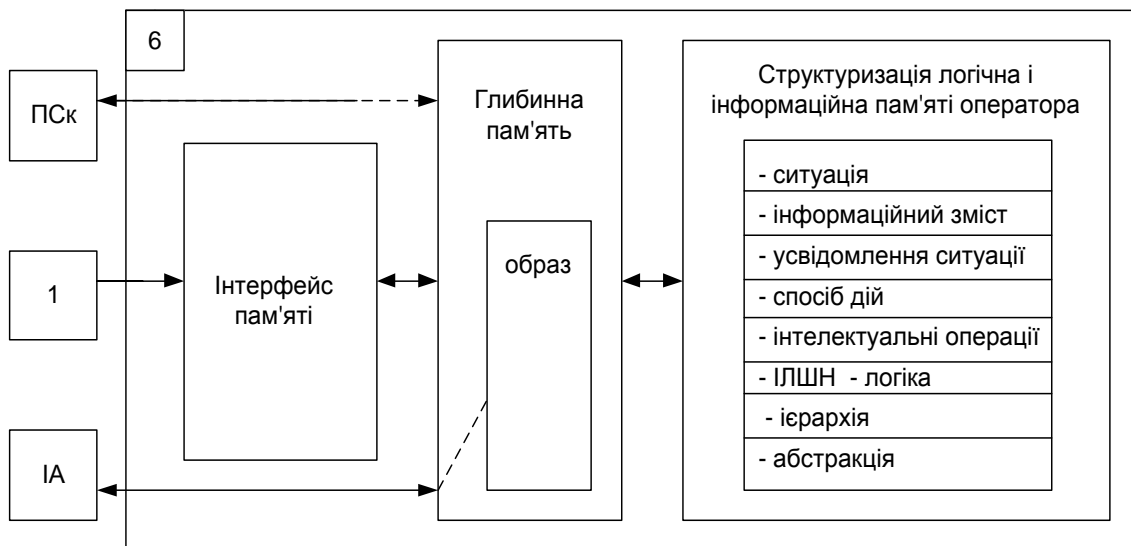


Рис. 2.8. Схема формування інформаційних потоків у глибинній пам'яті: *ПКк* — підсвідома компонента; *ІА* — інтелектуальний агент

Відповідно, ідентифікуються нейроструктури для виконання дій, щоб передати дані по одноканальному тракту прийому інформації.

Налаштування процесу мислення пов'язане з проникненням у свідомість інформації про виконавчі і контрольовані дії, які входять у комплекс управління процесом розв'язання задачі. Водночас відбувається перекодування образу ситуації для формування в свідомості однорідного інформаційного потоку, а під час великого інформаційного завантаження ситуаційного блоку даних він виконує роль координатора для свідомості [9, 74]. Без оцінки інформативності блоків даних заглушається канал проникнення інформації у свідомість, тобто вмикається інформаційний фільтр. Підсвідомість дає змогу приймати однорідні потоки даних без змістовного опрацювання на основі примітивного тезауруса (рис. 2.9).

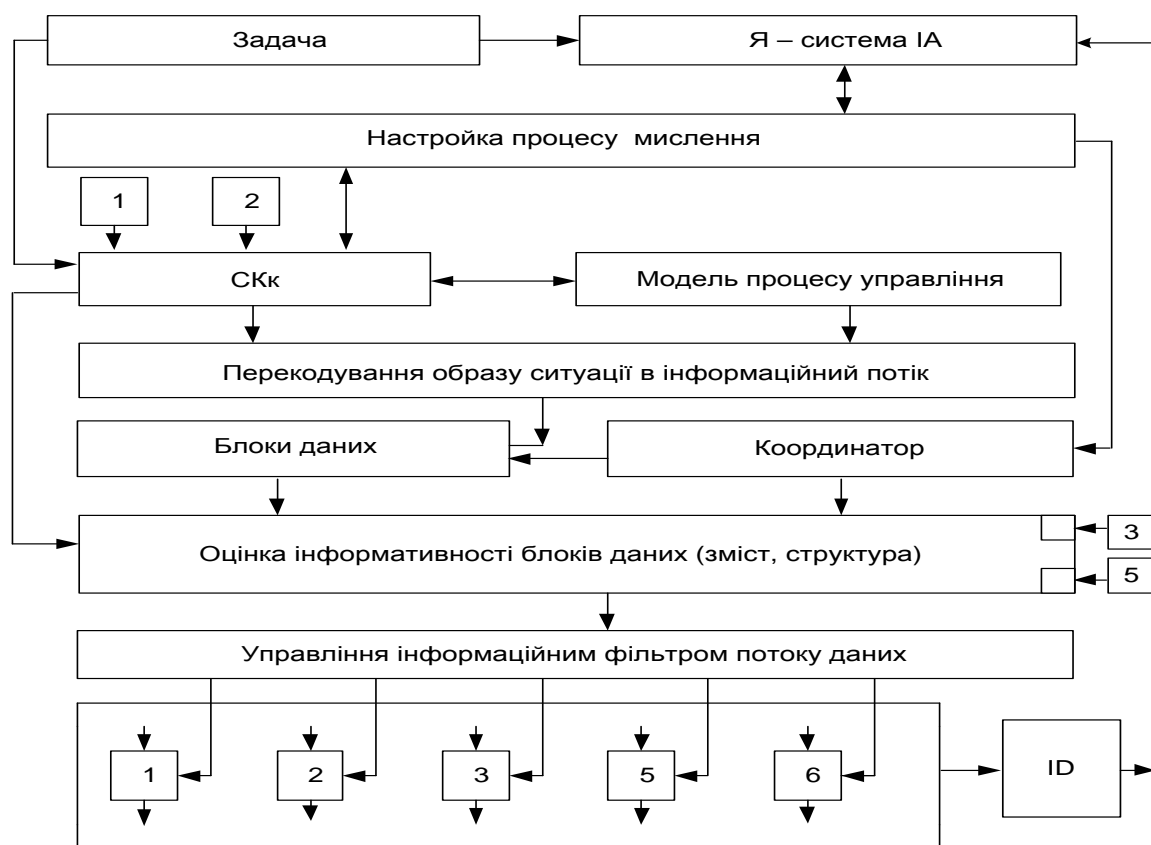


Рис. 2.9. Схема контролю інформативності потоків даних у нейроструктурі ІА: ІА — інтелектуальний агент; СК<sub>к</sub> — свідомо когнітивна компонента; ID — інтелектуальна дія

Сприйняття ситуації — це формування незнайомого образу, виділення первинних ознак для інформаційної класифікації. Тоді закон Міллера для аналізу сприйняття відображає співвідношення швидкості та точності сприйняття до числа і складності ознак сприйнятого образу (відносно інваріантів і алфавіту структури образу). Водночас можна виокремити два компоненти процесу сприйняття образу:

- пряме проникнення образу в момент реакції у свідомість особи;
- розпізнавання образу в подальші моменти на основі попереднього досвіду (аналогії), сформованого в пам'яті в процесі функціонального мислення.

У цих компонентах репрезентована інформаційна структура образу, в якій відображено вклад окремих елементів у сумарне сприйняття образу ситуації (рис. 2.10).

Узагальнюючи сприйняття ситуації, можна виділити такі рівні в ієрархії нейроструктури мозку:

- початковий — формування образу сенсором;
- середній — розпізнавання образу на основі попереднього сформованого класу ознак;
- верхній — формування складного інформаційного образу як основи для прийняття рішень щодо ситуації і цільового призначення.

Із компонентами сприйняття ситуації, її розпізнаванням пов'язана цілеорієнтована мотивація, яка виконує роль фільтра, блок оператора під час прийняття управлінських рішень [9]. Водночас завчені алгоритми аналізу образів ситуації можуть блокувати прийняття екстремальних рішень, виконується вибір альтернатив, або діє завчене правило, або виникає моментальне рішення, що підтверджує існування логіко-психологічних координат для проникнення через інформаційний канал зі змістовним фільтром у ядро свідомості оператора (взає-

модія між управлінськими діями (правило) і процесом мислення, який виконує розв’язання цільової задачі) (рис. 2.11).

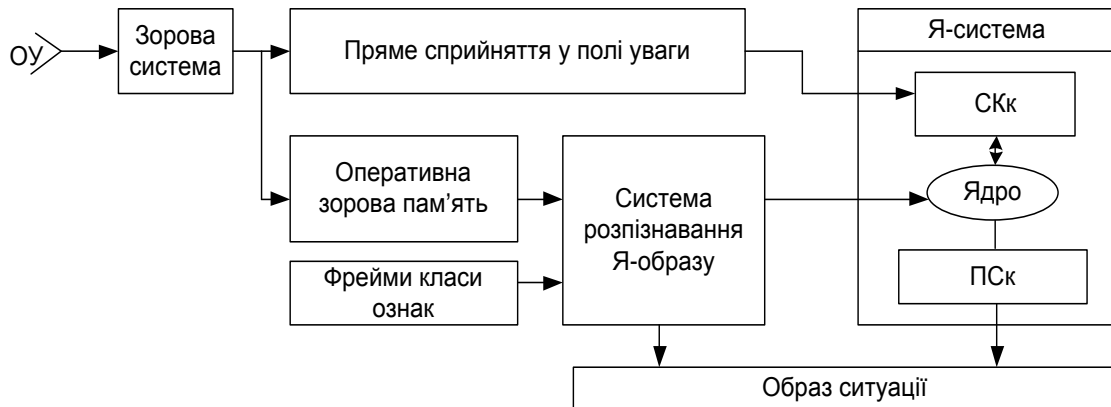


Рис. 2.10. Схема сприйняття образу у полі уваги: *OU* — об’єкт управління; *СК<sub>к</sub>* — свідомо когнітивна компонента; *ПС<sub>к</sub>* — підсвідомо когнітивна компонента

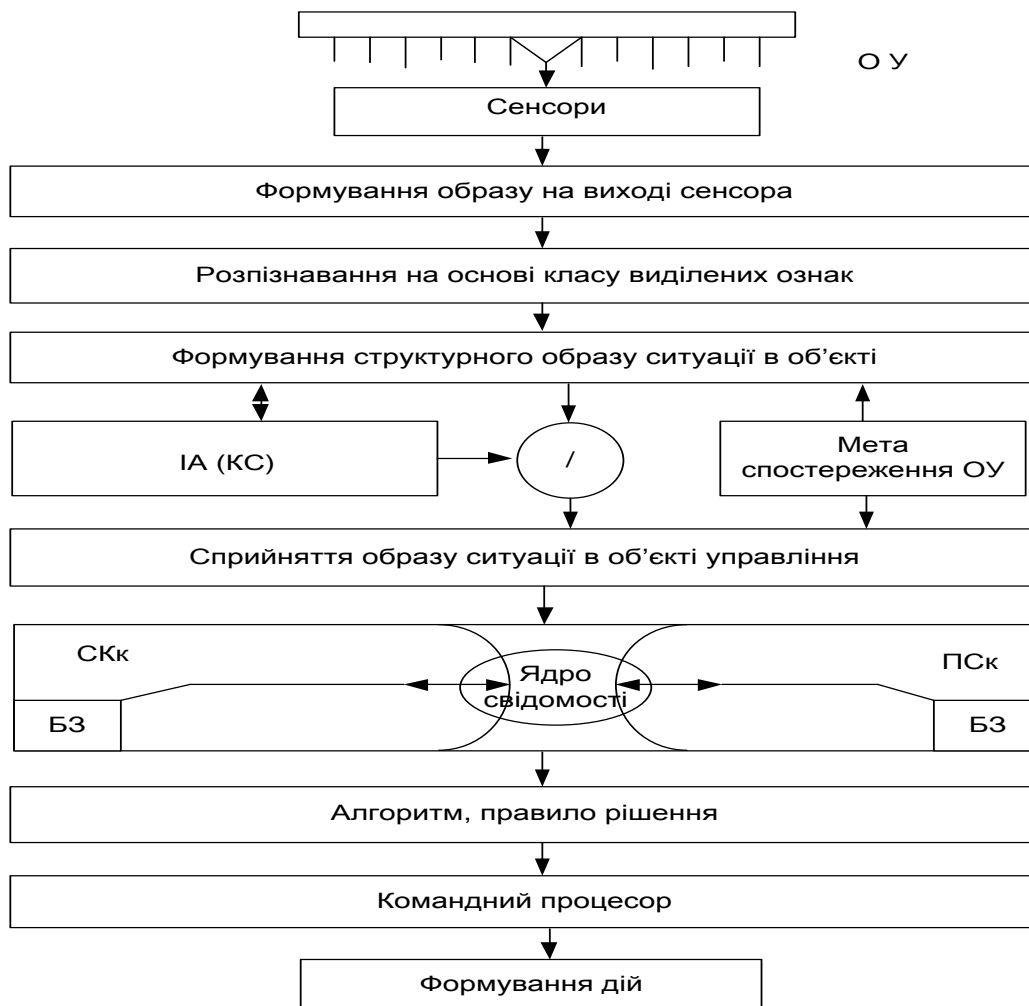


Рис. 2.11. Модель сприйняття образу ситуації інтелектуальним агентом – оперативним працівником в процесі діяльності з ліквідації надзвичайної ситуації: *OU* — об’єкт управління; *ІА (КС)* — інтелектуальний агент (когнітивна система); *СК<sub>к</sub>* — свідомо когнітивна компонента; *ПС<sub>к</sub>* — підсвідомо когнітивна компонента; *БЗ* — база знань



Модель має  $n = 9$  рівнів ієрархії:

1. Сенсорну систему відбору даних про стан об'єкта управління.
2. Блок формування оптичного образу ситуацій.
3. Блок виділення ознак і класифікації.
4. Блок формування структурного образу про ситуацію в об'єкті контролю.
5. ІА (КС) — інтелектуальний агент управління процесом формування образу ситуації.
6. Блок сприйняття образу ситуації в ОУ.
7. Ядро когнітивної системи ІА.
8. Блок формування алгоритмів прийняття рішень згідно з розпізнаваною ситуацією.
9. Командний процесор.

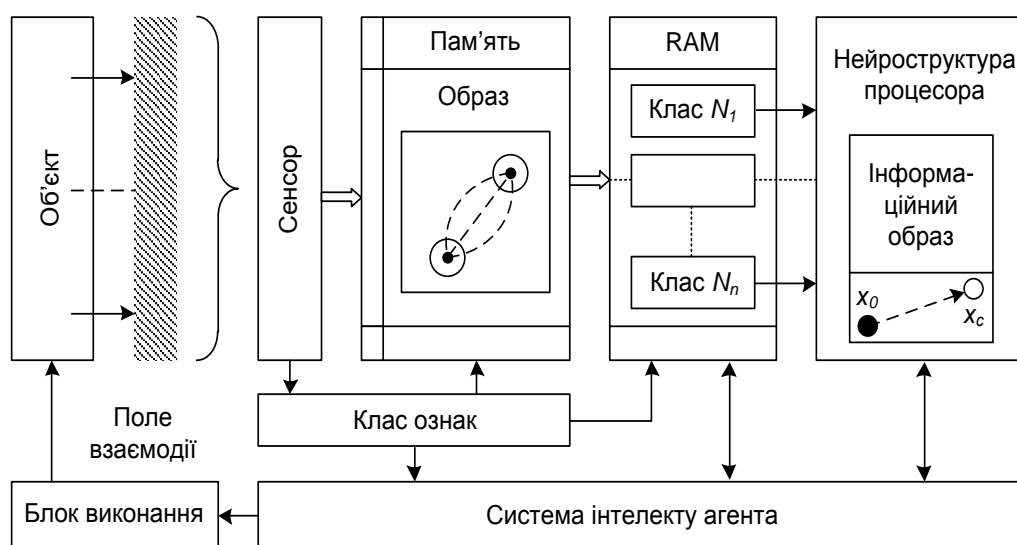


Рис. 2.12. Схема активної взаємодії «агент – об'єкт» у процесі управління: RAM — ранг ситуації

Цей інформаційно-функціональний розрив ліквідується завдяки синтезу укрупнених функціональних блоків управлінських дій (процедур), тобто залученню правил до складу виконавчих програм операцій, направлених на розв'язання задачі [9]. Наведемо схему активної взаємодії «агент – об'єкт» (рис. 2.12).

### 2.2.2. Механізми формування та прийняття рішень за умов невизначеності

Коли оперативний працівник виконує функціональні обов'язки в нормальних умовах, процес контролю стану техногенних виробничих структур проходить на нижньому рівні нейропсихічної напруженості, рівень напруги індивіда залежить як від психофізіологічних, так і від інтелектуальних характеристик оператора, який приймає цілеспрямовані функціональні рішення, згідно з правилами і нормами управління, розробленими для конкретної структури. Під час збою режимів функціонування об'єктів (технологічних) або управлінських команд (колективів) через дію збурень і загроз виникає ситуація невизначеності в діях на першому етапі впливу на об'єкт і сприйняття ситуації особистістю оператора (керівника команди). Водночас період перебування в стані невизначеності може бути достатнім для розвитку аварійної ситуації, якщо вчасно не сформулювати спосіб ліквідації і реалізації загрози. Про-

цес формування та прийняття цільових рішень є важливою проблемою під час підбору та навчання оперативного персоналу.

В основі операторно-логічної моделі мислення лежать дві гіпотези [111, 446]:

- одноканальність свідомості;
- несумісність у свідомості оператора оперативних і логіко-психологічних компонент мислення.

Процес мислення виступає як активна діяльність:

- конкретна інтелектуальна дія;
- генератор (інтелектуальний) для виконання процедур аналізу, синтезу, узагальнення ходу подій на основі сценарію розвитку;
- ієрархія рівнів мислення — свідомий, підсвідомий, буферний.

Алгоритм описує систему дій і відношень, інваріантну щодо символів, чисел, знаків. Застосування і реалізація алгоритмів є інтелектуальним процесом переробки, перетворення, опрацювання інформації (даних для прийняття рішень). Множина інтелектуальних дій, відповідно до їхніх функцій, під час розв'язання задач [74, 446] розбивається на:

- інтелектуальні дії аналізу ситуації;
- виконавчі дії з управління механізмами системи;
- контрольно-управлінські — класифікація ситуації та прийняття рішень.

Алгоритм, обраний на початку інтелектуальної діяльності, не є елементом процесу мислення. Жорстка упорядкованість алгоритмічної структури розвивається невпорядкованістю мислення (евристики) через нечіткість формулювання цільових задач. Під час багатократних процедур застосування алгоритму для певних проблемних ситуацій на рівні підсвідомості формується схема розв'язання проблем на основі аналогій для класів алгоритмів. Послідовність відображається через ієрархічну структуру зв'язаних нейромереж із єдиним кодом представлення інформації [116, 126, 230, 233, 452, 466].

Підключення нейромережі в області ядра свідомості сприймається як дія розв'язання задач (здогад). Тобто утворюється пізнавальна нейроструктура [224, 249, 425].

У системі виконання дій можна виділити:

- функції орієнтування і контролю в об'єктній ситуації;
- функції управління на основі класифікації потоку образів;
- функції виконавчих дій зі зміни стану об'єкта;
- функції накопичення знань про дії на основі аналізу цих дій.

Логіко-психологічні координати (ЛПК) виявляють проблемну ситуацію, сприяють вивченню системи цільових дій, за допомогою яких вирішується задача, тобто виконують когнітивну функцію на процес навчання способом розв'язання проблем [413].

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

Процес згортання нейропроцесорних когнітивних структур під час засвоєння понять за допомогою алгоритмів завершується утворенням локальних операторно-логічних форм у вигляді ЛПК.

Дослідження процесу розв'язання задач ЛПК ґрунтується на можливості виділення груп детермінованих дій на основі евристичних орієнтирів до цільової області, які необхідно вивести з підсвідомості до очевидного користування.

Якщо алгоритми зовні задані, виникає проблема нерозуміння ролі окремих дій у загальній структурі. Коли алгоритм освоєно, він вже використовується ЛПК блочним способом (блок формується згідно з логічним ланцюгом із циклічною структурою процесу прийняття рішень) [168, 413, 463]:

- дія узгоджена з цільовим завданням;
- оцінка результату дії;
- кінець дії щодо цілі;
- повернення на початок циклу;
- корекція способу цільових дій;
- формування нової дії;
- повернення в цикл.

Людина в процесі розв'язання задачі розбиває програму на інформаційні кванти, прив'язуючи до їх адреси координати ЛПК. Для кожного ЛПК є ієрархічне перекодування алгоритму, пристосування до особливостей мислення, яке відображає логічну структуру процедури розв'язання задач.

Механізми мислення ЛПК неможливо формально описати. Під час розпізнавання загального методу розв'язання задачі ЛПК (врахування процедури рішення) він наближується до формування стратегії на основі евристичних компонент — звернутих схем-суджень і дій [446]. Під час доведення ідеї рішення формуються нові логічні координати, до яких прив'язуються системи елементарних інтелектуальних дій і, відповідно, формується стратегія вищого рівня, на якому взаємодіють логічні та евристичні схеми процедур рішення задачі.

Схеми розв'язання задач на основі інтуїції є значно ширшими, ніж логічні правила і процедури. Водночас форми і схеми кодування охоплюють перетворення нульової алгебри і логіки, які сприяють досягненню мети:

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

$$\{\alpha_1 \cap \alpha_2 \cap \dots \cap \alpha_{n-1}\} \Rightarrow \alpha_n \text{ — схема невпорядкованого плану дій.}$$

Людина, оцінюючи ситуацію, в процесі розв'язання проблеми, яка не знає спеціальних прийомів, формує метод послідовних пропозицій і відсікає варіанти в процесі верифікації, звужуючи клас альтернатив [446].

Сформульовані в пам'яті ЛПК задачі пов'язані із системами обернених асоціацій у нейроструктурах мозку, що свідчить про наявність згенерованих прямих зв'язків у зворотному напрямі.

Під час машинного аналізу ситуацій використовуються закладені в базу програми й алгоритми, додаткові знання не використовуються. Для ЛПК немає альтернативи готової програми для аналізу ситуації, але наявні знання — це джерело синтезу схеми аналізу на основі опорного базису відповідно структурованих знань і даних.

### **2.2.3. Умовно-категоричні процедури побудови логічних висновків**

Під час реалізації прийняття управлінських рішень управлінням об'єктом через виконавчі дії, здійснювані механізмом управління режиму стану для кожного кроку, необхідно будувати висновки про зміну підсистеми прогнозу (рис. 2.13).

В умовно-категоричних твердженнях одна з посилок пов'язана з умовою, а друга — з категоричним судженням, але вони повинні бути узгоджені за змістом, тоді правила виведення будуть мати відповідну логічну структуру [126, 187, 188, 211, 233, 266, 385].

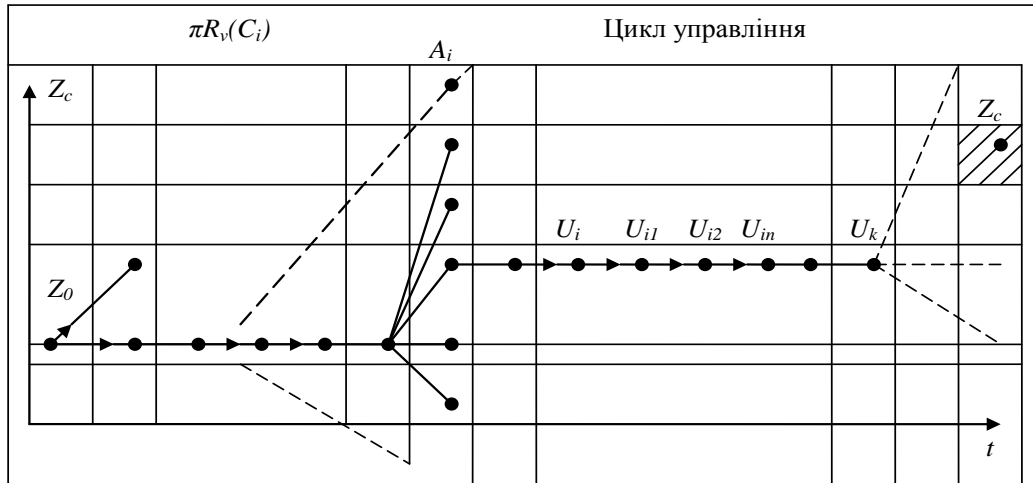


Рис. 2.13. Схема побудови дерева рішень у напрямному конусі:  $Z$  — стан системи;  $U_i$  — крок стану системи в певному часі ( $t$ )

Отже, беручи це до уваги, ми можемо побудувати ієрархію, яка б відображала процес побудови рішень на кожному термінальному кроці (рис. 2.14).

1)  $\prod_{UK}^+ : \frac{A \Rightarrow B, A}{B}$ ;  $\prod_{VK}^- : \frac{A \Rightarrow B, \bar{B}}{A}$ , яку трактуємо так: «Якщо ситуація  $A$  пов'язана з ситуацією  $B$  (зміни режиму) й  $A$  настала, то відбувається перехід у стан, який відображає ситуація  $B$ ».

Якщо мати як посилки умовні судження, то довести істинність категоричного твердження можна на основі суто умовного виводу, згідно з правилами:

$$2) \prod_{UK}^+ : \frac{A \Rightarrow B, B \Rightarrow C}{A \Rightarrow C}; \prod_{UK}^- : \frac{A \Rightarrow B, \bar{A} \Rightarrow B}{B}$$

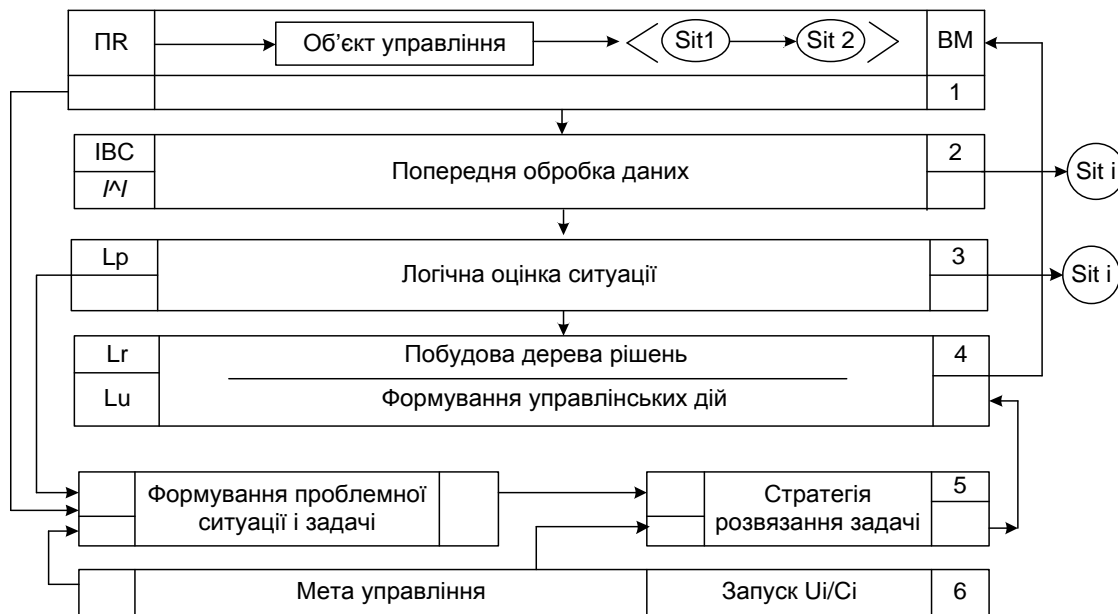


Рис. 2.14. Схема інформаційно-логічних кроків під час формування управлінських дій:  $PR$  — прийняття рішень;  $Sit$  — ситуація;  $BM$  — виконавчий механізм;  $IBC$  — інформаційно-вимірювальна система;  $U_i/C_i$  — управляюча система

Схема стверджувально-заперечливого модусу роздільно-категоричного виводу впливає із правил (п. 3–6), які на підставі потоку даних у певний момент часу  $|t_i|$ , впродовж термінального часу  $\{\tau_k\}$ , є підставою побудови висновку про ситуацію  $\{\forall t_i |_{i=i}^m, \exists \tau_{ki}\}$ :

$$3) \text{ Об'єднання термінальних даних про ситуацію } \prod_{sv}^+ : \frac{A \vee B, A}{\bar{B}}; \prod_{sv}^- : \frac{A \vee B, \bar{A}}{B}.$$

Відповідно до правил, маємо їхнє трактування:

$$4) \prod_{vr}^+ : \frac{A \Rightarrow B, A}{B}; (A^F \rightarrow SitB) \Rightarrow A^F : (SitB \xrightarrow{\psi} SitB').$$

$$5) \prod_{vk}^- : \frac{A \Rightarrow B, \bar{B}}{\bar{A}}; (A^F \rightarrow SitB) \Rightarrow A^F : \neg(SitB \rightarrow SitB'), \text{ то } A^F \text{ — не відбулося.}$$

$$6) \prod_{uk}^+ : \frac{A \Rightarrow B, B \Rightarrow C}{A \Rightarrow C}; (A^F \Rightarrow SitB) \wedge (B^F \Rightarrow SitC) \Rightarrow (A^F \Rightarrow SitC).$$

Якщо фактор  $A$  призводить до ситуації  $B$ , тоді якщо відбулося  $A$ , то зміниться ситуація  $B$ :

Якщо фактор  $A^F$  викликає ситуацію  $Sit B$ , а з ситуації  $Sit B$  виникає ситуація  $Sit C$  під впливом  $B^F$ , то фактор  $A^F$  викликає також  $Sit C$ .

$$7) \prod_{uk}^- : \frac{A \Rightarrow B, A \Rightarrow \bar{B}}{B}; \left( \begin{array}{c} A^F \rightarrow SitB \\ \bar{A} \rightarrow SitB \end{array} \right), \text{ то стан об'єкта не змінюється, тому що } A^F \text{ не}$$

змінює його стан об'єкта.

Згідно з наведеними правилами опису дії факторів впливу, подамо правила прийняття рішень:

$$8) \left[ \prod_{p1} : \frac{A, \Gamma \mapsto B}{\Gamma \mapsto (A \Rightarrow B)} \right]; \quad \left[ \prod_{p2} : \frac{\Gamma \mapsto A, \Gamma \mapsto B}{\Gamma \mapsto (A \wedge B)} \right];$$

$$\left[ \prod_{p3} : \frac{(\Gamma \mapsto A) \vee (\Gamma \mapsto B)}{\Gamma \mapsto (A \vee B)} \right]; \quad \left[ \prod_{p4} : \frac{\Gamma \mapsto A, B, \Delta \mapsto \theta}{(A \Rightarrow B, \Gamma, \Delta) \Rightarrow \theta} \right],$$

тоді результати висновків у знаменнику, відповідно, пов'язуються зі змістом умови.

Відповідно, такий підхід забезпечує розуміння ситуації під час оцінки ризиків НС у техногенній системі та є підставою створення логіко-інформаційної моделі прийняття рішення для ліквідації надзвичайних ситуацій.

### Висновки до розділу 2

1. Розглянута інформаційна концепція розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику.

2. Проведено аналіз та показано, що в когнітивній структурі особистості наявний іманентний темпоральний пласт, який поглиблюється з розвитком свідомості. Завдяки темпоральній структурі людина має здатність конструктивно — відповідно до умов соціуму — орієнтуватися в часовому просторі: об'єктивно відтворювати в свідомості тривалість та послідовність явищ дійсності; звертатися до власного досвіду; одночасно з цим передбачати та конструювати майбутнє; сприймати і впливати на певні події дистанційно; а також у теперішньому модусі впливати на власне минуле за посередництвом підсвідомих механізмів, які дають змогу будувати в актуальному моменті якісно новий досвід.

3. Обґрунтовано логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності під час прийняття управлінських рішень та темпоральної структури часового сприйняття ситуації.

4. Побудована логіко-когнітивна модель прийняття цільових рішень у контексті часового простору на основі композиції компоненти логічного опрацювання даних.

5. Визначено, що механізм функціонування нейропроцесора в режимі оцінювання ґрунтується на гіпотезі одноканальності свідомості та багатоканальності інтуїції, а кодування когнітивних дій водночас проходить на основі синтезу внутрішньої мови нейропроцесора та структуруванні елементів мислення.

6. Розроблено логіко-когнітивну інформаційну модель сприйняття подій оператором та модель формування інформаційних потоків у глибинній пам'яті, на основі яких проведено аналіз інформаційних потоків даних у нейроструктурі оператора в умовах надзвичайних ситуацій, та розроблено схему сприйняття образу ситуацій на підставі концепції інтелектуального агента.

7. В інформаційній організації свідомості для розв'язання проблемних ситуацій є необхідність сформувати нейроструктури на підставі отриманих знань і професійної підготовки: стандарти та шаблони логіки оцінки ситуацій, прийняття цілеорієнтованих рішень. У цей же момент оцінки ситуацій також необхідні сценарії подій із поділом на термінальні інтервали поведінки системи — минуле, теперішнє, майбутнє — прогноз розвитку ситуації.

8. Налаштування процесу мислення пов'язане з проникненням у свідомість інформації про виконавчі та контролюючі дії, які входять у комплекс управління процесом розв'язання задачі. Водночас відбувається перекодування образу ситуації для формування в свідомості однорідного інформаційного потоку, а під час великого інформаційного завантаження ситуаційного блоку даних він виконує роль координатора для свідомості.

## РОЗДІЛ 3

### ЛОГІКА ГЕНЕРАЦІЇ ГІПОТЕЗ ПРО ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЙ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОБРОБКИ ДАНИХ, НЕОБХІДНИХ В УПРАВЛІННІ ПРОЦЕСОМ ЛІКВІДАЦІЇ ЗАГРОЗ У ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМАХ

#### 3.1. Логіка опису подій у системах

Під час формування цільових задач на основі даних про проблемну кризову ситуацію в основі цілеорієнтації є завжди розбіжність між еталоном і реальністю, в яку входить система та команда управлінців. Для цієї команди (лідера) необхідне усвідомлення (конструктивне) ситуації. Оцінка міри розбіжності з еталоном стану, генерація стратегій управлінських дій формується на основі гіпотез про метод, спосіб, процедуру, алгоритм розв'язання проблеми з урахуванням виявлених факторів і загроз, які призвели до кризи, конфлікту, аварії або надзвичайної ситуації системи, якою керує команда, та прогноз сценаріїв розвитку подій.

У такій ситуації необхідно врахувати неповноту даних про об'єкт, що, відповідно, утруднює генерацію гіпотез про існування повного закономірного зв'язку між явищами причини, які невідомі під час зорового спостереження сцен, ситуацій, а це вимагає відповідної побудови ланцюгів причинно-наслідкових зв'язків (ідентифікація структури та динаміки) [63].

Згідно з працею Резниченка С. С., Подольського М. П., Шихмана А. А. [324], можна виділити певні класи гіпотез для пояснення як одиничних, так і множини досліджуваних фактів, відповідно до ситуації, які ґрунтуються на схемі (рис. 3.1), процедури аналізу з ієрархічною структурою:

- інтелектуальний агент — генератор гіпотез про ситуацію в об'єкті управління, згідно з отриманими даними та цілеорієнтацією;
- логіко-математичні процедури аналізу й інтерпретації ситуації, згідно з гіпотезами та прогнозами сценаріїв розвитку подій;
- побудова інтелектуальних стратегічних дій щодо перевірки згенерованої гіпотези під час розгортання сценарію зміни ситуації.

Відповідно, логічна структура генерації подій ґрунтується на сценаріях, які описують зміну образів ситуацій у просторі станів і цільовому просторі:

- загальній предметно-орієнтованій гіпотезі можливих подій;
- частковій гіпотезі про певні закономірності для деяких елементів множини явищ;
- одиничній гіпотезі щодо подій, явища;
- описовій гіпотезі про властивості або форми зв'язку між елементами, об'єктами;
- пояснювальній гіпотезі про причини виникнення ситуацій, явищ;
- математичній гіпотезі під час мисленнєвого експерименту моделювання ситуацій на основі логіко-математичних процедур.

Згідно з когнітивною концепцією формується (рис. 3.1) модель генерації гіпотез як інтелектуальної операції з n-рівневою ієрархією: опис предметної області, набір гіпотез і їхнє трактування, комплекс логіко-математичних процедур, модель сценарію розвитку подій згідно з гіпотезою, система стратегічних дій.

Генерація гіпотез — важливий інтелектуальний процес, який уможливорює представлення у свідомості ІА сценарій розвитку подій на термінальних циклах ( $\tau_n$  — минуле,  $\tau_l$  — теперішнє,  $\tau_r$  — прогнозований хід подій).



Рис. 3.1. Модель генерації гіпотез інтелектуальним агентом у процесі пошуку рішення для діагностики аварійних ситуацій: *IA* — інтелектуальний агент; *Sit* — оперативна ситуація; *OY* — об'єкт управління;  $F_i$  — фактори впливу; *АСУ-ТП* — автоматизовані системи управління технологічним процесом

Під час побудови стратегії дій характеристики побудови і властивості конструктивних наукових гіпотез повинні охоплювати:

- принципovu перевірку припущень, покладених в основу генерації гіпотез [188, 324, 350];
- загальність схеми побудови зв'язків;
- наявність процедури передбачення наслідків прийняття гіпотези як підстави до дій [4, 157, 342];
- логічний конструктивізм і простоту використання в ланках виводу [24, 190, 385];
- розкриття причинно-наслідкових зв'язків на основі згенерованої схеми розвитку ситуацій [9, 204, 230];
- зв'язок явища з його інформаційною сутністю [159, 187, 211].

Гіпотеза, відповідно, — це висновок правдоподібного недостовірного умовиводу, який необхідно перевірити згідно з певними критеріями.

Розглянемо обставини, які спонукають до генерації гіпотез:

- виявлення явищ, причину виникнення яких неможливо з'ясувати за допомогою наявних знань;
- формування проблеми у вигляді ситуаційного образу;
- добір і опрацювання наявних фактів та використання експертних знань;



– попередній цілеорієнтований аналіз фактів, ситуацій, причин задля побудови ланцюгів можливих зв'язків.

Процес формування гіпотез охоплює такі елементи логічного мислення (міркування) в побудові схеми розв'язання проблеми:

– початковий здогад на основі інтуїтивних знань та евристик і формування робочої схеми процедури пошуку в ланцюгу досягнення мети;

– уточнення і впорядкування елементів ланцюгів причинно-наслідкових зв'язків, згідно зі схемою здогаду про можливий спосіб пояснення розвитку подій і моделі їхніх взаємозв'язків;

– виведення можливих наслідків із моделі гіпотези, відповідно до основних припущень про стан і характеристики проблемної задачі;

– перевірка гіпотези щодо реальності наслідків, які відповідають дійсності.

Якщо маємо динамічну систему і ситуацію, яку необхідно розв'язати у вигляді цільової проблеми:

$$\exists E(F_i /_{i=1}^m), \exists G_i \cdot (R_k : F_i \rightarrow F_j), \exists KL_{ds} Sit(t, F_i) \mapsto C_n,$$

то оцінка існування ланцюга зв'язків відношення і генерація гіпотез пов'язані з правилами логічного слідування і вибору:

$$H_{ij}^1 : Sit(t_1 \{F_i\}) \Rightarrow (F_i, F_j) \in R_k \Rightarrow \exists LR_k (Sit, t);$$

$$H_{ij}^2 : Sit(t, \{F_i\}) \Rightarrow (F_i, F_j) \in R_k \Rightarrow \exists LR_k (Sit, t),$$

де  $LR_k (Sit, t)$  — ланцюг зв'язків завдовжки  $K \{R_{i,iek}\}$ , які пов'язують факти  $(F_i \rightarrow F_i)$  і призводять до ситуації  $Sit, t$  з наслідком  $C_n$ .

Тоді маємо:

$$\begin{aligned} & (\emptyset_A - \text{факти}) \rightarrow (\text{факти} \dots \text{впливу } F_i) \rightarrow \\ & \rightarrow \langle \text{модель} \dots \text{ситуації} - \langle Sit_{DS}(t, U / F_o) \rangle \rangle \rightarrow \text{Dekomp.} \langle Sit_{DS}^{t1} = \langle D_i \rightarrow D_2 \rightarrow D_3 \dots D_K \rangle \rangle \rightarrow \\ & \rightarrow \langle \{F_i \rightarrow F_{i=1}^n\} \rightarrow \langle LR_K (Sit(t_K / F_i))_{i=1}^K \rangle \rangle \rightarrow H_i : (C_K \subset V(CSi)), \end{aligned}$$

де  $Sit_{DS}(\ )$  — ситуація.

У цьому випадку процедура виконується на основі правил від доказу наслідку до оцінки істинності підстави (гіпотези), яка відображає форму стверджувального модусу умовно-категоричного умовиводу в зворотній формі у вигляді правила:

$$\pi_{R,H} : \frac{\exists G_i (R_k : F_i \rightarrow F_j) \rightarrow C_n, C_n}{\exists G_i (R_k : F_i \rightarrow F_j)},$$

де  $\pi_{R,H}$  — правило побудови висновку, відповідно до системи гіпотез.

Евристична роль гіпотез у розвитку системи знань — основа побудови гіпотетико-дедуктивних теорій, із яких, відповідно, формуються структуровані системи гіпотез різного рівня ієрархії, що відкриває можливість розвитку наукових теорій завдяки їхньому розширенню і конкретизації [9].

Відповідно, виділяють типи гіпотетико-дедуктивних міркувань [9, 230]:

– висновки, побудовані на основі гіпотез і емпіричних узагальнень;

– гіпотетико-дедуктивні міркування, підстави яких суперечать точно встановленим фактам (комплекс протиріч);

– гіпотетико-дедуктивні міркування, підстави яких — судження, що суперечать певним поглядам і концепціям в ієрархії теорії.

Відповідно, необхідно врахувати, що гіпотетико-дедуктивна модель логічного мислення — засіб опису формальних, структурованих теорій, але вона не враховує генезис гіпотез і законів як підставових [324].

Гіпотетико-дедуктивна модель слугує засобом для аналізу логічної структури наукової теорії на різних етапах розвитку її ієрархії. Гіпотетико-дедуктивна система утворює ієрархію гіпотез, ступінь абстрактності якої зростає в міру віддалення від емпіричної бази, що дає змогу дослідити не тільки структуру і взаємозв'язок між гіпотезами різного рівня, а й спосіб їхнього підтвердження емпіричними даними [335].

Якщо щодо одного і того ж питання висувається декілька гіпотез, то їхня перевірка може виконуватися непрямыми методами на основі правил виводу [367]:

– заперечувальне — стверджувальне (tollendo tollens)  $\pi_H^1 : ((H_1 \vee H_2) \wedge H_1) \Rightarrow \neg H_2$ ;

– стверджувальне — заперечувальне (ponedo tollens)  $\pi_H^2 : ((H_1 \vee H_2) \wedge H_1) \Rightarrow \neg H_2$ ;

– базове правило логічного виводу  $\pi_v : \frac{A, (\exists H : A \Rightarrow B), H \rightarrow T_D}{B}$ ,

де  $T_d$  — підтвердження істини.

– правило несуперечливості виводу для теорії  $Z(F)$  предиката  $P_r A(m \cdots m_n)$ :

$$\begin{aligned} & \exists x_1 \cdots x_n, \neg A(x_1 \cdots x_n) \rightarrow STd; \\ Z(F_i) & \mapsto \neg \forall x_1 \cdots x_n, A(x_1 \cdots x_n) \rightarrow STd; \\ & \neg(\forall x_1 \cdots x_n, A(x_1 \cdots x_n) \rightarrow STd). \end{aligned}$$

Відповідно, робимо висновок, що за означенням маємо:

$$(Z(F_i) \text{ суперечлива}) \stackrel{ds}{\equiv} ZF \mapsto \forall x_1 \dots x_n, A(x_1 \dots x_n) \rightarrow STd,$$

де  $STd$  — змістовна істинність тверджень про певну ситуацію, яку необхідно розв'язати.

Якщо твердження  $A(x_1 \dots x_n)$  доводиться з теорії  $Z(F_i)$ , відповідно до формули, що пов'язує причину і наслідок у вигляді  $(\exists(C \wedge \neg C) \mapsto A(x_1 \dots x_n) \rightarrow STd) \Rightarrow Z(F_i)$ , то теорія суперечлива ( $C$  — закон, формула).

Процедура спростування гіпотез здійснюється шляхом спростування наслідків, які випливають із цієї гіпотези. Спростування гіпотези відбувається, коли є суперечливі висновки або коли не виявляються нові факти у межах гіпотези, тоді правило побудови схеми висновку має такий вигляд:

$$\pi_s : \left| \begin{array}{l} A \Rightarrow (B_1 \wedge B_2 \wedge \cdots \wedge B_n) \\ \neg B_1 \vee \neg B_2 \vee \cdots \vee \neg B_n \\ \hline \neg B \mapsto (\neg A) \end{array} \right.$$

та, відповідно до початкових умов щодо ситуації, визначає структурну схему спростування гіпотези у вигляді умовно-категоричного силлогізму.

Якщо гіпотеза має фактичне підтвердження, то вона входить в елементи структури теорії, якщо протилежне, то маємо правила логічного слідування [50] з відповідних базових посилян щодо згенерованих схем перевірки висунутих гіпотез на основі правил  $\{\pi_{Ri}\}$ :

$$\begin{aligned} \pi_{R1} &: (A \Rightarrow B) \Rightarrow (\neg B \Rightarrow \neg A); \\ \pi_{R2} &: \{(A_1 \wedge A_2 \cdots \wedge A_n), A \Rightarrow B\} \Rightarrow B \\ \pi_{R3} &: \{\neg A \Rightarrow \neg B, A\} \Rightarrow \neg B. \end{aligned}$$

### 3.2. Предикатний опис реакції активної системи на техногенні збурення

Диспозиційні предикати визначають опис здатності об'єкта реагувати за певних умов певним інформаційно-енергетичним способом на дію фактора впливу в структурі складної активної системи.

Водночас [230] можна виділити три групи предикатів як способи опису ситуації (рис. 3.2):

1)  $D_i$  — здатність реагувати на модальність (час) і якість, колір як спосіб опису активної взаємодії.

2) Предикати опису взаємодії «об'єкт – агент»:

$A_1$  — наявність об'єкта з певною структурою;

$A_2$  — енергетичний вплив із виділенням інформації;

$A_3$  — наявність середовища взаємодії між об'єктами;

$A_4$  — передача даних на рецепторний вхід системи об'єктів;

$A_5$  — наявність активного рецептора;

$A_6$  — наявність у рецепторі процесора опрацювання вхідних даних.

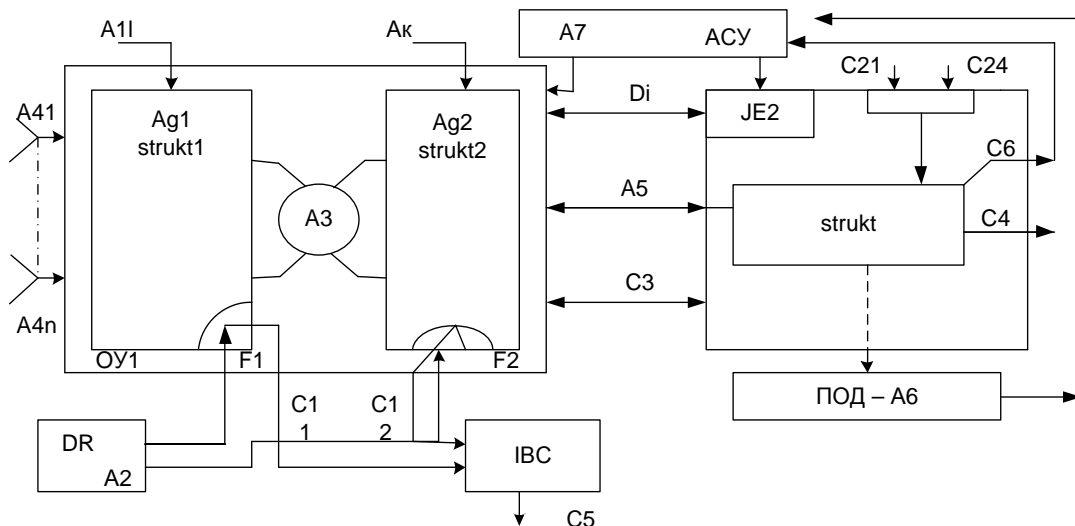


Рис. 3.2. Схема інформаційно-енергетичної взаємодії об'єкта з управлінською системою: АСУ — автоматизовані системи управління; Ag — агрегатні стани;  $F_i$  — фактори впливу; ОУ — об'єкт управління; DR — дерево рішень; ІВС — інформаційно-вимірювальна система;  $A_i$  — предикати (характеристики); D — дії

3) Предикати опису інформаційно-енергетичного впливу:

$C_1$  — диспозиція енергетичного впливу з виділенням інформаційного компонента;

$C_2$  — диспозиція активних дій із відбором інформації;

$C_3$  — диспозиція переносу відомостей між об'єктами;

$C_4$  — диспозиція потоку даних для повідомлення про активну енергетично-інформаційну взаємодію;

$C_5$  — диспозиція рецепторної інформаційно-вимірювальної системи відповідальної за реакцію;

$C_6$  — диспозиція передачі інформації на верхні рівні активної структури;

$C_7$  — диспозиція нейропроцесора реагувати на потоки імпульсів;

4) Предикат опису інформаційно-керуючої структури:

$A_7$  — диспозиція існування інтегрального процесора і центру управління та прийняття рішень.

Концепція Карнапа зв'язку диспозиції через редукцію і предикат опису ситуації (в режимі спостереження) може бути представлена у вигляді твердження [230]:

$$(x, t): \{Q_1^*(x, t) \Rightarrow [Q_3(x, t) \equiv Q_2(x, t)]\},$$

де  $Q_1^*(x, t)$  підлягає верифікації експерименту;  $Q_i(\ )$  — опис ситуації.

Для оцінки ситуацій на підставі когнітивної моделі ІА необхідно побудувати ряд сценаріїв розвитку ситуацій.

Представимо когнітивну схему генерації гіпотез про можливий сценарій розвитку дій і наслідків у процесі розв'язання тактичних задач для прийняття рішень інтелектуальним агентом (рис. 3.3).

Схема охоплює такі компоненти:

1. Структуру когнітивної системи ІА, в яку входять ядро, свідомі і підсвідомі нейроструктури, логічний та процедурний процесори, вхідний нейропроцесор формування образів, внутрішній екран індикації образів і сценаріїв у розгортанні подій.

2. Вхідну сенсорну систему (звук і зображення).

Процедура визначення диспозиційних понять ґрунтується на правилі Юкоса [230] для імплікації з твердження  $A(x)$ :

$$\pi_d : \{Q_3(x_3)\} = A(x_1) \wedge \{A(x_2) \Rightarrow [Q_1(x) \Rightarrow Q_2(x)]\}.$$

Відповідно, правила формування базових диспозицій, які пов'язують компоненти, виражаються у вигляді імплікативних схем виводу:

$$\begin{aligned} \pi_{D1} : D_1(x) &= [C_1(x_1) \wedge C_2(x) \wedge C_3(x) \wedge \{[C_1(x) \wedge C_2(x) \wedge C_3(x)]\} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \{(A_5(y) \wedge A_6(y) \wedge A_7(y)) \Rightarrow A_4(x)\}. \end{aligned}$$

Водночас вони відображають адитивну структуру факторів та схему зв'язків:

$$\begin{aligned} \pi_{D2} : D_2(x) &= (C_5(y) \wedge C_6(y) \wedge C_7(y)) \wedge \wedge [C_5(y) \wedge C_6(y) \wedge C_7(y)] \Rightarrow \\ &\Rightarrow [(A_1(x) \wedge A_2(x) \wedge A_3(x)) \Rightarrow R(y)]. \end{aligned}$$

Часткові диспозиції пов'язані між собою на основі дефініцій:

$$C_i(x) = A_i(x) \wedge \{A_i(x) \Rightarrow [(A_{i+1}(x) \wedge A_{i+2}(x)) \Rightarrow A_{i+3}(x)]\}.$$

Тобто процедури побудови диспозицій пов'язані з логікою опису ситуацій на основі моделей предикатів, які описують відношення і взаємозв'язки в структурі  $\{система \leftrightarrow об'єкт \leftrightarrow явище\}$ .

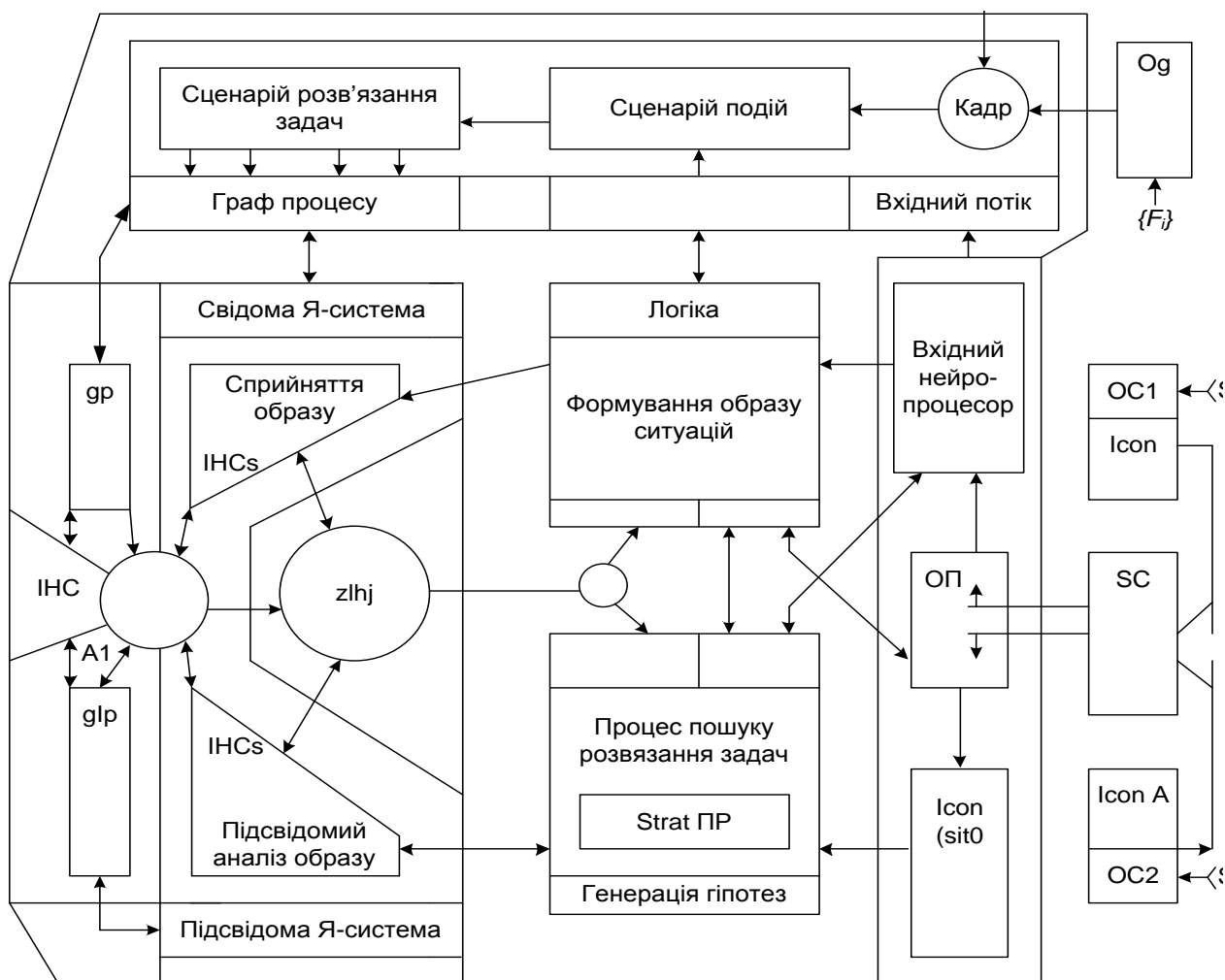


Рис. 3.3. Генерація гіпотез у процесі прийняття рішень когнітивною системою інтелектуального агента: *ІНСa* — інтелектуальна система абстрактного мислення; *ІНС<sub>s</sub>*, *ІНС<sub>p</sub>* — інтелектуальні системи свідомого і підсвідомого мислення; *Sp* — сенсорна система; *Ікон* — спостережувані образи; (*gP*, *gIP*) — глибинні пам'ять і процесор

Відповідно, можна сформувати блокову схему зв'язків <система – об'єкт – інформація> (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Схема взаємозв'язків у системі (АСУ ↔ об'єкт)

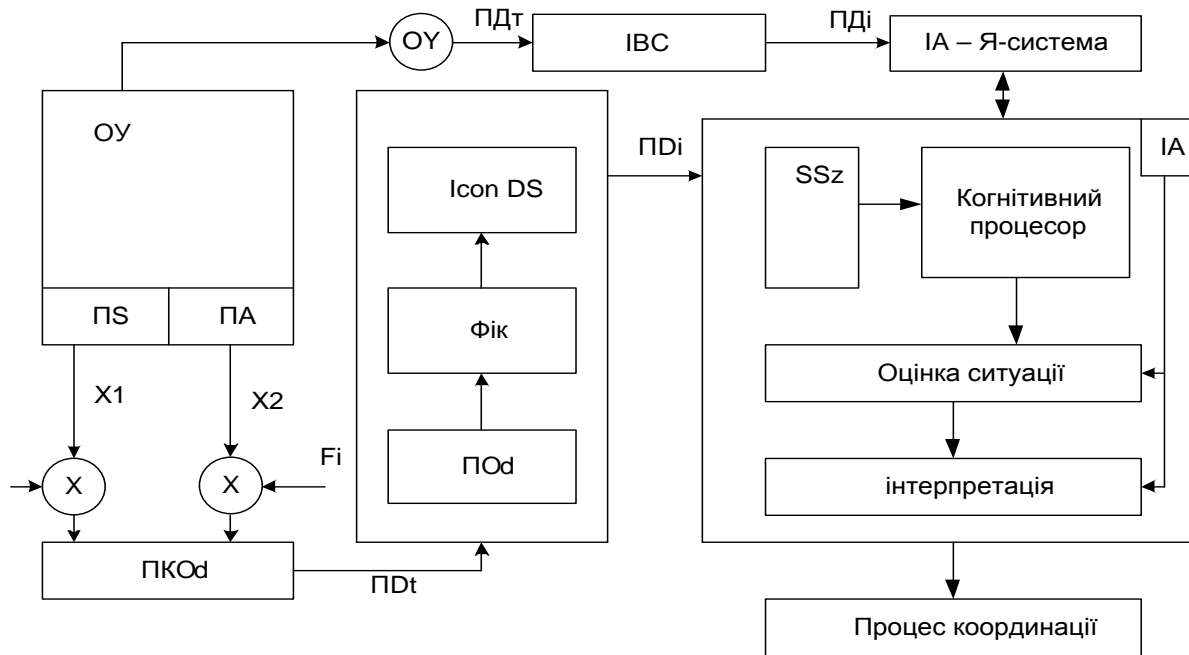


Рис. 3.5. Схема когнітивної обробки даних інтелектуальним агентом: *ПІСd* — пасивний відбір даних; *ПАd* — активний відбір; *ПКОd* — процесор комплексної обробки даних; *ПОd* — процесор обробки даних; *Фік* — формувач образу

Наведемо структурну схему когнітивної обробки даних інтелектуальним агентом згідно із системною та логічною схемою взаємозв'язків (рис. 3.5), яка охоплює такі блоки й рівні:

1. Рівень образного сприйняття об'єкта інтелектуальним агентом (IA) з чітко вираженою когнітивною професійною орієнтованою системою ( $\langle \langle OY \rangle \rightarrow \langle IBC \rangle \rightarrow \langle PDi \rangle \rightarrow \langle IA(KC) \rangle \rangle$ ).
2. Об'єкт управління із системою відбору потоків даних про стан об'єкта ( $\langle \langle OY \rangle \rightarrow (X_1, X_2 / F_2) \rightarrow \langle PKO_d \rangle \rightarrow (PD_t) \rangle$ ).
3. Інтелектуальна система формування образу динамічної ситуації (*Icon DS*).
4. Когнітивний процесор інтелектуального агента для оцінки, інтерпретації ситуації та формування координаційних стратегій управління і виконавчих дій.

У системі відбувається опрацювання IA вхідного потоку даних, оцінювання, виявлення критичних ознак, класифікація даних та образів ситуацій, прогноз можливого розвитку подій завдяки впливу управлінських дій, оцінка ступеня наближення системи до цільового стану.

### 3.3. Логічні категорії в схемах прийняття цільових рішень оператора у процесі управління в режимі загроз

Використання інформативних відомостей в інтегрованих інтелектуальних автоматизованих системах (ПАС) адміністративно-організаційного управління пов'язане з аналізом проблемних ситуацій, вибором варіантів цільових рішень у нормальних і кризових ситуаціях, які виникають як у внутрішній, так і в зовнішній структурах у процесі їхньої взаємодії. У задачах синтезу стратегій прийняття рішень та правилах вибору варіантів наявні компоненти і фізико-математичних, і логічних теорій, які є основою інструментарію аналізу та синтезу правил, процедур і стратегій прийняття рішень. Важлива задача під час формування правил

прийняття рішень — це вибір логічного апарату для побудови тверджень, висновків, процедур виводу [98, 101, 312, 334, 335, 344].

Інформаційні інтелектуальні системи як інтелектуальні агенти в структурі управління

Аналіз ролі інтелектуальних інформаційних систем (ІІС) у забезпеченні процедур прийняття рішень ґрунтується на виявленні сутності компонент:

- сприйняття образів ситуацій, сценаріїв сенсорною системою інтелектуального агента, який приймає рішення;
- проекція образів ситуацій об’єкта в простори станів як агента і системи автоматизованого управління;
- вибір правил і алгоритмів оцінювання динамічних образів ситуацій на основі системи ознак та логіки вибору і класифікації;
- синтез логічних правил порівняння і класифікації розбіжностей образів ситуацій;
- побудова логічних правил висновків як основи процедури перевірки гіпотез та схем альтернативного вибору напрямку руху до цілі.

Розглянемо деякі аспекти вибору логічних процедур, актуальних для формування процесів прийняття рішень.

Імовірнісне трактування ігрових образів ситуацій інтелектуальним агентом у логіці предикатів

Нехай маємо гравців  $(P_1, P_2): G(P_1 \overset{\rightarrow}{\leftarrow} P_2)$  — об’єкт та інтелектуальний агент, а управлінська гра відбувається в інформаційному полі взаємодії під час компенсації дії впливів факторів на АСУ згідно зі схемою (рис. 3.6):

$$\left\langle \{F_2\} \rightarrow АСУ \rightarrow Sit(t_1 / C) \rightarrow IA \left[ \Pi, \hat{U}_i \right] \rightarrow (U_i / F_s) \rightarrow АСУ \rightarrow Sit(t_2 / C) \right\rangle.$$

Відповідно, маємо типи ситуацій у предикатній формі  $P(X)$ :

- Якщо  $Sit_1$  — достовірна ситуація  $S_1$  та  $S_2$ , то достовірні разом  $(S_1 \cup S_2)$ ;

$$\begin{aligned} Sit_1 : P_1 \rightarrow \forall x [S_1(x) \rightarrow P_1(x)] \\ Sit_2 : P_2 \rightarrow \forall x [S_2(x) \rightarrow P_2(x)] \end{aligned} \Bigg| \forall x [S_1(x) \vee S_2(x)];$$

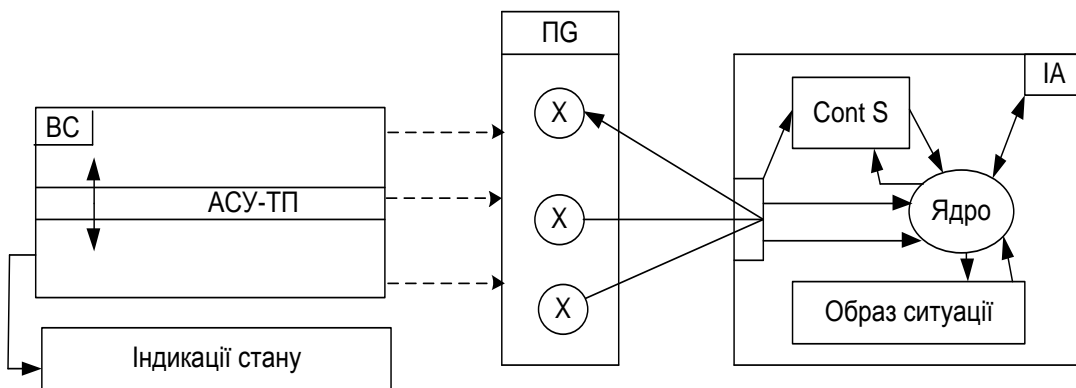


Рис. 3.6. Схема гри  $\langle АСУ-ТП \rangle \leftrightarrow [ІА]$ : АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом; ІА — інтелектуальний агент; ВС — виробнича система; ПГ — поле гри

– Неможлива ситуація для двох гравців, коли:

$$Sit_3 : \sim \exists x [P_1(x) \wedge P_2(x) \rightarrow S_1(x)];$$

– Можлива ситуація для одного гравця, якщо:

$$(Sit_4 : \forall x [P_1(x) \rightarrow S_1(x)]) \mapsto (Sit_5 : \forall x [P_2(x) \rightarrow S_2(x)]),$$

тобто ми отримуємо ситуаційний образ гри двох гравців:

$$G \left( P_1 \overset{\rightarrow}{\leftarrow} P_2 \mid S_1, S_2 \right) : P_{rob} \{P_i(x) \rightarrow S_j(x)\} \leq 1;$$

$$V(P_i) > V(P_j) : \max_N P_{rob} \{P_i(x) \rightarrow S_1(x)\},$$

де  $N$  — число станів системи під час гри.

Категорії реальності в логічних теоріях та їхнє трактування інтелектуальним агентом для системології прийняття рішень техногенною енергоактивною системою

Категорії — найбільш загальні блоки наукових теорій та системного аналізу і системології. Наведемо базові структури [342] (рис. 3.7) категорій як найбільш загальних понять та концепцій, сформованих у класичній і сучасній філософії та теорії логіки. На них ґрунтується процес мислення ІА як у свідомій, так і в підсвідомій компоненті «Я-системи».

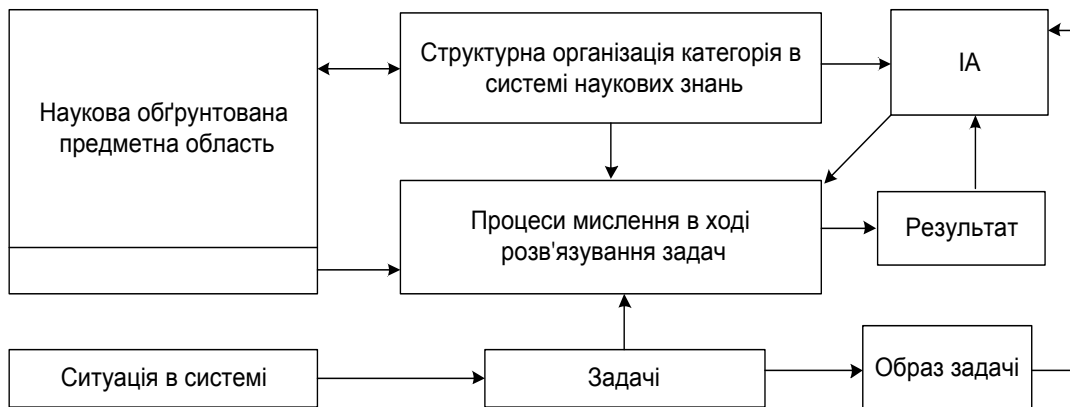


Рис. 3.7. Схема категорій реальності для оцінки ситуацій: ІА — інтелектуальний агент

Наведемо основні категорії як компоненти теорії:

$K_M$  — категорія матеріальної реальності світу;

$K_I$  — категорія ідеальних інформаційних відображень (образів) реального світу;

$K_{II}$  — категорія ланцюгів причинності;

$K_{MPI}$  — категорія первинності об'єктів реального світу;

$K_S$  — категорія системи і процесу, властивості скінченності та нескінченності динамічних процесів, структурної скінченності в організації систем;

$K_{tr}$  — категорія руху систем і об'єктів;

$K_{RS}$  — категорія розвитку систем та ієрархія форм руху і розвитку;

$II_{log, tr}$  — проблема логічного відображення руху на основі математичних абстракцій;

$K_3$  — категорії кількісних та якісних змін;

$K_p, K_t$  — категорії простору і часу;

$K_Z, K_f$  — категорії змісту та форми як характеристики найбільш загальних властивостей системи;





Рис. 3.8. Філософія аналізу ситуацій

$K_C$  — категорії сутності властивостей і відношень в об'єктах системи;

$K_{IP}$  — категорія інтелектуального пізнання суттєвих ознак, сутності і структури системи та її цілеорієнтація;

$K_{P,\xi}$  — категорія необхідності і випадковості (причинна та логічна необхідність);

$K_V, K_d$  — категорії можливості і дійсності;

$K_E, K_O, K_{ZS}$  — категорії одиничного, особливого, загального як характеристики елементів системи, їхніх ознак.

На концепції логіко-філософських категорій будується логіка і філософія загальних принципів аналізу ситуацій та процедур і алгоритмів їхнього розв'язання під час нормування управлінських рішень інтелектуальним агентом [113, 262, 371] (рис. 3.8).

### 3.4. Категорії в схемах прийняття цільових рішень, відношення між ними та їхнє трактування

Логіка відношень визначає взаємозв'язки між поняттями і категоріями існування: можливість, необхідність та випадковість виникнення подій і ситуацій. Якщо позначити шкали ознак, згідно з працею [342], через предикат  $P(X)$ , то:

$M[P(x)]$  — можливість ознаки  $P(x)$ ;

$N[P(x)]$  — необхідність ознаки  $P(x)$ ;

$H[P(x)]$  — випадковість ознаки  $P(x)$ ,

то через поняття виводу маємо такі форми зв'язків для ознак:

$\{N[P(x)] \text{ для } S\} \equiv S \mapsto P(x)$ ;

$\{N[P(x)] \equiv \neg M[\neg P(x)]\}$ ;

$M[P(x)] \equiv \{\neg S \mapsto \neg P(x)\}$ ;

$H[P(x)] \equiv \neg\{S \mapsto P(x)\} \wedge \{S \mapsto \neg P(x)\}$ .

Відповідно, формується схема та твердження про логічну і лінгвістичну структуру опису ситуацій (рис. 3.9), які утворилися в системі простору станів і цілей, тобто  $(R^n \times R^T)$  з відповідною метрикою.

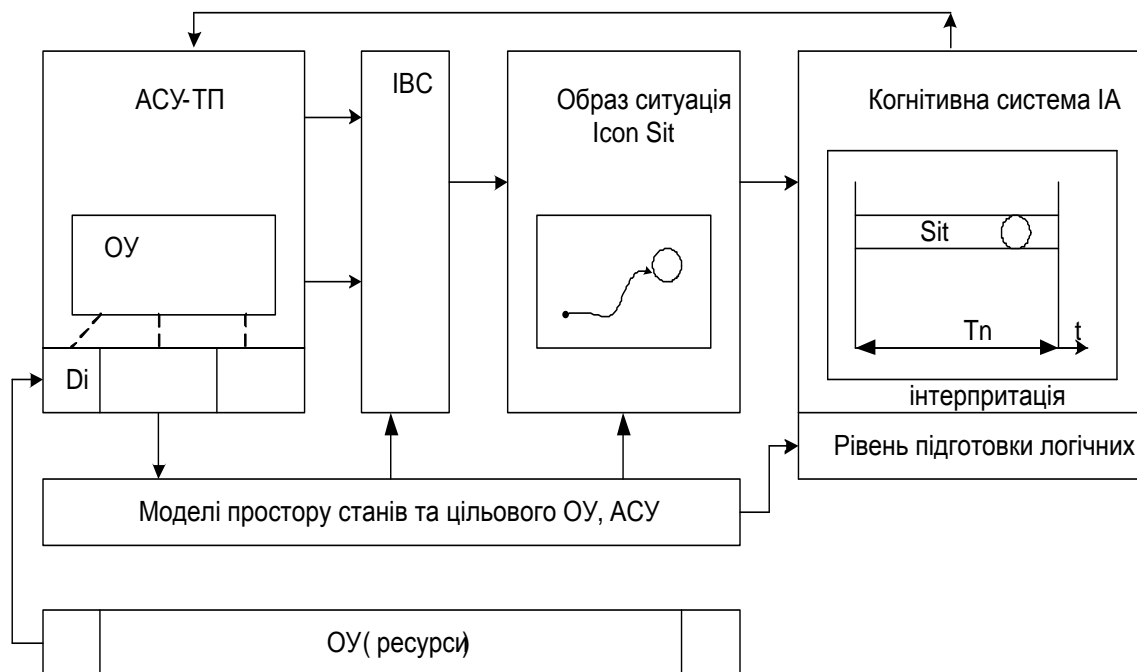


Рис. 3.9. Схема оцінки ситуацій когнітивною системою інтелектуального агента: АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; ОУ — об'єкт управління; Sit — оперативна ситуація;  $t_i, T_i$  — часові параметри; ІА — інтелектуальний агент

Існують причинні закономірності, які обумовлюють твердження про можливість зв'язків між поняттями, категоріями й ознаками подій та явищ. Подамо їх у вигляді відношень «можливості – необхідності» [25, 144, 211, 350, 380, 385]:

$$\begin{aligned} V_1: & \neg M[P(x)] \equiv N[\neg P(x)]a; \\ V_2: & H[P(x)] \equiv M[P(x)] \wedge M[\neg P(x)]; \\ V_3: & M[P(x)] \wedge M[\neg P(x)] \equiv \neg[N[P(x)]] \wedge \neg N[\neg P(x)]; \\ V_4: & H[P(x)] \equiv \neg N[P(x)] \wedge \neg N[\neg P(x)]; \\ V_5: & M[P(x)] \equiv \neg N[P(x)]; \\ V_6: & \neg N[P(x)] \equiv M[\neg P(x)]; \\ V_7: & \{\neg M[\neg P(x)] \vee \neg M[P(x)]\} \Leftrightarrow N[\neg P(x)] \vee N[P(x)], \end{aligned}$$

де  $(M, N, H)$  визначають можливість, необхідність, випадковість в описі ознак щодо твердження  $P(x)$  щодо елемента системи  $x$ .

Розглянемо логіко-інформаційні елементи в схемі побудови системних тверджень щодо системи і її складових.

### 3.4.1. Твердження про стан об'єктів, їхня логічна структура та обґрунтування для опису ситуації в системі

Одиничні твердження за наявності властивостей  $P$  об'єкта  $\alpha$  відображаються через одномісний предикат типу:

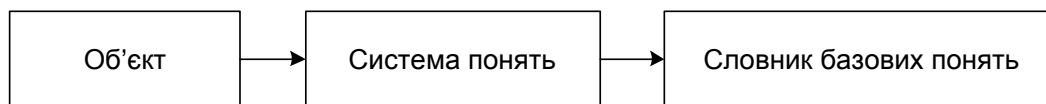
$$\alpha = xA(x) \mapsto P(xA(x)),$$

де  $A$  — носій об'єкта, який вказує на наявність ознаки властивості  $P()$  щодо  $A$ .

Загальне (квантифіковане) твердження про наявність властивості  $P$  буде  $\alpha = xA(x) \mapsto \forall xP(x)$ , а зв'язок між кванторами —  $xP(x) \mapsto P[\alpha], \alpha \in xP(x)$  та  $\neg\{P(\alpha) \mapsto \forall xP(x)\}$ . Але в деяких випадках можливим є вивід  $\{P(\alpha) \mapsto \forall(xP(x))\}$ , тоді правило математичної індукції в трактуванні [342] виглядатиме так:

$$\begin{aligned} \{P(\alpha_1) \wedge P(\alpha_2) \wedge \dots \wedge P(\alpha_n) \Rightarrow P(\alpha_{n+1})\} \mapsto \forall xP(x); \\ \{P(\alpha) \mapsto \exists xP(x)\}, \{\forall xP(x) \Rightarrow \exists xP(x)\}. \end{aligned}$$

Обґрунтування термінів для опису стану об'єкта, згідно зі схемою інформаційних перетворень, має такий вигляд:



Термін у системі тезауруса — це терм, або предикат (логічною функцією), або предметно-орієнтована функція. Терми бувають постійними чи змінними.

За змістом, квантори визначають, чи має об'єкт властивості, які або характерні для всіх елементів, або підтверджуються тільки для одного:

$$\left\{ x \in O_s \rightarrow \begin{array}{l} \forall xP(x) \\ \exists xP(x) \end{array} \right\}, \text{ а їхній зв'язок має такий вигляд: } \exists xP(x) \Leftrightarrow \neg \forall(x) \neg P(x).$$

У формальних мовах твердження ґрунтуються на основі чисто ефективних правил синтаксису побудови формул, виразів, а основна проблема — доведеність тверджень з аксіом щодо їхньої істинності. У змістових теоріях важливе обґрунтування їхньої істинності щодо цілеорієнтації проблемної задачі [157, 198, 190, 230, 446].

В абстрактних теоріях істинність тверджень  $\{P_i(\alpha)\}_{i=1}^m$  розв'язується на основі визначення понять та схем і правил побудови висновків з аксіом.

У конструктивних теоріях істинність  $\{P_i(\alpha, \dots, \alpha_n)\}$  обґрунтовується на основі правил побудови об'єкта  $\alpha$  з властивістю  $P$  (інформаційно-функціональна структуризація).

В емпіричних теоріях перевірки (експеримент) дають змогу з'ясувати істинність. Тоді можна побудувати логічні висновки. Якщо  $a$  належить множині  $X$ , а множина  $X$  характеризується властивістю  $P$ , то  $a$  також має властивість  $P$ , тоді маємо [4, 9, 24, 188, 324, 342]:

$$\forall x \in X, a \in \{x\}, \forall x P(x) \mapsto P(a); P(a) \mapsto \exists x P(x).$$

Якщо  $a$  має властивість  $P$ , то існує таке число  $X$ , що характеризується  $P$ . Для конструктивної теорії маємо такі ознаки об'єкта:

$$\forall x \in X \exists \Pi_v : P(a) \mapsto \exists x P(x); \exists \text{Alg}_v : P(a) \mapsto \exists x P(x),$$

де  $\exists \text{Alg } Lv$  — алгоритм логічного висновку.

Якщо існує правило  $\Pi_v$ , яке задає умову, що якщо  $a$  має властивість  $P$ , то існує таке  $X$ , яке також має  $P$ .

Для абстрактних теорій доводиться виводимість фактів із початкових положень на основі правил:

$$\Pi_v : \frac{[\forall x \neg P(x)] \mapsto (P \vee \neg P)}{\exists x P(x)},$$

або на основі твердження про істинність загального судження щодо властивостей об'єкта, системи:

$$\Pi_v : \forall x P(x) \mapsto \exists x P(x); \forall x (P(x)) \rightarrow Tr.$$

Метод повної індукції в правилах виводу істинних тверджень ґрунтується на правилах побудови висновків від елементарних властивостей до узагальнених:

$$\left. \begin{array}{l} x \in A \\ P(a_{i1}) \\ P(a_{i2}) \\ \vdots \\ P(a_{in}) \\ \hline \forall x (P(x)) \end{array} \right| \left. \begin{array}{l} x \in A \\ P(a_1) \\ P(a_2) \\ \vdots \\ P(a_n) \\ \hline \forall x P(x) \end{array} \right| \left( \Pi_v : \frac{P(a_1), \forall n (P(a_n) \Rightarrow P(a_{n+1}))}{\forall x P(x)} \right),$$

де  $x$  — загальний елемент;  $a_{ij}$  — конкретний елемент із  $P$ -властивістю;  $\Pi_v$  — правило побудови висновків про властивості системи з  $x$ -компонентами.

Відповідно до правила індукційного висновку, будемо діаграму в термінальному часі розгортання подій для виявлення первинних і активних факторів впливу  $\{DF_{i=1}^n\} \rightarrow \{F_{i=1}^m\} \rightarrow \{Ag_{i=1}^K\} \rightarrow \{Sit_{i=1}^K\}$  на структуру та динаміку агрегатів об'єкта (рис. 3.10).

Схема розгортання подій в об'єкті управління в реальному часі термінально прив'язує хід зміни стану агрегатів із маркером часу. Відповідно, маємо такі рівні взаємодії:

- об'єкт з агрегованою структурою та система загроз і факторів впливу на нього з означеними термінами в часі активної дії;
- шкалу часу з реперами активної дії факторів, що призводить до зміни стану ОУ, який фіксується в ІВС у вигляді потоку образів ситуацій у параметричній формі;
- когнітивна система оператора, яка формує в своїй уяві сценарії зміни ситуацій в ОУ та згідно з метою і стратегією виконує управлінські дії.

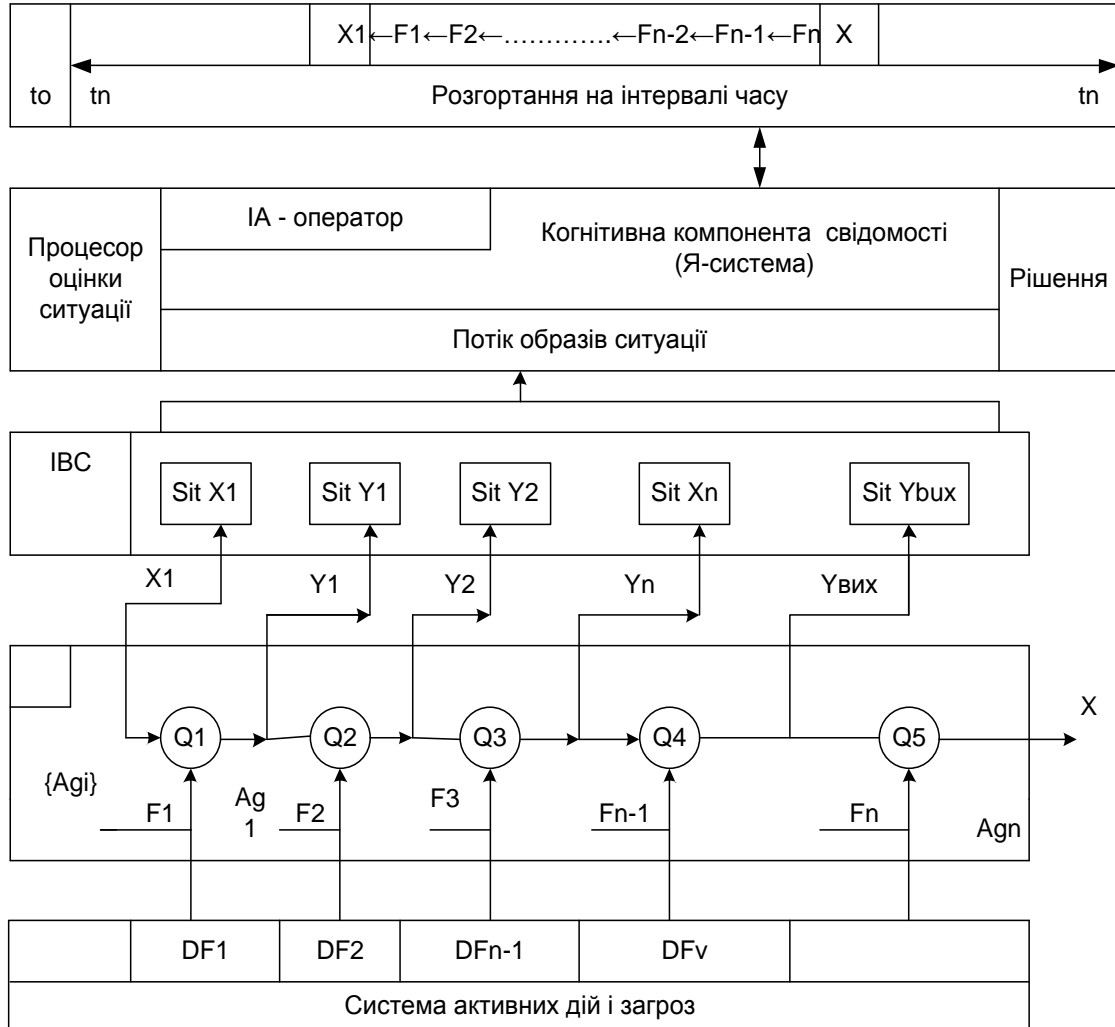


Рис. 3.10. Розгортання подій у часі в системі управління: *ІВС* — інформаційно-вимірювальна система; *Ag* — агенти; *F<sub>i</sub>* — фактори впливу; *Sit* — ситуація

Відповідно, у схемі взаємодії формується структурна схема відображення в часі розгортання подій [9]:

- рівень агрегатної структури об'єкта;
- рівень агентів впливу на об'єкт управління;
- рівень інформаційно-вимірювальної системи;
- рівень АСУ як процесор оцінки ситуації і прийняття рішень;
- рівень індикатора трафіка подій.

Будуючи інформаційні образи ситуацій, використовують такі методи, схеми та правила:

1. Метод узагальнення:  $\Pi_V : \left[ \frac{P(a)}{\forall x P(x)} \right], \exists a \in A, A \subset X$ .

Обґрунтування наукових термінів і понять виконується на підставі дефініцій Карнапа [190], тобто  $D$ -предикатів. Для властивостей  $\{Q_i\}_{i=1}^m$  об'єктів предметно-орієнтованих областей знань маємо:

$$\{Q_i\}_{i=1}^m : Q_{m+1}(x) \equiv_{Df} [Q_1(x) \Rightarrow Q_2(x) \Rightarrow \dots \Rightarrow Q_m(x)], \forall x \in X.$$

2. Редукція прямого спостереження об'єкта:

$$x(t) \{Q_1(x, t) \Rightarrow [Q_3(x, t) \equiv Q_2(x, t)]\}, (x, t) \in (R_x \times R_t).$$

3. Кон'юнкція необхідних умов  $M$ :

$$\{[M_i \bar{Q}_1(x)] Q_1(x)\} \Rightarrow Q_2(x).$$

4. Вплив причинних наслідків на певні властивості об'єктів визначається:

$$\forall x \in R, \exists Q, Q_3(x) \equiv_{Df} A(x) \{A(x) \Rightarrow [Q_1(x) \Rightarrow Q_2(x)]\},$$

що, своєю чергою, визначає структурні причинно-наслідкові зв'язки властивостей, ознак, ходу ситуацій у побудові сценаріїв прийняття рішень.

### 3.4.2. Правила виявлення протиріч у лінгвістичному описі ситуацій та побудова інформаційних образів поточної ситуації в уяві оператора під час контролю стану систем управління під дією факторів впливу

Правила виявлення протиріч у твердженнях ґрунтуються на відповідних законах логічного виводу (побудови висновків) під час оцінки ситуацій активним агентом за неповних даних, що призводить до невизначеності оцінок та протиріччя висновків на рівні ризику  $\alpha_r$ , згідно з когнітивною схемою (рис. 3.11):

Введемо ознаки класів тверджень [350]:

– судження (твердження):  $\{Uci\ x\ мають\ властивість\ P\} \Leftrightarrow \forall x P(x)$ , тоді логічне заперечення виглядатиме так  $\overline{\forall x P(x)} \equiv \exists x \bar{P}(x)$ ;

– твердження типу:  $\{Деякі\ x\ мають\ властивість\ P\} \Leftrightarrow \exists x P(x)$ , тоді логічне заперечення буде таким  $\overline{\exists x P(x)} \equiv \forall x \bar{P}(x)$ ;

– твердження типу:  $P(x, y, z) : \forall x, \forall y, \exists z \neq 0$ , тоді логічне заперечення буде мати такий вигляд:  $\overline{\forall x \forall y \exists z P(x, y, z)} \equiv \exists x \exists y \forall z \bar{P}(x, y, z)$ ;

– подвійне заперечення:  $\overline{\overline{P(x, y, z)}} = P(x, y, z)$ ;

– твердження типу:  $\{A\ тоді\ і\ тільки\ тоді,\ коли\ B\}$  відповідає  $(A \Rightarrow B)$ , для якого маємо:  $(A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A) \equiv (A \Leftrightarrow B)$ ;  $\overline{(A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)} \equiv \overline{(A \Leftrightarrow B)}$ .

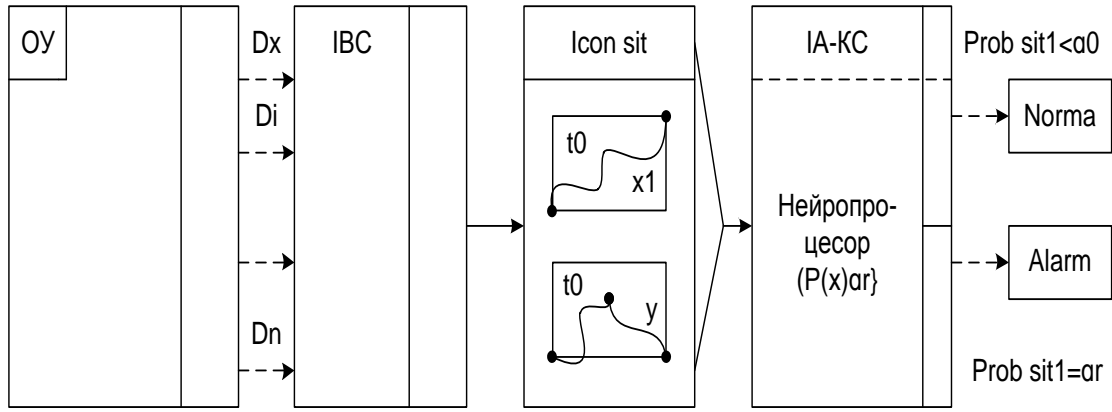


Рис. 3.11. Когнітивна схема оцінки ситуації в умовах невизначеності: *OU* — об’єкт управління; *IBC* — інформаційно-вимірювальна система; *Icon Sit* — образ ситуації; *IA* — інтелектуальний агент; *KC* — когнітивна система

Інформаційну схему процедури оцінки ситуації представляємо у вигляді блок-схеми, яка має три рівні ієрархії (рис. 3.12) [9]:

$R_1$ : інтелектуально-системний рівень формування образу ситуації та його системно-логічний опис.

$R_2$ : інтелектуально-активний рівень генерації гіпотез про стан системи згідно з описом образу ситуації.

$R_3$ : рівень когнітивного процесора формування рішень.

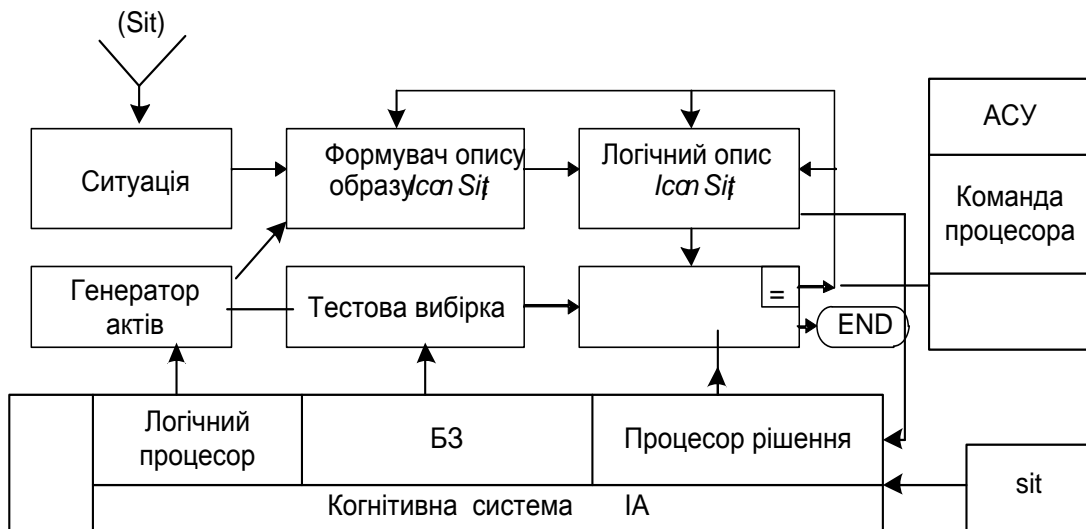


Рис. 3.12. Інформаційна блок-схема когнітивної процедури оцінки ситуації:  $PD(sit)$  — потік даних про ситуацію; *Icon Sit* — процесор формування образу ситуації; *ACU* — автоматизовані системи управління; *IA* — інтелектуальний агент; *БЗ* — база знань

Для прийняття рішень в умовах зміни ситуацій необхідно їх виявити і представити в цільовому просторі і стані системи управління. Зміни представляються через образи ситуації та сценарії подій, які відображають стан об’єкта на підставі опрацювання даних в *IBC* та когнітивній системі *IA*.

Для реалізації процесу управління формується система з ієрархічною структурою, яка охоплює (рис. 3.13):

1. Інтелектуальну систему управління стратегічного рівня, яка генерує головну мету функціонування.

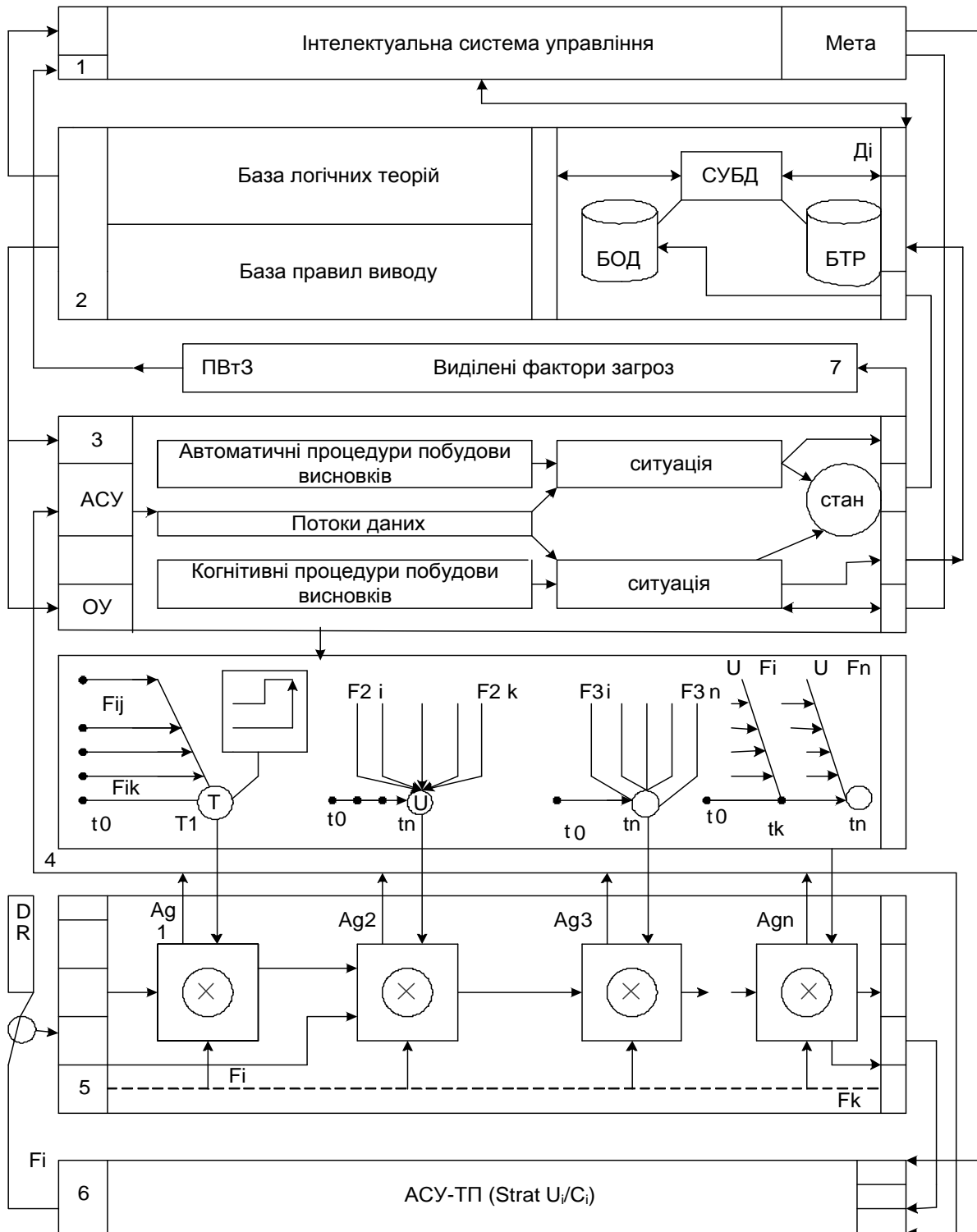


Рис. 3.13. Схема структуризації висновку про ситуацію на об'єкті управління: СУБД — система управління базою даних; БОД — база оперативних даних; БТР — база термінальних рішень; ОУ — об'єкт управління;  $F_i$  — фактори впливу;  $Ag$  — агенти; АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом;  $Start U/C_i$  — стратегія управління системою



2. Систему підтримки стратегічних рішень із базами логічних теорій, правил побудови висновків, базою оперативних (БОД) і термінальних даних (БТД) про стан об'єкта, цілі функціонування.

3. Логічну структуру узгодженого управління АСУ й оперативного управління (ОУ).

4. Модель структури факторів впливу на об'єкт управління на підставі причинно-наслідкових діаграм, які необхідно ідентифікувати за типом реакції об'єкта управління.

5. Структуру агрегованого об'єкта управління та канали впливу факторів на його стан і режим.

6. АСУ-ТП — автоматизовану систему управління, яка діє на підставі заданої стратегії підтримки об'єкта під час дії факторів збурень.

### 3.5. Логічна структура дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях

Для реалізації процесів мислення, схожих із людськими, використовують дерева рішень, задачі з певним цілеорієнтованим рівнем досяжності [9, 167, 244, 342, 446].

Водночас сформульовано такі підходи до розв'язання цілеорієнтованих задач:

– будується система всіх тверджень, які виводяться, відповідно до правила породження гіпотез:

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

– на основі певних критеріїв розпізнавання наслідків щодо їхньої близькості до цілі:

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

і тоді проводиться відбір  $B_k$ ;

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

– процедура розв'язання будується відповідно до кінця, тобто від цільової області.

Процес зворотного мислення  $\{ціль, стан\}$  відбувається на основі багатоканальної ієрархії, яка перетворюється в одноканальний ланцюг управлінських дій у процедурі розв'язання задач із врахуванням обмежень на таблицю вибору варіантів.

Стан об'єкта: вплив  $F_{(At)}$  на режим агрегату та його енергетичний стан у структурі енергоактивного об'єкта призводить до зміни ситуації. Змінюючи режим або стан об'єкта управління, необхідно виявити фактори впливу та причинно-наслідкові зв'язки. Для цього будується система логіко-лінгвістичних правил відповідно до схеми (рис. 3.14).

Згідно з процедурою розв'язання управлінської задачі побудовано схему процедури формування рішень, яка охоплює такі рівні:

– об'єкт управління та ІВС, на виході якої формується образ ситуації в просторі станів і цільовому ( $D_I$ );

– рівень інформаційної оцінки ситуації в просторі станів і цільовому згідно з потоком даних ( $D_i$ );

– формування управлінських дій згідно з вибраною стратегією;

– перевірка гіпотез про стан об'єкта щодо цільового, згідно з моделлю цільової області ( $S$ );

– модель опису цільової області в просторі станів об'єкта управління й АСУ;

– розпізнавання наслідків управлінських дій та корекція режиму об'єкта.

Структуризація висновку про стан об'єкта управління ґрунтується на виявленні моделі системно-логічного опису об'єкта управління як основи формування інтелектуальних дій логіки рішень і охоплює:

- базову структуру системи  $\langle ACY \rangle_6, \langle OY \rangle_5$ ;
- інтелектуальну систему генерації мети вищого рівня ( $S_1$ );
- базу фундаментальних і прикладних знань та логічних правил ( $S_2$ );
- логічний процесор АСУ та когнітивний процесор ІА для побудови висновків на підставі оцінки динамічної ситуації;
- рівень ідентифікації структури факторів впливу на ОУ на підставі оцінки ситуації когнітивним процесором ІА — оператора АСУ.

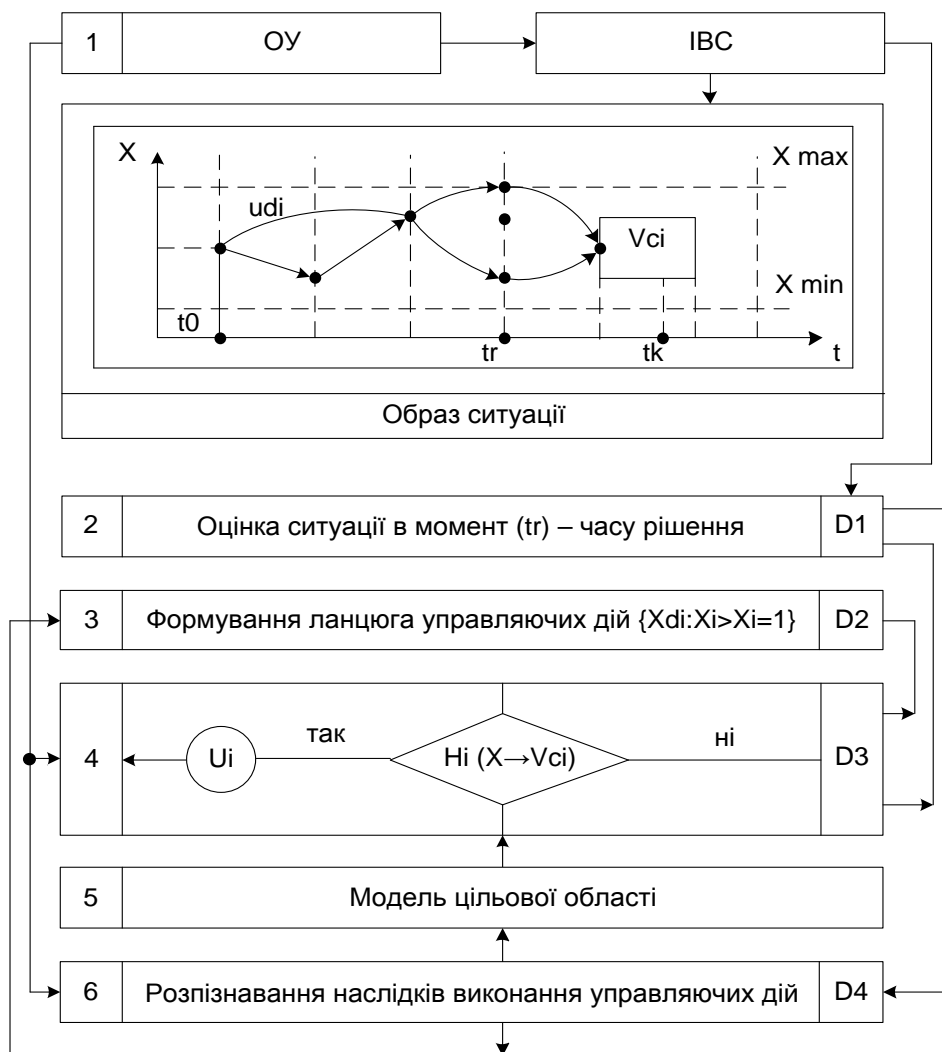


Рис. 3.14. Схема логічної процедури формування рішень: ОУ — об'єкт управління; ІВС — інформаційно-вимірювальна система

Для виявлення ступеня впливу необхідно визначити системну структуру об'єкта і зв'язки агрегатів та описати режими динаміки, способи контролю та управління, щоб мати змогу ідентифікувати фактор  $F_{Ai}$ , спосіб його дії, фізичну й інформаційно-управлінську суть.

Для складних агрегованих структур об'єктів управління, в яких відбуваються хімічні, термодинамічні та фізико-хімічні перетворення ресурсів, маємо таку схему дії факторів впливу на агрегований об'єкт управління (рис. 3.15):

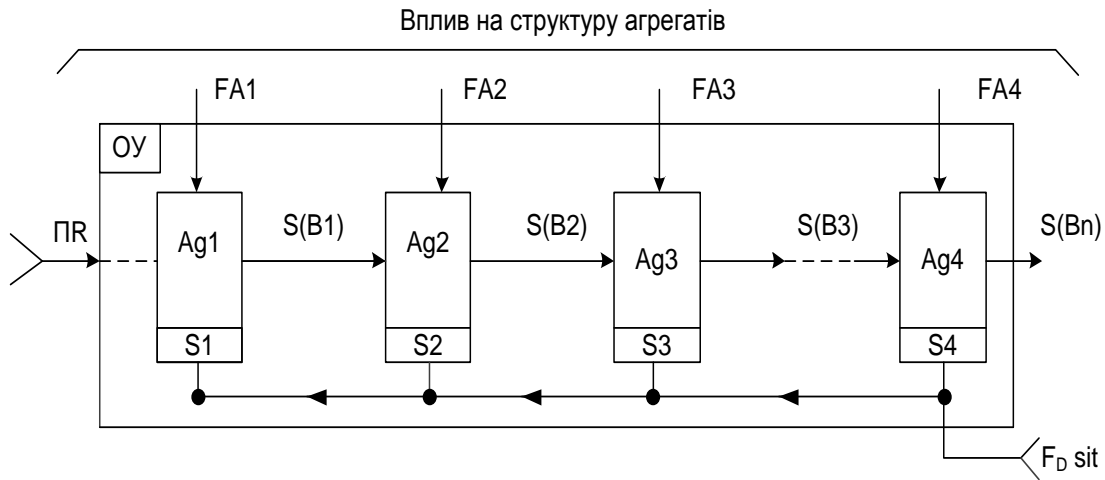


Рис. 3.15. Схема дії факторів впливу на агрегати (структуру і стан): *OU* — об'єкт управління; *F<sub>i</sub>* — фактори впливу; *PR* — прийняття рішень; *Ag* — агрегати; *S* — стани

Відповідно, виконується прив'язка дій факторів впливу до часової осі (рис. 3.15) згідно з реперами  $\{t_i\}$ , де  $t_0$  — час початку дії факторів;  $(t_1 \dots t_n)$  — координати дії факторів.

Відповідно, маємо: <Якщо фактор  $F$  класу дії  $A_i(F_{A_i})$  діє на  $Ag_i$ , то він переходить у стан  $S(B_i)$  зі зміною режиму об'єкта  $OU$ >.

Тобто відбувається зміна ситуації в системі та об'єкті управління:

$$F_i(t_j) \mapsto [OU / Ad_i | t_j + \tau] : (Sit(t_j) \xrightarrow{F(t_j/\tau)} Sit(t_2)),$$

за час дії фактора впливу ( $\tau$ ) на об'єкті агрегату  $Ag_i$ , який ідентифікується згідно з висновком, представленим на схемі  $OU$  (рис. 3.13).

Структурна схема ідентифікації факторів впливу на  $OU$  та формування структури висновку про причини зміни ситуації має ієрархічну структуру ( $n$ -рівневу), яка охоплює:

- інтелектуальну систему управління;
- базу даних і знань та логічних теорій експертного типу;
- автоматизовану систему управління ситуаційного типу;
- структурну схему каналів впливу факторів і загроз;
- об'єкт управління з агрегованою структурою;
- АСУ-ТП;
- процесор виявлення загроз.

Під час генерації ідеї розв'язання задачі формується стратегія досягнення мети на основі знань інтелектуального агента  $n$ , яка полягає у виборі конуса напрямного руху до мети (прицілювання), описаної в поняттях простору стану (координата, метрика, позиція, альтернатива  $A_i$ , правила опису динаміки під час дії управління) (рис. 3.16).

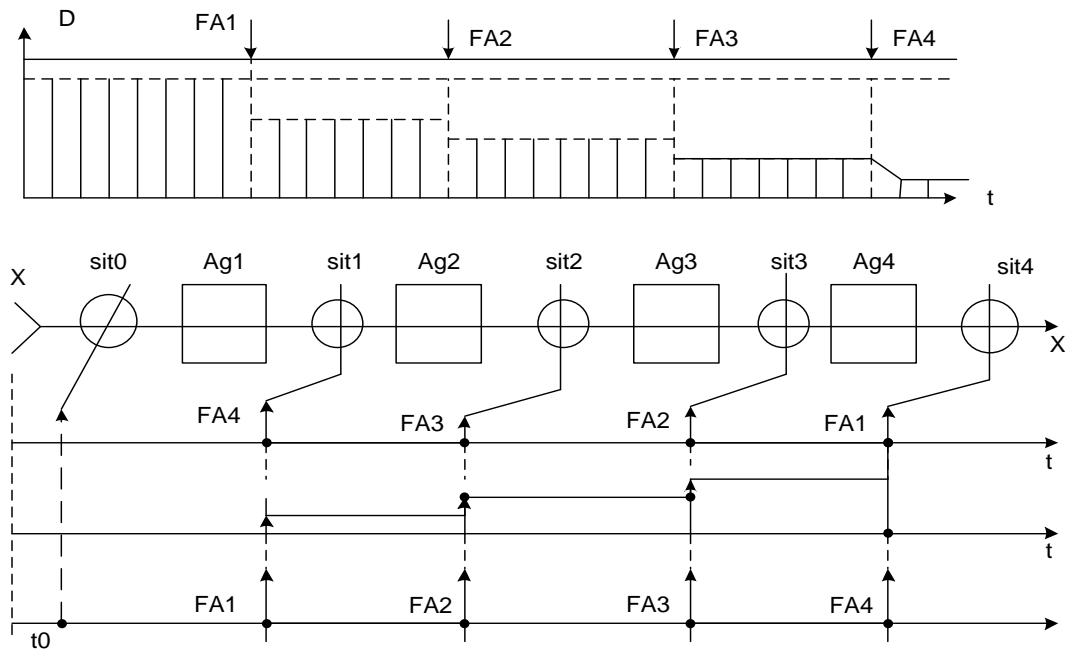


Рис. 3.16. Часова діаграма формування дій:  $D$  — динаміка дій;  $F_i$  — фактори впливу;  $Ag$  — агрегатні стани;  $Sit$  — оперативна ситуація;  $t$  — час

### 3.6. Структуризація знань, необхідних для сприйняття та інтерпретації ситуацій у когнітивній системі під час прийняття рішень щодо управління

Сучасне виробництво — це складні інтегровані людино-машинні керовані системи, стратегії управління, які внесені як в структуру АСУ, так і в базу знань професійних навиків оператора. В ієрархії системи перед оператором стоять задачі:

- з контролю динамічного стану;
- з формування координаційних дій для підтримки цільового функціонування системи;
- з управління і регулювання технологічними процесами в нормальних режимах і надзвичайних ситуаціях.

Екстремальні ситуації значною мірою ускладнюють оператору виконання професійних обов'язків, іноді стають прямою загрозою його здоров'ю, життю і ставлять їх перед проблемою вибору класу можливої командної поведінки та типом стратегії особистої поведінки, відповідно до континуума: «власне життя — службовий обов'язок». Це, відповідно, викликає психічне та інтелектуальне перенапруження в оперативно-командного персоналу, які виконують роль інтелектуальних агентів, що приймають цілеорієнтовані рішення щодо управління елементами об'єктів і техногенною системою загалом.

Оператор в АСУ стає інтегральним інтелектуальним блоком процесора управління, і від нього залежить надійність функціонування системи [101, 123, 270]. Характерною рисою таких систем є розподіл інформаційного навантаження відповідно до цільових задач, а це вимагає опрацювання потоків даних різної інформаційної значущості, виявлення характерних ознак поведінки системи щодо цілі та формування рішень для координації руху системи в напрямі цільової області. Ці процеси і процедури підвищують психічну напруженість, що може призвести до прийняття рішень із невиправданим ризиком. Тобто, відповідно до ситуації, зростає ціна помилки, тому виправданим є формування комплексу вимог як до рівня інтелектуальної готовності, так і до психофізіологічних характеристик оператора [246, 346, 413].

Виділимо основні тези:

**Теза 1.** Мовлення — індикатор мислення.

**Теза 2.** Словниковий вираз — код компоненти думки.

**Теза 3.** Семіотика — оперування знаковими системами.

**Теза 4.** Процес мислення має приховану форму і не відображається в мовленнєвій формі та логічних виводах і не є однорідним щодо мисленнєвих сутностей.

**Теза 5.** Мислення системне і його орган — мозок — є інтелектуальною системою.

**Теза 6.** Процес мислення багаторівневий:

– в елементарних випадках мислення реалізується на рівні перцептивних оцінок (сприйняття) ситуацій (образів);

– в складних ситуаціях мисленнєвими сутностями стають образно-емоційні компоненти.

Коли дедалі складніше оцінити ситуацію, мисленнєві об'єкти набувають домінуючого значення:

– образно-вербального типу;

– понятійного типу;

– емоційно-образного-вербального типу.

### **3.6.1. Образ ситуації та його знання структура**

Образного-вербального-емоційне утворення є змістом (сенсом) певного повідомлення як основа формування думки про ситуацію у багатограних формах мислення [453].

Слово — засіб і комунікативна функція спілкування.

Розуміння ситуації відображається в ситуації пізнання об'єкта або предмета дослідження, цілісною цілеспрямованою особою та характеризується глибиною, повнотою, чіткістю (структурно-організаційна ієрархія та її ідентифікація).

Процес розуміння пов'язаний із змістом та сутністю об'єкта (слова, креслення, формули). Розуміння приходить тільки на основі раніше здобутого знання, утворюючи зв'язки (асоціації) між новими і старими проблемно-орієнтованими знаннями (квантами знань), доки не будуть встановлені кінцеві зв'язки, які наповнюють їх структурну організацію та виявляють найістотніші елементи об'єкта реальності в процесі його пізнання (вивчення).

Розуміння встановлює зв'язки між раніше не пов'язаними знаннями, об'єднує їх у певне відношення, поглиблює їх та на основі нового погляду на об'єкти генерує нові. Розуміння спричиняє перебудову наявних структур знань, їх ієрархії та понятійного осмислення.

Ідентифікація — впізнавання об'єкта в процесі його сприйняття на рівні інтуїтивної асоціації на основі виділення ознак у підсвідомій структурі мозку, яка при послідовному інформативному доповненні переходить на свідомий рівень (рис. 3.17). Ідентифікація об'єкта на образному рівні формує відповідний тип поведінки щодо особи.

Інтуїція — процес, який на підсвідомому рівні сприймається як генерація евристик, що полягає у віднайденні схеми, сценарію, образу вирішення проблеми на основі орієнтирів пошуку, які логічно не пов'язані між собою чи недостатні для логічного висновку (рис. 3.18). Інтуїція характеризується:

– швидкістю формування гіпотез про схему прийняття рішень;

– миттєвістю прийняття рішень;

– недостатністю усвідомлення логічних підстав прийняття рішень, цілеорієнтованих через сценарій поведінки дій для досягнення мети в умовах загроз та психологічного тиску;

– дією механізму інтуїції, яка стає можливою завдяки наявності підсвідомої інформації, кванти якої представлені підсвідомими механізмами у вигляді когнітивних сполучень — інтуїтивні блоки знань;

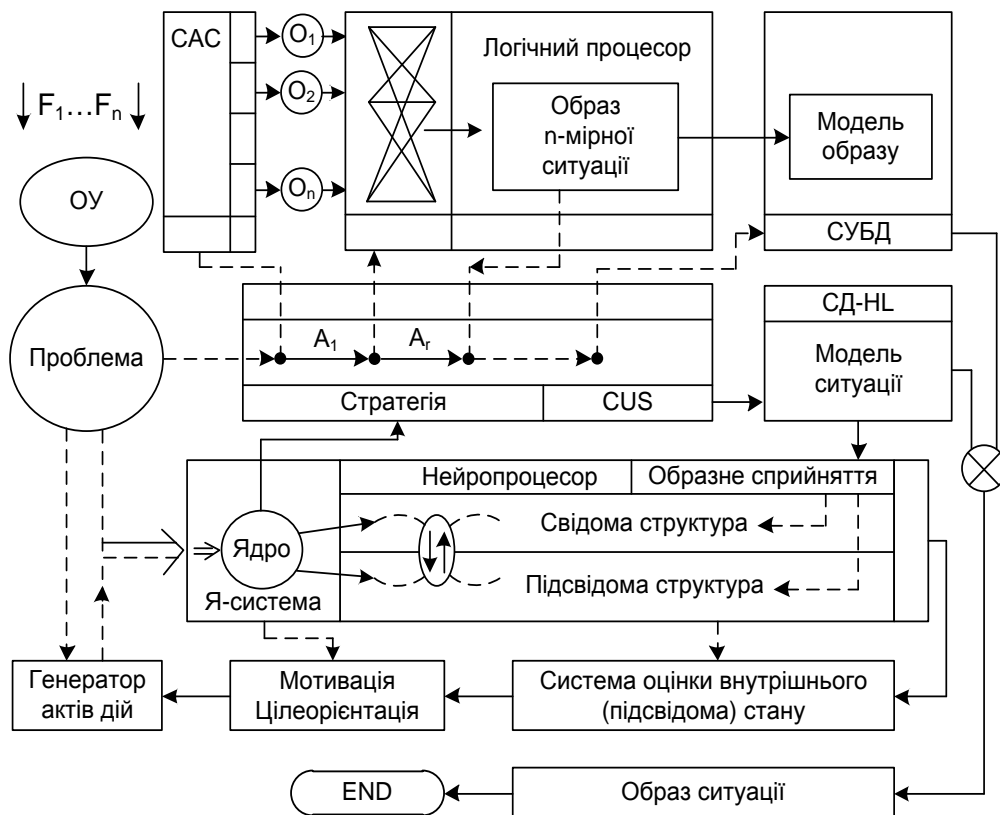


Рис. 3.17. Модель ідентифікації об'єкта (ситуації, стану) на образному рівні: САС — система активного спостереження; СД-НЛ — система даних та їхня індикація;  $O_n$  — потік даних; СУБД — система управління базою даних; СУС — командна управляюча система; А — альтернативи

– механізмами дій інтуїції, які проявляються як на найнижчому рівні — на рівні ідентифікації, впізнавання об'єкта в процесі його пізнання і формування його образу та аж до верхнього рівня — абстрактного мислення.

Симулятивний принцип дії механізму інтуїції, який полягає в одночасному об'єднанні декількох інформативних ознак різної модальності в комплекс, який спрямовує шлях розвитку — стратегію пошуку розв'язання проблеми. У синхронному паралелізмі враховані різноманітні за якістю інформації, на відміну від дискурсивних, у яких в одному мисленнєвому акті враховується одна ознака.

Структура інтуїтивного акту — індивідуальна і залежить від особистих якостей:

- інтелектуального рівня і мотивації для досягнення кінцевої мети;
- професійної спрямованості для досягнення цілеорієнтованих рішень;
- обсягу досвіду, необхідного для орієнтації в складних кризових умовах;
- емоційного настрою та цілеспрямованості у прийнятті адекватних управлінських рішень;
- здатності до самостійних рішень у складних швидкоплинних умовах розвитку надзвичайної ситуації;

– загального когнітивного розвитку особи для орієнтації в інформаційних потоках даних про розвиток надзвичайної ситуації.

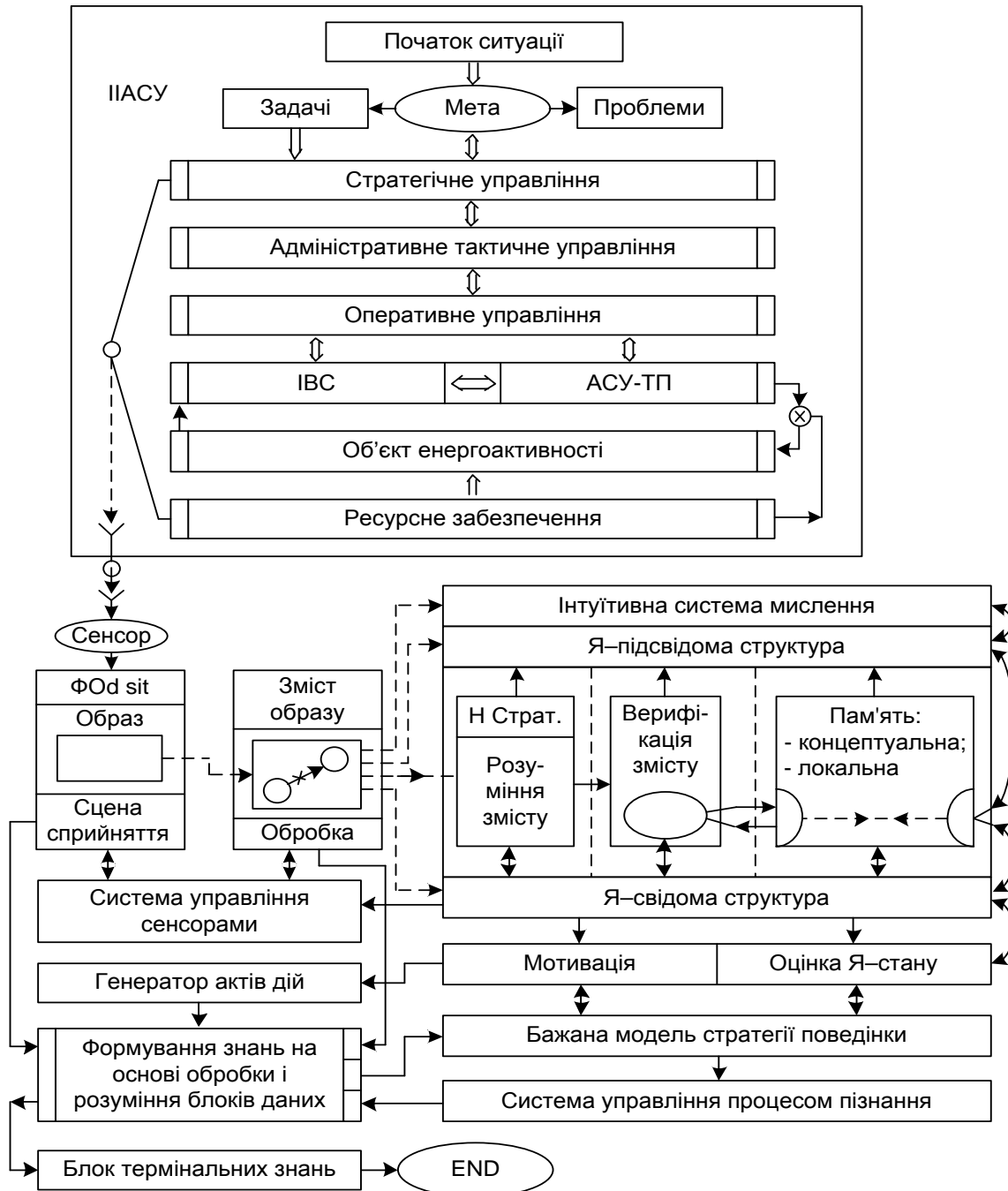


Рис. 3.18. Структурна модель процесу вирішення проблеми на основі орієнтирів пошуку (схем, сценаріїв, образів): IIACU — інтегрована інтелектуальна автоматична система управління; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом

### 3.6.2. Структура знань на психологічному і когнітивному рівнях

Позитивні знання — конкретні про певний об'єкт та його функції і властивості, а також щодо умови, в яких вони проявляються.

Негативні знання — про певний об'єкт, явища, які ще повною мірою ще не досліджені та виступають провокаційним актом перспективних досліджень у майбутньому.

Пам'ять — це не знання, а система фіксації даних, у яких може не проявлятися зміст блоку слів.

Ієрархія знань — різні рівні знань, від образного до абстрактного, які взаємопов'язані структурною організацією.

Когнітивний процес — системний аспект (психічний процес), який перетворює суть сприйнятих образів у знання та складається з таких етапів:

- сприйняття образу об'єкта сенсором;
- мисленнєвих операцій з обробки образу;
- формування ознак і переходу до розуміння змісту;
- верифікація змісту образу;
- системної взаємодії всіх нейроструктур у процесі когнітивного психічного акту;
- паралелізму дій пам'яті, інтуїції, верифікації;
- мотивації як бажаної цільової моделі внутрішнього стану і цільової структури поведінки.

Мотивація обґрунтовує положення про те, що в одній і тій ж ситуації різні люди будуть діяти по-різному.

Мотив (Хакхаузена Х.) — бажаний цільовий стан у межах відношення: індивід – середовище, який регулює і спрямовує досягнення цільового стану і вибору альтернатив способу дій.

Формування мотивів — надзвичайно складний когнітивний процес — гіпотетичний конструктор стратегій і планів дій на основі логічної структури ( $A \Rightarrow B$ , якщо...то...).

Мотив особи — це психічно-інтелектуальний стан інтенціонального типу, який відображає прагнення, домагання, цілеспрямованість та виступає рушійною силою до цілеорієнтованих дій.

Засвоєння знань — набір психічних, дедуктивних, інтелектуальних прийомів, які забезпечують організацію сприйняття повідомлень у певну систему знань на основі виявлення їхньої структури, змісту та цілеспрямованості у вигляді моделей ситуацій (чуттєві і знакові моделі). Відповідно, знання виступають як динамічні моделі предметів, явищ та їх властивостей.

Знання — це модель реальної дійсності в свідомій уяві, яка частково зіставляється в поточному часі з інформацією, яка надходить і сприймається ззовні; це система засвоєних людиною смислових понять на основі абстракції й узагальнення та їх структуроване збереження в пам'яті.

Знання структуруються у вигляді:

- різноманітних образів сприйняття предметів, мислення, динамічних явищ;
- образів і сценаріїв дій, які вимагають складних операцій мислення для репрезентації їх в уяві;
- структури знань, у яких переважають образи, а не поняття.

Знання — системне утворення, що пов'язане зі структурою реальності, яку воно відображає:

- повного вичерпного знання не існує;
- знання про об'єкт різностороннє;
- знання пов'язане із зрозумінням змісту на основі понять, засвоєних у минулому.

Знання без запам'ятовування і можливості відтворення для особи не існує на свідомому рівні.

Форми знань — теоретичні і емпіричні.



Пізнання світу — інтерпретація, об'єднання і компресія фрагментарних, роз'єднаних уявлень у формі всеосяжності повною мірою під час виявлення змісту, який може передаватися іншим як основа для виконання певних дій, направлених на збереження свого статусу.

Знання і переконання — певна дихотомія, основна відмінність цих понять міститься не в розбіжності цих об'єктів на свідомому рівні їх формування, а у відмінності суб'єктів:

– суб'єктом знання є суспільство загалом;

– суб'єктом переконань є особистість;

– знання — це продукт специфічного суспільного виробництва, який є суперечливим, і в ньому постійно наявні дві компоненти — істина і хибність, а їх єдність надає знанню характер відносної істини (відносність, нечіткість, розмитість, невизначеність, ймовірність).

Знання у своїй структурі містить переконання. Переконання позбавлені свого предметного наповнення та є порожньою формою, позбавленою змісту.

Цілеорієнтація дій і переконання на свідомому рівні формуються на основі фактів, концепцій, теорій та досвіду.

Емоційний запал — віра в істинність своїх вихідних знань як основа цілеспрямованої діяльності на основі свідомого або підсвідомого концептуального апарату (когнітивного).

### **Висновки до розділу 3**

1. Проведено аналіз когнітивної структури особистості та показано, що в ній є іманентний темпоральний пласт, який поглиблюється з розвитком свідомості. Це дало змогу обґрунтувати структуру і схему генерації гіпотез оператором у процесі пошуку рішень для діагностики аварійних ситуацій, оцінити процеси прийняття рішень когнітивною системою оператора під час виявлення аварійних ситуацій та обґрунтувати логічну структуру дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях.

2. Побудована модель когнітивної обробки даних інтелектуальним агентом, у якій розкрито процеси опрацювання вхідного потоку даних, оцінювання, виявлення критичних ознак, класифікація даних та образів ситуацій, прогноз можливого розвитку подій, завдяки впливу управлінських дій та оцінка ступеня наближення системи до цільового стану.

3. Обґрунтовано вибір логічних концепцій для опису надзвичайних ситуацій, а також інформаційну технологію обробки даних для оцінки ситуації когнітивною системою оператора.

4. На основі розроблених схем (оцінка ситуацій когнітивною системою інтелектуального агента; розгортання подій у часі в системі управління; оцінка ситуації в умовах невизначеності; логічні процедури формування рішень) виведено принцип ієрархії, який відображає процес побудови рішень на кожному термінальному кроці розвитку подій.

5. Обґрунтовані методи логічних теорій як підстава системології прийняття рішень в енергоактивних системах.

6. На основі елементів теорії інтелекту і когнітивної психології розглянуто моделі прийняття рішень у людино-машинних інтегрованих системах. Це дає змогу обґрунтувати процедури тестування особи й оцінки її здібностей до прийняття управлінських рішень в умовах нормальних і екстремальних ситуацій.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕМПОРАЛЬНА ДІЙСНІСТЬ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТИВНИМ ПЕРСОНАЛОМ У ХОДІ ЛІКВІДАЦІЇ ЗАГРОЗ І АВАРІЙ

Відмінності сприйняття та оцінки часових інтервалів особистістю накладають індивідуальний відбиток на перебіг логічних процесів мислення у формуванні цілеспрямованих рішень. Феномен індивідуального оцінювання часових інтервалів набуває особливої ваги в момент прийняття людиною важливого рішення, а особливо, коли необхідно приймати рішення за короткий часовий інтервал у стресогенних умовах із нечіткою та різномірною інформацією, яка поступає про джерело загрози [239, 276].

Одним із варіантів такої концептуальної системи може виступати «Логіко-когнітивна модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації» [3, 213, 214, 406], яка накладає свій відбиток на особливість інтерпретації знань та зіставлення їх з актуальною, швидкоплинною, динамічною ситуацією. Логіко-когнітивна модель опрацювання інформаційних потоків та прийняття на їхній основі цільових рішень у контексті часового простору будується за допомогою композиції компоненти логічного опрацювання даних із метою вибору відомостей для визначення стратегії поведінки оператором в умовах дії загроз та когнітивної компоненти. Характерною особливістю когнітивної компоненти є зв'язування інформаційних переходів (проміжків, пробілів, неточностей, суперечностей тощо) між логічними формалізованими структурами процесів мислення з метою виділення знань про ситуацію та вироблення планів дій для ліквідації цих загроз за мінімальний часовий інтервал [3, 36, 141, 169, 183, 232].

#### Огляд літературних джерел

У працях З. А. Киреева [169] та Б. Г. Мещерякова і В. П. Зинченка [240] розглядається концепція часу, його плинності (динаміки) на психологічному рівні, а не на інформаційному — обробки даних і ситуаційних образів.

У колективних працях [3, 183] розглянуто логіко-когнітивну концепцію прийняття рішень оперативним персоналом в умовах ризику та міжрівневі конфлікти в ієрархії систем.

У класичних роботах [278, 331, 429, 438] розглянуто моделі динамічного сприйняття структури часу особою в нормальному і стресовому стані, оминаючи проблему відбору й опрацювання даних для прийняття локальних та стратегічних цілеорієнтованих рішень.

У збірнику праць [232] розглянуто методологічні аспекти математичних основ психології, застосування системних методів дослідження, моделей ціленаправленої поведінки. Обґрунтовано структурно-функціональну модель психіки особи та логіко-системний опис поведінки під час прийняття рішень.

У монографії А. Т. Ішмуратова і В. В. Петрова [141] описані типи семантики часової логіки в контексті діалогової ситуації.

Монографія А. Л. Блинова і В. В. Петрова [32] присвячена дослідженню проблеми логіки дій, у ній визначаються поняття ситуації та дій, розроблена теоретико-ігрова семантика для опису процедур прийняття рішень.

Фундаментальна монографія Р. Акоффа та Ф. Ємері [9] присвячена розробці методів опису поведінки людини як системи цілеспрямованих дій. Розглянуто проблему взаємодії цілеспрямованих систем локального і глобального рівня.

У збірнику праць Р. Акоффа, Ф. Ємері [9] розглянуто проблеми математичного опису ціленаправленої поведінки, моделювання стратегій дій, цілеспрямовані реакції, мотивацію, моделі організації ціленаправленої поведінки.

У праці Г. С. Поспелова [276] розглянуто методи ситуаційного управління складними системами на основі штучного інтелекту, представлення знань, логіки прийняття рішень у поточних ситуаціях.

Монографія Д. Хейса [431] присвячена причинному аналізу в лінійних системах. Розроблено метод діаграмного представлення причинно-наслідкових зв'язків та потоків подій.

У роботі В. П. Гладуна [71] обґрунтовано методи моделювання ситуацій та подій, генерації планів рішень, адаптивні стратегії, інформаційно-лінгвістичне забезпечення процесу діалогу.

У книзі А. І. Орлова [12] описані методи аналізу нечислових даних, структуризація інформації, аналіз проблемних сіток, пошук логічних зв'язків, методи шкалювання.

Монографія І. Пфанцагіля [318] присвячена теорії вимірювання, типології порядку і шкал, операціям та інтервальному оцінюванню, теорії подій.

Робота Ф. С. Робертса [327] присвячена розробці методів побудови дискретних математичних моделей і їх використанню для дослідження соціальних та екологічних проблем. Розглянуто теорію графів, теорію ігор, групове прийняття рішень.

Праці [11, 108, 123, 377, 392, 432, 443] присвячені проблемам інтервальної обробки даних, необхідних для прийняття управлінських рішень у соціальних та техногенних системах. Обґрунтовано теорії якості інформації, проведено системний аналіз операторської діяльності в оперативних системах управління методів контролю систем. Обґрунтовано методи проектування технічних систем з оцінкою ризиків.

У колективній праці Дудикевича В. Б., Опірського І. Р., Гаранюка П. І. та інших [120] розглянуто проблему забезпечення інформаційної безпеки функціонування складних систем на прикладі державних структур, які мінімізують ризики атак і загроз на їх функціонування.

У монографії Н. В. Карамішева [161] викладено базові концепції теоретичної і прикладної логіки як системної підстави формування цілеорієнтованих рішень особою.

Колективна праця Дж. О'Копера та Ієн. Мандерманта [254] присвячена актуальній проблемі системного мислення, необхідного для ефективного розв'язання задач прийняття рішень. Розглядаються методи системного аналізу, циклічність мислення, ментальні моделі, причинно-наслідкові зв'язки, ментальні моделі впливу на поведінку.

Проведений аналіз літературних джерел підтверджує, що проблема прийняття рішень в екстремальних ситуаціях на коротких термінальних інтервалах часу вирішена не повною мірою і вимагає комплексного системного дослідження з використанням методів когнітивної психології та стратегічного аналізу [47, 80, 247, 253, 311, 315].

Аналіз проблеми термінального часу при оцінці ситуації і прийнятті рішень. Інтерес до феномену психологічного часу впливає з активного принципу людського життя та зумовлений первинною потребою особистості бути організатором власного життєвого простору. Цей феномен набуває ваги в момент прийняття людиною важливого рішення, а особливо, коли необхідно приймати рішення за короткий часовий інтервал у стресогенних умовах. Ціна такого рішення рівна і навіть більша за життя, коли йдеться про великі соціальні та техногенні структури.

Базові концепції феномену часу у психології досліджувались у трьох класичних напрямках: психофізіологічному, психологічному та особистісному. Психофізіологічний рівень вивчає об'єктивну темпоральну організацію психіки — нейрофізіологічні, психофізіологічні, динамічні характеристики та особливості часової перцепції — сприйняття часу, переживання або його відчуття часу [169, 240, 273]. Для психологічного напрямку характерним є визначення часу у психіці як внутрішньо притаманного досвіду свідомості людини. У дослідженнях З. А. Кіреєва [169] представлені наукові підходи до психологічного часу особистості, які сконцентровані довкола проблеми часової перспективи. Особистісний рівень досліджує осо-

бливості формування ціннісного ставлення до часу та охоплює розгляд психологічного часу в межах життєвого шляху особистості [240], а також визначення здібності психіки до регуляції у часі рухів, дій та діяльності людини.

Наукові праці Д. С. Поспелова [278], С. Л. Рубинштейна [331], П. Фресса і Ж. Плаже [429], Б. Й. Цуканова [438] присвячені створенню моделей часового механізму індивіда. Проте, незважаючи на широкий спектр досліджень проблеми часу в психології, сьогодні залишається актуальною необхідність створення такої концептуальної системи, яка б надала нові форми дискурсу про різні моделі часового механізму людини та була б у змозі адекватно описати темпоральну структуру особистості, яка приймає рішення в нормальних і кризових ситуаціях. Залежно від когнітивного типу особистості, в кризових ситуаціях людина може бути в активному або стресовому стані, у якому проявляється нездатність приймати рішення в заданий термінальний час, що може призвести до некоректних рішень і, як наслідок, до техногенних аварій, пожеж, катастроф [71, 108, 120, 141].

Розв'язання складних задач ситуаційного управління в техногенних та економічно-соціальних системах, які взаємодіють між собою, потребує врахування як ризиків технічних, так і помилок персоналу та незгод між системами прийняття рішень [3, 123, 134, 183, 432].

Виробничі системи цілеорієнтовані щодо виду діяльності, тоді як соціальні орієнтовані на забезпечення життєдіяльності та чистоти екосередовища проживання суспільства [9, 166, 239, 377, 411].

Коли наростає загроза аварії, необхідно ефективно і цілеспрямовано формувати міри та засоби протидії за короткий термін часу, а цю задачу можуть вирішити тільки професіонали [47, 80, 247, 253, 254, 314].

Для розв'язання протиаварійних задач необхідні спеціалісти високого рівня інтелекту, знань, досвіду, психічної стійкості, які здатні приймати ризиковані рішення – інтегратори, які формуються тільки в поєднанні наукової та практичної діяльності. Невміння прогнозувати розвиток подій у техногенних, соціокомунальних та екосистемах призводить до повеней, екологічних катастроф, прориву дамб, загибелі людей (руйнування секції мосту в м. Генуї, Італія). Стан техногенної та природної безпеки в Україні [154, 251].

#### **4.1. Аналіз процесу формування логічних процедур прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу**

В умовах кризових та передаварійних ситуацій, які виникають у техногенних системах під час збою режимів функціонування енергоактивних агрегатів необхідно під час прийняття рішень враховувати як часові цикли обробки даних, так і норми часу для виконання протиаварійних дій [3, 165, 183, 427, 438]. Когнітивна дезорієнтація в оцінці інтервалів плину часу може призвести до того, що виконані управлінські і координаційні дії не встигнуть запобігти аварійній ситуації, якщо команда оперативного управління буде дезорієнтована в плинні часу (рис. 4.1) [9, 32, 71, 141, 239, 276, 431].

Якщо в системі АСУ-ТП є блоки автоматичного управління та обробки даних, а корекція режиму виконується оперативним працівником, то необхідно, щоб виконувалася термінальна умова на час прийняття рішень і оцінки ситуації.

А сама ситуація полягає в тому, щоб оперативний працівник за відведений час оцінив можливу загрозу і своєчасно вжив запобіжних заходів:

$$\left\{ \tau_c^d \ll T_{r1} < T_{r2} < T_{r3} < T_{r4} \right\};$$

$$\left\{ T_{r4} \leq T_{s5} \leq \tau_{ik} \right\}, \left\{ T_{ki} \leq \tau_{ik} \right\},$$

де  $\{T_{ri}\}$  — цикли обробки даних за допустимий мінімальний час;  $\{T_{s5}\}$  — час корекції стратегії прийняття рішень під час загроз;  $\tau_{ik}$  — максимальний інтервал циклу обробки даних і прийняття автоматизованих рішень, коли рішення здійснюється в парі (ОПР-АСУ);  $\{T_{ki}\}$  — когнітивний час реакції  $i$ -го оперативного працівника в команді управління, згідно з тестовою класифікацією, яку він отримав в інструкціях з обслуговування АСУ, і за який час він повинен оцінити ситуацію, прийняти рішення і виконати управлінську або протиаварійну дію.

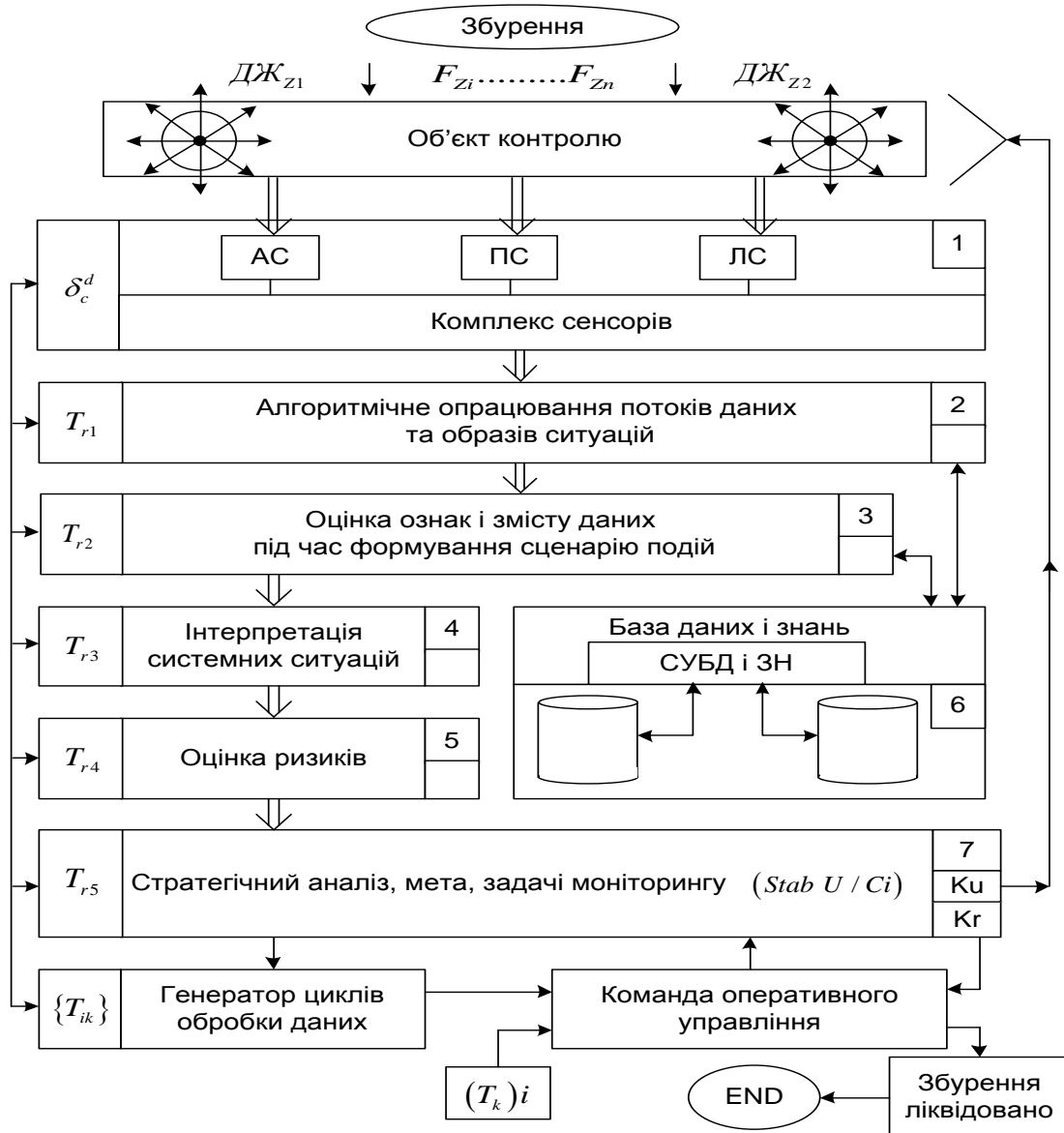


Рис. 4.1. Структурна схема інформаційної технології відбору оперативних даних та їх інтелектуальна і системна інтерпретація в ієрархії структури системи моніторингу:  $ДЖ_{z1}$  — джерела ризиків в об'єкті;  $\{F_{zi}\}$  — фактори зовнішнього впливу; блок 1. —  $\{AC, PC, LC\}$  — система активних, пасивних, лазерних сенсорів відбору даних, необхідних для оцінки стану активних об'єктів; блок 2. — обробка сенсорних даних, отриманих у процесі контролю ІВС; блок 3. — інтелектуальна обробка даних і образів динамічних ситуацій; блок 4. — інтерпретація ситуацій оперативним персоналом, які відображені на щиті управ-

ління і мультимедійній системі; блок 5. — інтелектуальна система оцінки ризиків під час зміни режиму; блок 6. — впорядкована база даних і знань; блок 7. — інтегровані інтелектуальні системи стратегічного аналізу (СППР);  $K_r, K_u$  — корекція режимів і управлінських дій для виходу з кризових і екстремальних ситуацій у техногенній системі

#### **4.1.1. Інформаційний і системний базис управління техногенною системою**

Науково-технічний прогрес настільки змінив технологію і виробництво, що це потребувало нових підходів до технологічного (АСУ-ТП) й організаційного управління (ІАСУ) інтегрованими ієрархічними системами. Широке впровадження комп'ютерних інформаційних та телекомунікаційних технологій у процесах оперативного і стратегічного управління на об'єктах локальних та регіональних, корпоративних виробничих структур, що відповідно спонукало до професійної і наукової підготовки персоналу, щоб вони могли приймати рішення в екстремальних та аварійних ситуаціях [3, 141, 183, 232, 278, 438, 461].

Наявний рівень підготовки персоналу не завжди забезпечує безаварійність роботи, що пояснюється [3, 123, 183, 377, 432]:

- відсутністю значень у предметній області системології управління;
- помилки під час прийняття оперативних управлінських рішень у стресовому стані;
- незнання особливості структури і функціонування технічних засобів;
- невідповідність структури техногенної системи новим задачам;
- відсутність розробки адекватних задач підвищення продуктивності моделей динаміки агрегатів, блоків та стратегій їх управління;
- відсутність комплексу математичних ситуаційних моделей об'єктів та причинно-наслідкових моделей факторів впливу на безпеку функціонування виробничих систем, що є підставою для управляючих і діагностичних процедур;
- низький рівень методів обробки даних для оцінки та контролю режиму агрегатів та їх технічного, експлуатаційного й експертного супроводу;
- неповнота стратегій прийняття управлінських рішень під час управління об'єктами в граничних режимах навантаження;
- низький рівень психологічної підготовки оперативного і технічного персоналу для роботи в умовах екстремальних та надзвичайних ситуацій.

Особливо складною задачею оперативного і стратегічного управління є відтворення образу ситуації та виявлення факторів впливу оператором і його здатність побудувати сценарій розвитку подій у режимі термінального часу в своїй уяві і вибрати стратегію розв'язання ситуації на основі комплексу управлінських дій згідно з моделями нормативної поведінки об'єкта та системою для реалізації цільових задач [38, 71, 276, 431, 432, 468].

#### **4.1.2. Моделі розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта техногенної енергоактивної системи**

Існують три принципи (концепції) побудови моделей розвитку подій у системі [3, 183, 388, 393]:

- дедуктивний метод побудови моделі, який ґрунтується на знаннях про структуру і закономірностях функціонування об'єкта;

– метод ідентифікації ґрунтується на серії експериментів, які дають підставу для побудови моделей динаміки на основі оптимальних стратегій планів досліджень, корекцій під час обробки результатів і даних та прийняття рішень щодо вибору моделі структури агрегату, об'єкта, системи;

– лінгвістична модель опису ситуацій на основі евристик і баз даних та знань про минуле функціонування об'єкта, відповідно на її основі проводиться статистичне моделювання агрегатів та систем, імітаційне моделювання ситуацій.

Тоді причинно-наслідкові моделі факторів впливу на об'єкт і відповідна провокація ситуації може відбуватися в цих концепціях побудови моделей. В умовах розмитості даних використовується нечітка логіка і нечіткі множини в описі ситуацій.

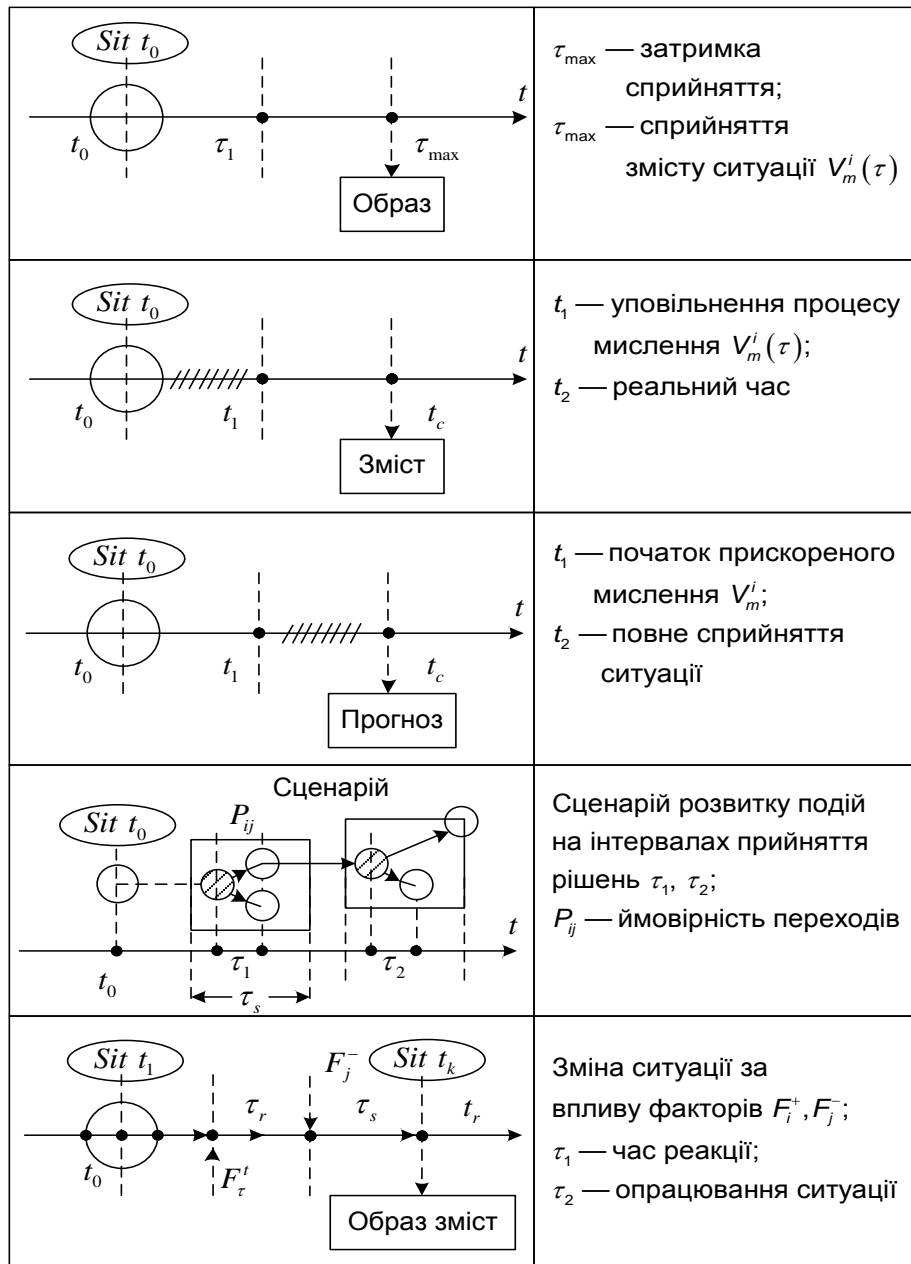


Рис. 4.2. Схема оцінки можливих ситуацій: *Sit* — ситуація;  $F_i$  — фактори впливу;  $\tau, t$  — часові параметри

Відповідно, ця ситуація вимагає нових методів системного аналізу та інформаційних технологій під час переходу від простих об'єктів до агрегованих і багаторівневих ієрархічних структур для опису їх функціонування в техногенній системі.

Побудова ієрархічних моделей системи заснована на обґрунтуванні багаторівневої організації структури виявлення ресурсних потоків, інформаційних каналів відбору передачі даних і управлінських команд на кожному рівні (стратегії) та між рівнями ієрархії виявлення послідовних стадій формування і реалізації рішень під час управління та формування стратегічних цілей та способів у термінальному часі [57, 130, 209, 220, 460].

Відповідно, для оцінки можливостей оперативних працівників приймати правильні рішення розробляється схема оцінки ймовірних ситуацій (рис. 4.2).

#### 4.1.3. Ігрові моделі опису ситуації в предикатному представленні

У складній системі оперативне управління можна відобразити через гру  $\langle ACSU - \{OPP_i\} - \{F_{Zi}\} \rangle$  оперативного персоналу з системним управлінням, на яку діють фактори загроз [9, 14, 32, 71, 142, 143, 239, 276, 431].

Сформуємо базові моделі ситуацій на інтервалі  $T_n$  за параметром  $\theta$ :

1. Задачу евристичного пошуку сформуємо так:

$ZEP \triangleq (S_0, S, F, T)$ , де, відповідно, маємо такі позначення:

$S$  — множина станів об'єкта дослідження в структурі системи;  $S_0 \subset S$ , — множина початкових станів контрольованого агрегату, об'єкта;  $T \subset S(S_T)$  — кінцевий стан, досягнутий за  $T$ -час управляючої дії;  $F$  — множина оперативних переходів, яку формує зміна стану в часі:

$$\langle \{f_i\}_{i=1}^m \subset F, \forall S_f : S_f \subset S, f : S_f \rightarrow S_T \rangle.$$

Розв'язком задачі буде послідовність операторів, виконання дій яких спричинить:

$\langle R(ZEP) : \{f_1, f_2 \dots f_n\}, f_i \in F, \exists (f_1 \bullet f_2 \bullet \dots \bullet f_n(S)) \left\{ \begin{smallmatrix} n \\ \circ \\ i=1 \end{smallmatrix} f \right\} : S_0 \rightarrow S_T \rangle$ , де  $(\bullet)$  — знак композиції операторів у послідовній діаграмі дій  $\langle S_i = f(S_{i-1}), S_1 = f(S_0), S_T \neq (S)_{n-1} \rangle$ .

#### Продукційний метод процедури розв'язання задачі.

Розглянемо процес розв'язання задачі в просторі станів об'єкта управління на підставі дедуктивного методу.

Дедуктивний метод пошуку схеми рішення задач полягає в тому, що виконується зведення схеми процесу розв'язання задачі до підзадачі.

#### Представлення в просторі станів моделі пошуку (RZ).

Процедури розв'язання задач формуються на підставі логіки прийняття рішень.

У системі продукцій простір пошуку рішень можна представити у вигляді локальноскінченного графу:  $q(X, \Gamma)$ , де  $X = \{X_0, X_1, \dots\}$  — множина вершин графу, кожна вершина якого відображає певний стан  $S_i \in S$ ;

$$E_d = \left\{ (x_i, x_j) / x_i, x_j \in X, x_j \in \Gamma(x_i) \right\} \text{ — множина дуг;}$$

$$\Gamma : X \rightarrow 2^X \text{ — скінченне відображення;}$$



$\forall x \in X. |\Gamma(x)| \in N$  — число вершин.

Процедура формування схеми рішення задачі, оцінки ситуацій у процесі формування управлінських дій виглядає так (рис. 4.3).

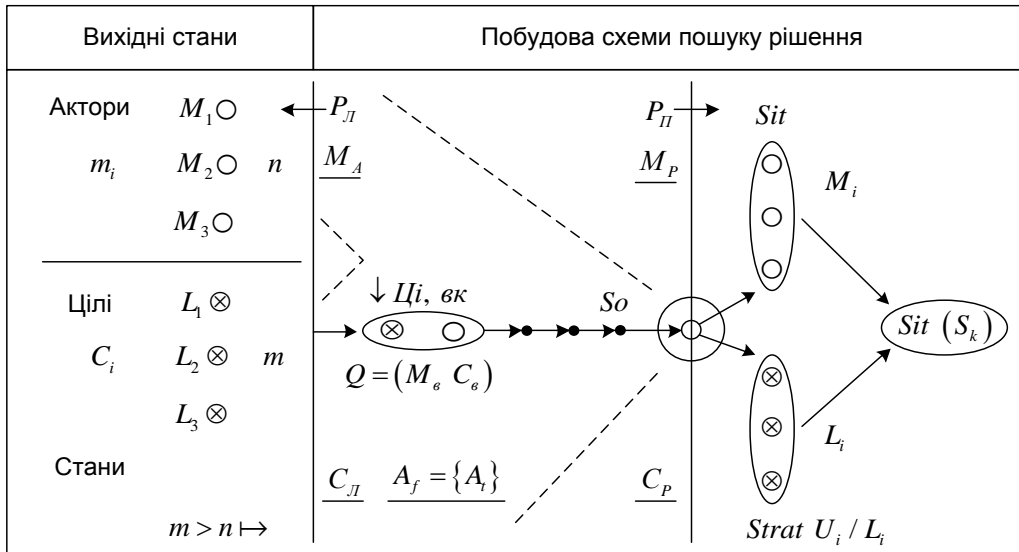


Рис. 4.3. Схема представлення ігрової ситуації:  $Sit (S_k)$  — гранична ситуація конфлікту;  $L_i$  — технологічні режими;  $Start U_i/L_i$  — стратегія управління лініями режимів функціонування енергоактивного об'єкта;  $M_i$  — моделі управління

Початковий стан системи представимо у вигляді лінгвістичного опису:

$$S_0 = A_t(s_k, p_l), A_t(m_1, p_l) \dots, \\ A_t(m_N, p_l), A_t(c_1, p_l) \dots, A_t(c_n, p_l),$$

де  $S$  — множина  $N$ -станів;  $T$  — відношення досяжності необхідного стану;  $\{A\}$  — множина правил перетворення в процесі прийняття рішень;  $\forall S_X, S_Y \in S, \exists S_X, TS_Y \Leftrightarrow \exists A_t \in \{A\}^{T_m} : S_X \xrightarrow{A} S_Y$  — схема зміни стану;  $(S_a \rightarrow S_b)$  — скінченна послідовність  $(S_a, S_1 \dots S_n)$ ;  $S$  — простір  $N$ -станів у  $\delta$  — розбитті цільової області  $(PC_i = \langle T \times \theta, T_i \in T, L_A, L_g, L_N \rangle)$ .

Кінцевий стан системи з цільовою областю формується під час виконання управляючої дії:

$$S_K = A_t(s_k, p_n), A_t(m_k, p_n) \dots \\ A_{(t)}(m_p, p_n), A_t(c_m, p_m) \dots A_t(c_n, p_n),$$

де  $A_t$  — множина перетворень для оперативних дій.

Відповідно, обмеження на дії та цільові стани задаються у вигляді:

$$(M_L^+ = 0) \vee (M_L > C_L) : (M_B = 0) \vee (M_B > C_B); \\ (M_L^- = 0) \vee (M_n > C_n) : (M_B = 0) \vee (M_B > C_B),$$

де  $X_0 \subset X$  — множина початкових вершин, що відповідає множині станів  $S_0 \subset S$ ;  $X_i \subset X$  — множина відповідає кінцевому стану  $S_T \in S$ ;  $(M_L^+, M_L^-)$  — верхня і нижня область цільового простору на  $T_m$ .

Шлях на графі  $q$  задається у вигляді послідовностей переходу з нульового в цільовий стан:  $MR \triangleq \mu(x_1 x_2 \dots x_n)$ ; відповідно, маршрут на  $X$  при  $(x_0 \xrightarrow{\mu} x_t)$ , траєкторія якого формується під час розв'язання задачі управління.

Якщо формувати стратегію руху від цілі, то  $\Gamma^{-1}(x_j) = \{x_i / x_j, x_i \in x, x_j = \Gamma(x_i)\}$  — відображення, зворотне траєкторії стану.

Пошук процедури розв'язання задачі

Процедура розв'язання задачі протиаварійних подій у термінальному часі схематично представлена на рис. 4.4.

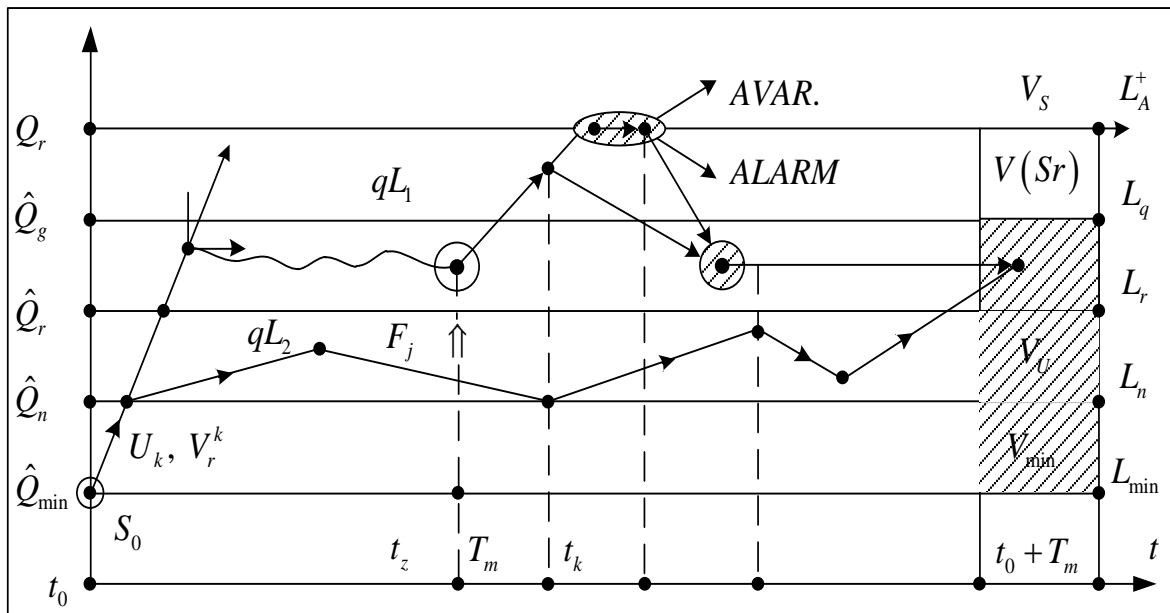


Рис. 4.4. Схема розвитку протиаварійних подій в термінальному часі:  $\{L_A^+, L_q^+, L_u^+, L_n^+\}$  — лінії режимів функціонування енергоактивного об'єкта;  $\{t_i \dots\}$  — відліки часу;  $\{T_m\}$  — інтервали часу;  $U_k$  — управляюча дія;  $(V_m^k, V_r^k \dots)$  — швидкість мислення  $i$ -го оператора;  $F_i$  — фактор збудження режиму функціонування об'єкта

В умовах ризику ситуацій управління процес побудови траєкторії ґрунтується на:

- виявленні властивостей симетрії для звуження простору станів;
- переформулюванні задачі пошуку за допомогою узагальнення початкових елементів стану на основі нової стратегії руху до цілі за час  $T_m$ ;
- розділі топології простору станів на області нормального функціонування, критичного стану і надзвичайної ситуації;
- використання покрокового процесу розв'язання кризової ситуації на підставі формування  $(qL_i)$  — траєкторії виходу системи на робочий режим у цільовому просторі системи ПС  $(L_A, L_n, L_t)$  за параметрами  $\{Q_r, Q_q, Q_n, Q_{\min}\}$  та  $\{V_{Si}\}$ .

#### 4.1.4. Цілеорієнтація і системний підхід до формування процесу управління

Важливою особливістю ієрархічних систем є необхідність враховувати фактори впливу на цілеорієнтацію упродовж термінального часу циклів управління керуючих структур:

- різні інтереси рівнів ієрархії щодо локальних і основних цілей системи;
- пріоритети верхніх рівнів над нижніми, що призводить до конфліктів інтересів;
- невідповідність профпідготовки оперативного персоналу щодо прийняття рішень на інших рівнях через некоректні стратегії і низький рівень знань, спричинений нерозумінням важливості узгодження цілей;
- вертикальне підпорядкування рівнів щодо формування мети і стратегій управління для досягнення цілей, право втручання в процес управління оперативного рівня.

У системному підході, який ґрунтується на математичній теорії систем, ієрархічна система задається сімейством моделей, кожна з яких описує поведінки системи відповідного рівня абстрагування для кожного значення рівня ієрархічної структури, водночас проблема темпорального часу описується як проблемний фактор за неузгодженості прийняття рішень на циклі управління [9, 32, 71, 141, 232, 239, 276, 431, 438].

Як головна задача темпорального управління ієрархічною системою виступає проблема координації під час синтезу стратегій є оцінка можливості реалізації управлінь для кожного рівня ієрархії. Основна ціль координації полягає в тому, що система верхнього рівня повинна сформулювати і прийняти таке рішення, яке, діючи на нижні рівні ієрархії, має сприяти досягненню цілі за певний відведений час [3, 132, 183, 278, 328, 441].

Для побудови інформаційно-ресурсної концепції створення ієрархічних систем необхідно побудувати набір моделей структури і динаміки поведінки в умовах дії на неї факторів активних збурень:

- модель ієрархічної структури (*MI Strukt*);
- модель стратегії і критеріїв якості (*MS Strukt U / Y*);
- моделі опрацювання даних про стан агрегатів техногенної системи на всіх рівнях ієрархії з врахуванням їх розмитості, неоднозначності неповноти у цей момент;
- моделі структури агрегатів, об'єктів на основі енергоактивної концепції;
- моделі й алгоритми опрацювання даних і їх обміну між рівнями, які мають бути прив'язані до темпів прийняття рішень на заданому інтервалі цілеорієнтованого управління;
- моделі стратегій координації управлінських дій і планів дій на заданих нормативних циклах управління, що необхідно для верхнього рівня ієрархії;
- моделі міжсистемної інтеграції на основі обміну темпоральними потоками даних у структурі техногенної енергоактивної системи;
- моделі стратегічної функціональної та інформаційної безпеки на кожному ситуаційному циклі управління як база для СППР стратегічного рівня;
- моделі боротьби з атаками і загрозами, які виникають у критичних режимах функціонування ПНО, щодо інформаційних і ресурсних потоків.

Відповідно до сформульованої інформаційно-ресурсної концепції, розроблено схему структуризації (рис. 4.5).

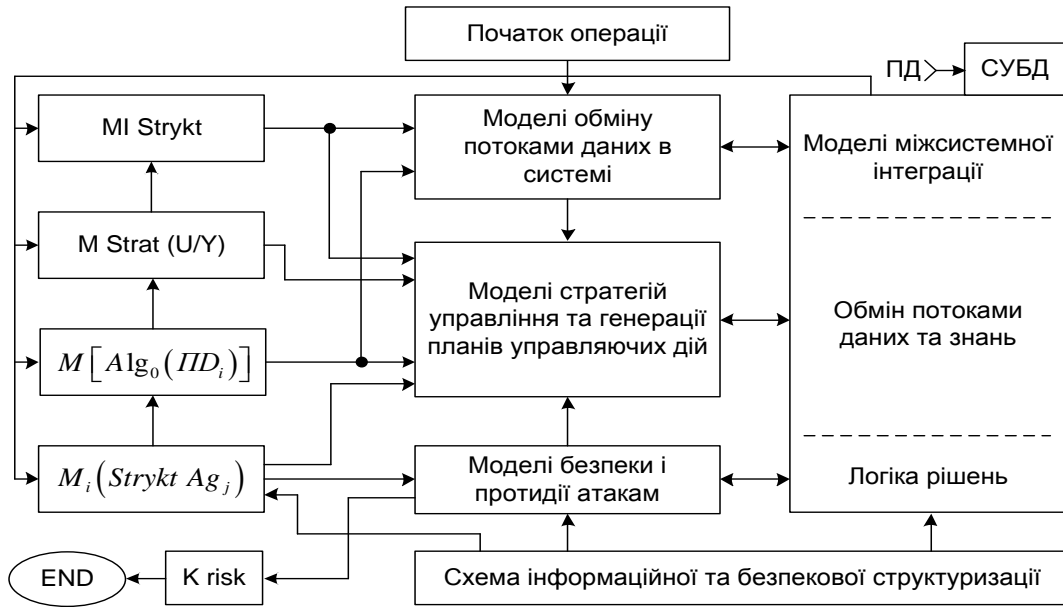


Рис. 4.5. Схема інформаційно-системної структуризації техногенної енергоактивної системи для оцінки рівня ризиків: *MI Strykt* — модель ієрархічної структури; *M Stat U / Y* — модель стратегії управління;  $M [Alg_0(PPD_i)]$  — моделі й алгоритми опрацювання даних із врахуванням поточної ситуації;  $M_i (Strykt Ag_j)$  — моделі структурних станів агрегатів техногенної системи; *K risk* — коефіцієнт ризику

#### 4.2. Основні компоненти темпоральної логіки в процедурах обробки потоків даних в ієрархії структури техногенної системи

Термінальна логіка є основою оцінки ситуації в техногенній системі на підставі правил виводу і генерації гіпотез.

Динамічний аспект перетворення знань про стан об'єктів, про їх функціонування пов'язаний із термінальною логікою на основі часових логічних структур. Ці структури виступають інструментом опису сценаріїв поведінки техногенної системи згідно з цільовою задачею. Наведемо модель аксіоматичного визначення термінальної логіки [18, 141, 462].

Визначення *T*-логіки ґрунтується на теорії множин, формальній логіці, теорії ігор та рішень:

- Введемо: 1) (*TR*) — термінальна структура;
- 2)  $T = \{t_{i=1}^n\}$  — часова множина;
- 3) *R* — бінарне відношення на *T*;
- 4) *S* — інтерпретація знання про стан об'єкта управління;
- 5)  $f : T \rightarrow S$  — інтерпретація стану знання в процесі функціональних перетворень;
- 6)  $F_i = \langle F_{f(t)} \rangle$  — множина базових функціональних перетворень;
- 7)  $[f(t) = f(t')] \equiv (t \neq t')$  — еквівалентність знань під час перетворень;
- 8)  $R_{t'} : F_t \rightarrow F_{t'}$  — відношення правильних формул, які представляють через  $\{F_i\}$ ;
- 9) *g* — оперативний працівник [*«завжди буде»*  $gA \in F_{t'} \leftrightarrow A \in F_t$ ], — підтвердження

події;

10)  $H$  — оперативний працівник [*«завжди було»*  $HA \in F'_t \leftrightarrow A \in F'_t$ ] — підтвердження в минулому;

11)  $S : E \rightarrow \{0,1\} \leftrightarrow \{F'_t\} t \in T$  — атомарна інтерпретація знання про ситуацію;

12)  $\forall f \forall t \in T (M \subset F'_{f(t)} \rightarrow A \in F'_{f(t)}) \triangleq (M \models A)$  — атомарна інтерпретація на інтервалі часу  $T \subset T_m$ .

Властивості термінальних логік, які є підставою для побудови правил виводу.

Якщо  $A \in F'_t, t \in T, tA$  — індексована множина, то  $M$  — множина на логіці  $\langle TR \rangle$ , для якої маємо характерні властивості прив'язки події  $t \in T$ :

1.  $t \sim A \in M \rightarrow tA \notin M$ ;
2.  $t \sim \sim A \in M \rightarrow tA \in M$ ;
3.  $t(A \supset B) \in M \rightarrow t \sim A \in M \vee tB \in M$ ;
4.  $t \sim (A \supset B) \in M \rightarrow tA, tB \in M, \forall t' Rtt'$ ;
5.  $t gA \in M \rightarrow t'A \in M, \forall t' Rtt'$ ;
6.  $tH \in M \rightarrow t'A \in M, \forall t' Rtt'$ ;
7.  $t \sim gA \in M \rightarrow t'A \in M, \exists t' Rtt'$ ;
8.  $t \sim HA \in M \rightarrow t' \sim A \in M, \exists t' Rtt'$ ;
9.  $tA \in M \rightarrow \exists t'A \in F'_t$ ,

де  $t \in T$  — часова множина;  $TR$  — термінальна структура подій у часі;  $g, H$  — оператори часових перетворень;  $(\sim, \rightarrow)$  — операції;  $R$  — оператор на часовій осі.

На множині індексованих формул  $N_3$  носієм  $T(N)$  маємо такі правила виводу і співвідношення  $A - T$  числення, на яких ґрунтується логіка дій у часі при формуванні стратегій антикризового управління:

$$II_1) \frac{t \sim \sim A}{tA} \frac{t gA}{t'A} t' \in T(N), Rtt' \quad \overset{t}{\bullet} \rightarrow \overset{t'}{\bullet} \quad \text{(прямий перехід);}$$

$$II_2) \frac{t(A \supset B)}{t \sim A / tB} \frac{tHA}{t'A} t' \in T(N), Rtt' \quad \overset{t'}{\bullet} \leftarrow \overset{t}{\bullet} \quad \text{(зворотний хід);}$$

$$II_3) \frac{t(A \supset B)}{tA, t \sim B} \frac{t \sim gA}{t' \sim gA} t' \notin T(N), Rtt' \quad \overset{t}{\bullet} \rightarrow \overset{t'}{\bullet} \quad \text{(ствердження);}$$

$$II_4) \frac{t \sim gA}{t \sim HA} \frac{t \sim HA}{t' \sim A} t' \in T(N), Rtt' \quad \overset{t}{\bullet} \leftarrow \overset{t'}{\bullet} \quad \text{(заперечення).}$$

Залежність гілок виводу на дереві рішень  $(\exists t \in \neg A \in T) \Rightarrow tA$ , якщо  $(t \sim A)$  входить до гілки, описує хід подій згідно з маршрутом на дереві рішень.

Нехай  $\langle TR \rangle$  — замкнена таблиця для побудови планів дій, тоді на основі дерева рішень будується конкретний маршрут виконання оперативних дій згідно з просторово-часовою структурою техногенної системи та аварійним об'єктом.

Відповідно  $(\forall t \in T, (tA_1 \dots tA_n, t \sim B))$  — маємо, якщо  $T'$  — множина індексів гілки,  $R' \subset R''$ , то  $[(A_1 \dots A_n, \neg B) \Rightarrow (tA_1 \dots tA_n, t \sim B)] \Rightarrow (\{A_1 \dots A_n \sim B\} \in F'_t)$ , тобто  $(A_1 \dots A_n \models B)$  — виводимо з доступних значень про об'єкт.



- $(Rtt' \wedge B \in F'_t); \forall A \in F_t, A \subset B$ , де  $(tt')$  — відліки часу на  $T_t$ ;

– діахронічне відношення слідування подій у випадку прив'язки часових міток  $(t')$  на  $T_m$ :

- $A \in F_t \rightarrow B \in F'_t;$
  - $A \in F_t^2 \rightarrow B \in F'_t;$
  - $A \in F_t^0 \cup \rightarrow B \in F'_t$
- $$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \mapsto \langle \text{якщо } A \Rightarrow B \text{ то } A(t') \rightarrow B(t'') \rangle;$$

– діахронічні часові оператори, необхідні для представлення операції виводимості з прив'язкою до причинно-наслідкових зв'язків:

- $(A| = gB) \leftrightarrow (A \in F'_t \rightarrow B \in F'_t);$
  - $(A = gB) \leftrightarrow (A \in F_t \rightarrow B \in F'_t);$
  - $(?A| = gB) \leftrightarrow (A \in F_t^2 \rightarrow B \in F'_t)$
- $$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right| \mapsto \langle (A \rightarrow gB) \Rightarrow A(t') \rightarrow B(t', t'') \rangle;$$

– комбіновані зв'язки між описом ходу подій у термінальному часі визначаються:

- $A \supset gB \quad ?A \supset gB;$
  - $A > \rightarrow gB \quad ?A \supset HB$
- відображає зміну ситуацій.

#### Контекст знання в процедурах виводів термінальної логіки

Контекст знання визначає множину пресупозиції (способів оцінювання  $B$  по  $A$ ) для кожного елемента базового знання:  $C(\Sigma) \triangleq \{B : (\exists A \in \Sigma), (A > = B)\}$ , тоді можна побудувати знаннєві правила виводу про ситуацію:

$ЗПВ_1 (A > = B)$  — буде позицією  $A$ , якщо між ними буде логічна залежність;

$ЗПВ_2 (A \rightarrow \hat{A}) \Rightarrow (B - \text{істино})$ , тобто  $B$  є необхідною умовою побудови оцінки  $\hat{A}$ ;

$ЗПВ_3$  Якщо  $(B = f \text{ та } \neg(\exists \hat{A}))$  — то не існує оцінки твердження  $A$ .

Передумова знання як необхідна умова істинності знання задається згідно з:  $(\Pi(\Sigma) = \{B : (\exists A \in \Sigma)(A| = B)\})$ , тобто повноти початкових знань про ситуацію на  $T$ .

Дедуктивне дослідження — це пошук логічних наслідків з елементів наявного базису знань за фіксованого контексту знання:

1.  $C(\Sigma) = \{B : (\exists A \in \Sigma)(A > B)\};$

2.  $Alf \{ \in, \notin, \exists, \forall \{x : Ax\}, \subset, \supset, \vee, \wedge, \neg, \cap, \cup \}$  — визначають алгебру термінальних подій.

Відповідно, можна представити знаннєві орієнтири:

1. Альтернативні:  $\left. \begin{array}{l} \{ \text{знання} \leftrightarrow \text{незнання} \} \\ \{ \text{істина} \leftrightarrow \text{фальш} \} \end{array} \right|$  — як опис стану оператора;

2. Приріст знання — завдяки дослідженню контексту та редукції фрагментів знань, водночас існують такі переходи:

$$((F_z \leftrightarrow F_d) \rightarrow (l \rightleftharpoons d)) \rightarrow \text{Sens}(F_z, F_d) - \text{зміст.}$$

3. Визначення змісту — через логічні та граматичні форми.

Правила формування антикризових рішень, відповідно до цільової задачі управління формуються графі і правила прийняття рішень для виходу з аварійних ситуацій, які ґрунтуються на:

(ЛП<sub>Т</sub> 1) — термінальних правилах оцінки ситуації оператором на основі тестової класифікації  $\{T_{ki}\}$  у структурі екомоніторингу;

(ЛП<sub>Т</sub> 2) — схемі оцінки можливих ситуацій (рис. 4.3);

(ЛП<sub>Т</sub> 3) — ігрових моделях представлення ситуації (рис. 4.4; 4.5);

(ЛП<sub>Т</sub> 4) — схемах розвитку протиаварійних подій, які координуються оператором із тестовою швидкістю мислення  $\{V_m^k\}$  (рис. 4.4);

(ЛП<sub>Т</sub> 5) — правилах висновків термінальної логіки  $(P_1 - P_4)$ ;

(ЛП<sub>Т</sub> 6) — аналітично-табличні правила виводу  $P_{AT}(P_1 - P_3, \{P_{4i}\})$ ;

(ЛП<sub>Т</sub> 7) — на оцінках динамічних властивостей оператора — інтелектуального агента (ІА-ОПР)  $\{ДВі\}$ ;

(ЛП<sub>Т</sub> 8) — на табличних правилах ситуаційних висновків  $\{P_{AT}\}$ ;

(ЛП<sub>Т</sub> 9) — на знанневих правилах оцінки ситуації  $(PB_s^T i)$ .

### 4.3. Проблемна задача оцінки сприйняття часу оператором автоматизованих систем управління технологічним процесом (АСУ-ТП) у процесі виникнення динамічних ситуацій

Процес сприйняття часу уможливорює власне контакт суб'єкта із світом. Сприйняття часу — це відображення об'єктивної тривалості, швидкості та послідовності явищ реальності [240]. Проте людина — це утворювальний суб'єкт, який не лише реагує на оточення, але і впливає на нього [32, 232, 239].

Орієнтація в часі передбачає визначення особистістю місця цієї фази змін у загальному циклі ситуаційних подій. Людина застосовує дві системи орієнтирів, що дає їй змогу визначати фази добового циклу. Визначальною є система орієнтирів, що зумовлена циклічними змінами ситуації в системі під час зміни режимів та циклів навантаження об'єкта [11, 12, 71, 318, 327, 392, 431, 443].

Іншу систему орієнтирів становлять ознаки, створені ритмами організму і які відповідають ритмам активності та виникнення потреб, що, своєю чергою, також залежить від ритмів дня і ночі. Система внутрішніх та зовнішніх індикаторів дає змогу орієнтуватися в термінальній ситуації. Людина може визначати місце теперішнього часу щодо попередніх та майбутніх змін, тобто людина здатна уявити в сучасному минуле та майбутнє [331, 429].

Власне, у сприйнятті часу розрізняють сприйняття часової тривалості (метрики) і сприйняття послідовності (топології) часу. У людини є певне безпосереднє переживання, відчуття часу. Воно зумовлене органічними відчуттями і пов'язане з ритмічністю основних процесів мислення та діяльності під час прийняття рішень у нормальних та аварійних ситуаціях [71, 141, 276, 278, 449].

Час є одним із модусів, у якому формується та інтегрується життєвий досвід індивіда. Інтеграція досвіду відбувається завдяки функціонуванню механізмів обробки часової інформації різного рівня. Часовий механізм особи, що приймає рішення (ОПР), — це комплексна система впорядкування досвіду в часовому вимірі та обробки поточної інформації, що забезпечує відтворення та оцінку оперативних інтервалів часу і виконує функції з концептуалізації минулого, теперішнього, майбутнього [232, 273, 277, 377, 429].

Кожна людина пов'язує у єдину структуру сприйняття часу власне минуле, історичне минуле, теперішнє і майбутнє. Це інтегрування уможливорюється завдяки структурі власних часових властивостей людини, в основі яких — оперативна тривалість, яку вона реально переживає під час оцінки ситуації. Особа, що приймає рішення, має індивідуальну вроджену одиницю ча-



су (значення — від 0,7 с до 1,1 с), яка є сталою упродовж всього життя. Власна одиниця часу визначає часові властивості психіки індивіда, суб'єктивну швидкість перебігу часу і тип орієнтації в часовій перспективі (на минуле, теперішнє чи майбутнє), що визначає оперативність під час прийняття рішень на виконання дій, тобто може змінювати швидкість мислення під час оперативної обробки даних для формування цільових рішень [3, 67, 183, 438, 446].

#### 4.3.1. Ситуація прийняття термінальних рішень: когнітивні аспекти

Розглянемо ситуацію прийняття рішень (ОПР) під час зміни динаміки системи і дії факторів збурення  $\{F_{RI}\}$ , які можуть призвести до ризикованої або аварійної ситуації для граничного режиму, якщо невчасно прийняті рішення щодо управління на основі нечіткої оцінки ситуації. Якщо ОПР у момент термінального часу  $(t_{1i}, t_{2i})$  вчасно не прийме рішення на  $(t_{2i})$  то система вийде на аварійний режим за  $(T_{3i})$  та перейде в незворотний момент часу  $(t_{Ri})$  за інтервал часу  $T_{4i}$ . Тобто якщо когнітивна нейроструктура ОПР (рис. 4.6) для оцінки ситуації і прийняття рішень вкладеться в термінальний час  $T_{2i}$ , то система буде керованою і повернеться в нормальний режим на підставі виконаних управляючих дій [415].

Якщо процес мислення (Пм) через стресову ситуацію за загрози граничного режиму уповільниться (Зн), то ОПР не встигне прийняти протиаварійне рішення. Когнітивна здатність змінювати швидкість  $V_i^m$  мислення є підставою для прийняття активних рішень, під час стресу вона спадає і призводить до аварійних ситуацій (рис. 4.6).

У ситуаціях управління в момент часу  $(t_1, t'_1, t''_1)$  маємо: (якщо ІА — в момент  $(t_1, t'_1, t''_1)$  встигає оцінити ситуацію і прийняти рішення та виконати дію)  $\Rightarrow$  (система повернеться з  $Sit_A \rightarrow Sit_g$ ) — тобто з передаварійного в граничний стан.

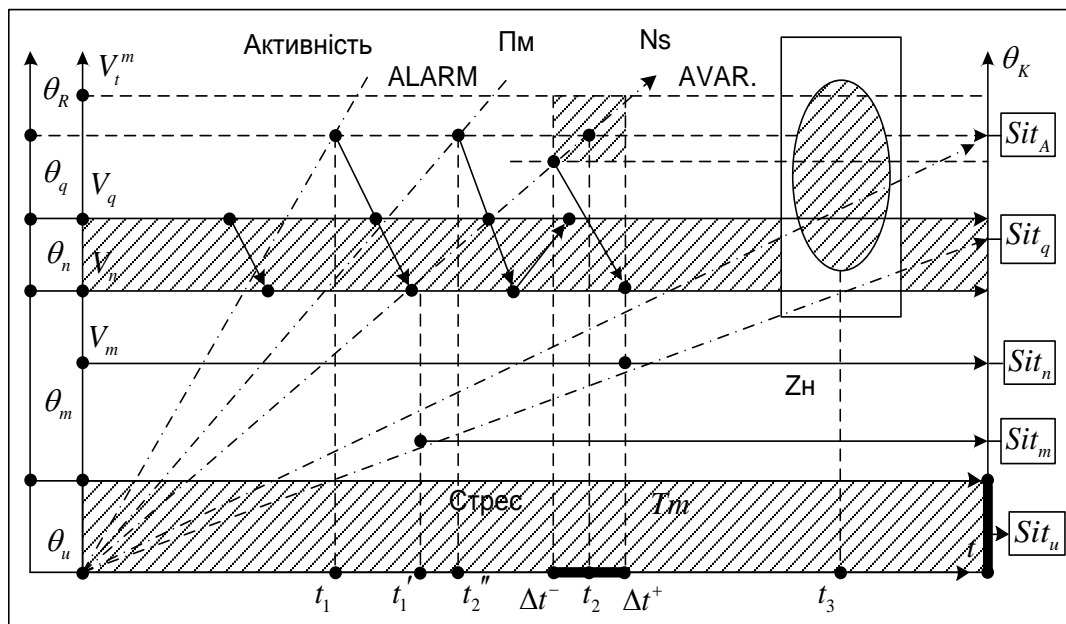


Рис. 4.6. Динаміка зміни швидкості мислення під час зміни динамічних режимів нормального та граничного навантаження на енергоактивний об'єкт:  $\{\theta_R, \theta_q, \theta_n, \theta_m, \theta_u\}$  — розбиття параметрів стану на режимні інтервали;  $\{V_i\}$  — зміна швидкості мислення для прийняття кризових і протиаварійних рішень;  $\{Sit_A, Sit_q, Sit_n, Sit_m, Sit_u\}$  — режими і ситуації, які характеризують процеси управління;  $t, T_m$  — інтервали часу; NS — надзвичайна ситуація

Для оператора відображення сутності темпоральної дійсності у свідомості в онтогенезі може відбуватись у трьох взаємопов'язаних напрямках: репрезентації метричних властивостей часу (тривалість), топологічних властивостей часу (безповоротна послідовність протікання подій із минулого через сьогодні у майбутнє) і когнітивних для орієнтування у часі [169]. Тобто осягнення темпоральної дійсності конкретною людською індивідуальністю ОПР виражене у репрезентаціях часу та його властивостей, що зумовлені переживаннями у кризових оперативних ситуаціях, які виникають у процесі управління складними енергоактивними ПНО (рис. 4.7) [415].

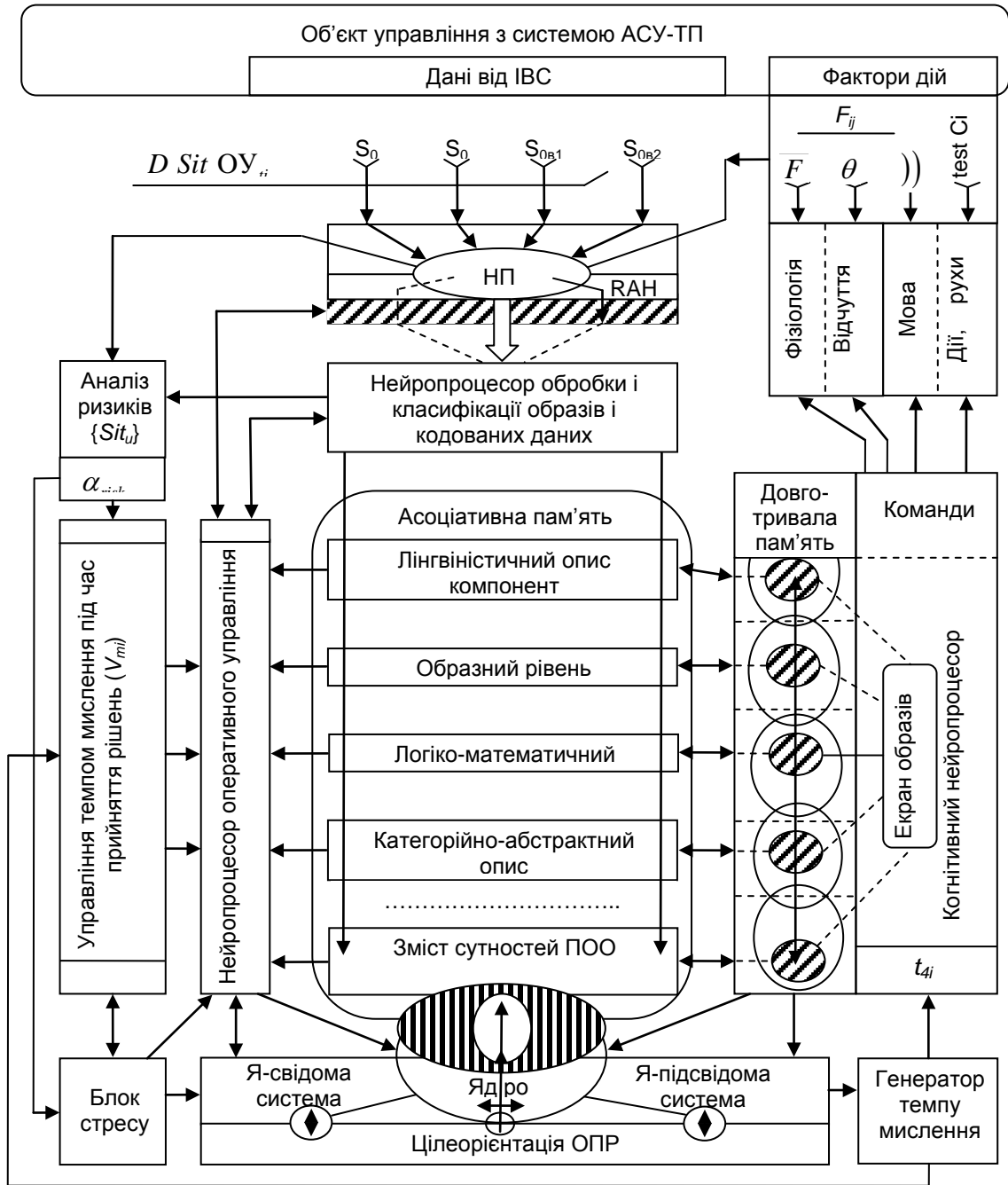


Рис. 4.7. Когнітивна модель інтелектуального опрацювання даних темпоральної дійсності оперативним працівником АСУ: ІВС — інформаційно-обчислювальна система; Sit — оперативна ситуація; ОУ — об'єкт управління;  $S_n$  — стани системи; РАН — ранг ситуації; НП — надзвичайна подія

Розглянемо розвиток подій у часовому графіку на підставі відображення в просторі станів об'єкта управління (рис. 4.8).

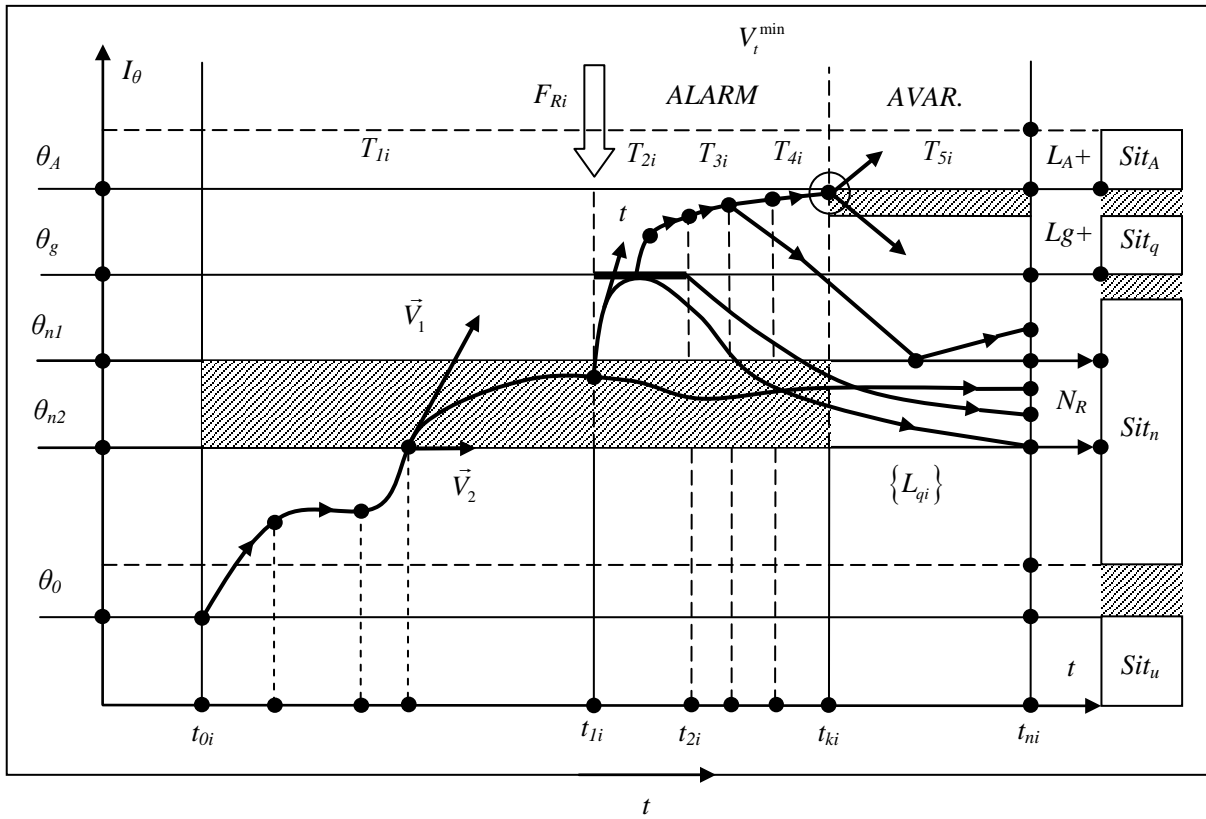


Рис. 4.8. Структура часових інтервалів у термінальному часі оцінки ситуації оператора, що приймає рішення:  $F_{Ri}$  — фактор настання ризику;  $N_R$  — оптимальна реакція на об'єктивну ситуацію (своєчасно прийняте рішення та його реалізація);  $Lg+$  — передаварійна ситуація;  $L_A+$  — аварійна ситуація;  $T_{1i}$  — докризовий часовий інтервал;  $T_{2i}$  — кризовий часовий інтервал для прийняття та реалізації рішень без негативних наслідків;  $T_{3i}$  — кризовий часовий інтервал, для прийняття та реалізації рішень із мінімальними негативними наслідками;  $T_{4i}$  — кризовий часовий інтервал із певними негативними наслідками;  $T_{5i}$  — кризовий часовий інтервал, коли система виходить з-під контролю;  $t_{0i}$  — час сприйняття актуальної ситуації;  $t_{1i}$  — час настання ризику;  $t_{2i}$  — час реакції в ситуації ризику;  $t_{ki}$  — час настання кризи,  $t_{ni}$  — час неконтрольованої реакції,  $I_\theta$  — інтервал значення параметрів стану,  $\{\theta_A, \theta_g, \theta_{n1}, \theta_{n2}, \theta_0\}$  — критичні параметри

У працях В. Ю. Крилова [232], О. В. Полуніна [273], Д. А. Поспелова [277], С. Л. Рубинштейна [331], П. Фресса і Ж. Плаже [429] та Б. Й. Цуканова [438] запропоновано біциркулярну мультиосциляторну модель часового механізму. Ця модель виділяє чотири основні рівні обробки інформації в поточному реальному часі (рис. 4.9):

- 1) інформація, невпорядкована в часі;
- 2) рівень маркування елементів інформації на часовій осі;
- 3) переживання часу як лінеаризованого сингулярного потоку;
- 4) опрацювання часової інформації на рівні уяви, коли можлива активізація більш ніж одного темпорального процесу, віднесеного до одного і того ж об'єкта.

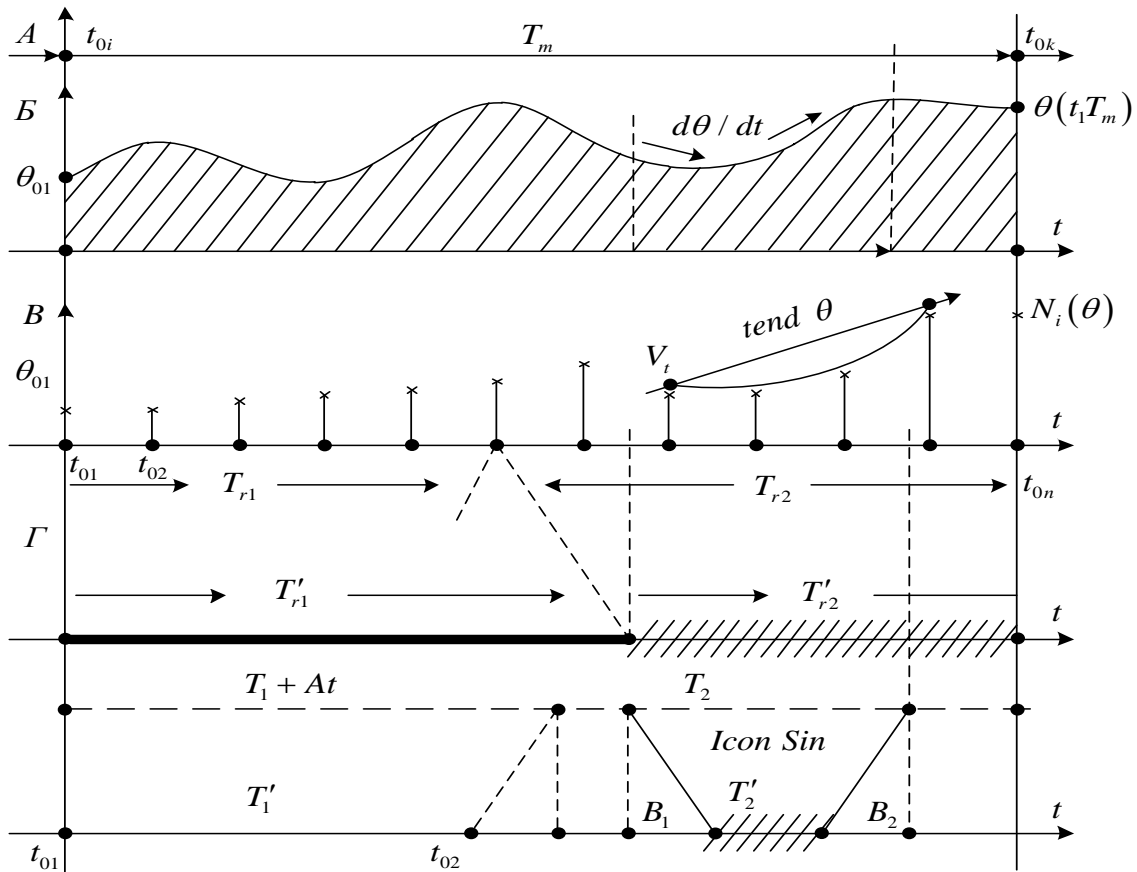


Рис. 4.9. Динаміка темпу потоку даних та образне сприйняття ситуації (часовий графік): *A* — неперервна часова вісь із прив'язкою термінального інтервалу; *B* — неперервний у часі потік даних  $ПД_T(\theta(t))$ ; *B* — маркований відлік  $\{t_i \rightarrow N_i(\theta)\}$  потоку даних з аналоговою або числовою оцінкою; *G* — деформація часового ходу на інтервалах формування рішень;  $tend \theta(t)$  — тенденція змін траєкторії;  $V = \frac{d\theta}{dt}$  — швидкість

**4.3.2. Логіко-когнітивна модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оператором у процесі обробки різномірних даних**

Доповнимо наявні концептуальні системи темпоральної структури індивіда логіко-когнітивними моделями прийняття особистістю цільових рішень у контексті часового простору, які охоплюють діяльність і свідомих, і різноманітних підсвідомих структур та механізмів. Цей аспект вивчення феномену часу в психології сприяє розумінню особливостей процесу осягнення людиною темпоральної дійсності та розширює наукові уявлення про модель часового механізму у психологічному академічному дискурсі. Так, поглиблюються уявлення про процес орієнтації особистості у часовій реальності в екстремальних умовах, а також стає зрозумілим процес впливу людини на власне минуле в теперішньому модусі, який уможливорюється за посередництвом підсвідомих механізмів [3, 9, 32, 141, 183, 239, 276, 439, 471].

Ми розглядаємо людину як системне утворення (ІА) (рис. 4.7) і вважаємо, що їй притаманна темпоральна структура — індивідуальний іманентний динамічний пласт, який ґрунтується на психофізіологічних процесах, охоплює діяльність свідомих і різноманітних підсвідомих структур та механізмів і поглиблюється з розвитком свідомості.

Логіко-когнітивна модель прийняття цільових рішень у контексті часового простору ґрунтується на основі компоненти логічного опрацювання даних із метою вибору стратегії поведінки людиною в умовах дії загроз та когнітивної компоненти, яка полягає в тому, що в розриві інформаційних ланцюгів під час опрацювання неповних, різнотипних і нечітких даних, які відображають ситуацію, охоплює в цьому процесі оцінку її змісту та цілеорієнтацію нейропроцесора особистості і формує процедуру зв'язування інформаційних переходів між логічними формалізованими структурами процесів мислення з метою виділення знань про ситуацію та вироблення планів дій для ліквідації цих загроз у найкоротший термін (рис. 4.10) [3, 12, 71, 108, 183, 327, 377, 392, 410, 431].

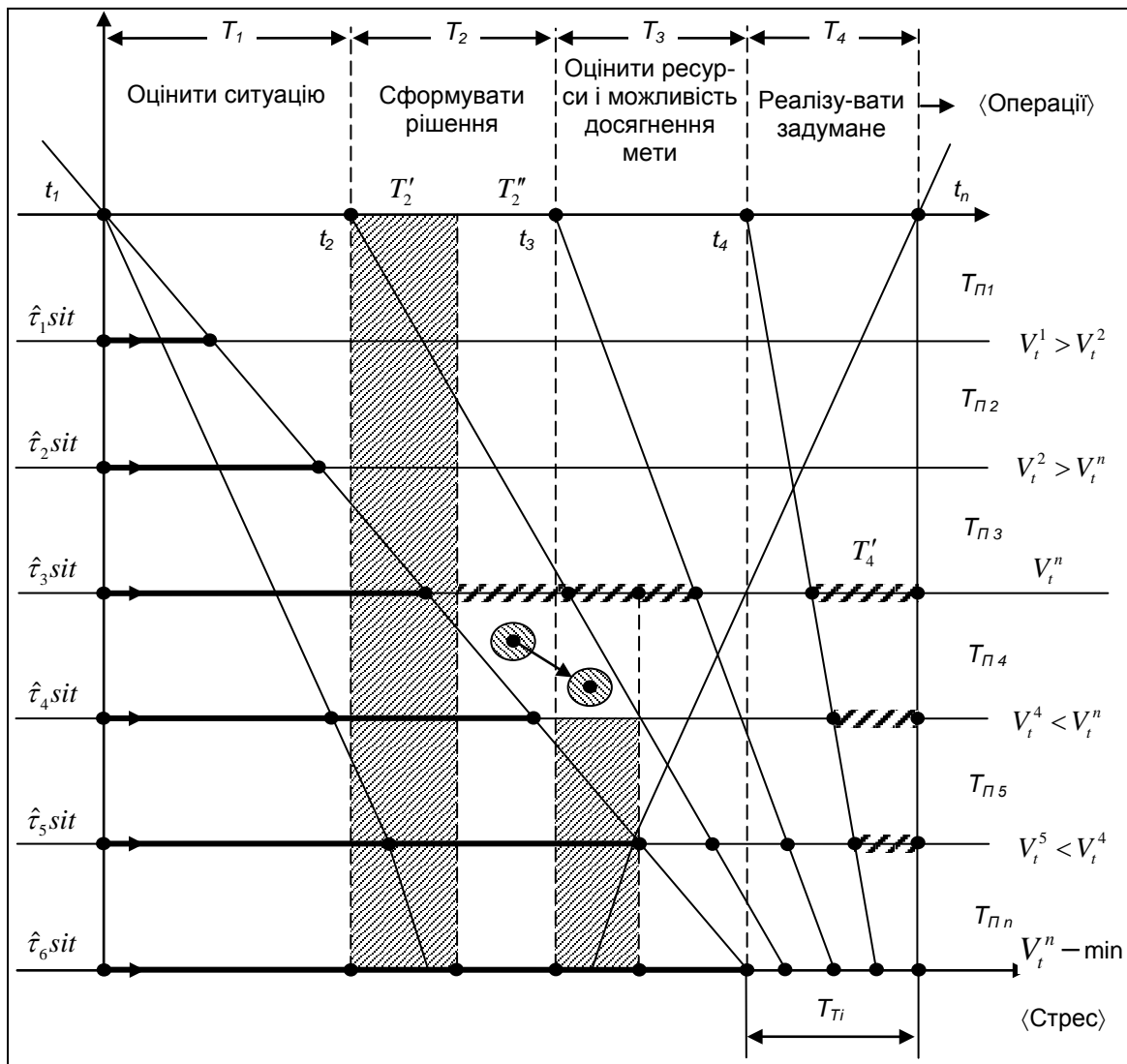


Рис. 4.10. Структура темпорального часу для прийняття необхідних структурованих рішень:  $T_{пn}$  — темпоральний пласт;  $t_n$  — часовий інтервал;  $T_{тi}$  — інтервал прийняття цілеорієнтованого рішення

Згідно з задачами управління класифікуються вимоги до типу мислення та їх когнітивних параметрів для кожного типу (ІА-ОПР) та інтелектуального агента особи, яка уповноважена приймати рішення для корекції режимів функціонування техногенної системи. Наведемо схе-

му класифікації типів мислення агентів — операторів і оцінки їх здатності ефективно розв'язувати ситуаційні задачі (рис. 4.11) [9, 11, 71, 108, 123, 239, 276, 319, 392, 432, 443].

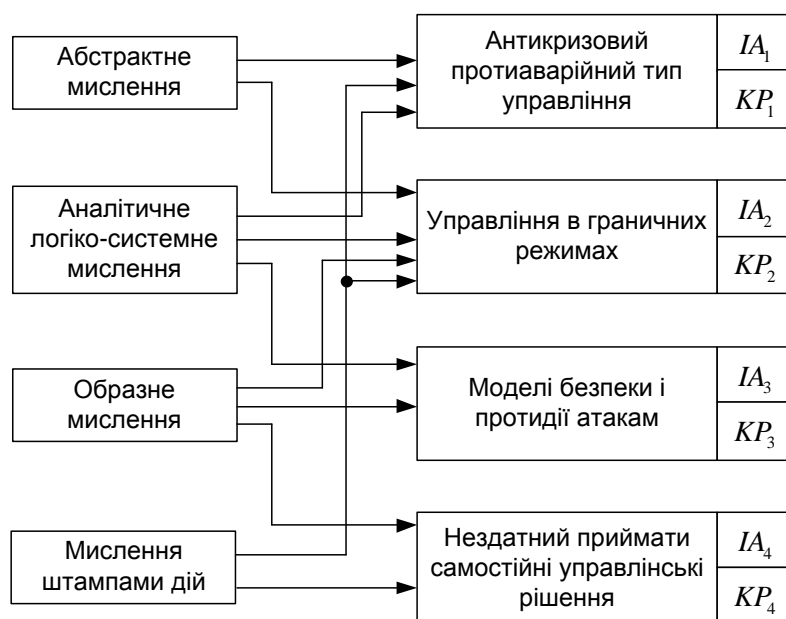


Рис. 4.11. Класифікація типів мислення інтелектуальних агентів і їх функціональних можливостей: *IA* — інтелектуальний агент (оператор); *KP* — когнітивні рішення

#### 4.3.3. Темпоральний пласт мислення оператора

##### Організація темпорального пласту людини охоплює:

– формування та актуалізацію різних типів цілісних психічних образів-відображень часових інтервалів ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ), а саме його метричних, топологічних та орієнтувальних властивостей;

– переживання часової дійсності та оцінку часових модусів у моменти, коли необхідно оцінити ситуацію і прийняти рішення.

Як видно з наведеної схеми (рис. 4.10), суб'єктивне сприйняття часових інтервалів не є однаковим і залежить від індивідуального іманентного динамічного пласту, що детермінує об'єктивний час прийняття кінцевого цілеорієнтованого рішення та здійснення відповідних запланованих дій [3, 183, 331].

Суб'єктивне сприйняття тривалих періодів часу значною мірою визначається характером переживань, якими вони були заповнені, та емоційним станом суб'єкта. Відповідно, в оцінці часового виміру особа, яка приймає рішення, попадає під дію двох законів (рис. 4.8–4.10) [240, 453]:

1) *заповненого часового відрізка*, який констатує, що чим більше заповненим і, отже, розчленованим на маленькі інтервали є відрізок часу, тим тривалішим він здається (закон визначає закономірність відхилення психологічного часу спогадів минулого від об'єктивного часу);

2) *закону емоційно детермінованої оцінки часу*, згідно з яким пережита тривалість відхиляється від об'єктивного часу в бік, зворотний від домінуючої у суб'єкта спрямованості (закон відзначається тим, що час, заповнений подіями з позитивним емоційним знаком, скорочується в переживанні, а заповнений подіями з негативним емоційним знаком у переживанні — подовжується), тобто через зміну швидкості мислення.

Під дією цих законів і відбувається актуалізація логіко-когнітивних моделей на підставі оцінки ситуації для прийняття цільових рішень, що охоплюють діяльність свідомих та різноманітних підсвідомих структур і механізмів інтелектуального агента (ІА — людина, яка приймає цілеорієнтоване рішення) (рис. 4.12) [390, 399, 403, 415].

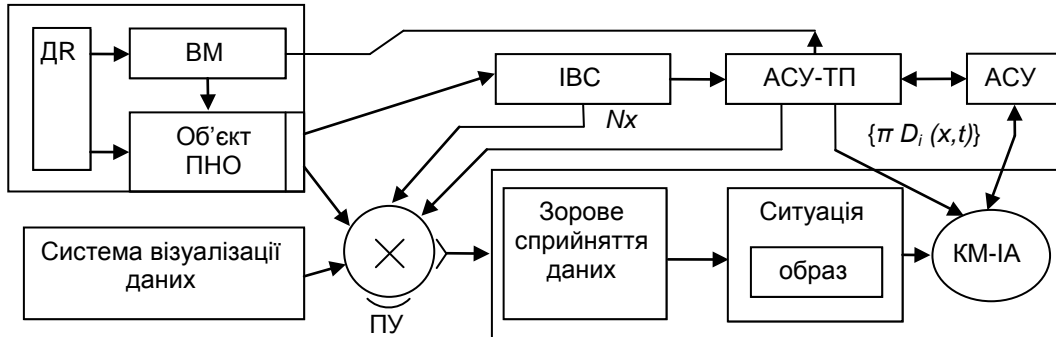


Рис. 4.12. Структурна схема системи оцінки ситуації людиною: ПНО — потенційно небезпечний об’єкт; АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; КМ-ІА — когнітивна модель інтелектуального агента (особа, яка приймає рішення); VM — виконавчий механізм; ПУ — поле уваги

Відповідно до мети функціонування техногенної системи та цільових режимів задач управління і термінальних, добових, сезонних циклів розробляється інформаційно-логічна модель формування управляючих рішень (рис. 4.13).

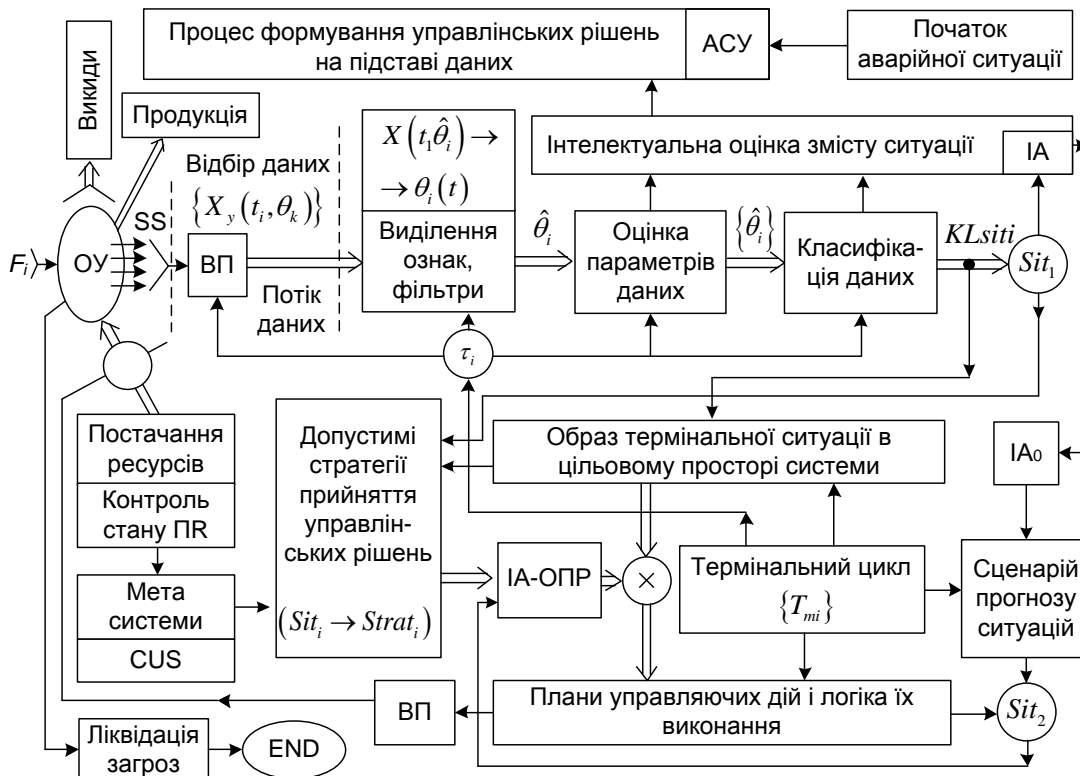


Рис. 4.13. Інформаційно-логічна модель формування управляючих рішень в умовах виникнення аварійної ситуації в техногенній системі: ОУ — об’єкт управління; ПР — потік ре-

сурсів;  $\{Sit_i\}$  — ситуація в системі згідно з даними; ВП — виконавчий пристрій; (ІА-ОПР) — інтелектуальний агент, що приймає рішення;  $IA_0$  — інтелектуальний агент оперативного рівня;  $(\tau_i)$  — інтервал автоматичної обробки сигналів і даних (допустимий час)

Ця схема має певну термінальну структуру процесу інтелектуальної обробки даних  $\{T_{ij}\}$ :  $T_{1i}$  — відбір даних про стан об'єкта;  $T_{2i}$  — автоматичне опрацювання даних;  $T_{3i}$  — опрацювання даних на підставі зорового сприйняття;  $T_{4i}$  — формування образу ситуації в уяві КМ-ІА та визначення його змісту щодо задачі цільового управління;  $T_{5i}$  — класифікація ситуації в цільовому просторі і вироблення автоматичних та координаційних управляючих дій;  $T_{6i}$  — оцінка результатів дій на зміну стану.

Отже, завдячуючи темпоральній структурі, людина має здатність конструктивно — відповідно до умов технологічної ситуації — орієнтуватися в часовому просторі: об'єктивно відтворювати в свідомості тривалість та послідовність явищ дійсності; звертатися до власного досвіду; одночасно з цим передбачати та конструювати майбутнє; сприймати та впливати на певні події; а також у теперішньому модусі використовувати власне минуле за посередництвом підсвідомих механізмів, які дають змогу будувати в актуальному моменті якісно новий досвід.

#### **4.3.4. Правила прийняття термінальних рішень щодо управління енергоактивним об'єктом техногенної системи**

Правила прийняття термінальних рішень інтелектуальним оператором (ІО) в структурі АСУ з класифікованими характеристиками його мислення будуються на підставі логіко-когнітивної процедури, яка згідно з набором логічних правил  $\{\{(ЛП_i K)\}, V_m, \{\tau_i \in T_m\}, \{ТП_n\}\}$  та оцінкою швидкості мислення оператора ( $IA_0$ ) і термінальний час, темпоральний пласт (ІА-ОПР), який формує стратегію управління згідно з метою техногенної системи (рис. 4.2, 4.4, 4.6–4.8, 4.10, 4.13).

Відповідно до вибраної концепції (стратегії) пошуку рішень ситуаційних задач будується інформаційно-ресурсна схема формування процесу прийняття рішень щодо виходу з кризової ситуації у термінальному часі виконання управління на підставі стратегії координації від ІА-ОПР (рис. 4.14) [3, 183].

Початкові умови для побудови термінальної процедури прийняття управляючих рішень визначаються згідно зі станом об'єкта та цільовим завданням функціонування техногенної системи.

Задача з побудови стратегії вимагає для свого розв'язання наявності знань про:

1. Структуру системи, типи ресурсів, потужність виробництва.
2. Стратегію управління щодо мети при заданих класах енергоактивних перетворень ресурсів.
3. Інформаційну технологію опрацювання даних щодо ситуації, алгоритми дій.
4. Термінальний план роботи оперативної команди управління  $\{ТП_i\}$  та індекс професійної підготовки і швидкість мислення  $\{V_{mi}\}$  в процесі формування рішень.
5. Набір логічних правил  $\{ЛП_i K\}$  для побудови процедур прийняття термінальних рішень.
6. Допустимий час  $\{\tau_i\}$ , необхідний для обробки даних і оцінки ситуацій.



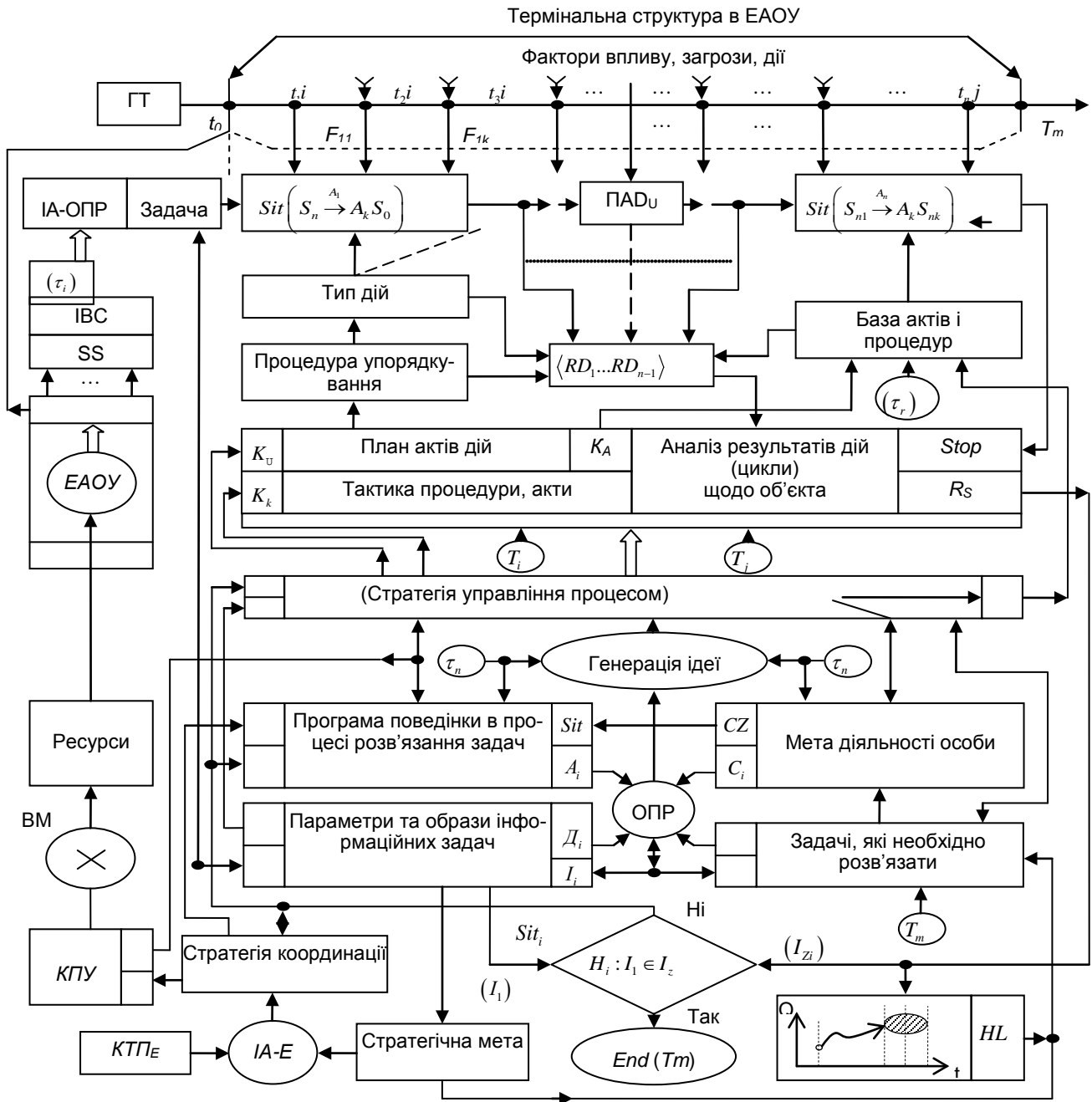


Рис. 4.14. Логічна модель формування процесу прийняття рішень ІА-ОПР із врахуванням темпоральних характеристик оцінки динамічної ситуації у системі:  $ГТ$  — генератор термінальних відліків часу  $\{t_0, t_{1i}, \dots, t_{ni} \in T_m\}$ ;  $Sit(S_u \rightarrow A_k S_0)$  — ситуаційна схема переходів у системі під час зміни станів ( $S_0 \rightarrow S_u$ ); ПАДУ — процесор активних дій;  $\{F_{ij}\}$  — фактори впливу;  $Sit(S_{ni} \rightarrow A_k S_{nk})$  — кінцевий термінальний стан;  $\{RD_i\}$  — реалізація дій управління;  $\{A_1 \dots A_n\}$  — акти управляючих дій від процесора управління;  $K_A$  — команди реалізації активних дій;  $R_s$  — оцінка ризику згідно з функціоналом:  $I_z(T_m)$ ;  $I_1$  — нормативний рівень допустимого ризику;  $H_i$  — гіпотеза на термінальному циклі управління  $T_i$ ; ІВС — інформаційно-виміррювальна система; SS — сенсори; ЕАОУ — енергоактивний об’єкт управління; VM — виконавчий механізм; КПУ — командний процесор управління; ІА-ОПР — інтелектуальний

агент — особа, що приймає рішення;  $IAE$  — інтелектуальний агент — експерт;  $\{\tau_i\}$  — інтервали часу виконання дій;  $(T_i, T_j, T_m)$  — термінальні інтервали виконання операцій

**4.4. Динаміка зміни швидкості мислення під час дії стресових факторів на (ІА-ОПР), яка враховує можливість правильної оцінки ситуації**

Відповідно до термінального пласту і швидкості мислення оператора, можна оцінити його здатність виконувати управлінські процедури під час дії факторів ризику згідно з рангом їх впливу  $Rang(F_i \rightarrow V_{mi}, TPI_i)$  на когнітивну свідому структуру (ІА-ОПР) без помилок і в відведений термін часу в умовах наближення траєкторій стану об'єкта до граничного режиму (рис. 4.6, 4.7).

Для кожного оператора АСУ виконання функцій управління енергоактивним об'єктом у процесі професійної підготовки і тестування встановлюються когнітивні характеристики, які охоплюють параметри, що характеризують функціональну здатність виконувати дії й оцінювати ситуацію [60, 146, 153, 366, 397, 405, 407]:

- виконувати  $[CF_i^u Z_i]_{IA}$  цільові функціональні завдання, які доручаються в процесі функціонування системи;
- мати  $[TPI_{k,i}]$  термінальний пласт когнітивних характеристик сприйняття ситуацій і мислення для оцінки стану об'єкта та виконання дій;
- мати  $[V_m^i \in \{V_{max}, V_{min}\}]$  відповідні межі швидкості мислення під час обробки даних;
- мати  $[Rang F_{Si}^K]$  ранг стійкості, який здатний забезпечити протидію факторам впливу на когнітивну систему під час розв'язання ситуаційних задач управління.

Для реалізації процесу управління формується набір альтернативних правил і алгоритмів обробки даних та правил виводу на підставі класичної і темпоральної логіки  $\{ЛП_T(1) \dots ЛП_T(9)\}$ . Відповідно, задається початковий стан, режим функціонування, мета, об'єм потоку ресурсів, рівень продуктивності агрегатів, структур і стратегій управління технологією системою на підставі моделі системної структуризації (рис. 4.15).

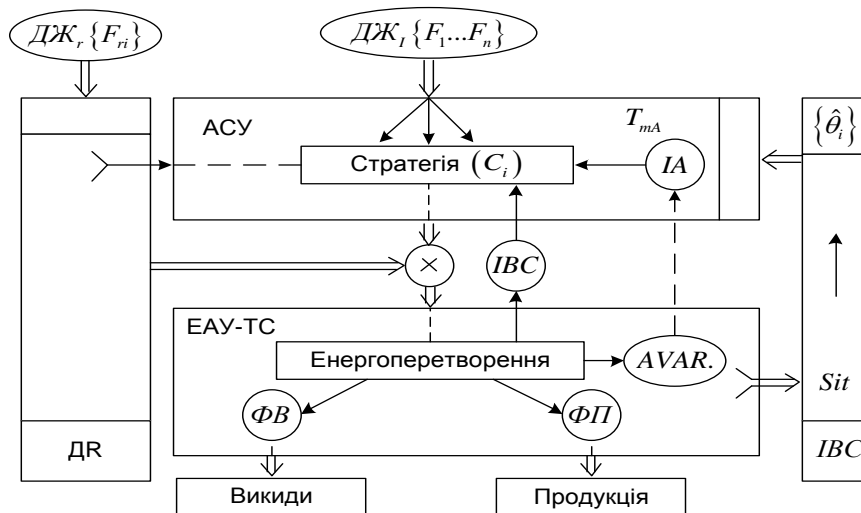


Рис. 4.15. Системна структуризація:  $IBC$  — інформаційно-вимірювальна система обробки первинних аналогових даних від об'єкта управління;  $DZ_r \{F_i\}$  — джерело активних збурень

на потік ресурсів;  $ДЖ_i \{F_n\}$  — джерело інформаційних атак; АСУ — автоматизована система управління; ЕАУ-ТС — енергоактивна техногенна система; ФВ — формувач шкідливих викидів; ФП — формувач продукції;  $\{\hat{\theta}_i\}$  — оцінка траєкторії стану об'єкта; ІА — інтелектуальний агент;  $T_{mA}$  — термінальний час обробки даних

Згідно з ситуацією, метою і задачею управління формуються для кожного випадку дії збурення ( $F_{Si}^K$ ) на систему і його впливу на оператора, процедура логіко-когнітивного прийняття та виконання управляючих рішень і дій, на підставі стратегії розв'язання конфлікту (рис. 4.16).

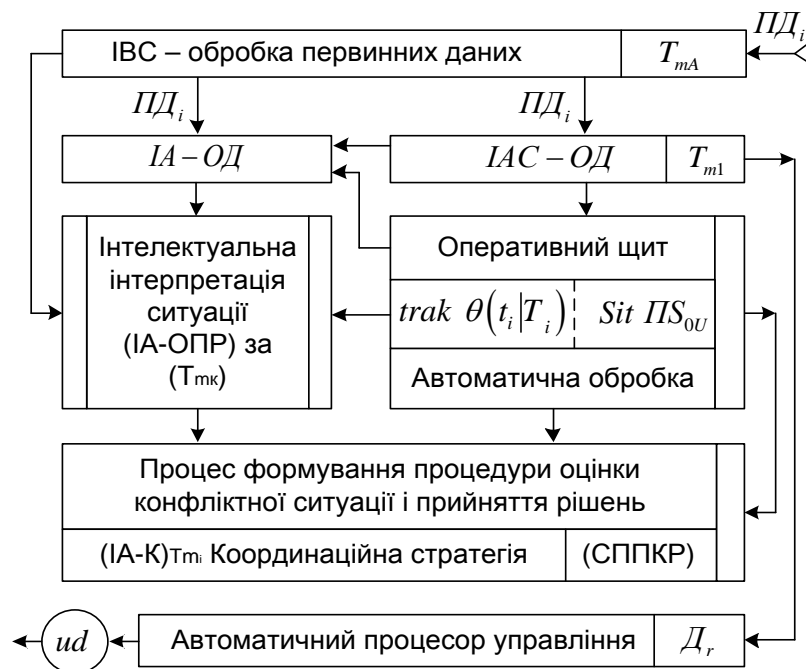


Рис. 4.16. Побудова правил активного управління техногенною системою: ІВС — інформаційно-вимірювальна система обробки первинних аналогових даних від об'єкта управління;  $T_{mA}$  — термінальний активний час оцінки ситуації; ІА-ОД — інтелектуальний агент обробки аналогових і цифрових потоків даних; ІАС-ОД — інтелектуальна автоматична система обробки потоків даних  $\{PDi\}$ ; (ІА-ОПР) — інтелектуальний агент — оператор;  $T_{mk}$  — темпоральний пласт когнітивної системи;  $trak(\theta)$  — траєкторія зміни параметра стану;  $T_{m1}, T_{m2}$  — термінальний час обробки даних;  $(ІА-К)_{Tmi}$  — інтелектуальний агент — координатор із темпоральним пластом мислення  $T_{mi}$ ; СППКР — система підтримки прийняття координаційних рішень;  $\{U_{di}\}$  — управляючі дії

Процеси формування та виконання управлінських і координаційних рішень ґрунтуються на логічних правилах згідно з ситуацією з врахуванням когнітивних характеристик особи (рис. 4.17).



Рис. 4.17. Інформаційна технологія формування темпоральних антикризових рішень:  $\{PR_v\}$  — потоки вхідних ресурсів;  $\{ПП_i\}$  — потоки продукції; СПШР — складування шкідливих речовин;  $\{F_{zi}\}$  — фактори зовнішніх збурень в об'єктах;  $ПД_s$  — потоки ситуаційних даних;  $ПД_u$  — потоки управляючих даних;  $\{ОПР_{i=1,n}\}$  — команда оперативного управління виробництвом

Процес формування оперативних дій виконується командою управління виробництвом на основі заданих цілей та оцінки стану об'єкта відповідно до регламентної ситуації в АСУ-ТП і АСУ.

Тобто залежно від когнітивного типу оператора, його темпоральних характеристик у процесі управління система ОУ-АСУ переходить в один із трьох станів ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ) нормальної роботи або аварійну ситуацію.

Найбільш складним етапом формування і прийняття рішень у заданій структурі інформаційної системи та алгоритмів відбору й опрацювання даних про динамічну ситуацію в об'єкті є вибір на когнітивному рівні мислення правил побудови висновків та розбиття термінальних інтервалів на циклі управління ( $T_1$  — оцінити ситуацію;  $T_2$  — сформулювати рішення;  $T_3$  — оцінити ресурси і ризики під час досягнення мети, реалізувати цільове завдання на підставі виконання команд управлінських дій), не створюючи аварійної ситуації в ній. На підставі

вищенаведеного аналізу можна зробити кадрові висновки про те, що управління в техногенній структурі з ієрархією буде ефективне, якщо на кожному рівні є оператори й управлінці з відповідним когнітивним типом мислення, а також ті, що мають відповідні наукові та інженерні знання, мають певні лідерські характеристики, що здатні забезпечити цілеорієнтоване ефективне управління згідно з метою і ресурсами [47, 80, 120, 123, 161, 247, 253, 254, 276, 311, 443].

#### **Висновки до розділу 4**

1. Проведено аналіз процесу формування логічних процедур прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу. Завдяки темпоральній структурі людина має здатність конструктивно — відповідно до умов технологічної ситуації — орієнтуватися в часовому просторі: об'єктивно відтворювати в свідомості тривалість та послідовність явищ дійсності; звертатися до власного досвіду; одночасно з цим передбачати і конструювати майбутнє; сприймати та впливати на певні події; а також у теперішньому модусі використовувати власне минуле за посередництвом підсвідомих механізмів, які дають змогу будувати в актуальному моменті якісно новий досвід.

2. Обґрунтовано логіко-когнітивну модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оперативним працівником у процесі обробки різнорідних даних та обґрунтовано метод побудови дерева рішень у напрямному конусі та часову діаграму формування управлінських дій.

3. Проведено теоретичний аналіз сприйняття часових інтервалів оперативним працівником та показано, що в когнітивній структурі особистості наявний іманентний темпоральний пласт. Завдяки розвитку темпоральної структури людина здатна конструктивно орієнтуватися в часовому просторі, що значно підвищує її можливості під час вирішення складних ієрархічних задач в обмеженому часовому інтервалі. Це дало змогу обґрунтувати інформаційну технологію в представленні термінального часу розвитку протиаварійних подій.

4. На підставі темпоральної структури особистості та проведеного аналізу динаміки зміни швидкості мислення когнітивною системою оператора під час дії стресових факторів розроблено метод і правила прийняття рішень щодо управління енергоактивним об'єктом техногенної системи.

5. На основі індивідуального сприйняття часових інтервалів розглянуто логіко-системну процедуру та процес розв'язання задач управління зі скінченним кроком дій у термінальному часі що, відповідно, дало змогу обґрунтувати логічні аспекти формування опису процесу рішення задач оперативним персоналом.

6. Завдяки врахуванню іманентного темпорального пласту особистості під час підготовки оперативного персоналу для діяльності, що передбачає прийняття оперативних рішень у кризових умовах функціонування техногенних систем, ми забезпечимо адекватну оцінку стану системи та прийняття своєчасних мір із ліквідації загроз і аварій у високоенергетичних ієрархічних системах.

**РОЗДІЛ 5**  
**ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ І КОМПОНЕНТИ**  
**ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ МИСЛЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ**  
**В УМОВАХ ДІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**5.1. Логічні моделі формування активних дій для управління**

Для сучасних технологічних і адміністративно-управлінських систем на основі мережевих комп'ютерних засобів та апаратного і програмного забезпечення характерне виділення функціональних цілеорієнтованих блоків, які реалізують керування процесом в АСУ.

Під цілеорієнтованим блоком розуміють замкнуту систему з чітко визначеними ролями в структурі ІАСУ, в якій виділяють такі функціональні складові (рис. 5.1) [9, 49, 210]:

– оператор АСУ, оператор-адміністратор, оператор-менеджер, експерт, цілеформуючий менеджер верхнього рівня управлінської ієрархії;

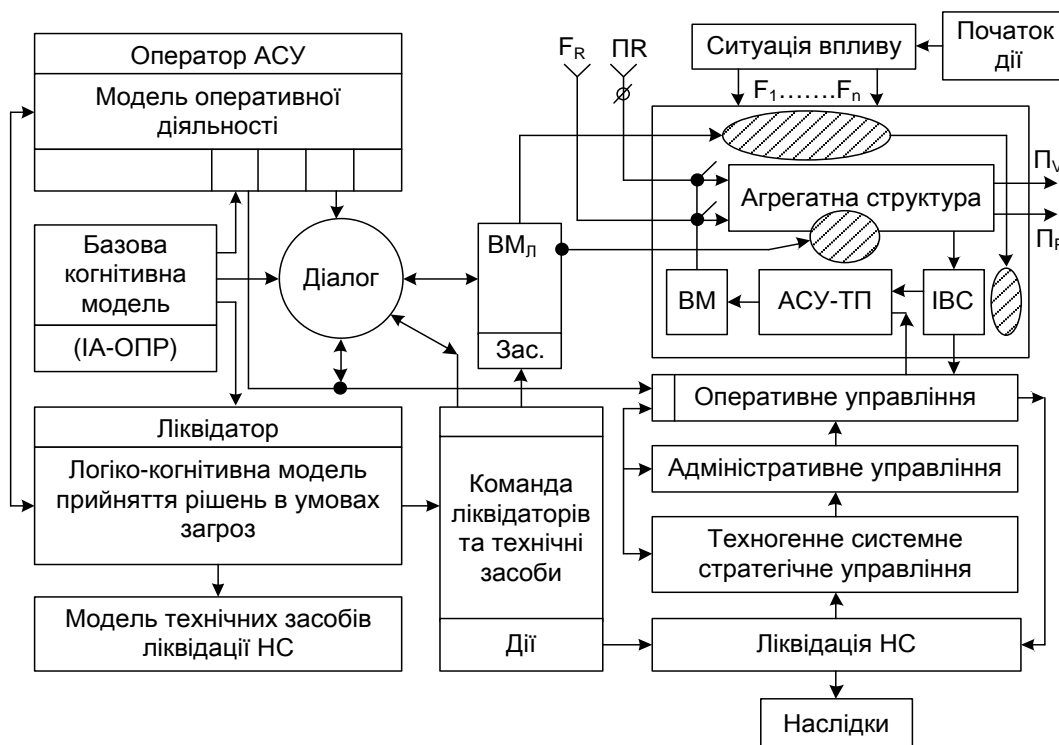


Рис. 5.1. Структурно-функціональна модель інформаційної технології підтримки прийняття рішень для ліквідації НС на об'єкті: АСУ — автоматична система управління;  $PR$  — потік ресурсів;  $VM$  — виконавчий механізм;  $Zas.$  — засоби ліквідації;  $IBC$  — інформаційно-вимірвальна система;  $IA-OPI$  — інтелектуальний агент (оператор);  $F$  — фактори впливу;  $П_V$  — вид;  $П_P$  — простір

- процесор АСУ — процесор із нечіткою логікою з відповідним ПЗ;
- програмні інтелектуальні агенти.

Для їхньої професійної підготовки необхідні як спеціальні навчальні програми, так і комп'ютерні тренажери з певним логіко-математичним наповненням баз знань і даних, які узгоджені із семантикою для певного рівня профорієнтації. Для побудови таких систем (із певним рівнем інтелекту) потрібні знання системного аналізу та інформаційних технологій, штучного інтелекту, систем підтримки прийняття рішень. Сполучна основа для цих напрям

мів — використання методів, що ґрунтуються на чітких і розмитих логічних теоріях та фундаментальних підставах математики, алгебри, теорії управління і системного аналізу [121, 168, 175, 218, 219, 359, 367, 387, 389, 435].

### 5.1.1. Аналіз структури формальних логічних теорій (ФЛТ) та арифметична інтерпретація відношень включення предикатів для опису ситуацій

ФЛТ — основа розроблення концепції інтелектуального агента як машинного, так і когнітивного типу.

Структура формальної теорії [4] як засіб опису процесу формування образу ситуації інтелектуальною системою охоплює такі компоненти:

- алфавіт;
- множину формул;
- множину аксіом;
- правила побудови висновків (виводів);
- правила оцінки  $Sit$ ;
- правила оцінки змісту;
- правила інтерпретації;
- правила дій.

Тоді базова мова теорії як метатеорія виступає засобом інтерпретації сенсу й апарату досліджуваної теорії побудови логічних моделей, необхідних для створення управлінських команд і дій.

Логічна структура множини параметрів і структури ОУ. Для опису ситуацій вводиться визначення понять, імен, означень, які відносяться до об'єктів системи правління. Тоді мова представлення знань охоплює такі функціональні класи синтаксису:

- поняття ( $V$ ), яке охоплює:
  - поняття «процес» ( $D$ );
  - поняття «класи» ( $B$ );
  - поняття «стан» ( $g$ );
- імена ( $I$ ) визначаються для кожного елемента об'єкта;
- відношення ( $R$ ) визначає зв'язки між елементами об'єкта, системи.

Відповідно, логічна структура множини задається у вигляді:

$$\langle T = V \cup I \cup R \rangle,$$

де  $V = B \cup D \cup g$ ;  $B = \{e_1 \dots e_n\}$ ,  $D = \{d_1 \dots d_m\}$ ,  $g = \{g_1 \dots g_n\}$ ;  $I = \{i_1 \dots i_n\}$  — клас імен;  $R = \{( -, - ), \rho, (r_1 \dots r_n)\}$  — відношення між елементами множин.

Множина формул у логічній теорії для опису стану, структури АСУ. Для опису ситуацій, які формуються на підставі опрацювання потоків даних і термінального часу, використовується теорія статистик, яка ґрунтується на логіці оцінок та теорії алгоритмів [126, 157, 187, 188, 211, 233, 458].

Відповідно до ситуації, для інтерпретації в об'єкті і системі АСУ використовуються логіко-лінгвістичні методи трактування стану об'єкта на підставі ситуаційної інформації та множинні формули, які відображають зв'язки.

Множина  $F$  формул теорії задається в алфавіті  $A = \{A, B, C, \dots, a, b, c, \dots, \alpha_i\}_{i=1}^n$ , який є скінченним, а позначення формул відносяться до метамови  $\{D_i \equiv F_{D_i}, \dots\}$ .

Множина  $G$  аксіом формальної теорії — підмножина формул, яка задається списком і означальним правилом їхнього вирізнення та є основою структуризації АСУ.

Правила побудови висновків із набору формул  $\{A_1, \dots, A_m\} = \{F_{A_i}\}_{i=1}^m$  і формули  $B \in F_B$  дають змогу встановити їхній зв'язок, тобто побудувати нову формулу:

$$\left(A_1, \dots, A_m \vdash_T B\right) \text{ або } \left(T : \frac{A_1 \dots A_m}{B}\right),$$

де  $(A_1, \dots, A_m)$  — посилання;  $B$  — висновок;  $T$  — теорія.

Під час сенсової інтерпретації формальної теорії опрацьовуємо такі твердження:

- формулам відповідає твердження;
- аксіомам — змістовно істинні формули;
- правилам виводу — схеми (ланцюги) побудови висновків.

Формальні граматики  $L_i$  задають правила побудови слів у формальній мові певної теорії, які відображають певний зміст ситуації.

Твердження в теорії як основі опису ситуації діляться на:

- доведені  $\left(A_1, \dots, A_m, B \vdash_T B\right)$ ;

– умовно доведені, що мають силу під час поєднання додаткових тверджень, істинних у сенсі теорії (умов), тобто списку гіпотез:  $\Gamma = (\Gamma_1, \dots, \Gamma_k) : \left(\Gamma \vdash_{T, L_i} B\right)$ .

Логічні формальні теорії як основи опису процесів прийняття рішень визначають правдоподібну структуру тверджень, правила їхньої побудови в метатеорії, при цьому:

- тотожно істинне висловлення позначимо як  $T$ , де  $(t, T — true — істина)$ ;
- тотожно фальшиве твердження як  $F$ , де  $(f, F — false — фальш, хибність)$ ;
- змінні значення, залежно від умов.

Логічні зв'язки визначають правила побудови складних тверджень про структуру ОУ та функції з оцінкою їхньої істинності:

- $\neg$ :  $\neg A$  — заперечення твердження  $A$ ;
- $\wedge$ :  $(A \wedge B)$  — логічний переріз тверджень;
- $\vee$ :  $(A \vee B)$  — об'єднання тверджень;
- $\supset$ :  $(A \supset B)$  — імплікація тверджень;
- $\equiv$ :  $(A \equiv B)$  — рівносильність тверджень.

Водночас видно, що глибинний сенс структури логічних висловлень не розкривається з погляду прийняття рішень ОПР, і тому необхідне розширення понять у структурі теорій.

Розширення логічних понять. Для системного опису САУ введемо, відповідно, поняття і позначення:

- $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  — предметні змінні як позначення об'єктів у базовій теорії;
- $(f_1^1, \dots, f_1^n, \dots, f_n^m)$  — функціональні букви як операції над об'єктами, що породжують нові об'єкти з  $m$ -місних, для яких маємо позначення:
  - $f_1^2 \equiv (+, -, \times, \sqrt{\quad}, | \quad)$  — граMATика арифметичних операцій;
  - $f_1^1 \equiv (exp, log, sin, \dots)$  — граMATика функціональних операцій;



- $(f, g, F, \varphi, \dots)$  — функції узагальнення;
- $\{t_1, \dots, t_k\}$  — елементарні терми, побудовані з предметних констант, змінних, функціональних букв;
- $f_i^k(t_1, \dots, t_k)$  — функціональні терми та правила їхнього розпізнавання;
- $P_i^k$  — предикатні букви та формули на їхній основі як елементарні структури;
- $P_i^k(t_1, \dots, t_k)$  — граMATика термінальних операцій.

Під час змістовної інтерпретації кожній предикатній букві  $P_i^k$  ставиться у відповідність деяка властивість, яка визначається на сукупності об'єктів, тобто маємо  $k$ -місні відношення (рис. 5.2).

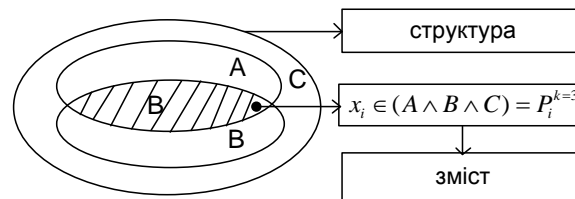


Рис. 5.2. Схема сукупності об'єктів під час змістовної інтерпретації

Арифметична інтерпретація відношень включення предикатів для опису ситуацій. Інтерпретація відношень на числовій осі — підстава для процедури класифікації результатів вимірювань  $\{X_i, i = 1\}$  потоків даних, які характеризують стан об'єкта згідно зі шкалою параметрів  $S$ . Класифікація відбувається відповідно до процедури перевірки гіпотез на підставі операцій порівняння:  $H_i : (X_i \hat{\leq} X_K) \Rightarrow KL_i$ , які виконуються процесором АСУ-ТП або когнітивною системою оператора АСУ з відповідним рівнем правильності під час опрацювання потоків даних від ОУ.

Відношення включення:

- $x_i \in R^+ \overset{x_i}{\text{---}\times\text{---}} \rightarrow R^+$  бути додатнім числом;
- $x_i \in R \overset{x_i}{\text{---}\bullet\text{---}} \rightarrow R$  бути точкою на  $R$ ;
- $x_i \in R \subset D \text{---}\text{---}\text{---} \rightarrow D$  бути прямою  $R \subset D$ ;
- $x_i < x_j \overset{x_i}{\text{---}\bullet\text{---}} \overset{x_j}{\text{---}\bullet\text{---}} \rightarrow R$  бути меншим ніж  $x_j$ ;
- $x_i = x_j \overset{x_i}{\text{---}\bullet\text{---}} \overset{x_j}{\text{---}\bullet\text{---}} \rightarrow R$  бути рівним  $x_j$ ;
- $x_i \in R_j \overset{x_i}{\text{---}\bullet\text{---}} \rightarrow R_j$  лежати на  $R_j$ ;
- $x_i \in R \overset{x_i}{\text{---}\bullet\text{---}} \rightarrow R$  належати  $R$ .

Зміст відношення можна виразити предикатною формулою у вигляді правильної логічної структури:

$$P_i^k \{x_i, R_j, R^+, R, D\} \rightarrow \text{Sens}(\text{Sit } OY / t_i \in Tm).$$

Формули, отримані з використанням логічних зв'язків, визначають твердження, істинність яких залежить від значень змінних, що входять у ці формули з використанням кванторних зв'язків:

–  $\forall x_i A$  — квантори узагальнення;

–  $\exists x_i A$  — квантори існування,

тоді сенс формули залежить від квантора, який «нав'язаний» області означення  $A$ , де  $A$  — твердження про ситуацію.

Тоді, відповідно до вищенаведеного правила побудови правильних формул, мають вигляд, який формується на підставі процедур:

– задаються в граматиці  $L$  над  $T$  пропозиціональні константи  $T$  і  $F$ ;

– задаються пропозиціональні букви  $B_i, b, T$ ;

– задаються слова  $P_i^k(t_1, \dots, t_k)$  на основі термінів  $t_i$ ;

– логічні операції на основі правильно побудованих формул ( $\neg, \wedge, \vee, \supset, \equiv$ ) як істинні слова:  $\neg A, (A \wedge B), (B \vee A), (A \supset B), (A \equiv B)$ .

– кванторні формули як слова з умовами ( $\forall x_i A, \exists x_i A$ ), що пов'язують змінні в лінгвістичному описі ситуації.

### 5.1.2. Моделі побудови інтерпретації в метатеоріях як спосіб вираження для змістовних понять

Інтерпретація  $I$  в теорії  $T$  буде задана, якщо:

1. Вказана множина  $D$  як предметна область  $I$ .

2. Кожній константі  $\alpha_i$  теорії  $T$  поставлено елемент  $a_i^*$  предметної області  $D$ :

$$T \supset \alpha_i \rightarrow a_i^* \in D.$$

3. Кожній функціональній букві  $f_i^k \in T$  зіставлена  $k$ -місна операція  $f_i^{k*}$  над елементами області  $D$ , коли набору елементів  $\{U_1, \dots, U_k\} f_i^{k*} : \{U_1, U_2, \dots, U_k\} \rightarrow U_j \in D$  відповідає один елемент із множини  $D$ .

4. Кожній пропозиціональній букві  $B_i$  з  $T$  ставляться, відповідно, логічні значення ( $F$  або  $T$ ), тобто:

$$T \supset B_i \rightarrow B_i^* \subset D, B_i^* \rightarrow T; \\ B_i^* \rightarrow F;$$

5. Кожній предикатній букві  $P_i^k$  ставиться в теорії  $T$ , відповідно,  $k$ -місне відношення  $P_i^{k*}$  між об'єктами з області  $D$  у такому вигляді:

$$T \supset P_i^k \rightarrow P_i^{k*} \subset D, P_i^k(x_1, \dots, x_k) \rightarrow T; \\ P_i^k(x_1, \dots, x_k) \rightarrow F;$$

Значення терму  $t$  або формули інтерпретується у вигляді (на наборі  $S$ ):

$$t \rightarrow V_{I,S}(t), t \rightarrow V_{I,S}(\tau);$$

Правила визначення термів у структурі інформаційно-логічного опису об'єктів системи задаються так:

1.  $\forall S : V_S(a_i) = a_i^*$ ;

2.  $(x_i \equiv y_j : (y_1, \dots, y_n) = S) \Rightarrow V_S(x_i) = y_j$ ;

3.  $V_S(f_i^k(t_1, t_2, \dots, t_k)) = f_i^{k*}(V_S(t_1), \dots, V_S(t_k))$ ;

4.  $(V(\forall_n A) = T \text{ або } V(\forall_n A) = F) \mapsto V(\forall_n A \vee \neg \forall_n A) = T$ .

Формула  $A$  істинна в теорії  $T$ , якщо вона інтерпретується у вигляді:

$$\forall S: V_{L,S}(A) = T;$$

і хибна (фальшива), якщо інтерпретується так:

$$\forall S: V_{L,S}(A) = F.$$

Властивості логічних операцій під час побудови правильно складених формул можна відобразити у такій формі опису істинності тверджень про об'єкт:

– властивість ідемпотентності кон'юнкції і диз'юнкції:

$$(A \wedge A) \equiv A; (A \vee A) \equiv A;$$

$$(A \wedge T) \equiv A; (A \vee F) \equiv A;$$

$$(A \wedge F) \equiv F; (A \vee T) \equiv T;$$

– властивість перестановки і комунікативності:

$$(A \wedge B) \equiv (B \wedge A); (A \vee B) \equiv (B \vee A);$$

$$A \wedge (B \wedge C) \equiv (A \wedge B) \wedge C; A \vee (B \vee C) \equiv (A \vee B) \vee C.$$

Згідно з вищенаведеними означеннями та сформульованими поняттями, будуюмо систему логічних правдоподібних тверджень на основі логічних операцій  $(\wedge, \vee, \neg, \equiv)$ , які виступають підставою для побудови конструктивних логістичних описів ситуацій при певній повноті даних про стан досліджуваного об'єкта. Відповідно, маємо:

$$1. A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n \equiv \bigwedge_{i=1,n} A_i \equiv T, \text{ якщо для всякого } i \in (1, n) \subset N, A_i \equiv T;$$

$$2. A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_n \equiv \bigvee_{i=1,n} A_i \equiv F, \text{ якщо для всякого } i \in (1, n) \subset N, A_i \equiv F;$$

$$3. A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n \equiv A_{i1} \wedge A_{i2} \wedge \dots \wedge A_{im} \equiv \bigwedge_{j=1,n} (\bigwedge_i A_{ij});$$

$$4. A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_n \equiv A_{i1} \vee A_{i2} \vee \dots \vee A_{im} \equiv \bigvee_{j=1,n} (\bigvee_i A_{ij});$$

$$5. A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C);$$

$$6. A \wedge (B \vee C) \equiv (A \wedge B) \vee (A \wedge C);$$

$$7. (A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_m) \wedge (B_1 \vee B_2 \vee \dots \vee B_n) \equiv \bigvee_{j=1,m} (A_i \wedge B_j).$$

Для операції слідування щодо кон'юнкції та диз'юнкції отримаємо такі загальнозначимі формули, які використовують у процедурах побудови висновків та причинно-наслідкових діаграмах:

$$1. A \wedge B \Rightarrow A; A \Rightarrow A \vee B;$$

$$2. A \wedge B \Rightarrow B; B \Rightarrow B \vee A;$$

$$3. (C \Rightarrow A) \Rightarrow [(C \Rightarrow B) \Rightarrow (C \Rightarrow (A \wedge B))];$$

$$4. (A \Rightarrow C) \Rightarrow [(B \Rightarrow C) \Rightarrow (A \vee B \Rightarrow C)];$$

$$5. A_1 \Rightarrow (A_2 \Rightarrow \dots \Rightarrow (A_n \Rightarrow B)) \equiv (\bigwedge_{i=1,n} A_i) \Rightarrow B;$$

тоді опис ситуації виглядає як узагальнена кон'юнкція та диз'юнкція складних формул та правильних тверджень:

$$1. A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n \equiv A_i;$$

$$2. A_i \Rightarrow (A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_n);$$

$$3. \bigwedge_{i=1}^n (B \Rightarrow A_i) \Rightarrow (B \Rightarrow (\bigwedge_{i=1}^n A_i));$$

$$4. \bigwedge_{i=1}^n (A_i \Rightarrow B) \Rightarrow (\bigvee_{i=1}^n A_i \Rightarrow B);$$

Виділимо групу законів поглинання для визначення істинності формалізованих висловлень:

1.  $(A \Rightarrow B) \equiv (A \wedge B \equiv A)$ ;
2.  $(A \Rightarrow B) \equiv (A \vee B \equiv B)$ ;
3.  $A \wedge (A \vee B) \equiv A$ ;  $A \vee (A \wedge B) \equiv A$ ;

Властивості законів імплікації під час побудови правильних тверджень і висновків представимо у такій формі:

1. Закон ствердження висновку:  $A \Rightarrow (B \Rightarrow A)$ ;
2. Закон заперечення посилки:  $\neg A \Rightarrow (A \supset B)$ ;
3. Дистрибутивність:  $(A \Rightarrow (B \Rightarrow C)) \Rightarrow [(A \Rightarrow B) \Rightarrow (A \Rightarrow C)]$ ;
4. Транзитивність:  $(A \Rightarrow B) \Rightarrow [(B \Rightarrow C) \Rightarrow (A \Rightarrow C)]$ ;
5. Заперечення в законах контрапозиції:
  - $\neg \neg A \equiv A$ ;  $(A \vee \neg A)$  — виключення третього.
  - $A \equiv T$ ;  $\neg(A \wedge \neg A)$  — протиріччя тверджень.
  - $(A \Rightarrow B) \equiv (\neg B \Rightarrow \neg A)$  — контрапозиція.
  - $(\neg B \Rightarrow \neg A) \Rightarrow ((\neg B \Rightarrow A) \Rightarrow B)$  — приведення до протиріччя.
  - $(A \Rightarrow B) \Rightarrow ((\neg A \Rightarrow B) \Rightarrow B)$  — розділення тверджень.

Зв'язок операцій кон'юнкції, диз'юнкції та імплікації можна виразити у таких формулах, які визначають можливе протиріччя в описі ситуації:

- $A \wedge B \equiv \neg(\neg A \vee \neg B)$ ;  $A \vee B \equiv \neg(\neg A \wedge \neg B)$ ;
- $A \wedge B \equiv \neg(A \Rightarrow \neg B)$ ;  $A \vee B \equiv \neg(\neg A \Rightarrow B)$ ;
- $A \Rightarrow B \equiv \neg(A \wedge \neg B)$ ;  $A \Rightarrow B \equiv \neg(\neg A \vee B)$ ;
- $\neg(A \Rightarrow B) \equiv A \wedge \neg B$ ;  $\neg(A \wedge B) \equiv A \Rightarrow \neg B$ .

Основні властивості логічної еквівалентності в процедурах порівняння тверджень про класи ситуацій на базовій логічній структурі ґрунтуються на таких формулах:

- $(A \equiv B) \equiv (A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)$ ;
- $(A \equiv B) \equiv (A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B)$ ;
- $(A \equiv B) \Rightarrow ((B \equiv C) \Rightarrow (A \equiv C))$ ;
- $\neg(A \equiv B) \equiv (\neg A \equiv B)$ .

Якщо твердження описують ситуацію на множинах, у яких є більше ніж один елемент, то вводиться кванторна інтерполяція, тобто квантори можуть входити в формули  $\{A, B, \dots, C\}$ , які описують висловлення про ситуацію в предметній області  $D = \{v_1, \dots, v_n\}$  щодо змінних  $x \in X$ :  $A(x)$  при наборі значень  $S$  над  $D$  у вигляді:

$$\forall x A(x) \text{ або } \exists x A(x),$$

і якщо ввести предметні константи  $\{b_1, \dots, b_n\}$ :  $\forall v_i \in D, v_i \rightarrow b_i$ ; то, відповідно, тоді отрима-

ємо відповідність:  $x \rightarrow v_i \rightarrow A(b_i) \equiv A_i \mid \forall x A(x)$ .

Відповідно, скінченна інтерпретація формули  $\forall x A(x)$  ґрунтується на еквівалентності кванторів:

$$V_S(\forall x A(x)) \equiv V_S(A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n);$$

$$V_S(\exists x A(x)) \equiv V_S(A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_n).$$

Для ряду формул можна зіставити кванторну інтерпретацію їх істинності:

1. Якщо  $(A_1 \Rightarrow B) \wedge (A_2 \Rightarrow B) \wedge \dots \wedge (A_n \Rightarrow B) \Rightarrow (A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n \Rightarrow B)$ , тоді  $\forall x(A(x) \Rightarrow B) \Rightarrow (\exists x A(x) \Rightarrow B)$  — кванторна формула еквівалентності щодо логічної структури.

2. Якщо  $(B \Rightarrow A_1) \wedge \dots \wedge (B \Rightarrow A_n) \Rightarrow (B \Rightarrow (A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n))$ , тоді  $\forall x(B \Rightarrow A(x)) \Rightarrow (B \Rightarrow \forall x A(x))$ .

3. Якщо  $A_i \Rightarrow (A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_n)$ , тоді  $A(t) \Rightarrow \exists x A(x)$ ,  $t$ -терм вільний для  $X$ .

Виділення класу об'єктів серед усіх можливих для формули  $A$ , якщо  $B$  виражає властивість, характерну для цього класу об'єктів, ґрунтується на всіх користувачах кванторів:

$$(A \Rightarrow B) \text{ тобто } \forall x A(x) \Rightarrow B(x);$$

$$(A \wedge B) \text{ тобто } \exists x (A(x) \wedge B(x));$$

а їхнє заперечення у вигляді:

$$\neg \forall x (A \Rightarrow B) \equiv \exists x \neg (A \Rightarrow B) \equiv \exists x (A \wedge \neg B);$$

$$\neg \exists x (A \wedge B) \equiv \forall x \neg (A \wedge B) \equiv \forall x (A \Rightarrow \neg B).$$

Методи теорії категорій і логіки становлять підставу для побудови логічних моделей процедур та алгоритмів прийняття рішень на підставі альтернативного розбиття простору цілей і класифікації ситуацій.

Для автоматичних систем важливо побудувати правильні логічні структури для оцінки ситуацій, класифікації, перевірки рішень, інтерпретації і формування таких команд управління, виконання яких не призведе до аварійного стану. Відповідно, процеси управління АСУ повинні мати алгоритмічну структуру. Для інтегрованих систем логічні теорії — це основа процесу навчання, як приймати правильні рішення для управління об'єктом, оператором, на підставі якого формуються певні компоненти нейроструктури когнітивної «Я-системи», що, відповідно, реалізує системний аналітичний спосіб мислення оператора [3, 52, 149, 470, 472].

Вищенаведені співвідношення логічних теорій та теорії множин входять у логічне забезпечення СППР і інтелектуального агента управління — складових інтелектуальної системи автоматизованого управління з  $n$ -рівнями ієрархії.

Відповідно, функції та структура (рис. 5.3) ІС виглядають так:

- об'єкт управління в технологічній структурі управління ОУ<sub>Т</sub>.
- система збору даних на основі «давачів»  $D_i$  та інформаційно-вимірювальної системи (ІВС);
- система виконавчих механізмів ( $BM_1, BM_2$ ) із процесором формування команд згідно з планами і стратегіями управління;
- СППР — система підтримки прийняття рішень із базою знань та логічним процесором;
- лінгвістичний процесор діалогу;
- інтелектуальний агент ( $IA_1$ ) як оператор ІАСУ, який виконує цілі;
- інтелектуальний агент ( $IA_2$ ) як оператор, що формує цілі.

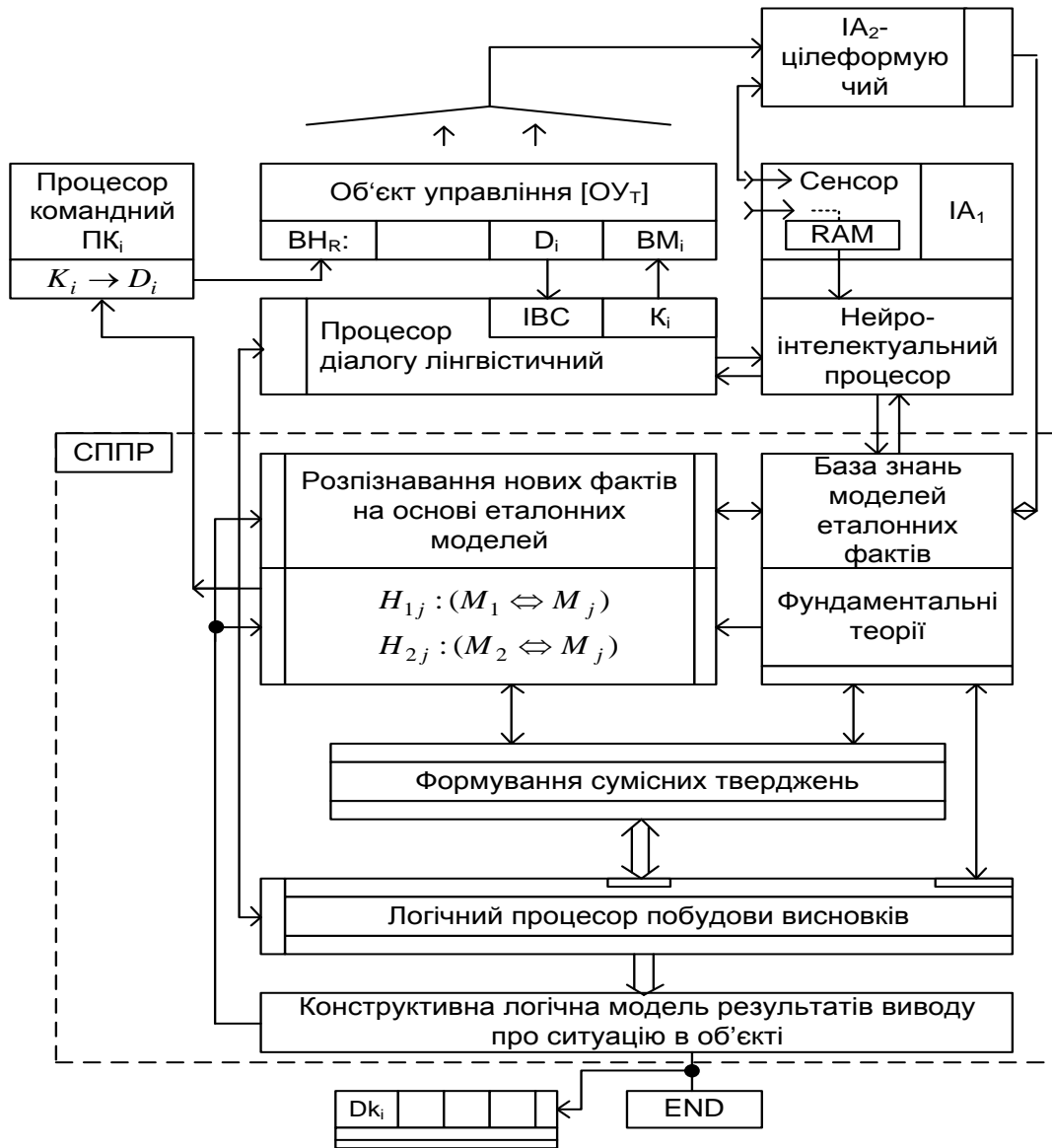


Рис. 5.3. Процедури логістичних виводів в ІАСУ (за Пospelовим):  $IA$  — інтелектуальний агент (оператор);  $BM$  — виконавчий механізм;  $BH$  — виконання наказів;  $D$  — дії;  $IBC$  — інформаційно-вимірювальна система;  $K$  — команда;  $RAM$  — ранг ситуації;  $\{F_i\}$  — фактори збурення;  $H_i$  — гіпотези;  $\{M_i\}$  — моделі ситуацій

Інтелектуальні агенти  $IA_1$  та  $IA_2$ , якщо вони виражені через структуру і програмне забезпечення штучного інтелекту, повинні виконувати всі логічні операції згідно із заданим алгоритмом і стратегією досягнення цілі.

Відповідно, якщо  $IA_1$  або  $IA_2$  — оператор АСУ зі сценарним образним мисленням, яке переважає логічне, то в системі управління порушується логіка дій, але в нестандартних умовах забезпечуються рішення, що не допускають аварійної ситуації в ОУ.

Для повністю автоматичних систем роль  $\{IA_i\}$  виконують інтегровані когнітивні нейропроцесори з відповідним програмним і апаратним забезпеченням, згідно з алгоритмами цільового функціонування, розробляється для АСУ-ТП, а для інтегрованих діють правила прийняття рішень.

## 5.2. Правила побудови логічних висновків, необхідних для формування управлінських дій когнітивним інтелектуальним агентом

Правила прийняття рішень під час формування стратегій досягнення мети як способу розв'язання проблеми відображають інтелектуальну складову процесу управління на основі результатів контролю стану об'єкта ( $\Pi_1 - \Pi_6$ ).

Розглянемо базові схеми побудови правил логічних виводів як базових компонент процедури управління, які, відповідно, ґрунтуються на стратегіях реалізації мети з певним рівнем гарантій успіху.

### *Інформаційно-логічні висновки з вихідної інформації від об'єкта управління, отриманих комплексною інформаційно-виміральною системою*

Методи формальної логіки та процеси інтелектуальної обробки даних є підставою побудови логічних висновків, які є в математичних доведеннях і на яких ґрунтуються процедури прийняття рішень на підставі обробки потоків даних, є підставою формування управляючих дій [4, 133, 383, 446]. Введемо:

1. Алфавіт ( $\&, \vee, \forall, \exists, \mapsto, \neg$ ) логічних операцій.
2. Фігури висновків у вигляді логічних операцій та процедур над даними та твердженнями:
  - процедури введення  $UE: \frac{U, B}{U \& B}$ ;
  - процедури виведення  $UB: \left( \frac{U \& B}{U}, \frac{U \& B}{B} \right)$ ;
  - операції об'єднання  $OE: \left( \frac{U}{U \vee B}, \frac{B}{U \vee B} \right); \left( \frac{(U \vee B, G), G}{G} \right)$ ;
  - операції узагальнення та існування  $\left| \frac{AE}{AB}: \frac{Fa}{\forall r Fr} \right|; \left| \frac{\forall r, Fr}{Fa}, \frac{Fa}{\exists r Fr} \right|; \left| \frac{\exists r, Fr; G}{G} \right|$ ;
  - схеми наслідування  $\frac{FF}{FB}: \left( \frac{B}{U \mapsto B}; \frac{U, U \mapsto B}{B} \right)$ .

Відповідно, правильно побудовані істинні твердження мають таку логічну структуру, яка є підставою побудови чітких висновків, а цього недостатньо для прийняття рішень із врахуванням темпоральних характеристик оперативного працівника:

$$T_1: X \vee (Y \& Z) \mapsto ((X \vee Y) \& (X \vee Z)).$$

$$T_2: \exists X, \forall Y, F(x, y) \mapsto (\forall y, \exists x F(x, y)) \forall t \in Tm |.$$

$$T_3: \neg \exists x, F(x) \mapsto (\forall y \neg F(y)) F(x) \neq F(y).$$

А лінгвістичне трактування має такий вигляд:

$T_1$ : < Якщо діє фактор  $Fx$  або  $F_{ysx}$ , то можуть діяти одночасно в  $t \in Tm$   $Fxvy$ , а також  $Fxvz$  на об'єкт >.

$T_2$ : < Якщо діє  $Fx$ , то для всякого фактора  $Fx$  і  $F_{(xy)}$  впливає, що  $\forall F_y$  існує зв'язок факторів  $(F_x \otimes F_y) F(x, y)$  >.

$T_3$ : < Якщо фактори  $Fx$  і  $Fy$  не пов'язані, то їхня дія на об'єкт не одночасна >.

Розглянемо модель формування логічних процедур, згідно з правилами прийняття цільових рішень, які реалізуються через управлінські дії. Ці правила — інтелектуальна база формування стратегій управління і відповідних їм алгоритмів та моделей чітких дій.

На підставі схеми прийняття рішень стратегічного рівня формуються правила для реалізації управлінських команд процесором (рис. 5.4) на основі знань про стан об'єкта та мету функціонування технологічної системи.

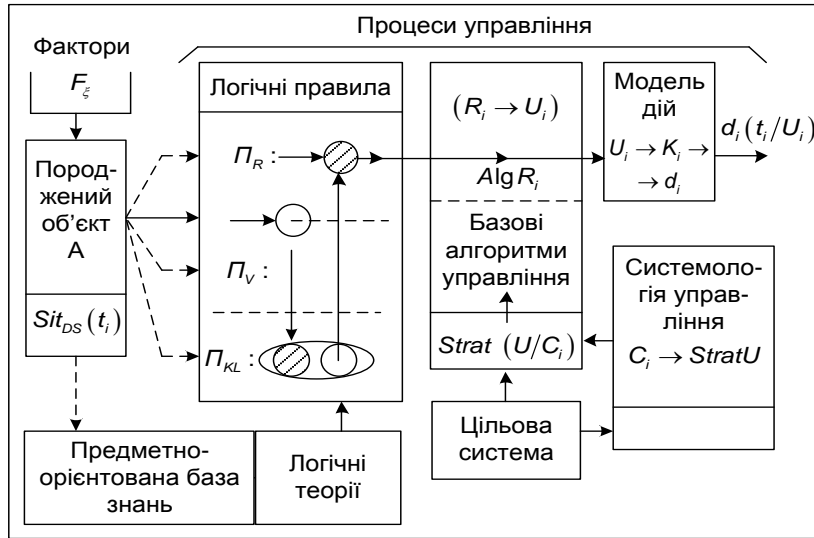


Рис. 5.4. Структурно-функціональна схема формування логічних процедур для правил прийняття цільових рішень: *Sit* — оперативна ситуація; *Start U/C<sub>i</sub>* — стратегія управління системою; *Alg R<sub>i</sub>* — алгоритм рішень; *R<sub>i</sub> → U<sub>i</sub>* — рішення щодо управління

Структурна модель системи (рис. 5.5) охоплює такі елементи: об'єкт управління, цілезадачу систему, базу знань, блок логічних правил, блок базових алгоритмів, блок моделей управлінських дій відповідних структур і алгоритмів, що забезпечують інтелектуальну базу прийняття рішень щодо управління.



Рис. 5.5. Структурна схема інтелектуальної бази моделей рішень: *АСУ-ТП* — автоматизовані системи управління технологічним процесом; *БЗ* — база знань

Згідно з алгоритмом формування рішень, будується ланцюг управлінських подій (рис. 5.5), який, відповідно до кожної ситуації, виявляє стан об'єкта в результаті перевірки гіпотез на основі контрольних даних про ситуацію в реальному часі.

Відповідно до схеми прийняття рішень, згідно зі структурою логічних правил оцінки ситуацій в об'єкті управління та правил класифікації образів, генерується ланцюг управлінських дій (рис. 5.6), який відображає схему зміни образів ситуацій завдяки активним діям.



Оцінка зміни ситуацій виконується згідно з логічними правилами на підставі перевірки гіпотез про стан об'єкта. Виявляються активні фактори дії на агрегат та параметри зміни ситуації [133, 343, 357, 358].

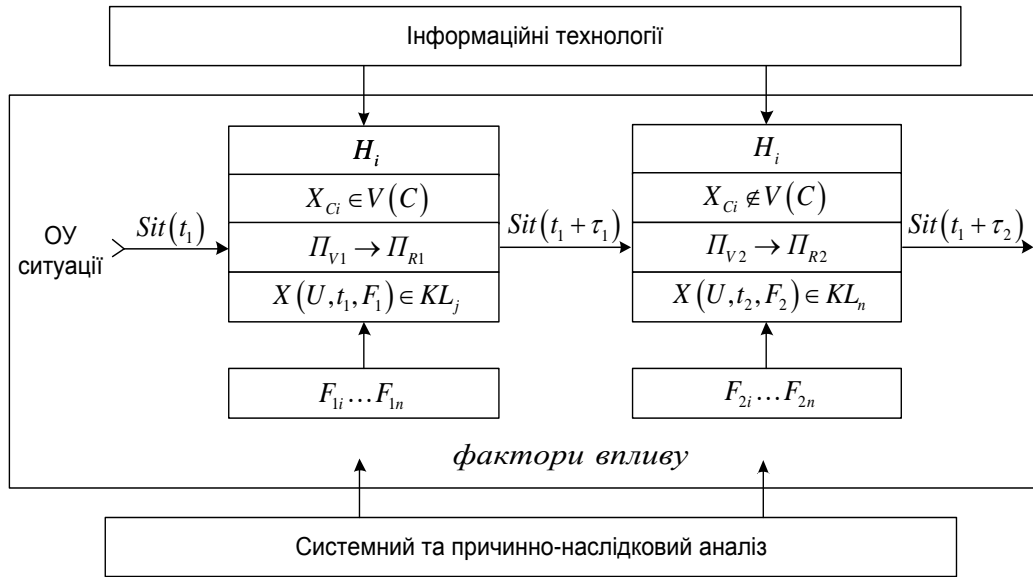


Рис. 5.6. Ланцюг управлінських подій згідно з правилами виводу і прийняття рішень: *ОУ* — об'єкт управління;  $F_i$  — фактори впливу;  $Sit(t_1 + \tau_2)$  — ситуація на часових інтервалах

Розглянемо структурні схеми висновків про ситуацію в *ОУ* на основі секвенцій  $D \rightarrow D$ , які можна подати у вигляді [114, 126, 233, 266, 381]:

- $\Pi_1$  уточнення  $UE: \left( \frac{\Gamma \rightarrow \theta}{D, \Gamma \rightarrow \theta}; \frac{\Gamma \rightarrow \theta}{\Gamma \rightarrow \theta, D} \right);$
- $\Pi_2$  скорочення  $\left( \frac{D, D, \Gamma \rightarrow \theta}{D, \Gamma \rightarrow \theta} \right); \left( \frac{\Gamma \rightarrow \theta, D, D}{\Gamma \rightarrow \theta, D} \right);$
- $\Pi_3$  перестановка  $\left( \frac{\Delta, D, G, \Gamma \rightarrow \theta}{\Delta, G, D, \Gamma \rightarrow \theta} \right); \left( \frac{\Gamma \rightarrow \theta, D, G, \Delta}{\Gamma \rightarrow \theta, G, D, \Delta} \right);$
- $\Pi_4$  переріз  $\frac{(\Gamma \rightarrow \theta, D), (D, \Delta \rightarrow \lambda)}{\Gamma, \Delta \rightarrow \theta, \lambda}.$

Відповідно, логічні схеми висновків на основі секвенцій виводу можна представити у вигляді:

$$\left[ UES: \frac{\Gamma \rightarrow \theta, U / \Gamma \rightarrow \theta, B}{\Gamma \rightarrow \theta, U \& B} \right]; \quad \left[ UEA: \left( \frac{U, \Gamma \rightarrow \theta}{U \& B, \Gamma \rightarrow \theta}; \frac{B, \Gamma \rightarrow \theta}{(U \& B, \Gamma) \rightarrow \theta} \right) \right];$$

$$\left[ AES: \frac{\Gamma \rightarrow \theta, Fa}{\Gamma \rightarrow \theta, \forall r Fr} \right]; \quad \left[ EEA: \frac{Fa, \Gamma \rightarrow \theta}{\exists r, Fr, \Gamma \rightarrow \theta} \right],$$

де  $UE$  — введення змінних;  $UB$  — видалення;  $A$  — узагальнення;  $E$  — існування;  $N$  — заперечення. Розглянемо пропозиціональні логічні правила виводу на основі секвенцій  $(S_i \rightarrow S_j)$ :  $\Gamma$  — факторів активної дії;  $U$  — управління режимом,  $B$  — зміна стану, який відображає зміну ситуації в *ОУ* [9].

Відповідно до правил  $\Pi_1 \div \Pi_4$ , будуємо діаграми ідентифікації факторів на підставі схеми висновків, виконаних інтелектуальним агентом у структурі АСУ.

Правила висновків і діаграми мають структуру, яка пов'язує фактор дії, об'єкт, зміну стану об'єкта під час активізації факторів збурення й управлінського впливу на стан об'єкта. У цих правилах для формування послідовності дій і операцій необхідно ввести концепцію нечіткої логіки, яка забезпечить їхню ефективність (рис. 5.7).

Якщо (ІА) реалізується керівною комп'ютерною системою, то він буде виконувати кожну інформаційну і логічну дію, згідно із заданими правилами, а фактори впливу будуть провокувати дезорієнтацію в ситуації та збій управлінських дій і можуть призвести до аварійної ситуації.

$\text{П1: } \frac{\Gamma \rightarrow \Delta, D}{\Delta D, \Gamma \rightarrow D}$	
$\text{П1б: } \frac{D, \Gamma \rightarrow \Delta}{\Gamma \rightarrow \Delta, \gamma D}$	
$\text{П2: } \frac{I, D, \Gamma \rightarrow \Theta}{D, \Gamma \rightarrow \Theta}$	
$\text{П2а: } \frac{\Gamma \rightarrow \Theta, D, D}{\Gamma \rightarrow \Theta, D}$ $\Gamma \rightarrow \Theta$	
$\text{П3: } \frac{\Delta, D, G, \Gamma \rightarrow \Theta}{\Delta, G, D, \Gamma \rightarrow \Theta}$	
$\text{П3а: } \frac{\Gamma \rightarrow \Theta, D, G, \Delta}{\Gamma \rightarrow \Theta, G, D, \Delta}$	
$\text{П4: } \frac{(\Gamma \rightarrow \Theta, D)(D, \Delta \rightarrow \lambda)}{\Gamma, \Delta \rightarrow \Theta, \lambda}$	
$\text{П4о: } \frac{(\Gamma \rightarrow \Theta) \rightarrow \Theta \lambda}{D, \Gamma, \Delta \rightarrow \Theta \lambda}$	

Рис. 5.7. Категорійно-логічні діаграми дії факторів впливу на інформаційну і технологічну структуру:  $(\theta, t, x)$  — змінні;  $\Gamma$  — фактори активної дії

Якщо (ІА-КС) — інтелектуальна когнітивна система особи оператора, то вона може корегувати зміну ситуації, оскільки має як логічне, так і образно-сценарне мислення та елементи побудови логічних висновків.

Для складних ситуацій, коли на об'єкт діє група факторів, які впливають на нього, складно зрозуміти вплив кожного на стан системи, структури і зв'язків, відповідно, маємо таке трактування правила побудови висновків про ситуацію:

$$\Pi_1 \text{ правила із забезпечення } \frac{\Gamma \rightarrow \Delta, D}{-D, \Gamma \rightarrow D}; \left| \frac{D, \Gamma \rightarrow \Delta}{\Gamma \rightarrow \Delta, -D} \right|;$$

$$\Pi_2 \text{ правила з оператором } (\wedge): \frac{C, \Gamma \rightarrow \Delta}{C \wedge D, \Gamma \rightarrow \Delta}; \left| \frac{D, \Gamma \rightarrow \Delta}{C \wedge D, \Gamma \rightarrow D} \right|;$$

$$\Pi_3 \text{ правила з оператором } (\vee): \frac{C, \Gamma \rightarrow \Delta, D, \Gamma \rightarrow D}{C \vee D, \Gamma \rightarrow \Delta}; \left| \frac{\Gamma \rightarrow \Delta, C}{\Gamma \rightarrow \Delta, C \vee D} \right|; \left| \frac{\Gamma \rightarrow \Delta, D}{\Gamma \rightarrow \Delta, C \vee D} \right|;$$

$$\Pi_4 \text{ правила з імплікацією } (\Rightarrow): \frac{\Gamma \rightarrow C, C D, \Pi \rightarrow \Delta}{C \Rightarrow D, \Gamma, \Pi \rightarrow \Delta, \lambda}; \frac{C, \Gamma \rightarrow \Delta, D}{\Gamma \rightarrow \Delta, C \Rightarrow D};$$

$\Pi_5$  правила з кванторами  $(\forall, \exists)$  для змінних  $(\theta, t, x)$ :

$$1. \frac{F(t), \Gamma \rightarrow \Delta}{\forall x F(x), \Gamma \rightarrow \Delta}; \quad 2. \frac{F(a), \Gamma \rightarrow \Delta}{\exists F(x), \Gamma \rightarrow \Delta}; \quad 3. \frac{\Gamma \rightarrow \Delta, F(a)}{\Gamma \rightarrow \Delta, \forall x F(x)}; \quad 4. \frac{\Gamma \rightarrow \Delta, F(t)}{\Gamma \rightarrow \Delta, \exists x F(x)}.$$

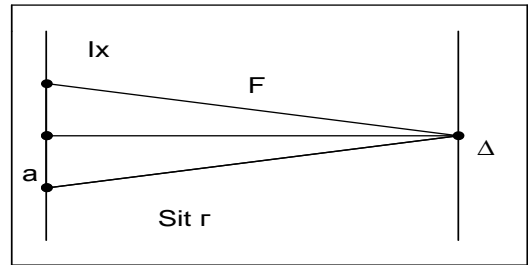
Відповідно до  $\Pi_1 : \Pi_4$  формується інтерпретація термінального предиката опису пе-

реходу ОУ в просторі станів:  $(\forall t, \forall x(t))(Sit \Gamma) \xrightarrow{\tau \downarrow F_x(t)} \otimes \rightarrow (Sit \Delta)$

1.  $\forall t, \forall x(t)$  якщо  $(F_x(t)' \rightarrow Sit \Gamma \rightarrow Sit \Delta)$ , то

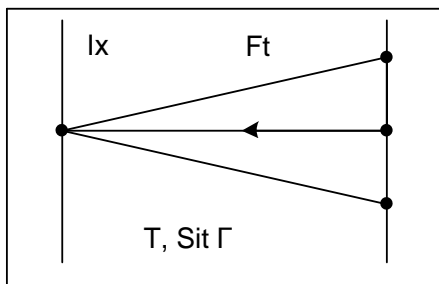
для всякого значення  $X : (F_x \rightarrow Sit \Gamma_x \rightarrow Sit \Delta_x)$ ;

2.  $\forall t, \exists a \in A$  якщо  $(F$  змінює ситуацію  $\Gamma$ )  $a \in R^x$  ( $\Gamma$  викликає перехід в  $\Delta$ ), то існують такі значення параметрів  $x$ , за яких можливий перехід у



$F(\Gamma \mapsto \Delta)$ , згідно з  $\left( \begin{array}{l} (\forall t, \exists a \in R'_x) \\ (\exists x \in R_x) \end{array} \right) \left| \exists F_x : (Sit F_x(t_i)) \xrightarrow{F_x \downarrow} (Sit \Delta_x(t_k)) \right|;$

3.  $\forall t, \exists a \in A, \exists F$  якщо відбувся перехід  $(\Gamma \mapsto \Delta)$ , то він  $X(t) \in X, A \in X, t \in R^T$  викликаний фактором  $F$  для кожного значення параметра  $X(t) \in (A \times R^T)$ ;

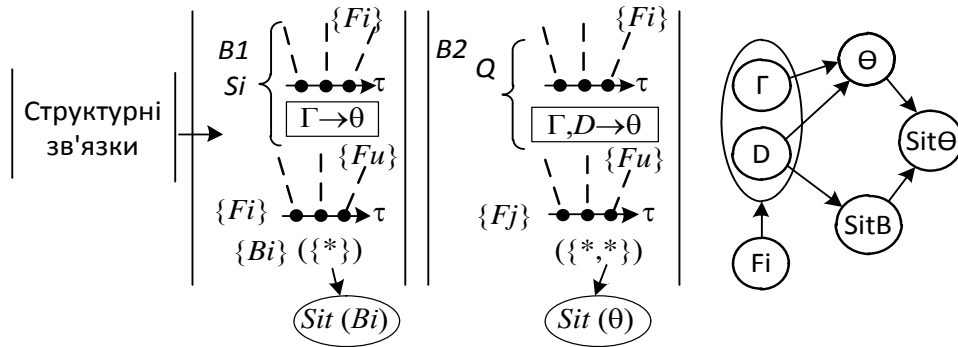


4.  $\forall t \in R^T, \exists x \in X$  якщо відбувся перехід  $(\Gamma \mapsto \Delta)$  зміни стану, то він викликаний фактором впливу  $(F \mapsto \Gamma)$  при значенні параметра стану  $X$ .

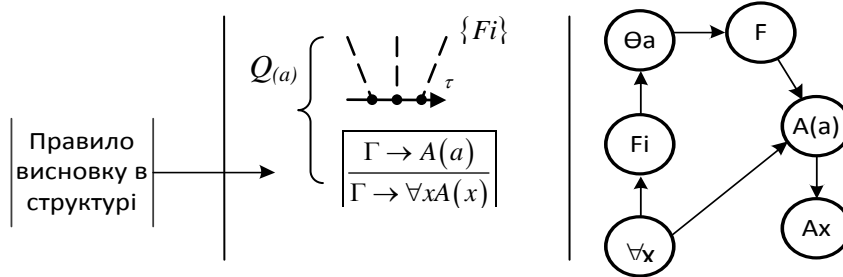
Структуризація виводу ґрунтується на послідовності секвенцій  $(S_i \rightarrow S_j)$ , які утворюють нитки і блоки виводу

$P = \{P_i^m\}_{i=0}$  у вигляді, який відображає комплексну дію

факторів на ОУ, що призводить до зміни ситуації:  $\prod(F_i) \Rightarrow \prod(F_j) \rightarrow Sit(B_i) \rightarrow Sit(\theta_i)$ .

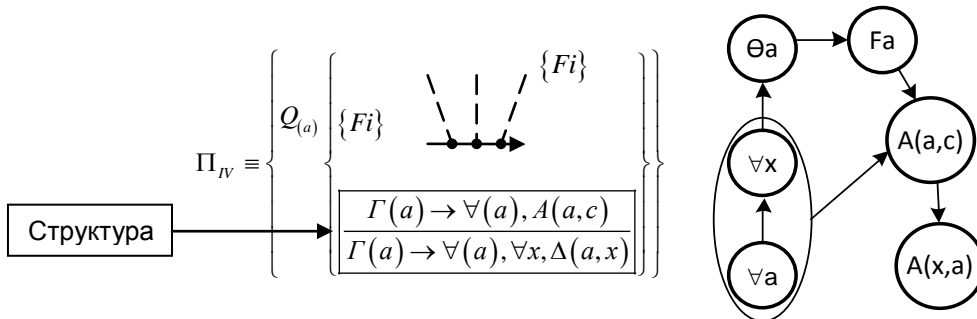


Індукція (I) за числом прямих виводів, згідно зі схемою ланцюгів зв'язаних подій під впливом активних факторів і їхньої комбінації:



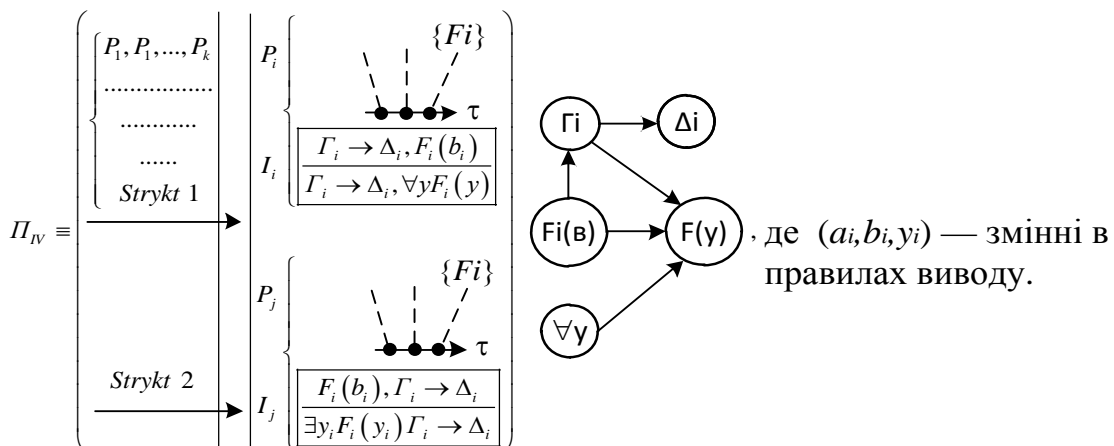
Відповідно, маємо: якщо  $\exists Stat U_i \Rightarrow \left( \bigcup_{i=1}^n F_i \otimes U_i \right) \rightarrow (X_i \rightarrow V(Y_i^*))$  ( $\exists U_i: x \rightarrow y$ ), то виникає зміна режиму, де  $V(Y_j^*)$  — стан із невизначеним параметром  $U^*$ .

Отже, для факторів активного впливу на режим і стан агрегатів об'єкта управління, якщо чітко не задані видимі зміни, то для невласної змінної (a) правило виводу матиме такий вигляд:



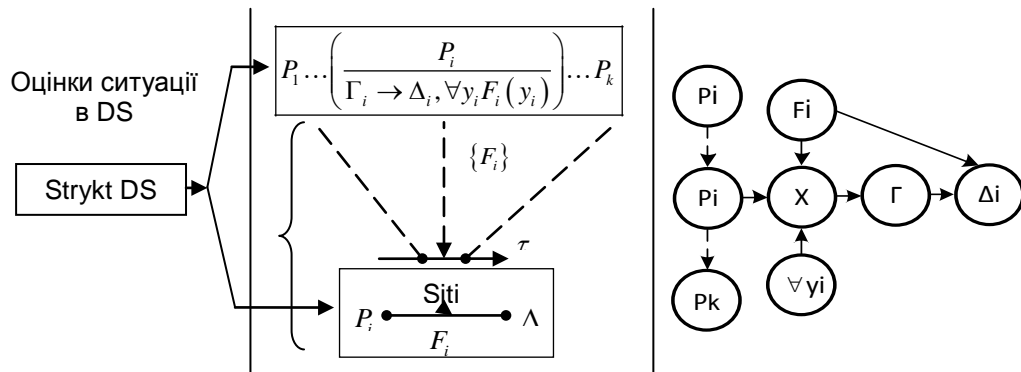
що вказує на додаткову причину зміни ситуації ( $Fi: \Gamma \rightarrow \Delta, C \rightarrow Fi$ ).

При l — застосуванні кванторів ( $\forall, \exists$ ) правило має вигляд ієрархічної схеми:



Регулярні правила виводу для секвенції  $S$  матимуть такий вигляд [9]:

Правило  $\Pi_0$ :



Для ланцюгів подій, які формуються під час дії фактора впливу на стан і режим агрегатів як одночасно, так і в різні моменти  $\{t_i\} \in Tmj$ , маємо визначити координати та взаємозв'язки під час їхньої взаємодії згідно зі схемою (рис. 5.8), на якій показано взаємозв'язки процедур ідентифікації (1, 2), агрегації об'єкта управління (3), ідентифікації термінальних факторів впливу (4), прив'язки до реперів часової осі на термінальному часі виконання управління (5).

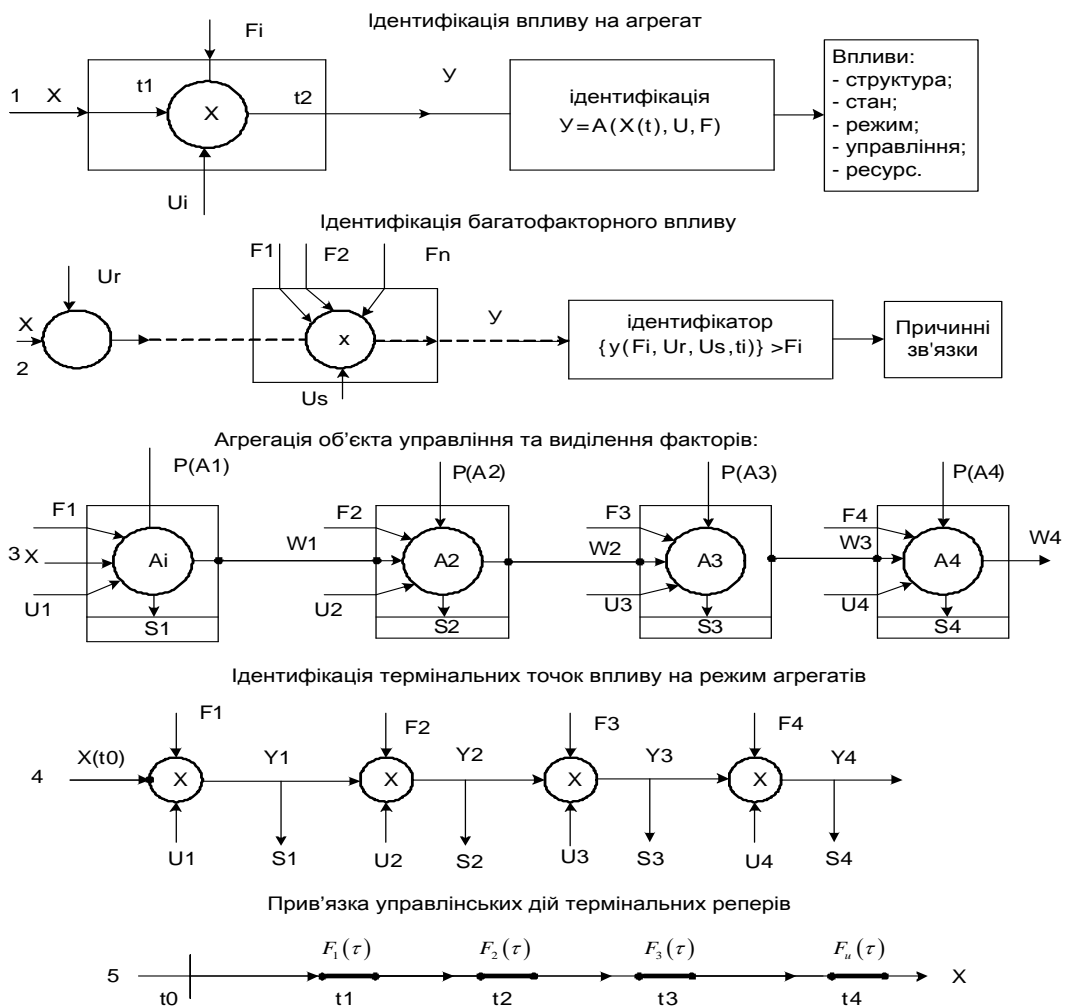
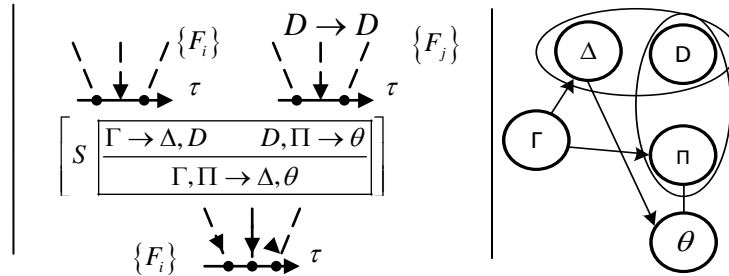


Рис. 5.8. Схеми взаємодії  $\{F_i \times U_i \times (x, y)\}$  факторів і управлінських дій:  $F_i$  — фактори впливу;  $U_i$  — управлінська дія;  $t_i, \tau_i$  — часові параметри;  $S$  — стани;  $X_i$  — вхідні параметри;  $Y_i$  — вихідні параметри

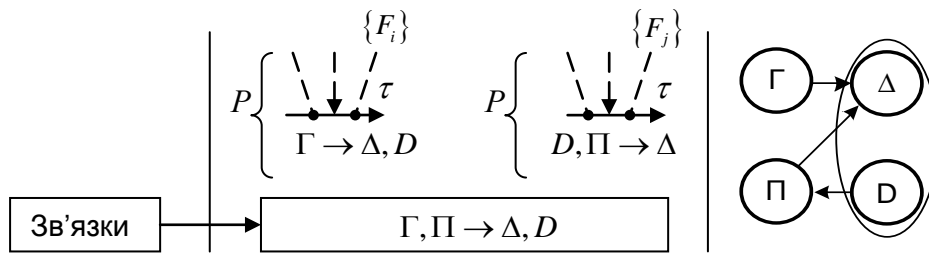
Згідно з вищенаведеною схемою взаємодії факторів впливу на процес контролю й управління, формуємо логічні правила висновків для виявлення каналів передачі завод:  $(\exists F_i: Strukt((D_i, t) \rightarrow (D_j \otimes F_j)t))$ , які спотворюють висновок про стан об'єкта, що призводить до дезорієнтації процесора АСУ та ІА. Відповідно, маємо:

Правило  $\Pi_1$ :

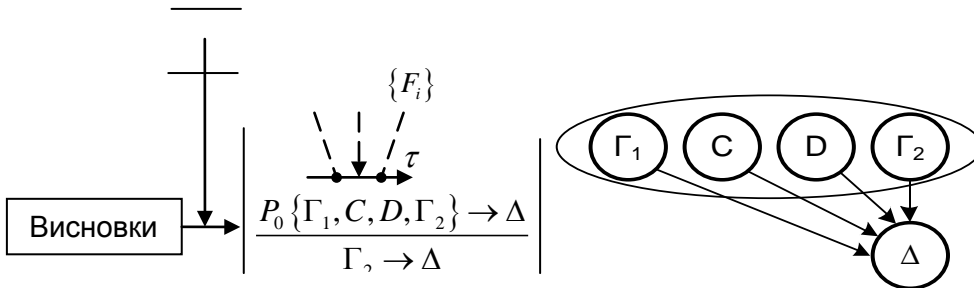


Тоді, відповідно, до дії завод  $\{F_i\}$  як причини зміни ситуації правила набуватимуть вигляду:

Правило  $\Pi_2$ :

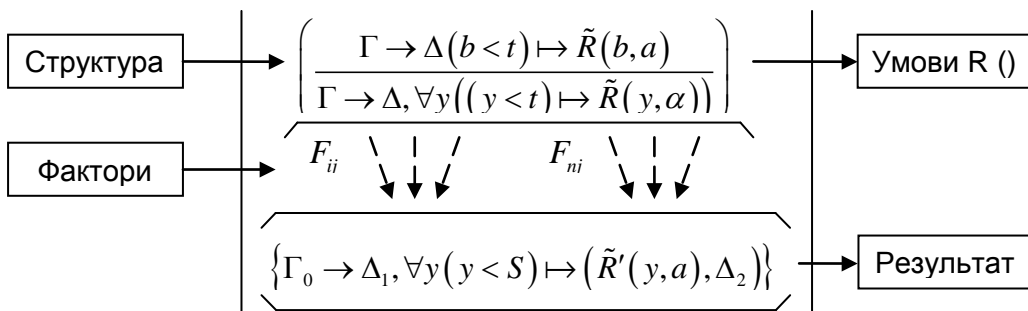


Правило  $\Pi_3$ :

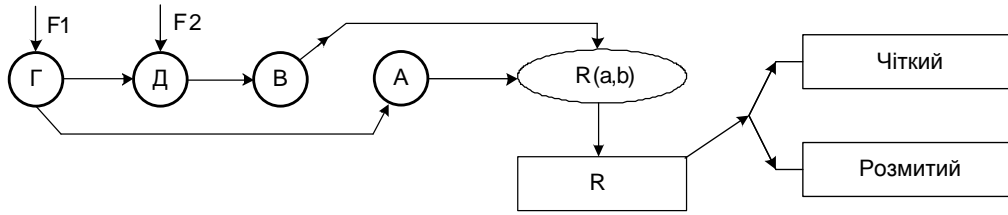


Для змінних першого порядку правило індукції для логічної структури набуде вигляду [9] на основі процедури редукції:

Правило  $\Pi_4$ :



де  $R$  — відношення;  $R'$  — розширення відношення. Тоді діаграма зв'язків матиме такий вигляд:



Якщо висновок робить ІА під час дії факторів  $\{Fi\}$ , то він має нечітку структуру, а коли процесор АСУ, то висновок неправильний.

**5.3. Дані і висновки в процедурах прийняття управлінських рішень при нечітких і неоднорідних даних**

Для складних об'єктів з агрегованою структурою визначаються простори станів  $\{\prod Si\}$  вхідні  $\{Xi\}$  і вихідні параметри  $\{Yi\}$ , управлінські дії  $\{Ui\}$ , але фактори впливу  $\{Fi\}$  мають ситуативний імовірний характер дії на режим і стан агрегатів. Для оцінки рівня впливу на агрегат та спосіб взаємодії (рис. 5.4, 5.6, 5.8) необхідно побудувати схеми висновків  $(X, Fi, U) \rightarrow Y$  про зміну стану ОУ.

На схемі (рис. 5.9) відображено графіки режимів із виділеними координатами зміни стану об'єкта управління під час дії факторів на режим ОУ:

- А.  $x(t_i) - conV_i$  — конус зміни швидкості режиму навантаження.
- Б.  $(x(t) \equiv X_{Ci})$  — координати розчеплення напрямків зміни стану
- В.  $(V(Ci) \rightarrow V_{Sit}^K)$  — точка граничного розчеплення цільового околу.

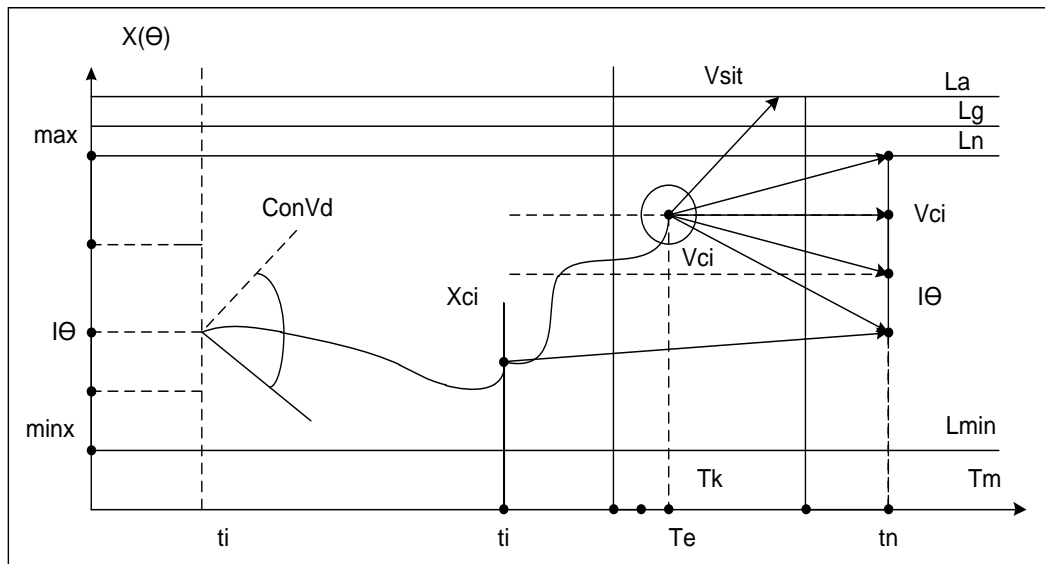


Рис. 5.9. Схема графіка зміни режиму ОУ:  $Con V_i$  — конус керованості;  $L_a, L_g, L_n, L_{mi}$  — лінії режимів функціонування енергоактивного об'єкта (a — аварійна, g — гранична, n — нормальна, t — мінімально допустима);  $Sit$  — ситуація;  $T_m$  — часові інтервали

Згідно з процедурою прийняття управлінських рішень щодо зміни стану об'єкта формується конус керованості (рис. 5.10) з урахуванням агрегації, представлена на рисунку 5.11.

На схемі (рис. 5.10 а) показано набори конусів ( $Con V_{1-4}$ ) та їхні зміни режимів за швидкістю, а на схемі (5.10 б) зміни режимів щодо координат  $\langle X_1 \div X_5 \rangle$  і ліній граничного режиму  $\langle L_a, L_n, L_g \rangle$ , а також відображено область розчеплення траєкторії зміни стану. На рисунку 5.11 відображена схема об'єкта з агрегатами активних технологічних перетворень.

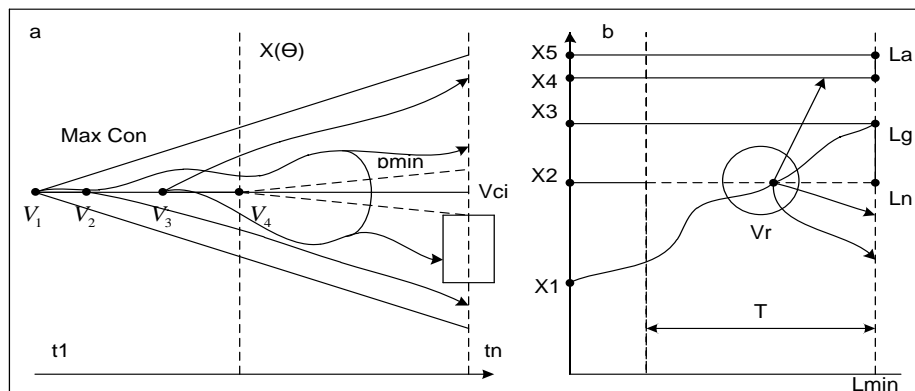


Рис. 5.10. Конуси керованості і вузли втрати керованості:  $Con V_i$  — конус керованості;  $L_a, L_g, L_n, L_{min}$  — лінії режимів функціонування енергоактивного об'єкта (а — аварійна, g — гранична, n — нормальна, t — мінімально допустима);  $T_m$  — часові інтервали

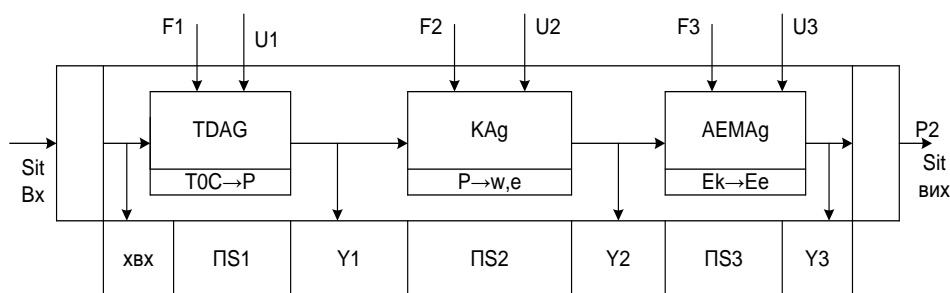


Рис. 5.11. Схема об'єкта з агрегатами енергоактивних перетворень:  $F_i$  — фактори впливу;  $U_k$  — управлінська дія;  $Sit$  — ситуація;  $Y_i$  — вихідні параметри

Як видно з вищенаведеного аналізу, задача виявлення факторів впливу на агреговану структуру об'єкта управління має складну логічну і фізичну схему взаємозв'язків, які повинен виявити оператор під час зміни стану на підставі власних професійних знань.

Тобто когнітивна система ІА — оператора розгортає в зворотному часі сценарій подій, як це показано на рисунку 5.12.

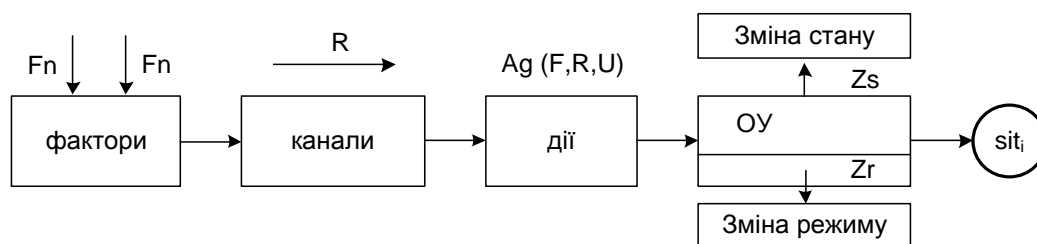


Рис. 5.12. Інформаційна технологія для побудови схеми розгортання сценарію подій:  $F_i$  — фактори впливу;  $Ag$  — агенти впливу;  $ОУ$  — об'єкт управління;  $R$  — реакція системи



#### 5.4. Правила виводів у численні предикатів для оцінки ситуації під час дії комплексу факторів на потік даних від системи

Нехай сформуємо сигнатуру  $\sum$  з набором логічних символів ( $\vee, \&, \neg, \forall, \exists$ ) з секвенціями типу  $(\Phi_0 \dots \Phi_n) \mapsto \Psi, \Phi_0 \dots \Phi_n \mapsto, \mapsto \Psi \mapsto$ , де  $\{\Phi_i\}$  — правильно побудовані формули;  $(\Phi_i)_{t_i}^{x_i}$  — результат підстановки змінних  $x_i$  і термінів  $t_i$  у формулу  $\{\Phi_i\}_{i=1}^j$ .

Правила виводу в численні предикати матимуть таку структуру (рис. 5.13, 5.14):

$$\begin{array}{ll}
 \Pi_1: \frac{\Gamma \mapsto \Phi, \Gamma \mapsto \Psi}{\Gamma \mapsto (\Phi \wedge \Psi)}; & \Pi_2: \frac{\Gamma \mapsto (\Phi \wedge \Psi)}{\Gamma \mapsto (\Phi)}; \\
 \Pi_3: \frac{\Gamma \mapsto (\Phi \wedge \Psi)}{\Gamma \mapsto \Psi}; & \Pi_4: \frac{\Gamma \mapsto \Phi}{\Gamma \mapsto \Phi \vee \Psi}; \\
 \Pi_5: \frac{\Gamma \mapsto \Psi}{\Gamma \mapsto \Phi \vee \Psi}; & \Pi_6: \frac{\Gamma, \Phi \mapsto \Psi}{\Gamma \mapsto \Phi \rightarrow \Psi}; \\
 \Pi_7: \frac{\Gamma, \Phi \mapsto X; \Gamma, \Psi \mapsto X; \Gamma \mapsto \Phi \vee \Psi}{\Gamma \mapsto X}; & \Pi_8: \frac{\Gamma \mapsto \Phi, \Gamma \mapsto \Phi \rightarrow \Psi}{\Gamma \mapsto \Psi}; \\
 \Pi_9: \frac{\Gamma, \neg \Phi \mapsto \neg \Gamma}{\Gamma \mapsto \Phi}; & \Pi_{10}: \frac{\Gamma \mapsto \Phi; \Gamma \mapsto \neg \Phi}{\Gamma \mapsto \neg \Gamma}; \\
 \Pi_{11}: \frac{\Gamma, \Phi, \Psi, \Gamma_1 \mapsto X}{\Gamma, \Psi, \Phi, \Gamma_1 \mapsto X}; & \Pi_{12}: \frac{\Gamma \mapsto \Phi}{\Gamma, \Psi \mapsto \Phi}; \\
 \Pi_{13}: \frac{\Gamma \mapsto \Phi}{\Gamma \mapsto \forall x \Phi}; & \Pi_{14}: \frac{\Gamma, (\Phi)_t^x \mapsto \Psi}{\Gamma, \forall x \Phi \mapsto \Psi}; \\
 \Pi_{15}: \frac{\Gamma \mapsto (\Phi)_t^x}{\Gamma \mapsto \exists x \Phi}; & \Pi_{16}: \frac{\Gamma, \Phi \mapsto \Psi}{\Gamma, \exists x \Phi \mapsto \Psi},
 \end{array}$$

де  $\Gamma$  — посилка;  $\Phi, \Psi$  — висновок;  $x, t$  — змінні.

Отже, правила виводу в численні предикати дають логічну й інформаційну основу ідентифікації зв'язків факторів розуміння та інтерпретації образу ситуації, яка необхідна для формування управлінських дій, що забезпечило би режим функціонування об'єкта в конусі допустимих станів.

Відповідно, з них можна побудувати факторні і причинно-наслідкові діаграми зв'язків між активними діями та зміною ситуації у вигляді лінгвістичного опису.

Якщо (фактори  $F$  активно впливають на  $\Gamma$ )  $\wedge$  ( $\Gamma$  пов'язано зі зміною стану  $\Psi \wedge \Psi$ ), то це призводить до ланцюга подій  $(\varphi, \Psi)$ , викликаних активізованими факторами й управлінськими діями.

Факторні і причинно-наслідкові діаграми як основи ідентифікації джерел активних впливів на ОУ і АСУ можуть бути базою для процедури прийняття рішень як процесором АСУ, так ІА — оператором, але тоді будуть мати інший характер і зміст під час автоматичного та інтегрованого управління.

##### Лінійні доведення та процедури і їхній зв'язок з причинно-наслідковими діаграмами

Лінійним доведенням на основі правил  $\{\Pi_i\}$  буде послідовність секвенцій  $\{S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow \dots \rightarrow S_n\}$ , де  $S_n$  — результат доведення, а ці секвенції будуть доказовими [230]:

$$S_1 \forall x_1 \dots \forall x_n \Phi \mapsto (\Phi)_{t_1 \dots t_n}^{x_1 \dots x_n}; S_2 (\Phi)_{t_1 \dots t_n}^{x_1 \dots x_n} \mapsto (\exists x_1 \dots \exists x_n) \Phi.$$

Правило	Для факторів F на структуру $(F \rightarrow \Gamma) \rightarrow (\Gamma \rightarrow O)$
П 1: $\frac{\Gamma \rightarrow \Phi, \Gamma \rightarrow \Psi}{\Gamma \rightarrow (\Phi \wedge \Psi)}$	
П 2: $\frac{\Gamma \rightarrow (\Phi \wedge \Psi)}{\Gamma \rightarrow \Psi}$	
П 3: $\frac{F \rightarrow (\Phi \wedge \Psi)}{\Gamma \rightarrow \Psi}$	
П 4: $\frac{\Gamma \rightarrow \Phi}{\Gamma \rightarrow \Phi \vee \Psi}$	
П 5: $\frac{\Gamma \rightarrow \Psi}{\Gamma \rightarrow \Phi \rightarrow \Psi}$	
П 6: $\frac{\Gamma, \Phi \rightarrow \Psi}{\Gamma \rightarrow \Phi \rightarrow \Psi}$	
П 7: $\frac{(\Gamma, \Phi \rightarrow X)}{(\Gamma, \Psi \rightarrow X)}$	
П 8: $\frac{\Gamma \rightarrow \Phi, \Gamma \rightarrow \Phi \rightarrow \Psi}{\Gamma \rightarrow \Psi}$	
П 9: $\frac{\Gamma, \neg \Phi \rightarrow \pi}{\Gamma \rightarrow \Phi}$	

Рис. 5.13. Структура правил виводу в численні предиката (правила 1–9):  $\Gamma$  — послілка;  $\Phi, \Psi$  — висновок;  $x, t$  — змінні

Допустимі правила виводу в численні предиката представлені у вигляді [24] таких логічних процедур, які описують спосіб зміни стану та інтерпретацію інформаційного і логічного змісту.

$$\Pi_A: \left[ \frac{\Gamma, \Phi, \Psi, \Gamma' \mapsto}{\Gamma, \Psi, \Phi, \Gamma' \mapsto} \right]; \quad \Pi_B: \left[ \frac{\Gamma \mapsto}{\Gamma \mapsto \Phi} \right]; \quad \Pi_C: \left[ \frac{\Gamma \mapsto}{\Gamma, \Phi \mapsto} \right];$$

$$\Pi_D: \left[ \frac{\Gamma, \Phi \mapsto}{\Gamma \mapsto \neg \Phi} \right]; \quad \Pi_K: \left[ \frac{\Gamma_1, \Phi \mapsto \Phi_1, \Gamma_2 \Phi_1 \mapsto \Psi}{\Gamma_1 \Gamma_2, \Phi \mapsto \Psi} \right];$$

$$\Pi_L: \left[ \frac{\Gamma \mapsto \Phi}{\Gamma' \mapsto \Phi} \right]; \quad \Pi_M: \left[ \frac{(\Phi_1 \dots \Phi_k) \mapsto \Psi}{\left( (\Phi_1)_{t_1 \dots t_n}^{x_1 \dots x_n}, \dots, (\Phi_k)_{t_1 \dots t_n}^{x_1 \dots x_n} \right) \mapsto (\Psi)_{t_1 \dots t_n}^{x_1 \dots x_n}} \right].$$

Правило	Структура (F > Γ) > (Γ > O)
П 10: $\frac{F \rightarrow \Phi, \Gamma \rightarrow \neg \Phi}{\Gamma \rightarrow T}$	
П 11: $\frac{\Gamma, \Phi, \Gamma_1 \rightarrow X}{\Gamma, \Phi, \Gamma_2 \rightarrow X}$	
П 12: $\frac{\Gamma \rightarrow \Phi, \Delta}{\Psi, \Gamma \rightarrow \Phi}$	
П 13: $\frac{\Gamma \rightarrow \Phi}{\Gamma \rightarrow \forall X \Phi}$	
П 14: $\frac{\Gamma, (\Phi)_x t \rightarrow \psi}{\Gamma, \forall x \Phi \rightarrow \psi}$	
П 15: $\frac{\Gamma \rightarrow (\Phi)_t^x}{\Gamma \rightarrow \exists x \Phi}$	
П 16: $\frac{\Gamma, \Phi \rightarrow \psi}{\Gamma, \exists x \Phi \rightarrow \psi}$	

Рис. 5.14. Структура правил виводу в численні предиката (правила 10–16): Γ — послілка; Φ, Ψ — висновок; x, t — змінні

Процедури перетворень імплікації в диз'юнкції — основа підстановок у правилах виводу [324] з використанням заперечень, і вони дають змогу побудувати такі логічні структурні схеми:

$$\Pi R_t: \left| \begin{array}{cccc} p \Rightarrow \sim q & \sim p \Rightarrow \sim q & \sim(p \Rightarrow q) & (p \wedge q) \Rightarrow r \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \sim p \vee \sim q & \sim \sim p \vee \sim q & \sim(\sim p \vee q) & \sim(p \wedge q) \vee r \end{array} \right|.$$

Процедури перетворень диз'юнкції в імплікацію представимо у такому вигляді:

$$\text{PR}_V : \left| \begin{array}{c|c|c|c} p \vee q & p \vee \sim q & \sim(\sim p \vee q) & \sim(p \wedge q) \vee r \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \sim p \Rightarrow q & \sim p \Rightarrow \sim q & \sim(\sim p \Rightarrow q) & \sim\sim(p \wedge q) \Rightarrow r \\ & & \downarrow & \downarrow \\ & & \sim(p \Rightarrow q) & (p \wedge q) \Rightarrow r \end{array} \right.$$

На основі цих процедур будуються логічні схеми і ланцюги планів дій та алгоритмів оцінки ситуацій згідно з вибраною стратегією управління.

### Висновки до розділу 5

1. Розглянута процедура і логіка формування інтелектуальних рішень для формування стратегій цілеорієнтованої поведінки особи як інтелектуального активного агента.
2. Обґрунтовано предикатні моделі для опису ситуацій.
3. Побудовано схему активної взаємодії «об'єкт — агент» під час сприйняття ситуації.
4. Досліджено процеси генерації гіпотез у схемі розв'язання задач на основі гіпотетико-дедуктивних процедур із використанням правил логічного виводу та обґрунтовано метод побудови логічних моделей формування активних дій у процесах управління.
5. Побудовано категорійно-логічні діаграми факторів впливу на інформаційну і технологічну структуру інтелектуального активного агента.
6. Досліджено інформаційні компоненти логіки прийняття рішень у процесі мислення інтелектуального активного агента.
7. Розглянуто правила побудови логічних висновків під час формування управлінських дій та побудовано відповідні логічні схеми правил виводу на основі операцій імплікації.
8. Обґрунтовано інформаційну технологію для побудови розгортання сценарію подій.

## РОЗДІЛ 6

### МОДЕЛІ ОПЕРАТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ РИЗИКУ І НЕЧІТКОСТІ ДАНИХ НА ПІДСТАВІ КОГНІТИВНОЇ ТЕОРІЇ

#### **6.1. Аналіз проблеми оцінки інтелектуальних здібностей особистості оперативного працівника, який виконує управлінські функції в умовах екстремальних ситуацій**

Сучасне виробництво — це складні інтегровані людино-машинні керовані системи, стратегії управління, які внесені як у структуру АСУ, так і в базу знань та професійних навичок людини-оператора. В ієрархії системи на людину-оператора покладаються такі завдання:

- контроль динамічного стану;
- формування координаційних дій для підтримки цільового функціонування системи;
- управління і регулювання технологічними процесами в нормальних режимах та надзвичайних ситуаціях.

Оператор у таких системах стає інтегральним інтелектуальним блоком процесора управління, і від нього залежить надійність функціонування системи [123, 127, 137, 164, 172, 457]. Характерна риса таких систем — це розподіл інформаційного навантаження, відповідно до цільових задач, що вимагає опрацювання потоків даних різної інформаційної значущості, виявлення характерних ознак поведінки системи щодо цілі, формування рішень для координації руху системи в цільову область. Ці процеси і процедури прийняття рішень підвищують психічну напруженість оператора, а це може призвести до прийняття рішень із невиправданим ризиком. Тобто, відповідно до ситуації, зростає ціна помилки, а це формує комплекс вимог до оператора, як до рівня його інтелектуальної готовності, так і до його психофізіологічних характеристик [343, 346, 365, 403, 413].

Найважливіший фактор роботи оператора в інтегрованих системах — рівень інтелекту як основного елемента процесу сприйняття й опрацювання потоку даних та образів ситуацій [122, 260]. Наведемо схему розв'язання задач управління оператором (рис 6.1).

Сигнали про стан системи і зовнішню ситуацію оператор сприймає через сенсорну систему, й вони опрацьовуються в нейроструктурах мозку задля формування образу ситуації в цільовому просторі інтегрованої системи [222]. В умовах надзвичайних ситуацій у техногенних структурах підрозділи аварійних служб і ДСНС загалом перебувають у різних координатах, які мають розподілену енергетичну, ресурсну, виробничу та інформаційно-управлінську структуру, що ускладнює прийняття координаційних і управлінських рішень, а особливо в аварійних режимах діяльності [185, 242, 411, 437]. Ці умови, відповідно, формують вимоги до інтелекту і психофізіологічних характеристик операторів та апарату управління щодо їх умінь і психологічної стійкості згідно зі схемою (рис. 6.1).

Наведемо перелік вимог і умінь, які необхідні оператору для прийняття рішень [346, 418]:

- сенсорна чутливість органів зору і слуху;
- гострота реакції на звукові та слухові образи і мінімізація часу реакції;
- здатність когнітивної системи оператора до ефективного формування образів загроз.

Для оцінки ситуацій у техногенній системі необхідно забезпечити:

- виконання логіко-математичних операцій, геометричних і алгебраїчних перетворень під час формування образів;
- віднайдення факторів і ознак причинно-наслідкових зв'язків;

- швидка ідентифікація розвитку динамічних сцен, виявлення комплексу ознак та оцінки параметрів динамічних процесів;
- вміння використовувати логічні операції, дискримінантні функції, процедури виведення, генерації гіпотез про можливий розвиток подій;
- адекватність побудови планів і рішень, вибір альтернативних дій, вміння будувати в уяві дерева, ланки, ланцюги, графи, траєкторії руху до цілі.

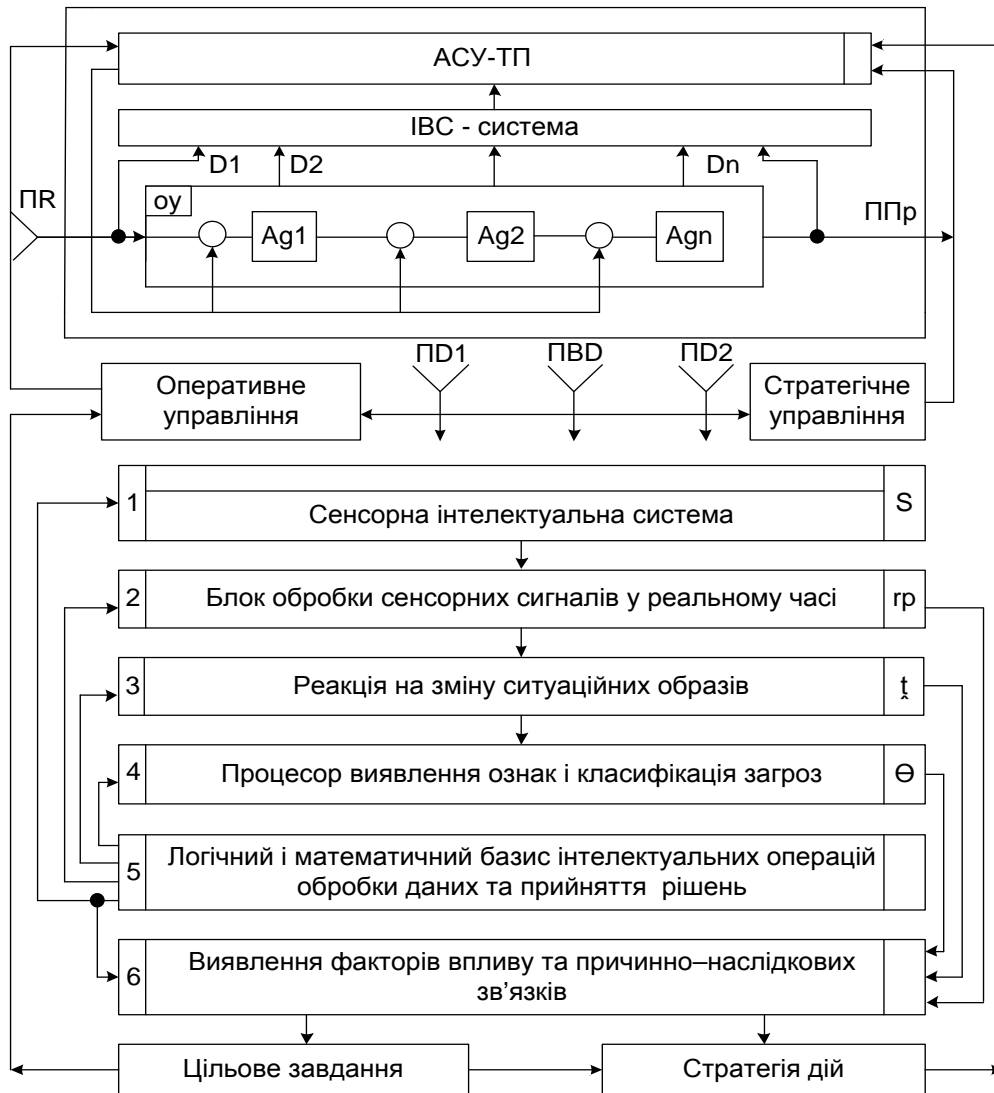


Рис. 6.1. Модель інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій: АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом; ІВС — інформаційно-вимірвальна система; Ag — агенти; ОУ — об'єкт управління; D — дані; ПД<sub>i</sub> — потік даних про ситуацію; ПР — прийняття рішень

Для побудови варіантів стратегій і тактики поведінки на основі цілеорієнтованих дій необхідно на підставі професійних знань вміти [178]:

- будувати оптимальні ланцюги і плани дій із мінімізацією ризику;
- оцінювати параметри загроз та прогнозувати їх вплив на рівень аварійності і динаміку розвитку ситуації;
- реалізовувати тактику дій в умовах прямих загроз.

Відповідно до вимог, будується схема процедури розв'язання задачі управління оператором (рис. 6.2).

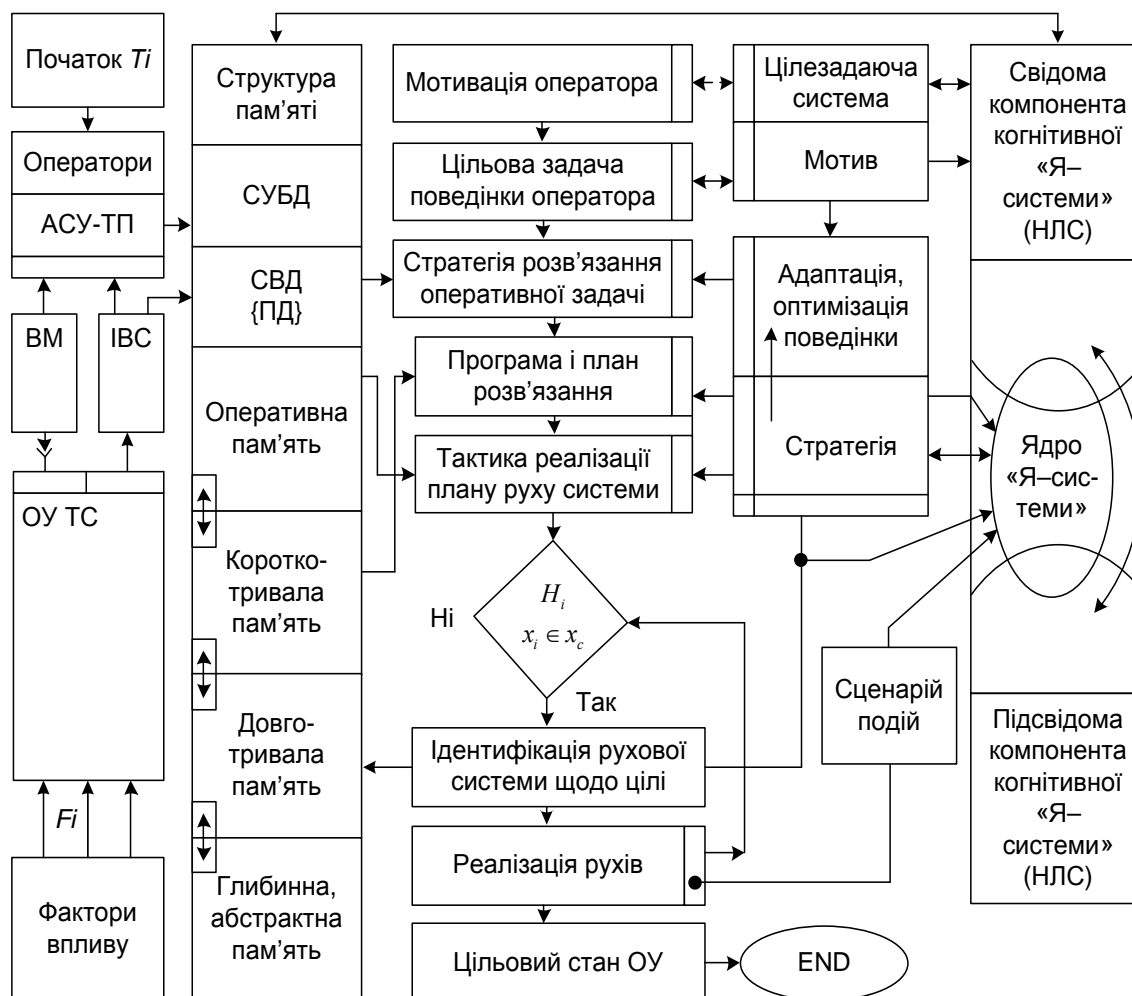


Рис. 6.2. Схема розв'язання задач прийняття рішень щодо управління оперативним працівником — (ІА): СУБД — система управління базою даних; НЛС — нейрологічна система

Схема процедури і структури розв'язання задач охоплює когнітивну інтелектуальну, процесорну компоненту та глибинну оперативну пам'ять, які забезпечують необхідні вміння для реалізації інформаційної та інтелектуальної діяльності під час формування і реалізації рішень щодо управління складним об'єктом на підставі знань, які закладені в них під час навчання [218, 219].

Для прийняття рішень, оцінки ситуації та їх реалізації в умовах загроз оператору потрібен високий рівень інтелектуальних здібностей, мотивації, цілеорієнтації [436]. Ці особливості вимагають від оператора певних вмінь:

- читати карти;
- сприймати образну інформацію з потоку даних;
- прокладати маршрути, формувати стратегії досягнення мети;
- формувати образи ситуацій на основі обробки потоків даних;
- розпізнавати ситуації і формувати цілеспрямовані схеми дій;
- генерувати тактики дій в умовах ризику на підставі стратегій;

– сприймати вербальну, образну та аналітичну інформацію й опрацювати її як логічним, так і когнітивним методом.

Відповідно до цих вимог, для кожного випадку розробляється ієрархічна схема інтелектуальної цілеспрямованої діяльності оперативного працівника (рис. 6.3), яка необхідна для розв’язання задач щодо управління об’єктом у нормальних і ризикових ситуаціях функціонування системи та об’єкта управління.

В умовах ризику в оператора виникає психоемоційна напруга. Крім того, необхідність швидкого й ефективного сприймання та опрацювання інформаційних потоків вимагає відповідних реакцій і вмій щодо оцінювання часових інтервалів, які необхідні для прийняття рішень та виконання дій [151, 409].

Найгірший випадок, коли оператор мусить швидко і кардинально міняти стратегію управління під час динамічних загроз, оскільки такі ситуації вимагають високого рівня інтелектуальних здібностей, глибоких професійно-орієнтованих знань, мотиваційної зацікавленості, рішучості до дій та психофізіологічної стійкості (рис. 6.3).

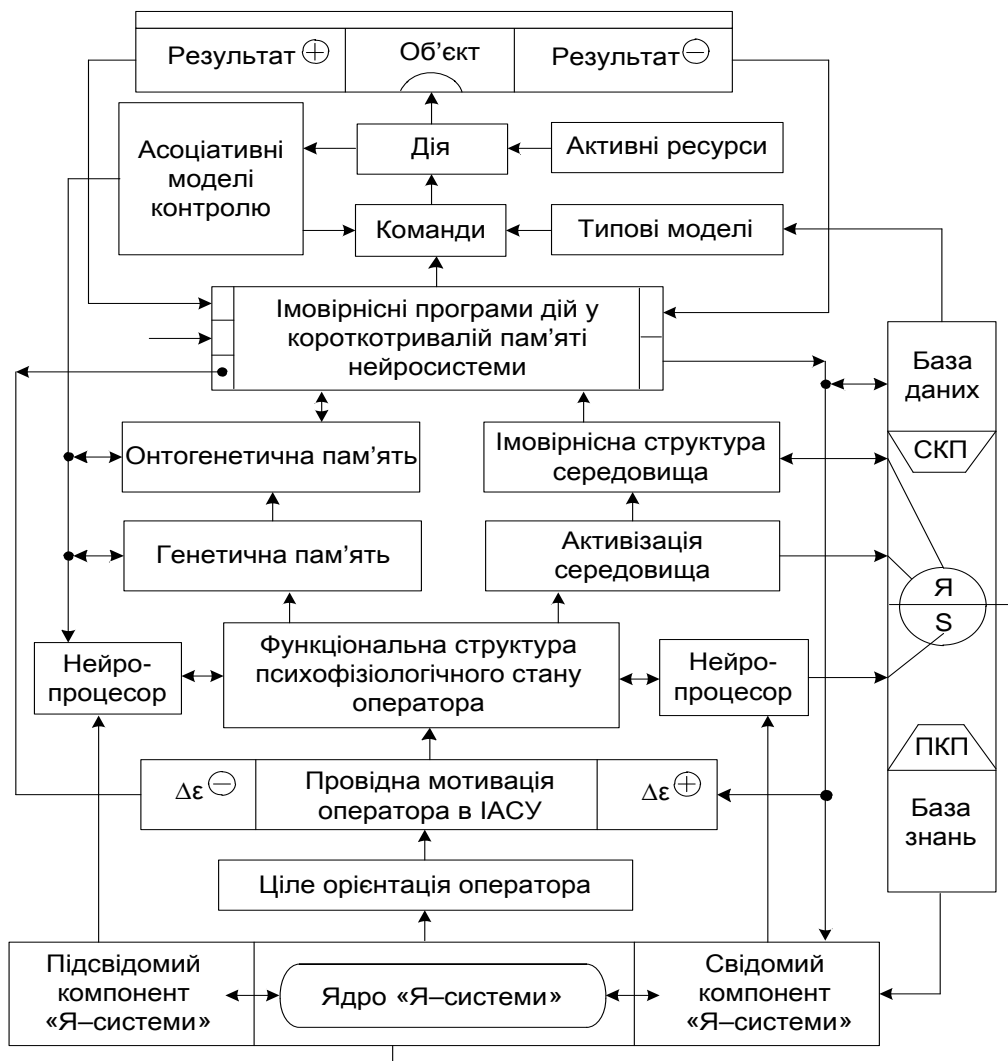


Рис. 6.3. Когнітивна функціональна структура цілеспрямованої діяльності оператора: СКП — свідомі компоненти пам'яті «Я-системи»; ПКП — підсвідомі компоненти пам'яті; (Я/S) — ядро когнітивної системи управління функціями пам'яті



Відповідно до вищенаведеного впливає, що для діяльності в умовах ризику і нечіткості даних у технологічних системах інтелектуальний рівень підготовки оператора має забезпечувати:

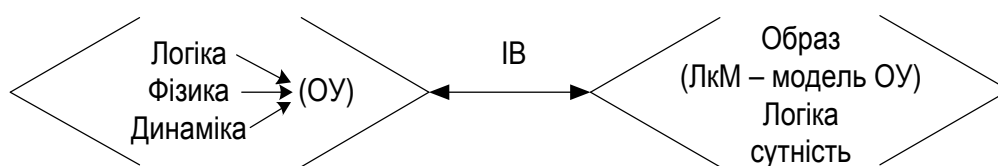
- здатність засвоювати складні технічні знання з широкого спектра предметних областей;
- вміння будувати аналогії та моделі щодо предметних областей;
- вміння виявляти сенс технологічних систем і виробничих агрегатів;
- визначення характеристики і параметри динаміки процесів та будувати образи ситуацій;
- виявляти ознаки нормального й аварійного режиму та будувати сценарії розвитку, відповідно до причинно-наслідкових зв'язків і логіки управління, а також синтезувати стратегії протидії;
- вміння прогнозувати наслідки управлінських дій і вплив загроз та факторів;
- психологічну стійкість і надійне функціонування в складі системи в нормальних і аварійних режимах.

Ці вимоги до функціональних здібностей оператора охоплюють дві компоненти:

- генетичну організацію особистості, яка забезпечує здатність організму витримувати навантаження і навчатись (ефективно засвоювати знання та вміти використовувати їх у практичній діяльності);
- мотиваційно-вольову компоненту і природний інтелект, який дає змогу цілеорієнтовано самовдосконалюватися в навчанні та трудовій діяльності.

З іншого боку, ця проблема характеризується здатністю до цілеорієнтованої інтелектуальної самоорганізації, за поглядами Амосова, Івахненка [4, 128, 129, 131].

Згідно з наведеними вимогами, формується схема, що відображає інтелектуально-інформаційний процес побудови логіко-когнітивної моделі об'єкта управління, який сприймається інтелектом «Я–система» оперативного працівника. Тобто фізична сутність та структура об'єкта відображається в логіко-когнітивній моделі об'єкта в локальному вузлі нейросистеми «Я–система», пов'язуючи на підставі еквівалентності логічного, функціонального і системного змісту інформаційну, логічну, функціональну структури:



Відповідно до схеми формування логіко-когнітивної моделі сприйняття змісту об'єкта (рис. 6.4), маємо такі рівні інтелектуального опрацювання даних (*ІВ*) про стан об'єкта, на підставі яких у нейроструктурі формується його логіко-когнітивна модель у «Я–система» особи оперативного працівника.

Схема охоплює такі рівні системно-інформаційної взаємодії:

- когнітивна «Я–система» оперативного працівника як інтелектуального агента;
- об'єкт управління з набором системних моделей, які описують його структуру і динаміку;
- логіко-фізична модель структури об'єкта, що відображає його інформаційну, енергетичну і структурну сутність, яка побудована інтелектуальним агентом ІА вищого рівня;
- база впорядкованих знань, побудована експертами з інженерії знань.

Процедура формування логіко-когнітивної моделі в нейроструктурі «Я-система» охоплює:  
 – відбір сенсорного системного потоку даних (*И str Ds*) про структуру і динаміку досліджуваного об'єкта;

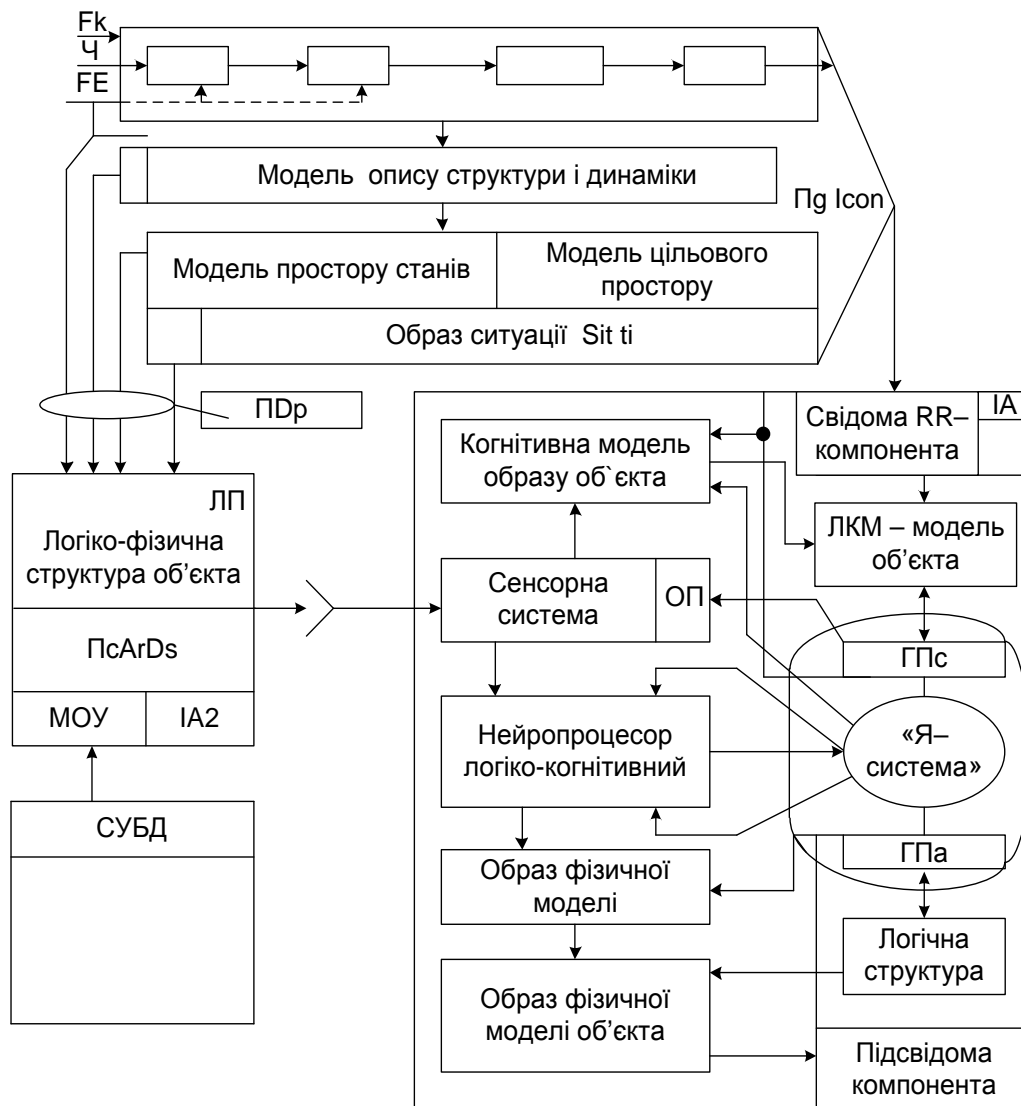


Рис. 6.4. Логіко-когнітивна модель сприйняття структури і змісту об'єкта на підставі оперативних даних: *Sit* — оперативна ситуація; *IA* — інтелектуальний агент; *ЛКМ* — логіко-когнітивна модель; *СУБД* — система управління базою даних; *МОУ* — модель управління об'єктом

– під управлінням підсвідомої КК (*IA*) виявляється логічна структура сутностей, структур *OU*, та нейропроцесор відображає образ фізичної моделі, його склад і зміст;

– під управлінням свідомої КК (*IA*) формується з потоку даних когнітивна модель образу об'єкта;

– під час взаємодії «Я-система» (*ККс*) і (*ККп*) з нейроструктурою в локальну пам'ять записується логіко-когнітивна модель об'єкта, тобто його абстрактний образ.

Далі логіко-когнітивна модель об'єкта є шаблоном, який використовується в процедурах ідентифікації та класифікації об'єктів.

## 6.2. Когнітивні знаннєві компоненти факторів впливу на прийняття рішень інтелектуальним агентом — оперативним працівником АСУ

Проблема щодо питання, як приймає рішення особа, команда, група в нормальних умовах, кризових і надзвичайних ситуаціях, складна й охоплює компоненти, які характеризують інтелектуальні процеси:

- вироблення цілеорієнтованої стратегії поведінки (логічно-обґрунтованої, евристичної) як для себе, так і для команди [13, 346, 413];
- узгодження планів командних дій, згідно зі стратегією на основі оцінки інтелектуальних та матеріальних ресурсів команди і системи [72, 91, 122, 222];
- оцінки ступеня ризику під час виконання плану дій, згідно зі стратегією реалізації мети та вибором оптимальних рішень [13, 16, 72, 160];
- наявність лідера зі спеціальною підготовкою і відповідним рівнем знань та здатністю формувати і реалізувати цільові завдання разом із командою [13, 124, 125, 250].

Процедури прийняття рішень ґрунтуються на певній організації процесів мислення особи та достатності рівня інтелекту, необхідного для реалізації стратегій на підставі командної співпраці. Водночас виділимо такі компоненти інтелектуальних вмінь та когнітивної психології мислення, які охоплюють вміння, необхідні для прийняття рішень:

- методи направленої логічного синтезу стратегій і тактик прийняття цільових рішень та планів їх реалізації згідно з ситуацією;
- евристики (мозковий штурм, асоціації та аналогії, методи синектики, алгоритми відкриття) для розробки нестандартних способів розв'язання проблем;
- методи аналізу, оцінки, інтерпретації ситуацій та способи їх розв'язання;
- реалізація стратегії в умовах ризику.

### 6.2.1. Проблема формування концепцій прийняття стратегічних рішень

#### Когнітивні теорії в психології мислення і прийняття рішень

У психології особистості, важливий аспект якої — оцінка здатності приймати рішення під час формування і реалізації планів цільових дій, використовуються соціально-когнітивні моделі мотивації та саморегуляції [42, 91, 160, 186, 250, 281].

Теорія атрибуції аналізує механізми впливу атрибуційних процесів на мотивацію й емоції. Збуджувальним фактором (активатором) у такому підході виступає віднайдення причинно-наслідкових зв'язків під час формування дій. Думки про причини подій зумовлюють емоційні і мотиваційні реакції. Досягнення цілі тоді пояснюється збігом множини факторів, які, відповідно, можна класифікувати. Причини подій характеризуються набором параметрів, які утворюють атрибуції як основи прогнозу поведінки особи (пояснювальні конструкти). Атрибуційні тенденції ґрунтуються на когнітивних структурах, які є в основі тверджень про причинні зв'язки в ланцюгах подій, що описують динаміку ситуацій щодо особи.

Теорія контролю. Кібернетична модель системи зі зворотним зв'язком — це цілісна структура, в межах якої можна розглядати цілеорієнтовані мотиваційні процеси. В основу теорії покладено аналіз інформаційно-процесуальних механізмів регулювання дій, який здійснює особа щодо способу реалізації цілі і траєкторії руху до неї. Система зі зворотним зв'язком охоплює, з погляду інтелекту, такі компоненти її функціонування і керування [95, 197, 284, 330]:

- функцію вводу зовнішньої інформації про ситуацію і середовище;
- модель цілі або траєкторії цілеорієнтованого руху;
- компаратор-класифікатор ситуації і розходжень у траєкторії руху;

– функцію управління зміною поведінки на основі процесу саморегуляції.

Теорія контролю здатна відобразити ієрархічні відношення між стандартами і цілями та способом наближення до них, але не враховує ролі емоцій у процесі прийняття рішень, що генеруються під час дії збурювальних факторів на структуру управління та об'єкт.

Сигнально-когнітивні теорії. Здатність людини до саморегуляції поведінки, мотивованої для досягнення цілі, ґрунтується на аналізі соціально-когнітивних структур і процесів прийняття рішень для ціленаправлених дій та оцінки їх наслідків, коли їх реалізує особа, що приймає рішення (ОПР).

Вплив цілі на вибір типу поведінки визначається двома факторами:

– когнітивною складністю задач, яка спричиняє напруженість під час формування нових стратегій рішень для досягнення мети;

– зворотним зв'язком під час формування стратегій руху до цілі, що підвищує рівень мотивації до певного порогу, коли ОПР контролює свої дії відповідно до ступеня успішності (гарантії результату).

Відповідно, інтелектуальними факторами впливу на схему поведінки (ІА) будуть навички та здібності, необхідні для вибору рішень під час:

– стратегії формування програми дій під час збурень;

– невизначеності цілей, труднощах у досягненні при наявних ресурсах;

– розриву каналу зворотного зв'язку, що не дає змоги контролювати успішність цілеорієнтованих дій.

Невизначені цілі не активують фактори «Я–системи» особи, на основі яких відбувається самомотивація, що перебуває в основі ланки (саморегуляція ↔ ціленаправлена поведінка) і відображає модель формування поведінки.

Якщо не досягнуто результату під час виконання когнітивно-складних задач ОПР, то необхідно перевірити велику кількість стратегій для покращення результату. Водночас ускладнюється процедура вибору альтернативних шляхів розв'язку, а задача стає невирішеною через неадекватність стратегії прийняття рішень програмою [244, 344, 424].

У межах структурного формалізму цілеорієнтована інтелектуальна система характеризується властивостями, що забезпечують розв'язання задач:

1. Адаптації: система повинна вміти впоратися з випадковим характером впливів факторів.

2. Ціледосягнення: система повинна вміти визначати свої первинні цілі і формувати стратегії їх досягнення.

3. Інтеграції: система повинна координувати взаємодію елементів задля досягнення мети.

4. Латентної функції (підтримка цілісного образу): система повинна підтримувати мотивацію і цілеорієнтацію в реалізації поведінки.

### **6.2.2. Схема інформаційної діалогової взаємодії когнітивної й організаційної систем**

Відповідно, в структурі організації особи як активного агента виділяються такі елементи ієрархії когнітивної системи:

– поведінковий організм як реалізатор системи дій нижнього рівня;

– система «Я–особи», яка виконує функцію ціледосягнення на основі системних цілей та мобілізації ресурсів і є елементом вищого рівня усвідомлення;

– техногенна система як інтегратор систем щодо цілеорієнтації;

– система — цілісний еталон норм і критеріїв цінностей як мотиваторів та агентів дій і базис генерації стратегій;

– самонаправленість системи щодо внутрішніх задач та планів їх розв'язання.

Мотивація в таких системах забезпечує загальні плани дій. Водночас мотивація пов'язана з видом свідомості як способом відображення сценарію цілеорієнтованих дій, відповідно виділимо такі елементи системи усвідомленої цілеспрямованості [94, 160, 197, 250, 284, 330, 459]:

- дискурсивну свідомість як спосіб опису дій в уяві за допомогою слів;
- практичну свідомість як відображення дій агента без опису словами у вигляді послідовних сценаріїв та образів ситуації.

Наведемо схему взаємодії «Особа — система» (рис. 6.5), яка відображає інтелектуальні процеси, що характеризують вибір способу поведінки під час дії факторів на інформаційні перетворення:

- агенти впливу → фактори → ситуації → образи ситуацій;
- оцінку змісту ситуації, згідно зі сформованим образом на свідомому рівні, нейропроцесором обробки даних, та виявлення проблеми з врахуванням здатності її розв'язати на основі нагромаджених даних та пошуку аналогічних схем розв'язання;
- формування агентів протидії збуренням в об'єкті, з яким контактує особа.

Відповідно до цих вимог, виділено на схемі компоненти інтелектуальної структури особи як системи (рис. 6.5):

- когнітивна «Я-система» креативної діяльності;

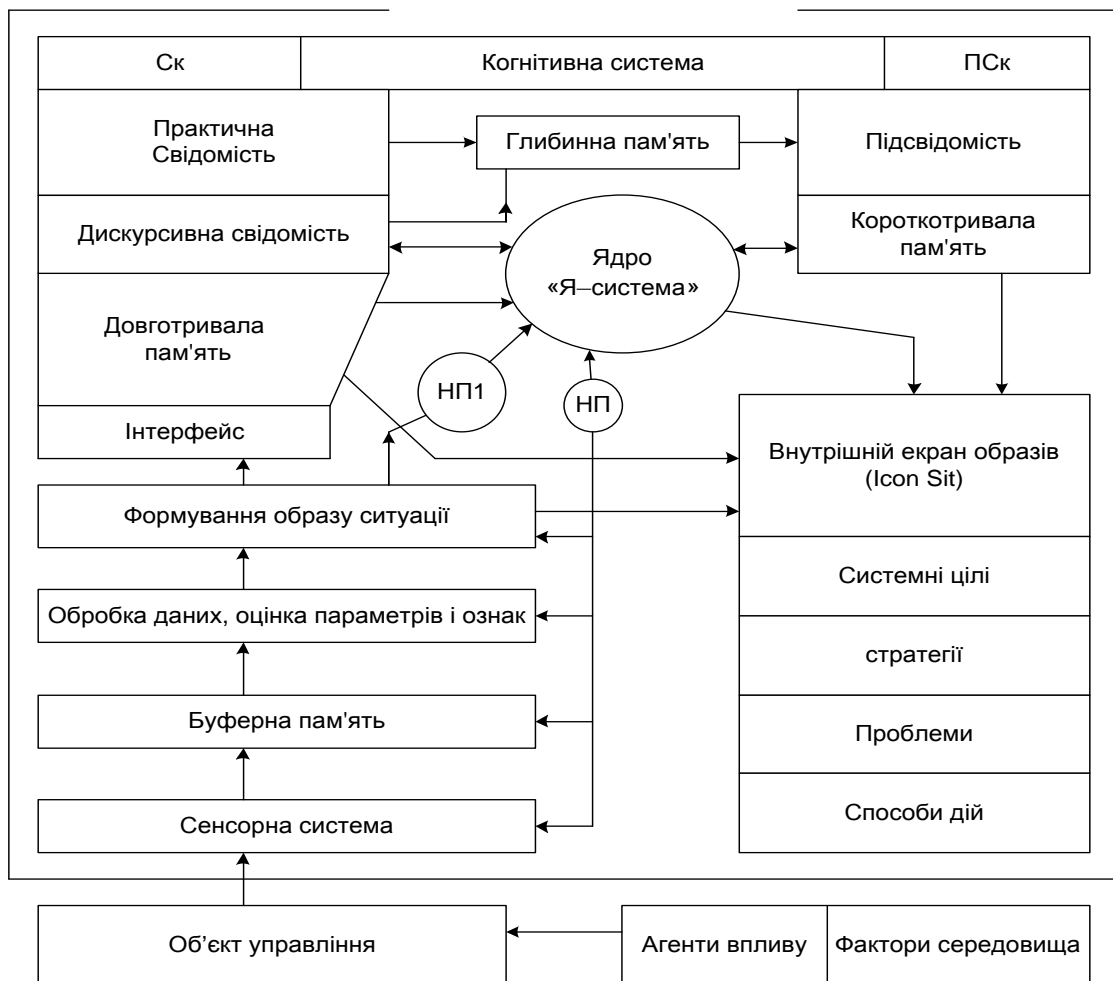


Рис. 6.5. Інформаційно-когнітивна модель взаємодії «Особа – система» в режимі діалогу: *С<sub>К</sub>* — свідомо компонента; *ПС<sub>К</sub>* — підсвідомо компонента; *НП* — надзвичайна подія

Розглянемо взаємодію «Я–система» як інтелектуального агента з джерелом загроз, яке формує фактори прямого впливу або через агента непрямих дій (активних і пасивних). Тоді основна задача ІА — оцінювання тенденцій зміни власного стану та недопущення можливості кризи. Відповідно, оцінюють рівень ризику в ланцюгу опрацювання інформаційного потоку даних під час вибору способу поведінки, водночас виділяють як компоненти [3, 183, 222]:

- цілезадаюча система генерації ідей і мети;
- інтелектуальна система опрацювання даних.

Когнітивна модель інтелектуальної взаємодії («Особа — система») охоплює такі компоненти, які характеризують процеси розв’язання проблеми:

– свідому компоненту «Я–особа» як синтезатор проблем у межах бази суспільних правил і систем культури та соціуму;

– свідому компоненту синтезу стратегій досягнення системних цілей, генерація яких відбувається на стику областей «свідомість ↔ підсвідомість» нейроструктури;

– свідому компоненту синтезу стратегій поведінки та її реалізації через агента дій, коли фактори впливають на ОПР;

– підсвідомість як об’єднувальна нейроструктура між базами даних, знань, сховищ образів, асоціацій із «Я–компонентом ОПР».

– фактори впливу  $(F_{i=1}^n)$ ;  $Sit(ПC_i)$  — сенсорний образ ситуації;  $I_{con}Z$  — зоровий образ загрози, що створюють образ загрози в реальному часі;

– інтелектуальну систему опрацювання даних сенсорного рівня, яка формує миттєві знімки образу ситуації в свідомості «Я–системи» через взаємодію з активною смугою структур короткої і довгої пам’яті, свідомого та підсвідомого сприйняття змісту образу й оцінкою ризику на основі «Я–цілеорієнтації»;

– стратегію, відповідно до образу ситуації, її змісту і рівня ризику. На основі стратегій та асоціативних сценаріїв, згідно з логікою дій і сценаріїв можливого розвитку подій, формується сценарій виходу з криз та генерація розмитих областей можливого цільового стану;

– план рішення на основі моделі траєкторії досягнення означеної цільової області, відповідно до оцінки ситуації і її змісту, логіки формування дій згідно зі стратегією і підсвідомим планом виходу з кризи та сформованим активним планом дій із врахуванням рівня ризику та критеріїв прийняття рішень;

– план дій на основі поточної перевірки гіпотез, відповідно до оцінки рівня ризику і критерію якості та передачі через агента впливу рефлексивної дії на джерело загроз ( $H_1$ ) або під час виконання умови запуску ( $H_2$ ) повторюються цикли усвідомлення й оцінки ситуації та рівня ризику.

У структурі інтелектуального агента типу «Я–система» потоки інформації обробляються в паралельно-послідовних нейроструктурах із функціонально-розмитими і проникаючими областями та смугами нейроінформаційної взаємодії, на основі якої формуються інтелектуальні процеси усвідомлення проблеми і віднайдення способів їх розв’язання згідно з цілеорієнтацією «Я–системи».

Відповідно до цілеорієнтації ІА, система повинна мати ієрархічну структуру, що складається з  $n$ -рівнів, у яку входять когнітивні блоки [93, 160, 183, 250, 330, 349]:

– нейропроцесор особистої орієнтації ІА, який входить у свідому компоненту «Я–система»;

- моделі й образи прихованих довготривалих образів цілей, мрій, сценаріїв подій;
- ядро «Я–система», яке взаємодіє на інформаційному рівні з блоками пам'яті, свідомим і підсвідомим когнітивними компонентами;
- нейросистема інтелектуального опрацювання даних на підставі наявних стратегій та асоціативного мислення;
- інтелектуальний інтерфейс між блоками обробки даних та образів ситуації;
- блок оцінки ризику, яку виконує ІА на підставі оцінки ситуації та її ризиків для особи;
- блок асоціативного пошуку виходу з зони особистого ризику на підставі вибору інтегральних критеріїв;
- блоки виявлення активного і пасивного впливу зовнішніми агентами та джерелами енергоактивних загроз.

Тобто маємо ситуацію, коли активно, інформаційно-ресурсно ІА взаємодіє з джерелами активних впливів, що може призвести до збою процесу управління.

### 6.2.3. Інформаційно-ресурсна та системна концепція часової, динамічної структури взаємодії об'єкта системи управління та середовища в граничних умовах і ризиках

Система управління діє на об'єкт управління, який перебуває в певному середовищі, і воно не впливає на нього [3, 140, 183, 287, 340, 383].

Для розв'язання задачі управління і його реалізації щодо об'єкта необхідні дані про стан об'єкта та середовище. Вони відбираються, формуються, класифікуються, оцінюються інформаційно-вимірювальною системою, на виході якої отримуємо потік даних  $\{D\}$ . На підставі опрацювання даних, згідно з метою, система приймає рішення відповідно до стратегії  $Strat \{R(U)\}$  та передає його на виконавчий механізм, дії якого змінюють стан об'єкта відповідно до ситуації (проблемна, загальна, локальна, стратегічна) [277, 456, 467].

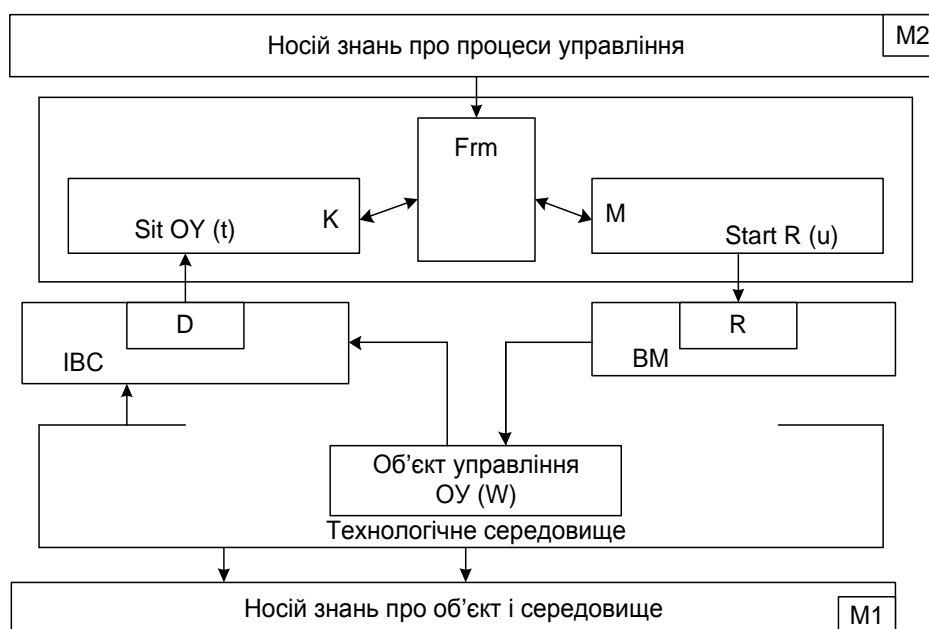


Рис. 6.6. Концепція управління:  $(M_1, M_2)$  — моделі знань;  $K$  — система контролю й оцінки ситуації;  $IBC$  — інформаційно-вимірювальна система;  $F_{rm}$  — функціональний процесор;  $BM$  — виконавчий механізм;  $Sit OY (t)$  — ситуація систем управління в момент  $(t)$ ;  $Start R(u)$  — запуск системи в циклічному режимі

Будь-яка система управління повинна будуватися на підставі знань про об'єкт управління, які відображають його фундаментальні властивості (фізичні, енергетичні, ресурсні, структурні, динамічні, інформаційні), які не залежать від поточної ситуації.

Множина цих знань — це підстава для побудови моделі знань про об'єкт. Розглянемо концепцію управління об'єктом (рис. 6.6).

Згідно з наведеною концепцією управління, відбувалася структурна, функціональна еволюція, яка породила нові підходи до розробки (синтезу) систем.

Розглянемо базові структури систем управління (рис. 6.7).

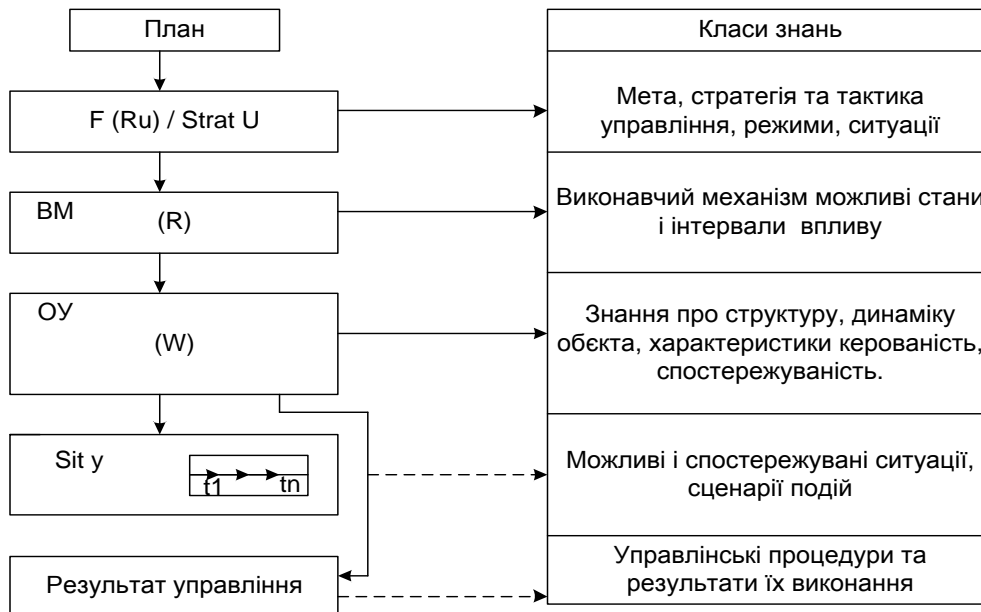


Рис. 6.7. Розімкнута (програмна) система управління з жорсткою стратегією:  $F (Ru) / Strat U$  — фактори ризику та стратегії управління;  $BM$  — виконавчий механізм;  $OU$  — об'єкт управління;  $Sit$  — положення системи

Розглянемо процес управління  $OU$  зі зворотним зв'язком у режимі стабілізації (рис. 6.8) та зміни траєкторії (рис. 6.9).

Відповідно до структури (рис. 6.9) наведено адаптивну систему управління в режимі контролю. Така система чітко виконує програму, яку формує процесор  $F_{ru}$  згідно з метою і процедурою управління, незважаючи на фактори впливу.

Під час дії збурень ( $P_z$ ) на об'єкт управління та на канали передачі ( $P_n$ ) даних інформаційно-вимірювальна система управління дезорієнтується і дає неправильні керуючі дії. Для їх компенсації вводиться в структуру системи адаптер.

Концепція системи підтримки прийняття рішень (СППР) щодо управління для оператора (IA)

Комп'ютерна інформаційна система СППР використовується для підтримки різних видів діяльності в процесі прийняття рішень [3, 140, 183, 277, 340, 383]:

- вибір загальної стратегії дії, оцінки результатів, зміна стратегії і цілей;
- аналіз і прогнозування сценаріїв у розвитку подій, оцінка ризиків та конфліктності;
- оцінка достатності ресурсів для досягнення мети.



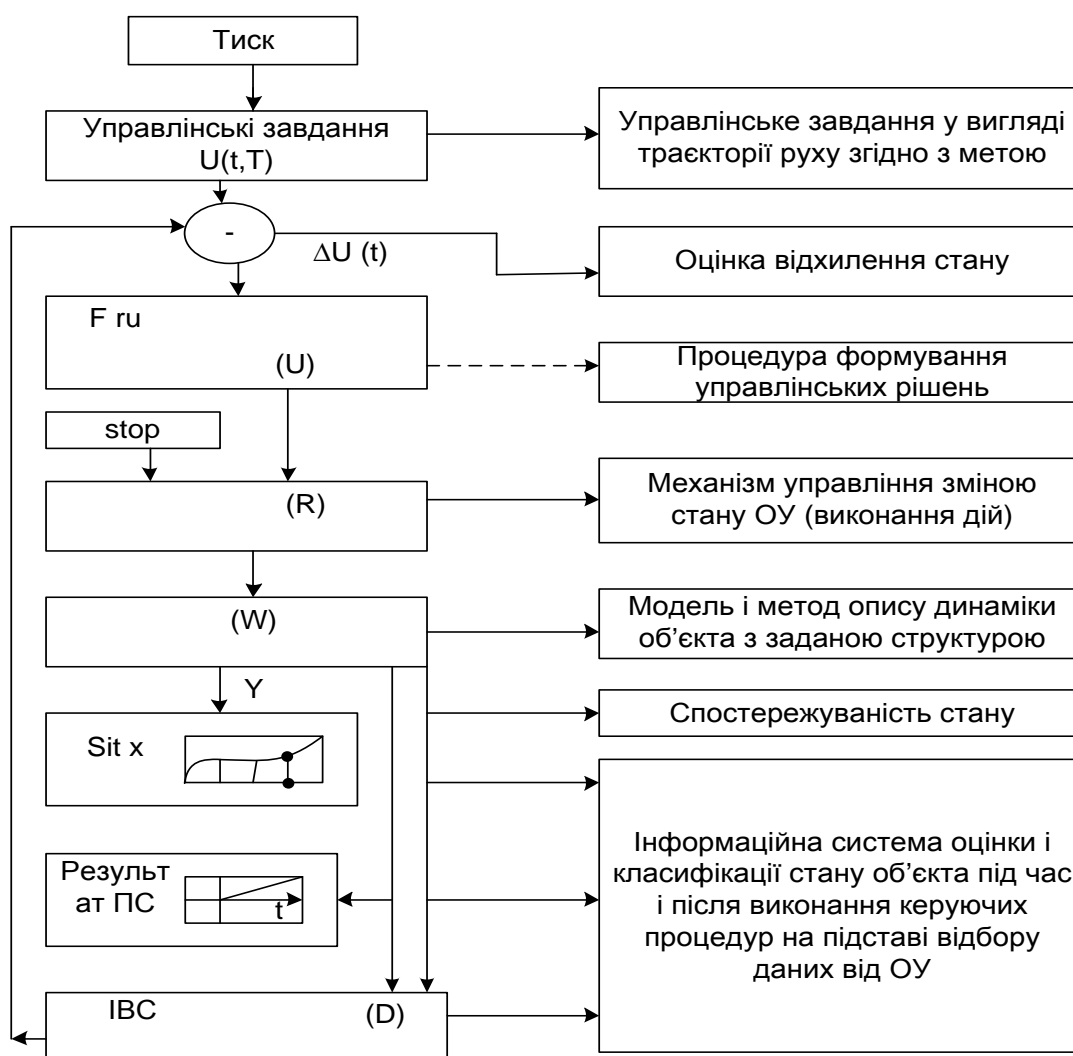


Рис. 6.8. Система управління зі зворотним зв'язком у режимі стабілізації:  $U(t, T)$  — управляюча дія;  $F_{ru}$  — фактор впливу на управління, який визначає процедуру формування управлінських рішень;  $(U, R)$  — механізми управління зміною стану об'єкта;  $y$  — параметр спостережуваного стану об'єкта;  $Sit\ x$  — положення системи за параметром стану ( $x$ ) та параметром ( $t$ );  $ІВС$  — інформаційно-вимірювальна система

Питання підтримки рішень на всіх стадіях цього процесу (цілевиявлення, розробка і прийняття рішень, формування управлінських дій і їх виконання, оцінка можливих результатів і ризиків) ставить все більш активні задачі та проблеми. Фактично проблема вимагає для свого розв'язання створення систем автоматизації творчої діяльності під час управління (рис. 6.10).

Загальні риси діяльності в процесі прийняття рішень:

- нестандартність ситуації вибору;
- складний характер процесу вибору альтернатив;
- невизначеність наслідків дій;
- дія різномірних факторів на процес прийняття рішення.

Відповідно до типу задач, формується структура СППР (рис. 6.11) та база даних і знань (рис. 6.12).

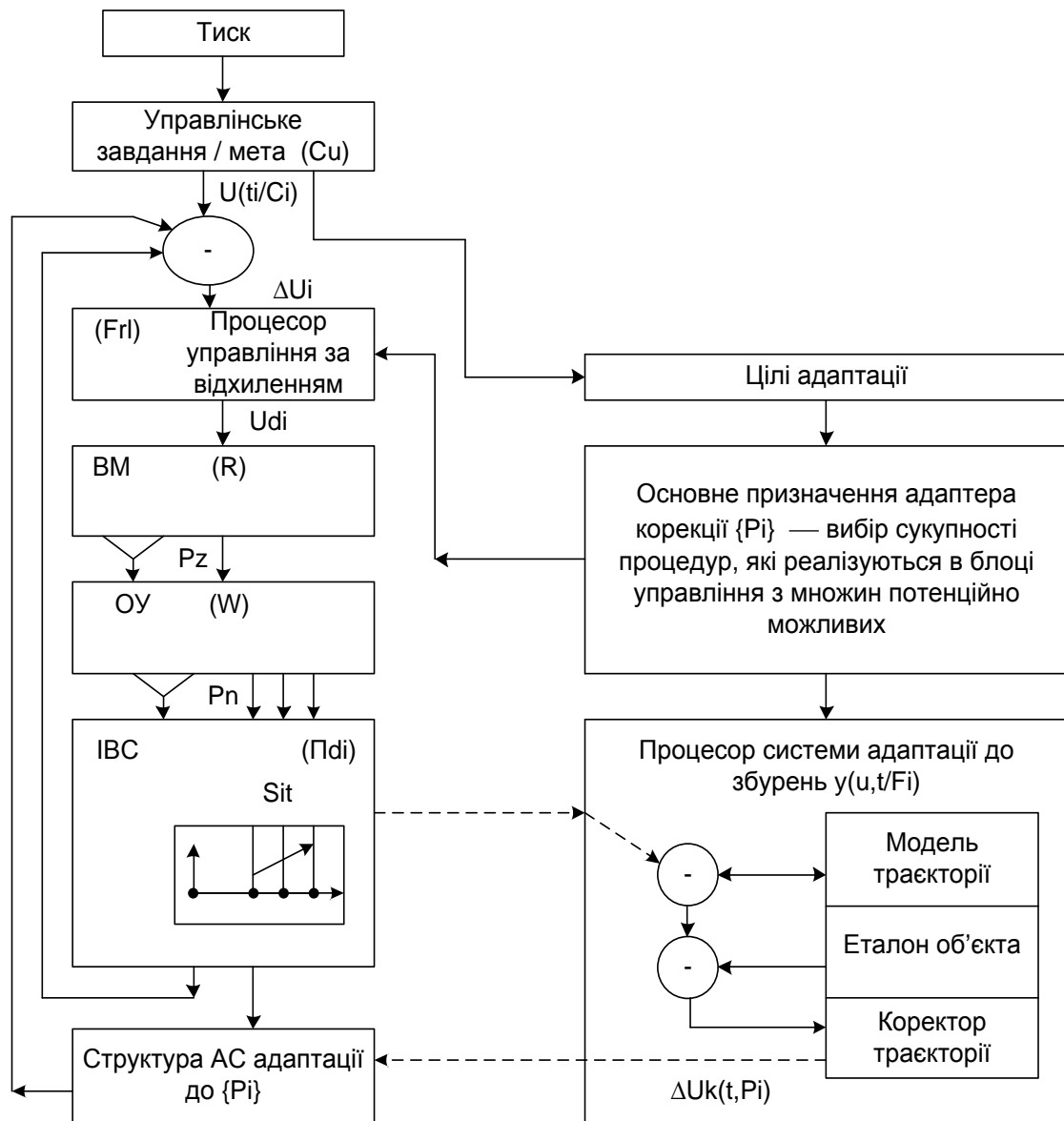


Рис. 6.9. Адаптивна система управління в режимі контролю:  $C_u$  — ціль управління;  $\Delta U$  — відхилення від цієї траєкторії за управлінням;  $\Delta U_k(t, R_i)$  — управління під час дії фактора  $P$ ;  $P_{di}$  — потоки даних щодо управління

Структура системи СППР має ієрархічну організацію, яка охоплює такі рівні (рис. 6.12):

1. Рівень оперативного управління, в який входять команди операторів, експертів, когнітологів, що взаємодіють через системи інформаційного обміну (1) та діалогову систему обміну даними (2).

2. Модель структури (IBC) — технологічної, виробничої системи (3), яка охоплює підмоделі об'єкта управління, інформаційно-вимірювальної системи (IBC), автоматизованої системи управління, блок інформаційно-інтелектуальної обробки, формувач образу динамічної ситуації (ФОДС) як портрет стану системи на термінальному циклі управління (4).

3. Рівень інтерпретації ситуації та інтелектуальної обробки, який охоплює підсистему оцінки ситуації (5/1), підсистему пояснення змісту ситуації для оператора (5/2), навчальну систему (5/3).

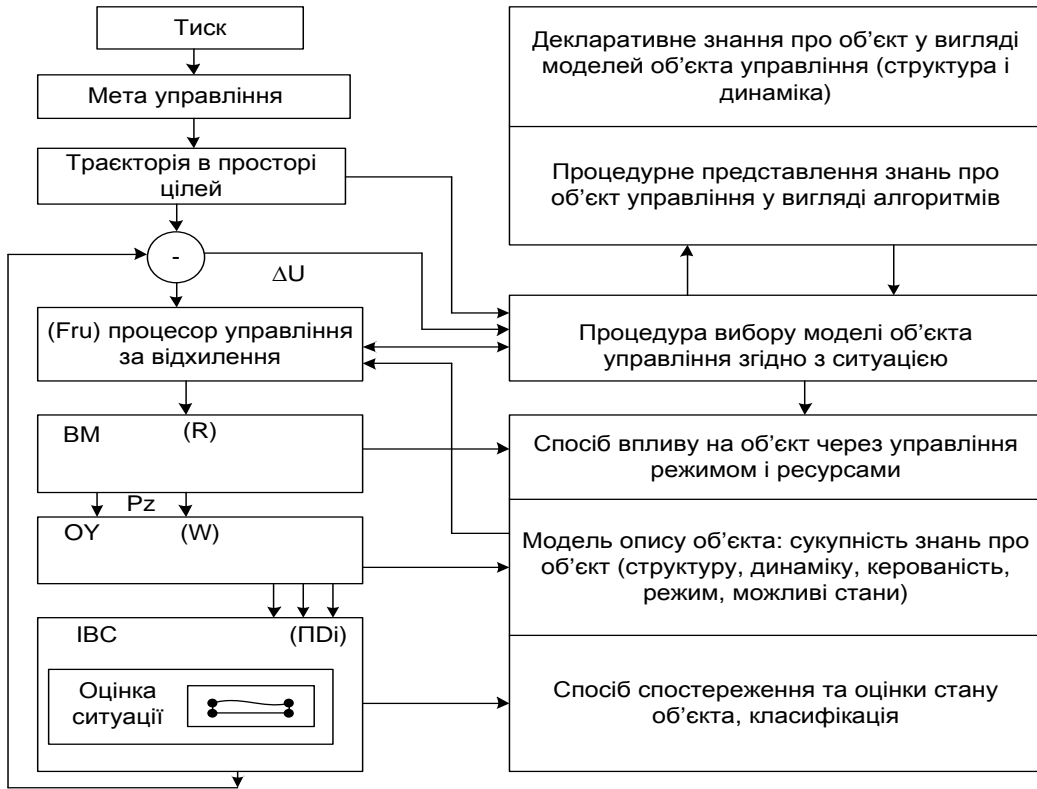


Рис. 6.10. Схема системи управління з моделлю об'єкта:  $\Delta U$  — відхилення від траєкторії з управління;  $OY$  — об'єкт управління;  $R$  — рішення;  $IBC$  — інформаційно-вимірвальна система;  $PD_i$  — потік даних про ситуацію

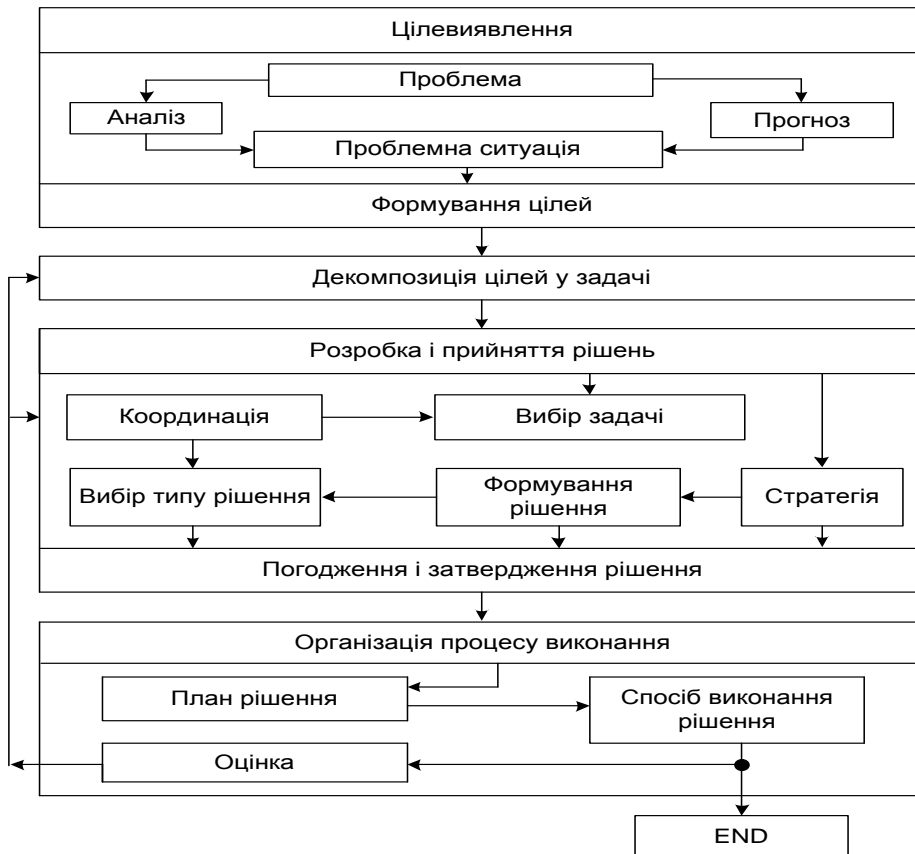


Рис. 6.11. Модель процесу прийняття рішення за допомогою баз знань СППР

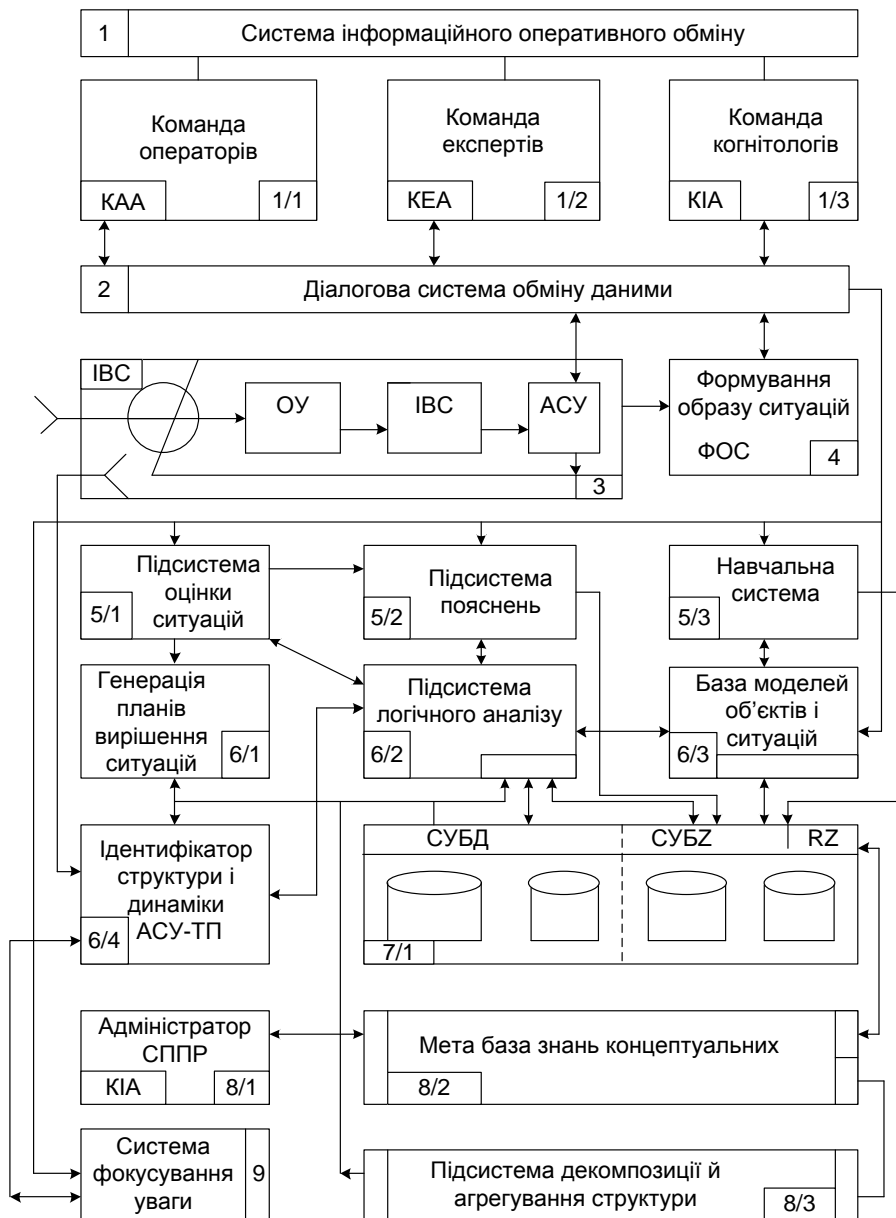


Рис. 6.12. Структурна схема СППР: *ІВС* — інформаційно-вимірювальна система; *ОУ* — об'єкт управління; *АСУ-ТП* — автоматизовані системи управління технологічним процесом; *СППР* — системи підтримки прийняття рішень; *СУБД* — система управління базою даних

4. Рівень інтелектуального забезпечення процесу формування і прийняття рішень, до структури якого входить блок генерації планів вирішення (розв'язання) ситуації (6/1), підсистема логічного аналізу ситуації в об'єкті управління щодо цільового стану *ОУ* (6/2), база еталонних моделей об'єкта управління та набір класів можливих ситуацій (нормальні, граничні, аварійні) (6/3), блок ідентифікації структури і ситуаційної ідентифікації (6/4).

5. Рівень забезпечує експерта й оператора базою знань і даних, які відображають структуру, динаміку об'єкта управління та логічні структури процесу формування та прийняття рішень на основі інтелектуальної обробки даних та інформаційних технологій (7/1).

6. Рівень адміністрування процесом прийняття рішень охоплює адміністратора СППР (8/1), метабазу концептуальних знань як консультанта вищого рівня для оператора і для адміністратора (8/2), підсистему декомпозиції й агрегування структури задачі на підставі роз-

биття на підзадачі (8/3), систему фокусування уваги оператора й адміністратора у ході розв’язання оперативної задачі.

Тобто система СППР разом із командою операторів, експертів і когнітологів утворює інтелектуальну систему управління високого рівня, необхідну для оперативного розв’язання складних задач.

#### 6.2.4. Формування структури когнітивної пам’яті в інженерії знань для системи підтримки прийняття рішень

Компонента науково-дослідної та інженерної діяльності — це процес узагальнення отриманих даних із метою виявлення корисної інформації для прийняття рішень. Процес узагальнення завершує процедуру аналізу й усвідомлення даних як когнітивної інтелектуальної операції, а також виступає поштовхом до формування нових ідей, гіпотез, теорій щодо досліджуваного об’єкта. Відповідно, процес узагальнення — це інтелектуальна процедура виявлення та формування нових знань, які можуть використовуватися як моделі предметної області.

Під процесом узагальнення розуміють перехід від знання про одиночний об’єкт до деякої сукупності об’єктів, а знання про об’єкт — інформація про властивості цього об’єкта, їх взаємозв’язок, є основою створення моделі, яка формується згідно з наведеною діаграмою:

$$\left\langle \begin{array}{l} OD(a_i) - \text{об'єкт} \\ A(a_i) - \text{властивості} \\ Inf(Strukt_i / Si) \end{array} \right\rangle \xrightarrow{PIR} \left\langle \begin{array}{l} a_i \in A - \text{клас} \\ V(A) - KL(Si) \\ Inf(A, S) \end{array} \right\rangle.$$

Формування поняття [2, 231]: поняття — це філософська категорія і формується когнітивною системою як продукт мислення:

- поняття — думка, результат узагальнення предметів і виділення характерних явищ певного класу за суттєвими ознаками;
- узагальнення досягається через відкидання індивідуального та виділення спільного для груп предметів у межах одного класу;
- поняття забезпечує критерій розпізнавання об’єкта і його виділення з класу об’єктів;
- поняття — представник узагальнених ним класів предметів і об’єктів;
- на підставі поняття реалізуються процеси розпізнавання та генерації моделей структури і поведінки конкретних об’єктів;
- генерація моделей обернена до процесу формування понять, оскільки моделі об’єктів будуються за допомогою конкретизації понять завдяки введенню нових констант, параметрів і інших понять;
- поняття — це фрагмент знань, який відображає узагальнену інформацію про множину об’єктів, для яких визначені процеси розпізнавання і генерації моделей конкретних об’єктів.

Для опису властивостей об’єкта і їх аналізу використовується структурний та знаковий опис під час формування поняття [2, 231].

##### Ознаковий опис поняття

Нехай задано сімейство множин  $S_{\Pi} \equiv \{D_1, D_2 \dots D_n\}$ ;  $Di = \{d_{k1}, d_{k2} \dots d_{kn}\}$ , відповідно, назвемо  $D_k \in S_D$  ознакою об’єкта,  $d_{ki} \in D_k$  — значенням ознаки, тоді сукупність властивостей задається як множина значень ознак:  $a = \{d_{ki}\}$ ;  $d_{ki} \in D_k$ , тобто на підставі концепції поняття можуть бути реалізовані інтелектуальні й інформаційні процеси розпізнавання та генерації моделей конкретних об’єктів.

Задачі узагальнення об'єктів

Задачу узагальнення об'єктів, заданих структурним описом, можна розкласти на дві компоненти:

- аналіз елементів описів об'єктів і виділення із них фрагментів, які можуть бути використані для порівняння структури об'єкта з еталоном;
- задачі зіставлення об'єктів і їх опису задля побудови їх узагальненого опису та моделі.

Процеси формування понять

Процес формування понять ґрунтується на індукції, яка реалізується за допомогою узагальнення моделей конкретних об'єктів (структурних і ознакових), а також на підставі логіко-математичних операцій над поняттями.

Операції над поняттями

Образ поняття — це модель множини об'єктів із характерними ознаками і структурою, відповідно операції над поняттями, по суті, це операції над множинами [2, 231].

Ознаковий опис об'єктів та логіко-математичні операції над ними:

1. Модель об'єкта задається як опис ознак у просторі стану:

$$O_{v_j}[D] = \bigwedge_{i=1}^U D_i, i \in (1 \cdot S), \text{ де } i \text{ — множина ознак.}$$

2. Множина точок  $N_K \subset D$  як площина точок на  $D$  у вигляді кон'юнкцій, тобто з

$$(N_K \subset D) \rightarrow Ki = \left\{ \prod_i^n \otimes d_{ij} /_{i,j=i,m} \right\}, \text{ відповідно, представляє елементарне поняття.}$$

3. Множина точок у просторі  $D$  може бути представлена сімейством площин  $M \subset N_K$ , тоді поняття будь-якої складності може бути подане як диз'юнкції кон'юнкцій

$$M_K = \bigcup_i \left( \bigwedge_j M_{ij} \right) \equiv Mod_n (Mk / ij).$$

4. Операція поглинання понять.

Поняття, означене через  $N_1$  в  $M$ , поглинає  $N_2$  в  $M$ , якщо виконуються умови:  $(N_1 \xleftarrow{\rho} N_2) : \left[ (N_1 \supset N_2) \cap \exists N_3 (N_1 \supset N_3 \supset N_2) \right]$ , і, відповідно, для концепцій маємо:

$$(K_1 \xleftarrow{\rho} K_2) \Leftrightarrow (\forall_i \exists_j (a_i = b_j) \wedge (r_i < r_j)), \text{ де } r_i, r_j \text{ — ранги опису ознак поняття.}$$

5. Сумісність понять.

Поняття, означене через  $N_1 b M$ , сумісне за  $\sigma$  з  $N_2$ , якщо виконується умова:

$$(N_1 \xleftrightarrow{\sigma} N_2) : (\exists N_3) \left[ (N_3 \xleftarrow{\rho} N_1) \wedge (N_3 \xleftarrow{\rho} N_2) \right]. (K_1 \xleftrightarrow{\sigma} K_2) \Leftrightarrow \exists_i \exists_j (a_i = b_j).$$

6. Об'єднання понять. Якщо задано елементарні поняття  $(P_1, P_2)$ , то операцію об'єднання представимо так:  $\exists P \neq \emptyset, P = P_1 \cup P_2, K = K_1 \cup K_2,$

$$\forall K_1, \exists K_2 : \left[ (K_1 \neq K_2) \wedge (K_1 \xrightarrow{\rho r} K_2) \right] \Rightarrow \exists P.$$

7. Композиція понять зі складною структурою:  $P_1 = \bigcup_j P_j^i = \bigvee_i K_j^i; P_2 = \bigcup_j P_j^n = \bigvee_j K_j^n.$

8. Операція об'єднання задається у такий спосіб:

$$P = P_1 \cup P_2 = D_a \vee D_b, D_a = \bigvee_i K_i', D_b = \forall_i \exists_i (K_i' = K_j^n), M_p = M_{p1} \cup M_{p2}.$$

9. Операція перерізу задається на  $P_1$  і  $P_2$  у вигляді:  $P = P_1 \cap P_2 = D_a \vee D_b$ , тобто виконується умова:  $\forall_i, \exists_j (K'_i \cup K''_j)$ ,  $D_b: \forall_i \exists_j (K'_i = K''_j)$ .

10. Операція узагальнення понять задається на  $P_1$  і  $P_2$  у такий спосіб:  $P = (P_1 > P_2) = (D_A \vee D_b)$ , для яких виконується умова:

$$\forall_i \exists_j (K'_i \xrightarrow{\sigma} K''_j) \vee \left\{ \begin{array}{l} D_b = \forall_j \exists_j (K'_i \xrightarrow{\sigma} K''_j) \vee \\ \vee \forall_i \exists_j (K'_i \xrightarrow{\sigma} K''_j) \vee \\ \vee \forall_i \exists_j (K'_i = K''_j) \end{array} \right.$$

11. Обмеження понять. Операція задається як операція обмеження над множинами  $P = (P_1 < P_2) = (D_a \cup D_b)$ , для якого  $P \rightarrow M_{P_1} / (M_{P_1} \cap M_{P_2})$  існує різниця множин  $P_1$  і  $P_2$ .

**6.2.5. Проблемна область і типи розв'язуваних задач управління інтелектуальним агентом**

Для розв'язання задач управління об'єктами з різною складністю структури ієрархії та під час дії факторів збурень важливо конструктивно сформулювати проблемну ситуацію, провести декомпозицію задач, сформулювати стратегії розв'язання задач та процедури прийняття рішень згідно зі схемою (рис. 6.13).

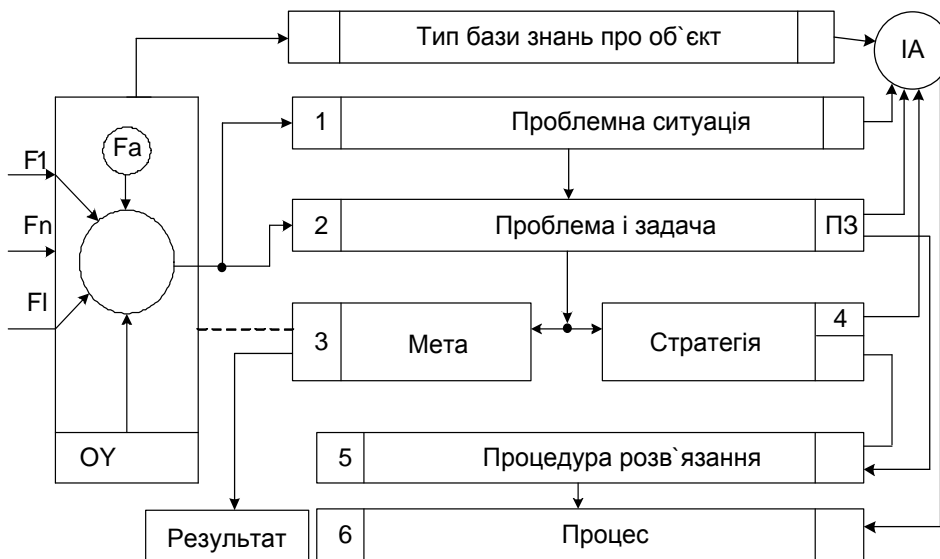


Рис. 6.13. Схема процедури прийняття рішень ІА для оцінки стану об'єкта управління: ІА — інтелектуальний агент (оперативний працівник);  $F_i$  — фактори впливу; ОУ — об'єкт управління

- Задачі, які можуть виконати ІС у процесі діяльності агента-оператора (рис. 6.14) [412]:
- діагностика несправностей складних систем і програмних продуктів;
  - конструювання систем із заданими властивостями з врахуванням обмежень на ресурси й інформаційні потоки та структуру даних;
  - планування цілеспрямованої послідовності дій;

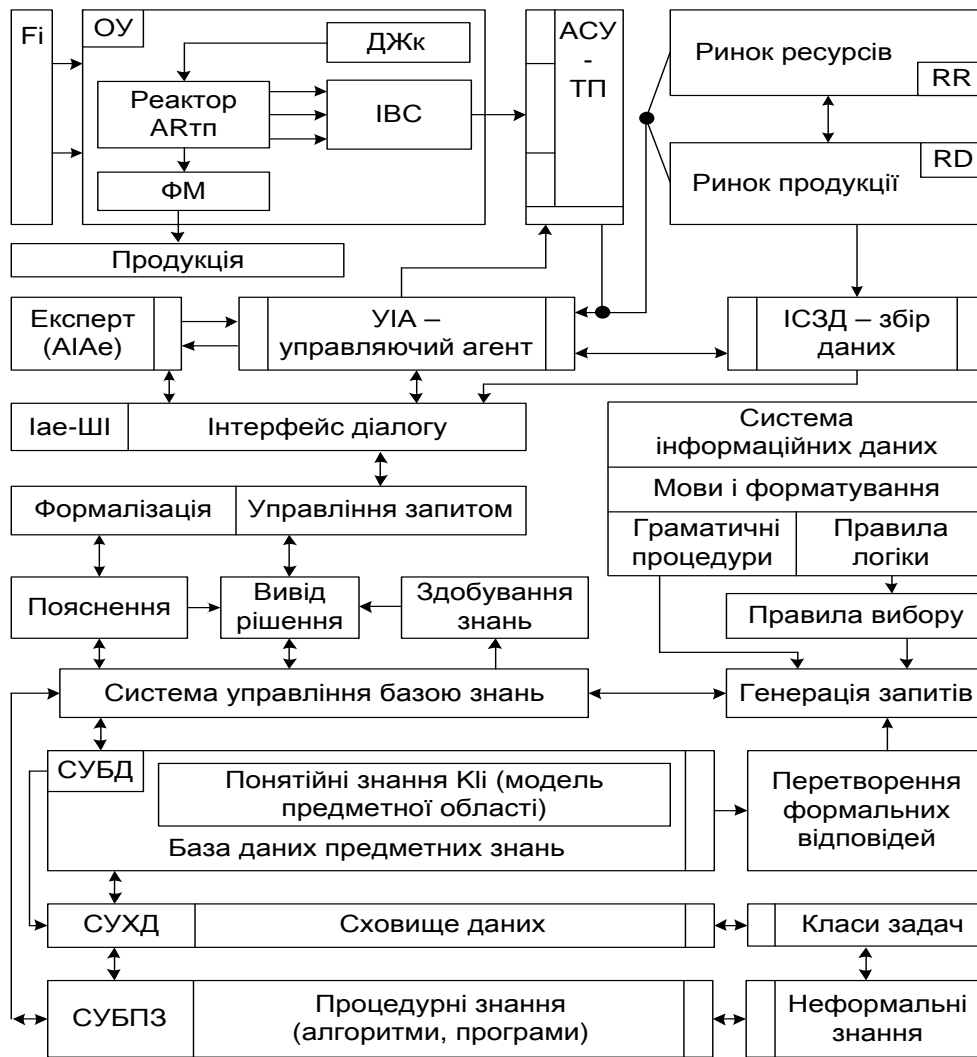


Рис. 6.14. Модель взаємодії агента зі штучним інтелектом, експертом і управляючим агентом ІАСУ-ТП у процесі розв’язання задач координації управління для ліквідації НС в енергоактивних об’єктах техногенної системи:  $F_i$  — джерело збурень;  $OY$  — об’єкт управління (ДЖк — джерело ресурсів);  $AR_{tp}$  — активний реактор технологічного процесу;  $IBC$  — інформаційно-вимірювальна система;  $АСУ-ТП$  — автоматизована система управління технологічним процесом;  $(RR-RP)$  — ринки ресурсів і продукції;  $AIAe$  — активний інтелектуальний агент як експерт у предметно-орієнтованій області;  $UIA$  — управляючий інтелектуальний агент-особа, що координує стратегію поведінки  $АСУ-ТП$ ;  $ІСЗД$  — інформаційна система збору даних;  $IAe-III$  — інтелектуальний агент — експерт зі штучним інтелектом

- спостереження ситуацій і розпізнавання та класифікація образів;
- управління об’єктом згідно з заданими стратегіями.

Отже, носієм ризиків можуть бути:

- $AIAe$  — як експерт, що має невпорядковані знання та нечітку логіку мислення;
- $IBC$  — похибки вимірювальних перетворень і збурення;
- $АСУ-ТП$  разом з  $IA$  — через збій логіки прийняття рішень.

Така комплексна інтелектуальна структура (рис. 6.15) виконує функцію управління об’єктом із певним типом технологічного процесу  $\{TP_j \leftarrow F_i\}$ .



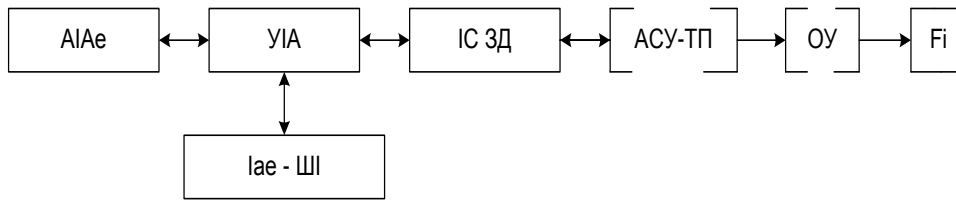


Рис. 6.15. Схема управління ІА об'єктом із певним типом технологічного процесу: *AI Ae* — активний інтелектуальний агент як експерт у предметно-орієнтованій області; *UIA* — управляючий інтелектуальний агент; *Fi* — фактори збудження режиму функціонування об'єкту; *IC3D* — інформаційна система збору даних; *АСУ-ТП* — автоматизована система управління технологічним процесом; *OY* — об'єкт управління; *I Ae-III* — інтелектуальний агент — експерт зі штучним інтелектом.

Під час активного функціонування об'єкта технологічної та управлінської системи, на яку діють збурювальні фактори із зовнішнього середовища та динаміка зміни параметрів *RR* — ринкового середовища, існує ймовірність збою режиму та аварійної ситуації. Задача системи — утримання об'єкта в цільовій області функціонування. Для ефективного розв'язання задач управління необхідно, щоб структура процедур прийняття рішень і структура даних мали спряжене, узгоджене, формалізоване логіко-математичне й інформаційне представлення.

Задача в найзагальнішому змісті — це розв'язання ситуації з невизначеністю, яка передбачає цілеспрямовані дії розв'язувальної інтелектуальної системи для досягнення визначеної мети в цей момент інтервалу часу. Ціль у такій системі — це закодований у розв'язувальній системі (*IRZ*) опис вимог до стану системи, в якій сформована задача.

Інтелектуальний розв'язувач задач (*IRZ*) характеризується алгоритмом функціонування і процедурою пошуку стратегії розв'язання проблеми, задачі, ситуації.

В. М. Глушков [75–78] ввів поняття задаючої і розв'язувальної системи, як можна трактувати інтелектуальні агенти для розв'язування проблемних ситуацій, водночас, відповідно, виділено функціональні призначення (рис. 6.16):

- задаюча система як цілеформуюча інтелектуальна система;
- розв'язувальна система як цілевиконуюча інтелектуальна система синтезу стратегій досягнення мети;
- взаємодія активних систем ( $AS_i \otimes AS_2$ ) як генератор проблемних задач і ситуацій;
- інформаційна система як формувач образу ситуацій ( $Icon\ Sit(t_i \in Tm)$ );
- *AIv* — агент впливу, який формує управлінські дії щодо зміни стратегій поведінки систем  $AS_i, AS_2$ .

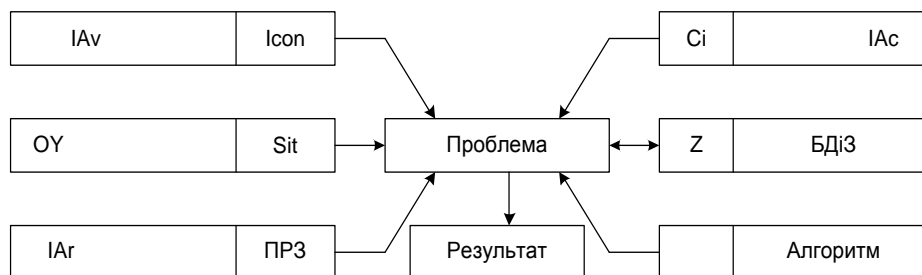


Рис. 6.16. Схема взаємодії активних інтелектуальних систем: *IA* — інтелектуальний агент; *OY* — об'єкт управління; *БДіЗ* — база даних і знань; *Icon* — зображення; *Sit* — ситуація

Схема пошуку процедури (стратегії, алгоритму) має ієрархічну структуру, в якій відбувається логіко-системна взаємодія інтелектуальних агентів когнітивного та машинного типу з системою управління об'єктом із проблемною ситуацією управління.

Спрощена модель пошуку процедури розв'язання задачі управління на основі концепції Глушкова-Рабиновича відображає інформаційний процес розв'язання задачі ситуаційного управління активними інтелектуальними агентами (рис. 6.17).

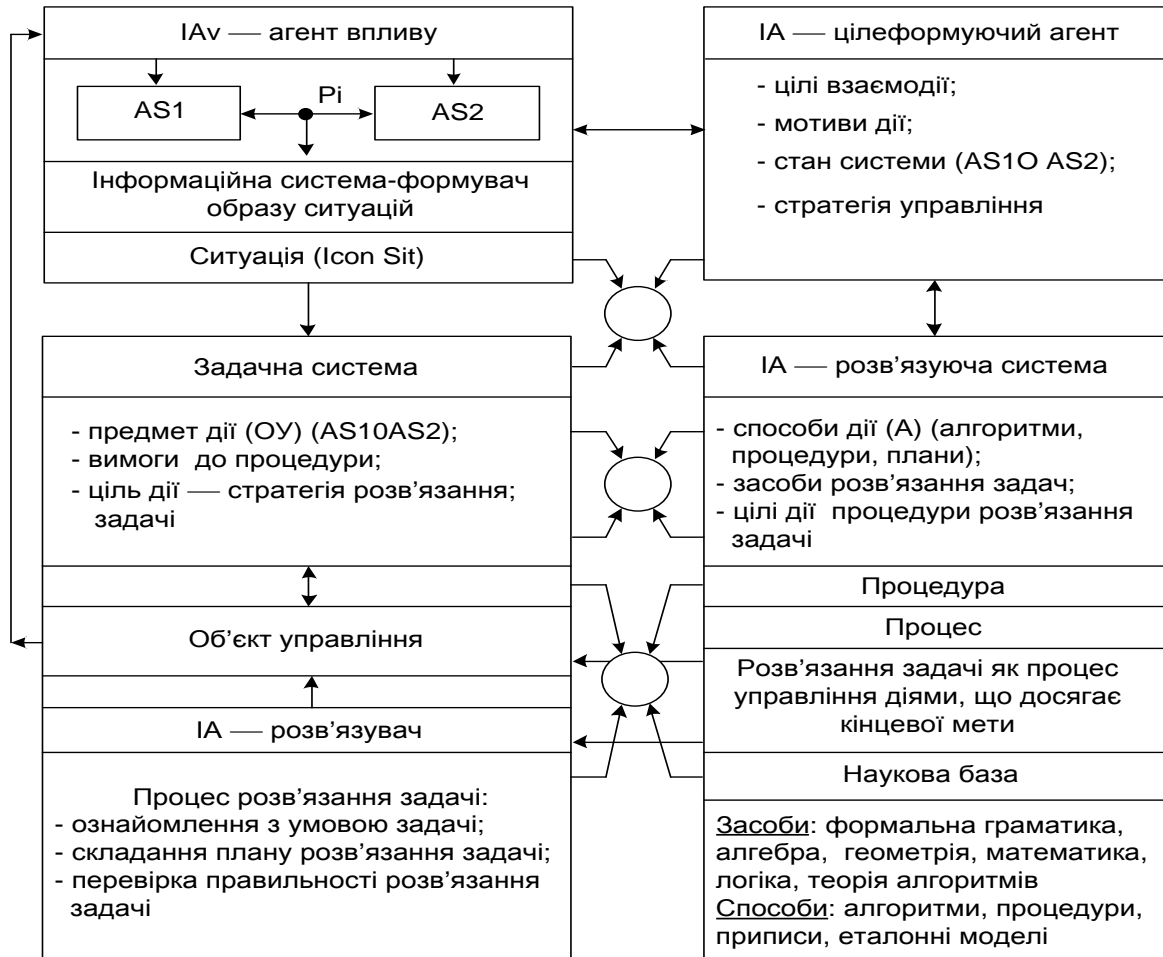


Рис. 6.17. Модель процесу розв'язання задач ліквідації надзвичайної ситуації командою ліквідаторів: *IA* — інтелектуальний агент; *Icon Sit* — образ ситуації; *AS* — активні стани; *OU* — об'єкт управління

### 6.3. Проблемні та ситуаційні задачі в управлінні складними об'єктами

Розглянемо інформативно-інтелектуальні характеристики ситуаційних задач та способи їх класифікації, які виникають під час дії збурень:

$Sit[M_{A_i}] \rightarrow [\exists A \lg A_j (RZ_j)]$  — ситуація, для якої існує еталонний алгоритм розв'язання задачі *ES*;

$Sit[IAL_{A_j}] \rightarrow [\exists A \lg A_j (RZ_i)]$  — ситуація, коли особа (*IAL*) зацікавлена в розв'язанні задачі *RZ<sub>i</sub>* та опанувала процедуру, набір алгоритмів *A<sub>ij</sub>* для її розв'язання;

$Sit[M_{A_j}^-, IAL_{A_j}^-]$  — коли ні експертна система *ES*, ні *IAL* не мають алгоритмами розв'язання проблемних задач.

Відповідно, виділено класи задач щодо наявності алгоритмів і стратегій розв'язання:

1.  $KLZj(IALj \otimes M_{Aj})$  — задачі, які розв'язує людина за допомогою експертної вирішуючої системи з використанням програми  $Пк$  на основі  $(\exists A \lg RZj(Пк))$ .

2.  $KLZj(IALj \otimes \bar{M}_{Aj})$  — задачі, для яких необхідно створювати стратегії, алгоритми програм.

3.  $KLZj(IAL^{-j} \otimes M_{Aj})$  — задачі пошуку алгоритму в базі програм інтелектуального експерта.

4.  $KLZj(IALj \otimes M_{Ak} \Big|_{k=1}^m)$  — задача синтезу алгоритму розв'язання задач та синтезу програм для процедури розв'язання задачі.

5.  $KLZi(\neg \exists A \lg RZi)$  — клас задач, для яких зараз не існує алгоритмів розв'язання, означає проблемну ситуацію (задачу).

#### Інформативні характеристики проблемних задач прийняття рішень

Інформативними характеристиками задач будуть такі процедурні ознаки щодо обумовленості їх змісту:

– задачі добре означені, якщо існують алгоритми і засоби перевірки правильності розв'язку;

– задачі слабо означені, якщо в ІА немає засобів перевірки рішення;

– задачі не діалогові — існує скінченний алгоритм послідовних дій, які досягають кінцевої мети;

– задачі діалогові — алгоритм рішення формується в процесі розв'язання проблеми;

– задача безпошукова — якщо інформація, закладена в умові, базі знань вирішальної ІА, достатня для створення процедури, алгоритму її розв'язання;

– задача пошукова вимагає додаткової інформації від зовнішніх інтелектуальних систем.

Взаємодія інтелектуальних систем (діалог) у процесі розв'язання задач ґрунтується на:

– уточненні умови задачі на основі процедури пошуку додаткових властивостей об'єкта в базі знань;

– визначенні форми представлення даних і результатів;

– на обліку й аналізі обмежень, які характеризують динаміку та структуру об'єкта, програмних систем;

– на систематизації наявних даних і їх інтелектуальному опрацюванні та формуванні новизни знань;

– на висновку про можливість розв'язання задачі наявними методами і засобами;

– на синтезі плану розв'язання задачі і його тестуванні з погляду досягнення мети.

#### Інформаційно-системні аспекти представлення задач

Представлення задач в просторі станів. Повне представлення задач у цільовому просторі станів об'єкта охоплює опис:

– структури  $(R^n \times Tm)$  — простору;

– станів  $R, T$  — континууми;

– всіх можливих станів системи;

– початкового стану;

– цільового стану;

– завдання класу операторів  $A_i$  щодо переходів від одного стану до другого на основі стратегій  $\{\exists Strat(DCi / Ui, Ai /_{i-1}^m) : (AiUi) : Zi \rightarrow Zi+1 / \tau_i \in Tm\}$  з управліннями  $\{Uij\}$ .

Процедура пошуку розв’язку в просторі станів полягає в пошуку послідовності дій операторів  $A_i$  під управлінням  $Uij$ , які перетворюють початковий стан у цільовий (план пошуку маршруту — алгоритм) об’єкта управління, згідно з метою, на підставі стратегії прийняття рішень процесором або інтелектуальним агентом.

Метод декомпозиції задачі. Таке представлення задачі полягає в розбитті проблеми на підзадачі, які мають розв’язок. На основі локальних розв’язків будується загальний сумарний у вигляді комбінацій структур  $\left\{ \wedge_i \otimes \left( \wedge_i R \vee_K \right) \right\} \left\{ \otimes \vee_n \right\}$ .

На основі розбиття структури задачі будується граф редукції задачі  $A \equiv \{B, C, D / E, F, G, H, I\}$ .

Тоді, згідно з умовою, маємо схему генерації гіпотези (рис. 6.18):

$$\left. \begin{array}{l} H_1 : \exists PRZ_1(E, F) \Rightarrow PRZ(B) \\ H_2 : \exists PRZ_2(G) \Rightarrow PRZ(C) \\ H_3 : \exists PRZ_3(H, I) \Rightarrow PRZ(D) \end{array} \right\} \Rightarrow (\exists PRZ(PSitA) \Rightarrow (\exists StratRPSitA)),$$

де  $PRZ_i$  — процедура розв’язання проблемної задачі.

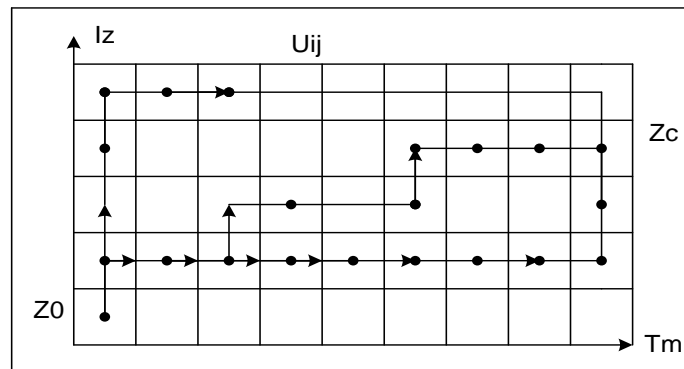


Рис. 6.18. Схема генерації гіпотези:  $T_m$  — інтервали часу;  $Uij$ , — пошук маршруту - алгоритму управління;  $Iz$  — інтелектуальна задача

Процедуру представлення процесу розв’язання задачі формуємо на підставі генерації дерева рішень (рис. 6.19).

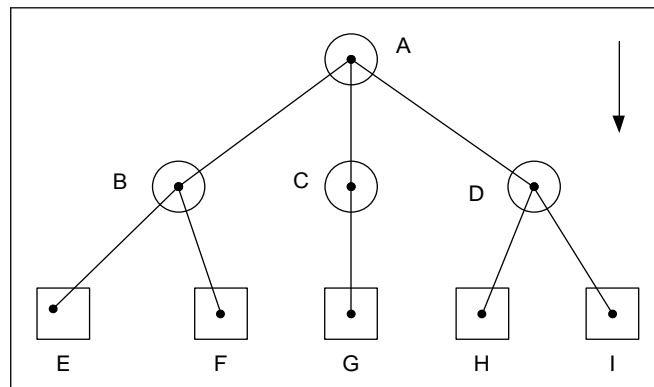


Рис. 6.19. Схема генерації дерева рішень

Тоді процес можна записати через систему логічних умов:

$$\left. \begin{array}{l} (PRZ(E) \wedge PRZ(F)) \Rightarrow PRZ(B) \\ PRZ(G) \Rightarrow PRZ(C) \\ PRZ(H) \wedge PRZ(I) \Rightarrow PRZ(D) \end{array} \right\} \Rightarrow \bigvee_{i=1}^3 PRZ(B, C, D) \mapsto A.$$

### 6.3.1. Представлення логічної структури задачі управління

Представлення задачі у вигляді теорем. Логіко-математичні задачі можуть бути сформульовані у вигляді теорем, які необхідно довести (головоломки, ігрові задачі, прийняття рішень, планування дій, синтез стратегій) [142, 143, 264, 333, 412].

Структура задачі формується у вигляді ланцюга системних та логічних перетворень даних про стан та ситуацію в об'єкті управління. Задача утворюється логічним генератором, який входить у структуру активного інтелектуального агента когнітивного типу (рис. 6.20).

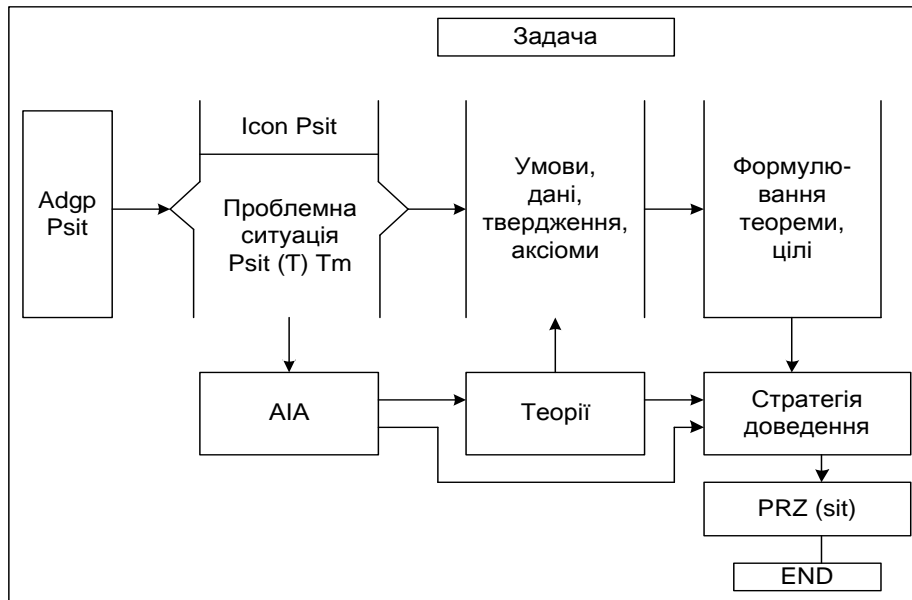


Рис. 6.20. Логічний формувач задачі (AIA): *Icon Sit* — *представлення ситуації*; *Psit (T)* — *розвиток проблемної ситуації в часі*; *AIA* — *активний інтелектуальний агент*; *PRZ (sit)* — *процедура розв'язання проблемної задачі (ситуації)*

Стратегія розв'язання проблемної задачі у вигляді теореми ґрунтується на основі композиції базових аксіом. Процес розв'язання проблемної задачі заснований на процедурі деконпозиції і на підставі використання інтелектуального генератора схеми послідовних дій логічного виводу та доведення теорем як основи алгоритму (рис. 6.21), згенерованого інтелектуальним агентом.

Для розв'язання задач з ієрархічною структурою необхідно комбінувати всі вищенаведені методи. Окремо можна виділити евристичний метод синтезу стратегій, заснований на генерації підцілей, — універсальний вирішувач (розв'язувач) задач управління — (*GPS*) [16, 346, 413]. Ціль задається у такому вигляді: застосувати оператор  $A_i$  до ситуації  $Sit(t_j | PC_i)$ , який виокремить деякі відмінності між еталонним планом поведінки та цією ситуацією і досліджуваною системою. *GPS* тоді виступає схемою направлено пошуку на основі таблиці подібнос-

ті (відмінності) за відповідним алгоритмом, який має сходитися до цільового стану. Збіжність процедури розв'язання задач у *GPS* важко гарантувати на основі емпіричних тверджень.

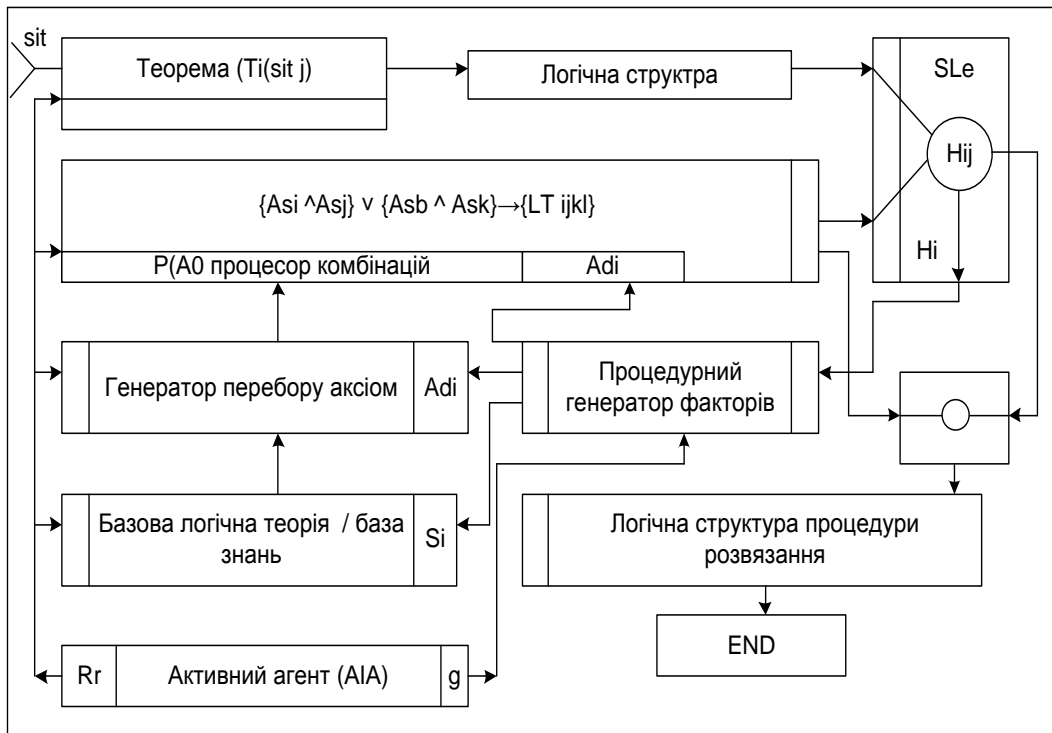


Рис. 6.21. Схема інтелектуального генератора процедури розв'язання логічних задач активним інтелектуальним агентом (AIA) у вигляді теорем:  $AD_{gr}$  — активний об'єкт генерації проблемних ситуацій у вигляді образу (*Icon Sit*); AIA — активний інтелектуальний агент;  $IGPR(LZ)$  — інтелектуальний генератор процедури розв'язання логічних задач;  $Adi$  — аксіом;  $\{Asi|_{i=1}^n\}$  — системи аксіом;  $PC_A$  — процесор комбінації аксіом;  $PGA_{di}$  — процедурний генератор актів дій

Відповідно, в процедурі GPS можна виділити такі проблеми:

- проблема перетворень правдоподібності образів ситуацій;
- проблема оцінки образів ситуацій у просторі станів та цілей;
- проблема побудови структури простору станів;
- проблема класифікації образів ситуацій;
- синтез критеріїв для вибору методів розв'язання проблеми;
- нормалізація класів ознак;
- синтез стратегій побудови правил прийняття рішень для досягнення мети виграшу.

### 6.3.2. Процес розв'язування задач ситуаційного управління

Модель вирішувача задач в інтегрованих інтелектуальних системах управління будуватиметься на підставі інформаційних технологій.

Вирішувач інтелектуальних задач — система, яка сприймає формалізований опис задачі з предметної області, в якій існує проблемна ситуація, і на основі цього опису, згідно з правилами  $\Pi_R$ , розробляє план її вирішування.

Схема рішень у системі СППР:

1. Аналіз поточної ситуації  $\{Sit_0(PS) \rightarrow Sit_j(PS)\}$ .
2. Порівняння поточної ситуації з еталонною цільовою на основі процедури  $\Pi_R$ :

$$\Pi_R : \left\{ \begin{array}{l} Sit_j(PS) \Leftrightarrow Sit_E(PS / Ci) \rightarrow End \\ Sit_j(PS) \Leftrightarrow Sit_E(PS / Ci) \Rightarrow Sit_K(PS) \Rightarrow [\dots] \Leftrightarrow [Sit_m(PS) \neq Sit_E(PS / Ci)] \end{array} \right\},$$

де  $Sit(PS / Ci)$  — ситуація в проблемній системі щодо цільового стану  $Ci$ .

3. З'ясувати, які правила  $\Pi_{R_j}$  необхідно використати (операторам), щоб зменшити розбіжності між поточним і еталонним образом.
4. Послідовно застосовувати набір правил  $\Pi_{R_j} (j = 1, N)$ , поки не настане подібність поточного і цільового образу.
5. Повернутися на П1.

Типи задач, які може вирішувати інтелектуальний агент СППР.

Задамо правила:

$\Pi Z_1: T(A, B), \exists \Pi_R(T): A \rightarrow B$  — переведення ситуації  $A$  до ситуації  $B$  на основі оператора  $T$  в правилі  $\Pi_R(T)$ .

$\Pi Z_2: C(D, O, A, B), \exists \Pi_R(D, O): SitA \xrightarrow{di} SitB$  — переведення ситуації  $A$  до  $B$  за допомогою оператора  $D$  з мінімальною відмінністю  $d_i \in D$ .

$\Pi Z_3: R(O_i, A), \exists \Pi_R(O_i / A); O_i: Sit A \rightarrow Icon X$  — застосувати оператор  $O_i$  до ситуації  $A$  і сформуванати новий образ  $Icon X$  ситуації.

Ці схеми можуть бути застосовані до вирішення класу задач, незалежно від предметної області. На попередньому етапі необхідно зафіксувати перелік задач, в яких можливі відмінності між поточною і бажаною ситуацією, встановити перелік операторів, які узгоджують ці відмінності.

Взаємозв'язок задач у процесі розв'язання проблеми управління

Нехай маємо:  $S = Sit(t_0)$  — початкова ситуація в системі,  $Q = Sit(Q / Tm)$  — бажана (цільова) ситуація в просторі станів ОУ та цільовому системі управління.

Відповідно, формуємо логічне правило:

Правило 1

$$\text{ПП1, Якщо} \left\{ \begin{array}{l} 1.0 \exists d_T \in D, d_T < d \min : T(S, Q) : \Pi_R(T) : (IconS \equiv IconQ) \\ 1.2 \exists d_T \in D, (d_T > d \min) : (IconS \neq IconQ) \end{array} \right\} \text{ —}$$

то переходимо до нового правила, яке може зменшити відмінність образів:

Правило 2

$$\text{ПП2, Якщо} \Pi_R [C(D, O, A, B)] : \exists Q_j \subset O, O_i : (d \rightarrow d_{\min}^* \leq d_{\min}) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2.1 \Pi_R(D, O_i) : (IconS \equiv IconQ) \mapsto End \\ 2.2 \Pi_R(D, O_i) : (IconS \neq IconQ) \mapsto [\Pi_R(O, S)] \end{array} \right. \text{ —}$$

то переходимо до нового правила, згідно з яким встановлюються умови  $\{Hi\} \subset H$ , за яких оператор  $\{Oj\} \subset O$  може бути застосований до ситуації  $S$ , для якої маємо:

$$\begin{cases} 3.2. T(S^*, Q) : \exists \Pi_R(T) : (S \rightarrow S^* \rightarrow Q / H) \rightarrow [End] \\ 3.3. T(S^*, Q) : \neg \exists \Pi_R(T / H) : (S \rightarrow S^m \rightarrow \dots Q) \Rightarrow \end{cases}$$

тоді виникають дві нові підзадачі:

- $T(S, H), \exists \Pi_R(T_n) : (S \rightarrow H)$ ;
- $T(H, Q), \exists \Pi_R(T_m) : (H \rightarrow Q)$ .

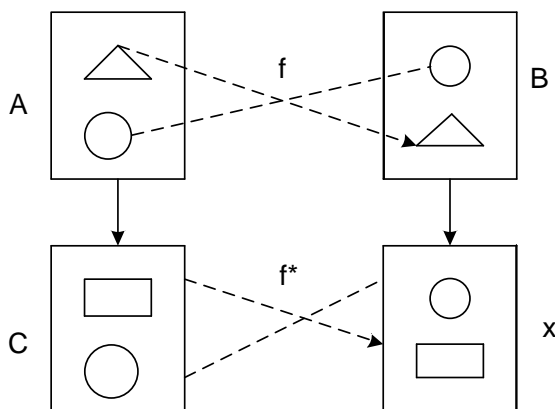
Основна проблема вибору правил і операторів — визначення алгоритму (процедури) класифікації тих варіантів, що можуть закінчити цикл рішень із врахуванням причинно-наслідкових зв'язків у межах бази знань інтелектуальної системи.

Інтелектуальна система, як вирішувач задач, повинна мати загальні інтелектуальні процедури, придатні для вирішення широкого класу задач. Ці процедури в процесі застосування повинні породжувати нові знання на основі наявної бази знань, нові алгоритми вирішення конкретних задач на основі знань та аналізу алгоритмів і правил прийняття цілеорієнтованих рішень.

Задачі пошуку аналогій в оцінці ситуації

В основі більшості методів міркування за аналогією лежить схема квадрата Лейбніца (рис. 6.22). Отже, розглянемо задачу пошуку геометричних аналогій ( $Z_{PA}$ ).

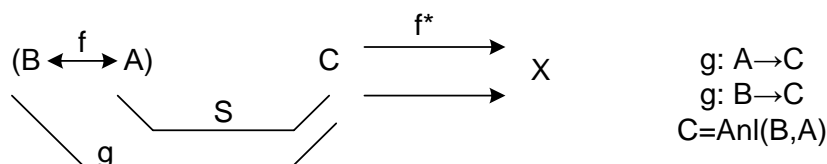
Нехай:  $\{Z_{PA}$  — задача пошуку аналогій на множині фігур  $\{A, B, C\}$ . Необхідно знайти фігуру  $X$  на основі співвідношень  $Anal\ g\ X \leftrightarrow g(f \circ A)$   $g : A \rightarrow C$ , відповідно до якої  $Anal : \{(B \xleftarrow{f} A) \wedge (C \xrightarrow{g} X)\}$  якщо  $B = f(A), C = g(A)$ , тоді отримаємо аналоги структури



ри у вигляді  $X_1 = f(C)^* = f(g(A))$   $A \xrightarrow{f} B$   
 $X_2 = g(B) = g(f(C))$   $C \xrightarrow{f} X$ .

Рис. 6.22. Схема квадрата Лейбніца

Водночас діаграма процедури пошуку задається у вигляді:



Для геометричних фігур маємо, згідно з метою, процедуру створення образу  $X$ , отриманого за допомогою перетворення  $f$  на основі схеми аналогій (рис. 6.22).



**Висновки до розділу 6**

1. Складні інтегровані людино-машинні керовані системи охоплюють когнітивну інтелектуальну, процесорну компоненту та глибинну оперативну пам'ять, які забезпечують необхідні вміння для реалізації інформаційної та інтелектуальної діяльності під час формування і реалізації рішень щодо управління складним об'єктом на підставі знань, які закладені в них під час навчання.

2. Мотивація в когнітивних системах оператора забезпечує загальні плани дій, пов'язана з видом свідомості як способом відображення сценарію цілеорієнтованих дій та охоплює два елементи системи усвідомленої цілеспрямованості: дискурсивну свідомість як спосіб опису дій в уяві за допомогою слів та практичну свідомість як відображення дій агента у вигляді послідовних сценаріїв та образів ситуації.

3. Розроблено інформаційну технологію оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі когнітивної теорії.

4. У структурі інтелектуального агента типу «Я–система» потоки інформації обробляються в паралельно-послідовних нейроструктурах із функціонально-розмитими і проникаючими областями та смугами нейроінформаційної взаємодії, на основі якої формуються інтелектуальні процеси усвідомлення проблеми та віднайдення способів їх розв'язання згідно з цілеорієнтацією «Я–система».

5. Розроблено інформаційну схему інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій та розв'язання задач протиаварійних рішень.

6. Процес формування понять ґрунтується на індукції, яка реалізується за допомогою узагальнення моделей конкретних об'єктів (структурних і ознакових), а також на підставі логіко-математичних операцій над поняттями.

7. Для розв'язання задач управління об'єктами з різною складністю структури ієрархії та під час дії факторів збурень важливо завчасно конструктивно сформулювати проблемну ситуацію, провести декомпозицію задач, сформулювати стратегії розв'язання задач та процедури прийняття рішень.

8. Обґрунтовано когнітивні знаннєві компоненти факторів впливу на прийняття рішень.

9. Доведено, що схема пошуку процедури (стратегії, алгоритму) має ієрархічну структуру, в якій відбувається логіко-системна взаємодія інтелектуальних агентів когнітивного та машинного типу з системою управління об'єктом із проблемною ситуацією управління.

10. Розроблено інформаційно-когнітивну систему взаємодії «особа – система» в режимі діалогу, обґрунтовано структурну організацію систем, у яких можливі виникнення аварійних ситуацій, та виявлено особливості процесу розв'язання задач ситуаційного управління.

11. Розроблено когнітивну функціональну структуру професійної діяльності оператора.

## РОЗДІЛ 7

# ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АКТИВІЗАЦІЇ КОГНІТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

### 7.1. Слабоформалізовані і неформалізовані задачі управління системами

Класи неформалізованих задач прийняття рішень і управління складними ієрархічними системами (системні, ресурсні, інформаційні, структурні) характеризуються тим, що під час дії факторів маємо такі ситуації, які визначають спосіб управління в нормальних умовах і в граничних станах:

- великий обсяг простору пошуку причин, зміни режимів динаміки складної системи, їх причинних, логічних, функціональних зв'язків;
- неможливість забезпечити представлення параметрів і опис ситуацій тільки в числовій формі, необхідно відобразити зміст образів і їх сприйняття;
- розмита стратегічна мета та моделі тактики її досягнення;
- складність моделювання динаміки всієї ієрархічної структури;
- не існує алгоритмічного розв'язку стратегічної задачі управління для ієрархії (від нижнього до верхнього рівня);
- різноманітність об'єктів, зв'язків, операцій управління, контролю, прийняття координаційних рішень, розмитість цілей;
- неоднозначність, неповнота даних про стан об'єктів на всіх рівнях агрегування та ієрархії, міжрівнева розмитість зв'язків;
- неоднозначність, помилковість, неповнота та суперечливість знань про структурну організацію системи і динаміку та граничні режими технологічних процесів, факторів збурень і ресурсні атаки.

Відповідно, можна сформулювати типи експертних та управлінських задач, розв'язання яких забезпечує ефективне управління в нормальних і граничних режимах:

- функціонування об'єктів і їх оперативне управління;
- методи і моделі інтерпретації даних як основа інтелектуалізації процедури визначення змісту та структури ситуації в ОЦ;
- процедури діагностики стану ОЦ, режимів функціонування, оцінки міри наближення до граничних і аварійних режимів;
- процедури і моделі інформаційного контролю за результатами управлінських дій і збурювальних факторів;
- прогноз ситуацій, сценаріїв подій на основі моделей причинно-наслідкових зв'язків;
- стратегії планування для досягнення мети ієрархії, відповідно до наявних ресурсів, суперечливості в локальних цілях при розмитій інформації про поточну ситуацію.

Виділяють такі інтелектуальні процедури когнітивного характеру, які забезпечують формування і прийняття управлінських рішень за допомогою експертних систем та СППР і виконуються підготовленим оперативним персоналом:

- формування висновків про ситуацію в ОЦ на підставі аналізу повних, неповних та ненадійних знань;
- здатність оцінити ситуацію на основі висновків про стан системи;
- здатність поповнювати знання, формалізувати і переводити їх в абстрактні структури та категорії;

- здатність до креативних рішень в умовах НС, нечітких знань та правил;
- здатність оцінювати свої когнітивні можливості під час формування і прийняття рішень згідно зі стратегічними цільовими задачами.

Ефективне формування рішень в ієрархічній системі залежить від двох підсистем управління:

- локальне управління АСУ-ТП;
- автоматизоване оперативне управління з експертною підтримкою СППР.

Якщо для систем малого бізнесу з керівником-власником ризику і їх подолання — його справа, то в ієрархічних системах розподіляються повноваження і відповідальність за рівнями ієрархії з певною вагою для кожного члена оперативно-управлінської команди [139].

Відповідно, можна виділити фактори ризику та ідентифікувати їх структуру:

- зовнішні ризики: зміна політичної і ринкової ситуації, податкової політики, блокування матеріальних, енергетичних та фінансових ресурсів через зовнішні загрози й атаки, природні та екологічні катастрофи;
- внутрішні ризики техногенного і когнітивного типу, які мають системний інформаційний та технологічний характер.

#### ***7.1.1. Проблемні граничні та аварійні ситуації***

Розглянемо граничні та аварійні режими функціонування в виробничих локальних та корпоративних системах, які виникають у термінальному часі під час дії факторів активного впливу:

- проблемні ситуації експлуатаційного типу;
- низький рівень підготовки робітничого й управлінського персоналу щодо технологічних знань і прийняття оперативних рішень (знаннева компонента);
- фактори ризику через проектні помилки і будівельні роботи;
- непрогнозовані руйнування конструкцій через перевантаження;
- зловмисні дії персоналу, спрямовані на зрив виробництва через виявлення конфліктів між групами і в групах оперативного управління (в прихованій та відкритій формі);
- низький знанневий і когнітивний рівень в управлінців верхнього рівня та правління, нездатних сформувати ефективну цілеорієнтовану стратегію;
- дезінформація верхніх рівнів щодо реальної ситуації під час експлуатації енергоактивних об'єктів великої одиничної потужності, що може призвести до ризиків виникнення аварійної ситуації;
- низький рівень мотивації виробничого та оперативного персоналу.

Відповідно, також можна виділити когнітивні, інформаційні компоненти ризику під час формування управлінських дій в організаціях і адміністративних структурах, які залежать від психології особи, коли вона виконує управлінські оперативні дії, помилки в яких призводять до:

- проблемних ситуацій під час реалізації глобальних стратегій через низький професійний рівень, психологічну нестійкість, нездатність швидко формувати рішення;
- стратегічні цілі і нормативні документи ще не є підставою для ефективного управління при низькому рівні мотивації і ціннісної орієнтації;
- групи оперативного управління не забезпечують ефективне прийняття рішень, якщо відчувають до себе зневажливе ставлення керівників вищого рівня, хоча і можуть мати високий професійний та інтелектуальний рівень підготовки;
- позиційні конфлікти і групові стратегії протидії, які виникають за неправильного розподілу відповідальності, повноважень, матеріальних та фінансових заохочень;

– координаційне управління як засіб узгодження для всіх рівнів управлінської ієрархії щодо розв'язання конфліктних ситуацій.

Фактори ризику і розвал структур нижнього та верхнього рівня виробничої системи, організації виникають, якщо під час формування і прийняття управлінських рішень не враховувати вищенаведені положення.

### ***7.1.2. Ризики стратегій управління процесом прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях***

Ризики стратегій управління в структурно-організованих та ієрархічних цілеорієнтованих системах виникають, якщо представники керівної ланки характеризуються низьким рівнем аналітичного, логічного мислення в процесі розв'язання проблемних ситуацій, низькою психологічною стійкістю до загроз, не можуть і не вміють приймати адекватні в ситуації рішення.

Управління на основі інтелектуального ресурсу людини характеризується високим рівнем когнітивних характеристик:

- аналітичним і логічним мисленням;
- високим рівнем контролю за своїми діями, які обґрунтовані метою;
- самооцінка, психологічна стійкість;
- здатність формулювати стратегії;
- переорієнтувати цільові завдання;
- цілеспрямованість і наполегливість для досягнення мети;
- здатність до компромісів під час формування і прийняття стратегічних рішень, впевненість у собі і в діях;
- адаптивність до ситуацій та відповідальність за свої дії і персонал.

Управління на основі інтелектуального ресурсу команди та інформаційних технологій і засобів підтримки рішень за сприяння верхнього рівня ієрархії є найбільш ефективним, оскільки на сучасному рівні розвитку виробничих, соціально-комунальних, телекомунікаційних, транспортних систем неможливо одній особі прийняти правильні рішення. Оскільки складні системи мають ієрархічну структуру з участю людини (ОПР) на всіх рівнях, то від ефективності на всіх рівнях, як у командному, так індивідуальному режимі, залежить функціональна і стратегічна стабільність роботи в нормальних ситуаціях (режимах) та під час дії факторів впливу, екстремальних і аварійних станах об'єкта і системи керування.

Відповідно, для таких систем АСУ на перший план, крім знанневих і професійних компонент особи, виходять психологічні, когнітивні, інтелектуальні, фізіологічні характеристики, необхідні для стабільного управління технологічними системами.

Для оцінки ситуації та прийняття рішень важливими є такі знання та вміння:

- коректність в обміні і представленні даних про стан об'єкта, їх конструктивність;
- чітка інтерпретація ситуативних даних;
- виявлення причинно-наслідкових зв'язків під час оцінки дії факторів збурень;
- вміння вести інформаційний діалог в екстремальних і нормальних ситуаціях;
- вміння правильно інтерпретувати сенсорну інформацію в логіко-аналітичній та образній формі;
- формувати управлінські дії та прогнозувати їх наслідки;
- ефективно протидіяти факторам впливу на режим і динаміку об'єкта та структуру процесу управління.

Для роботи в команді без конфліктів кожному члену команди необхідно вміти:

- конструктивно обмінюватися думками про ситуацію в нормальному й аварійному режимі;
- чітко брати на себе відповідні повноваження і, якщо потрібно, перебирати лідерські функції у випадку, коли інші члени команди не здатні на це;
- знаходити нестандартні рішення в екстремальних ситуаціях та брати на себе ініціативу;
- не підставляти членів команди через власні помилки;
- використовувати як особисті, так і командні знання у вирішенні складних ситуаційних і стратегічних задач управління на всіх рівнях ієрархії;
- будувати стратегії і тактики виходу з екстремальних та ризикових ситуацій за короткий час, брати на себе відповідальність, вміти переконати членів команди в їх ефективності;
- на підставі когнітивних методів будувати моделі образів ситуації та швидко сформулювати в своїй уяві сценарії розвитку подій та їх наслідки.

Для забезпечення мінімального ризику функціонування складних систем необхідно забезпечити високу якість як технологічної структури, так і управлінської за участю людини.

Зазначені погляди на причини виникнення катастроф аварій і ризиків вказують на людський фактор. Концепції, ресурси й інформаційні засоби зниження рівня ризику з використанням когнітивної психології є підставою для створення ефективних управлінських команд. Вони з експертною і СППР можуть забезпечити високу ефективність колективного управління на основі координаційних стратегій та когнітивного тренінгу особи для підвищення психологічної й інтелектуальної стійкості у прийнятті та виконанні рішень в екстремальних і аварійних умовах.

### **7.1.3. Стратегічні позиції в ієрархічних структурах під час формування управлінських дій**

Розглянемо різні аспекти проблеми ризику під час прийняття рішень у складних ієрархічних системах з активною управлінською компонентною і стратегічною цілеорієнтацією та виділимо класи таких систем [3, 183, 255, 257, 265, 408, 413]. Для такого типу систем характерна ієрархічна організація та структурна інтеграція підсистем (рис. 7.1).

Відповідно до концепції, можна виділити такі ієрархічні рівні:

- агрегації технологічних процесів та ресурсних потоків;
- АСУ-ТП та локального оперативного управління;
- оперативно-командного управління;
- адміністративно-ситуаційного управління з цілеорієнтацією;
- стратегічного цілеформуючого управління;
- промислової, ресурсної та управлінської інтеграції;
- стратегічної фінансової інтеграції.

Отже, кожному рівневі складних інтегрованих систем відповідає позиційна стратегія. Набір стратегій для кожного рівня утворює узгоджені і взаємопов'язані класи щодо цілегенеруючої структури.

Для жорсткого управління ієрархічною інтегрованою структурою (ПС), відповідно, розроблено класи стратегій  $\{KL_{ij}(StratU | C_{ij})\}$  — локального типу, які узгоджені з класами глобальних стратегій і тактик,  $\{KL_{GK}(C_i | Takt_i \cdot RC_{ij})\}$ , які забезпечують реалізацію мети без виникнення міжрівневих конфліктів.

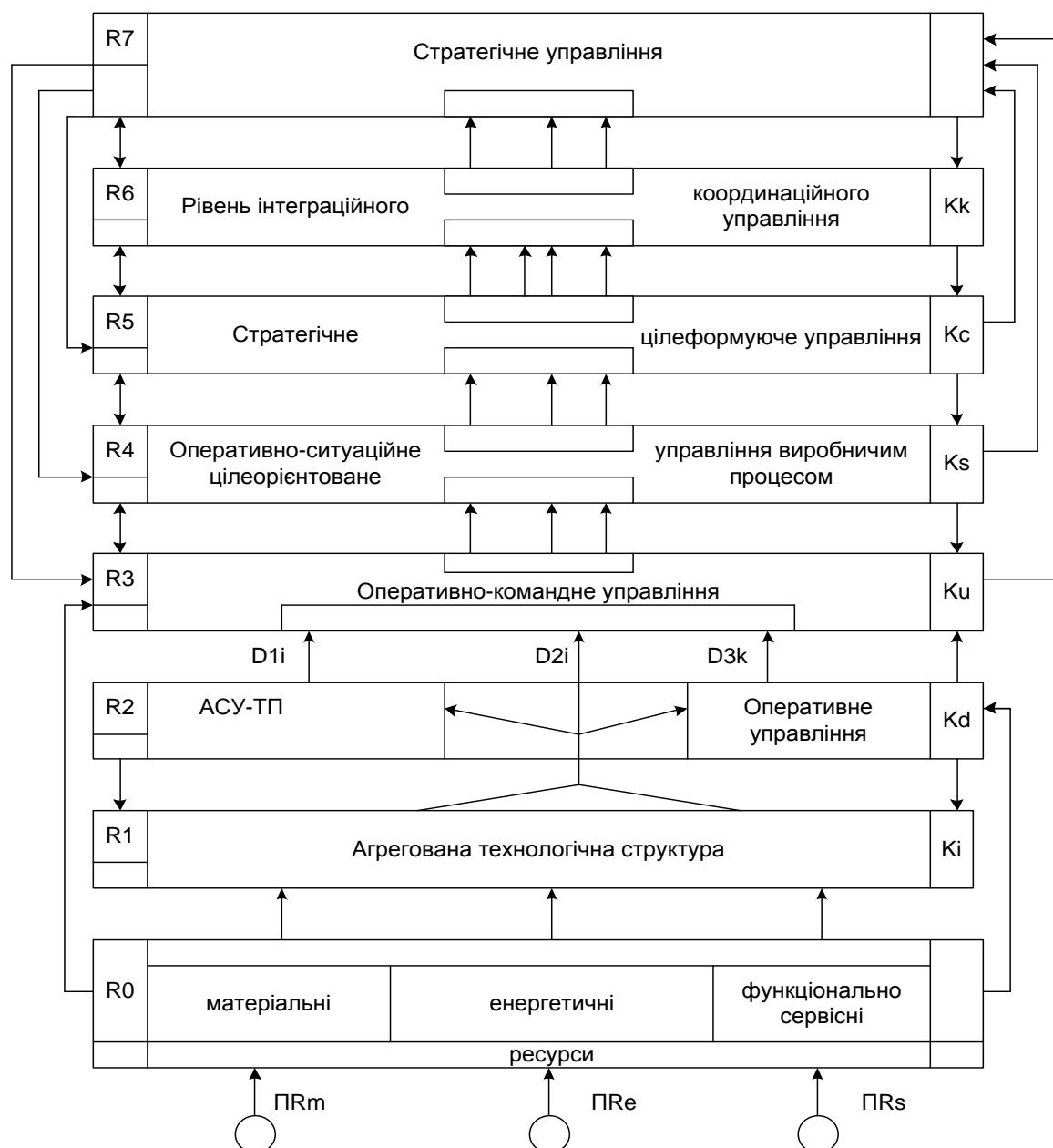


Рис. 7.1. Рівні ієрархічної організації техногенної системи: АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом;  $D$  — дія;  $PR$  — прийняття рішень;  $K_i$  — команди управління

Згідно з таким підходом виділяються такі системно-функціональні компоненти:

- ієрархічні організаційно-управлінські структури;
- ієрархічні виробничі агреговані структури з АСУ-ТП;
- ієрархічні класи стратегій і тактик реалізації локальних та глобальних цілей на основі генерації планів управлінських дій згідно з ситуацією.

Відповідно, для кожного рівня ієрархії формується оперативно-командний персонал, здатний за відповідного рівня підготовки реалізувати плани і стратегії досягнення чітко сформульованої мети [417, 420, 422].

Невідповідність рівня профпідготовки, оперативних і психологічних якостей, когнітивних характеристик впливає на здатність особи в певному типі ієрархії приймати відповідні

рішення. Невиконання цих рішень призводить до конфліктів, аварій, розвалу структури системи, що, відповідно, підтверджує актуальність дослідження проблеми управління ПС.

### 7.2. Системна та когнітивна концепція формування стратегій у цільовому просторі системи

Розглянемо схему впливу загроз на структуру ПС (рис. 7.2). Відповідно до схеми, виділено рівні ієрархії системи та типи ситуації прийняття рішень:

- агрегатний рівень потокової лінії виробництва (енергоблок, виробнича лінія і т. ін.);
- рівень АСУ-ТП з  $N$ -мірною структурою, інформаційний базис якої утворюють моделі просторів стану агрегатів  $(PS_{Ai})_{i=1}^n$  та модель простору станів повного об'єкта  $N_m PS_{OY}$ , моделі цільових просторів агрегатів  $(PC_{Ai})_{i=1}^n$  та модель цільового простору системи  $N_m PC_{jOY}$  з  $j$ -ою ціллю з класу допустимих, виконавчі управлінські процесори, інформаційні канали обміну даними  $IK(OD_i)$ ;

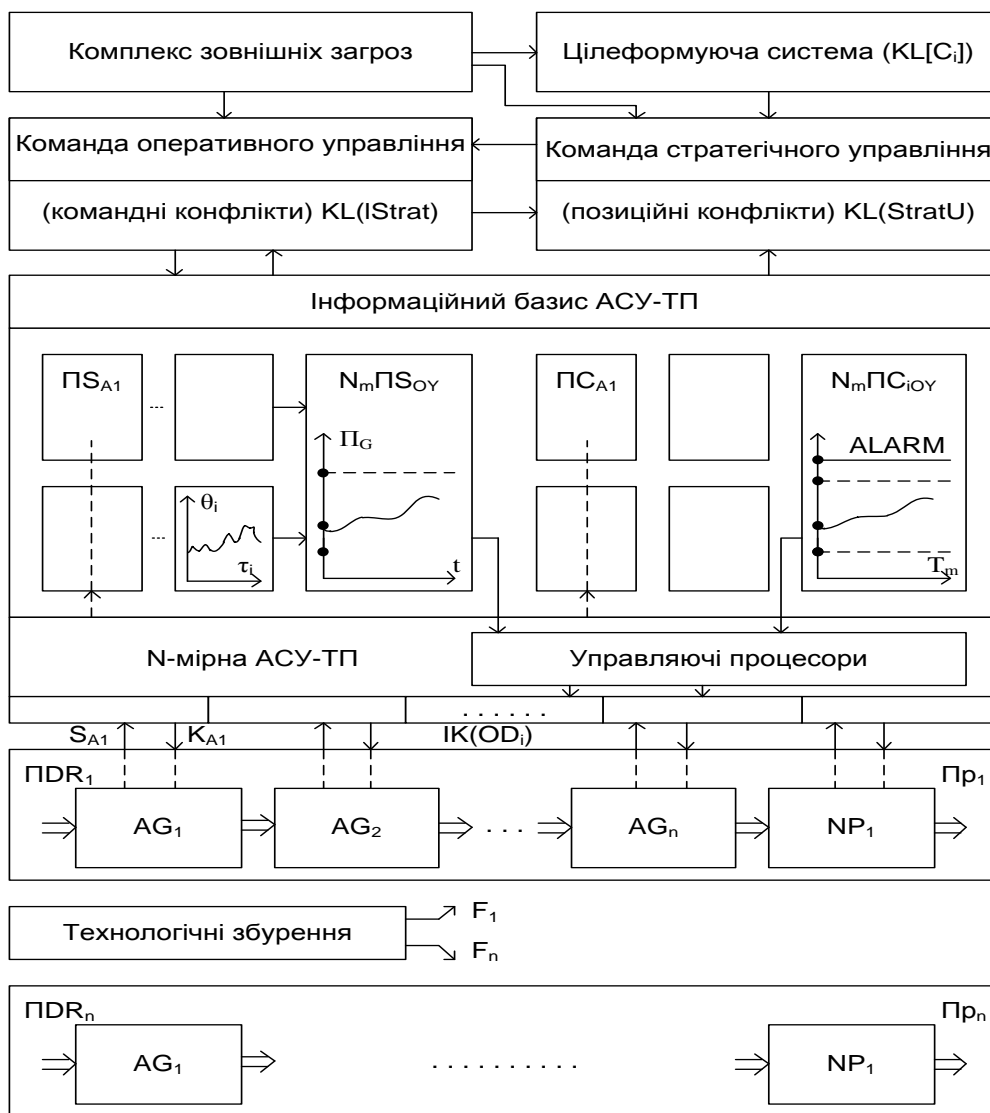


Рис. 7.2. Схема впливу загроз на  $N$ -мірну ПС: АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом;  $KL C_i$  — класи системи;  $KL (I Strat)$  — класи інформаційних стратегій;  $KL (Strat U)$  — класи стратегій управління;  $PS$  — простір стану;

$N_m \text{ПС}_{OY}$  —  $n$ -мірний простір станів об'єкта управління;  $N_m \text{ПС}_{OY}$  —  $n$ -мірний простір системи об'єкта управління;  $t_i, \tau_i$  — часові параметри;  $IK(OD_i)$  — інформаційні канали обміну даними;  $F_i$  — фактори впливу;  $PDR_i$  — простір дерева рішень;  $Pr$  — прийняття рішень;  $AG_i$  — агрегати;  $NP_i$  — надзвичайна подія

– рівень оперативного управління з класом локальних нормованих стратегій управління  $KL (I \text{ Strat } U)$ , на якому можуть виникати позиційні командні внутрішні конфлікти, а також спровоковані зовнішні та граничні режими агрегатів;

– рівень стратегічного управління з класом оперативних антикризових стратегій управління виробництвом згідно зі стратегічною метою  $KL (AR \text{ Strat } U | C_i)$ , в якій можуть виникати як позиційні (за місце в ієрархії), так і зовнішні впливи, що може призвести до конфліктів та зриву технологічного процесу;

– рівень цілеформуєчої системи, яка задає стратегічні цілі на основі рішень верхнього корпоративного управління, що можуть мати певний рівень конфліктності між групами, які формують рішення, що може призвести до дезінформації нижніх управлінських та технологічних рівнів.

У таких ієрархічних структурах технологічні збурення, несправності можна ліквідувати згідно з правилами експлуатації відповідно до технологічної документації, тобто збурення і конфлікти інформаційно-когнітивного характеру, пов'язані з управлінською діяльністю й обробкою даних, мають прихований характер і можуть спровокувати аварійні ситуації або повний розвал структури виробничої системи.

Особливо небезпечні результати непрофесійного прийняття рішень у будь-якій координаті ієрархії, оскільки боротьба оператора в позиційній або інформаційній війні може завдати непоправної шкоди управлінській та виробничій структурі. Знизити рівень ризику можна тільки за відповідної постановки роботи з персоналом — постійне навчання, перспективи зростання, корекція свідомості і ментальності, підвищення когнітивних та функціональних можливостей на основі інформаційного і психологічного базису, який повинен мати спеціаліст та оперативний керівник.

Відповідно до наукових праць І. Н. Ансоффа [15], В. М. Буркова і В. В. Кондратьєва [41], В. Ф. Крапівіна [193], Б. Л. Кучина і Е. В. Якушева [200], В. М. Лукашевича [221], Б. З. Мильнера [241], В. В. Павлова [261], Г. П. Подчасової, А. А. Лагоди і В. Р. Рудницького [271], Л. С. Сікори [349, 350], А. М. Штангерга [450] та інших учених системний, інформаційний, процедурний і алгоритмічний базис ґрунтується на таких наукових і професійних засадах:

- теорії ігор, дослідженні операцій;
- теорії конфліктної керованості під час синтезу стратегій управління;
- теорії прийняття управлінських рішень та антикризових стратегій;
- теорії цілеорієнтованих дій;
- теорії конфлікту в технічних системах та психології конфлікту в організаційних структурах;
- теорії конфліктів у логістиці постачання і збуту виробничих систем;
- психології формування рішень людиною та впливі на них факторів зовнішніх і внутрішніх загроз;



- теорії інноваційного менеджменту, R-теорії мотивації особи до ефективної праці в організаційних і виробничих структурах;
- аналізі технологічних і економічних ризиків із використанням системного аналізу конфліктних ситуацій;
- аналізі структури знань, когнітивних здібностей, їх засвоєнні та зберіганні, їх впливі на поведінку особи;
- системному аналізі під час побудови ефективних автоматизованих ієрархічних структур управління та теорії ергатичних систем;
- теорії стратегічного цільового управління складними системами з корпоративними стратегіями;
- концепції глобалістики і взаємодії великих корпоративних структур та державних організацій, світового ринку;
- використанні інформаційних технологій відбору, опрацюванні даних, формуванні образів ситуацій та підготовці цілеорієнтованих рішень;
- психологічних теоріях ефективної цілеспрямованої мотивації людини під час її участі у виробничому й управлінському процесі.

Проведений аналіз функціонування складних систем показує, що для забезпечення ефективного стійкого функціонування складних ІС з АСУ-ТП необхідно враховувати не тільки економічні та політичні фактори, а також покращувати технологічну політику, впроваджувати нові інформаційні і виробничі технології, піднімати професійний рівень і мотивацію персоналу, його здатність брати на себе відповідальні рішення в кризових ситуаціях без зовнішніх вказівок, тобто мати високу стресову та інтелектуальну стійкість.

### **7.3. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень в ієрархічних системах**

У складних багаторівневих ієрархічних структурах таких, як соціальні, виробничі, комерційні, банківські, газові, нафтові та транспортні системи формуються кластери з розмитим цілеутворенням і нечіткою логікою управління, з острівками корпорацій і організацій, які формують чіткі цілі та стратегії їх досягнення.

Управління такими структурами з  $m$ -рівневою ієрархією і розмитими стратами — це складна і проблемна задача, оскільки її розв'язання вимагає якісної професійної підготовки персоналу із врахуванням зростання вимог на всіх рівнях ієрархії (рис. 7.3).

Особливі вимоги ставляться до оперативного управлінського персоналу вищого рівня ієрархії, як до їх знанневої і профорієнтованої підготовки, так і до когнітивних здібностей і ментальності, здатності реалізовувати цільові завдання стратегії та плани, сформовані верхніми рівнями [61, 110, 145, 147, 152, 182, 414]. Відповідно, можна виділити певні групи спеціалістів, які виконують управлінські функції:

- нижня технологічна ланка, яка обслуговує агрегати і технологічні об'єкти, виробничі процеси;
- середня ланка оперативного управління, яка пов'язана з системами АСУ-ТП, виконує аналіз технологічних ситуацій та управління технологічними процесами;
- управлінська ланка, яка виконує адміністративно-технологічні функції, пов'язуючи виконання цільових завдань виробничої структури з технологічними режимами;

– верхня управлінська страта виконує і генерує цілі, пов’язані з стратегічним управлінням, пов’язує виробничі планові завдання з наявними ресурсами та їх доступність і виконуваність згідно зі стратегією виробництва;

– координаційний рівень розробляє виробничі стратегії і правила поведінки згідно з державними нормативними актами, намагаючись згладити протиріччя та забезпечити стійке функціонування виробництва і протидію зовнішнім атакам;

– корпоративно-координаційний рівень забезпечує узгоджену роботу кластерів, виконуючи цілеформуючу функцію, стратегічне управління і планування, функціональну стійкість під час виконання завдань виробничими комплексами та галузями;

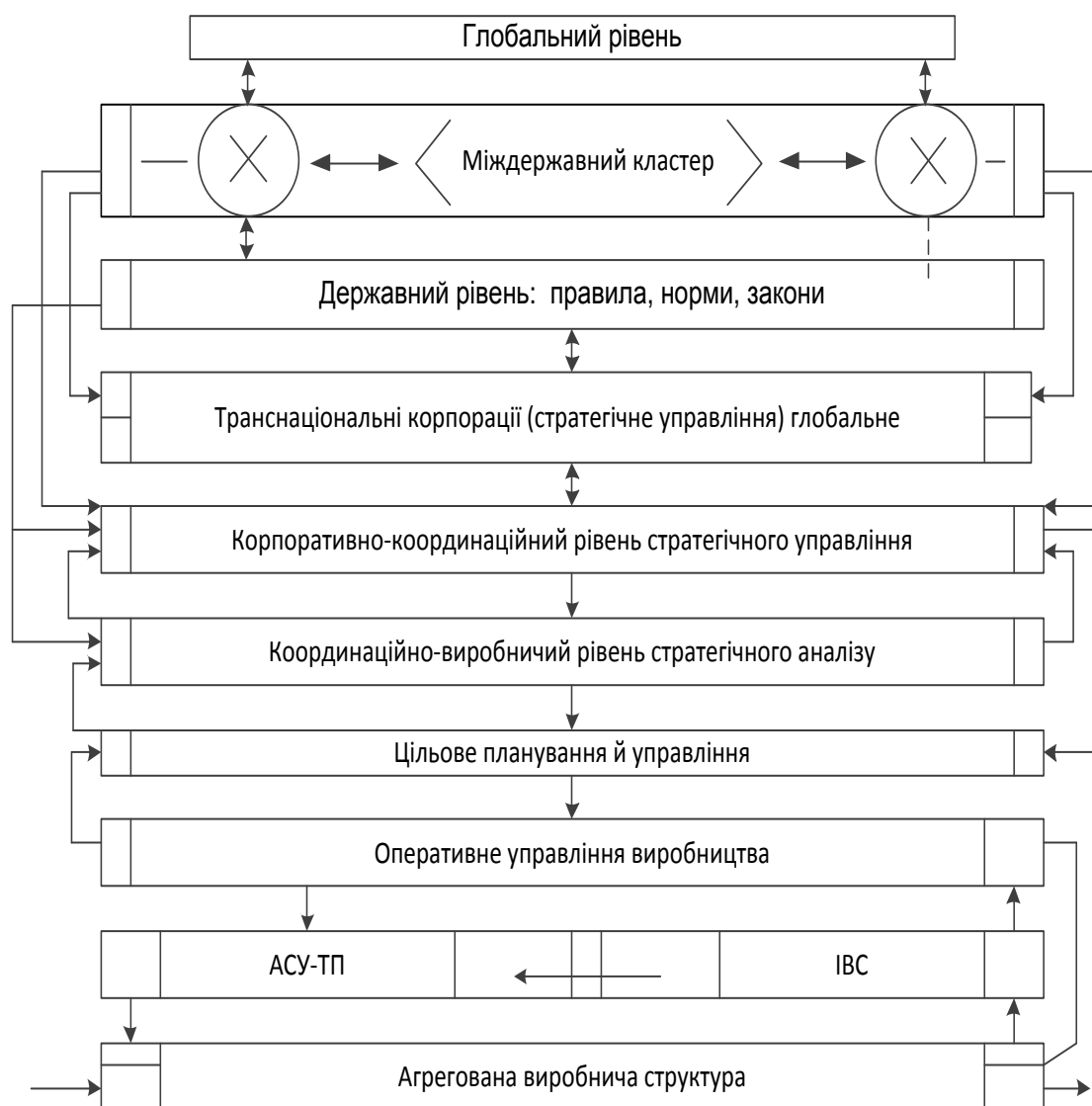


Рис. 7.3. Схема структурної ієрархії техногенної системи: АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом; ІВС — інформаційно-вимірвальна система

– транснаціональний координаційний рівень управління корпораціями забезпечує їх функціональність та стійкість в умовах ресурсних, технологічних та екологічних збурень, під час стратегічних впливів та атак;

– державний рівень забезпечує виконання державних програм і нормативних актів як основи функціонування виробничих та організаційних структур;

– глобальний міждержавний рівень вимагає від персоналу високого рівня комплексу знань, досвіду, психологічної та інтелектуальної стійкості, які б забезпечували виконання завдань на найвищому рівні ієрархії.

Управлінські структури на всіх рівнях ієрархії є людино-машинними динамічними комплексами, в яких оператор є компонентою зі змінними функціональними, психологічними і когнітивними характеристиками, ментальністю, свідомістю та цілеорієнтацією. Невідповідність особи за підготовкою, функціональними обов'язками може призвести структуру до граничних режимів, аварій та її розвалу.

Особливо важлива робота персоналу на найвищих рівнях ієрархії, оскільки помилки, нерішучість у прийнятті рішень через низький рівень профпідготовки і когнітивних здібностей призводить до катастрофічних наслідків, тому дослідження різних аспектів управлінської діяльності особи та її психології і цілеорієнтації — важлива проблемна задача системного управління [357, 358].

Проте, незважаючи на такий інформаційний базис та інтелектуальне забезпечення процесів прийняття рішень, ризики і катастрофічні наслідки продовжуються через неадекватність рішень. Компонентами ризику стають не тільки технологічні помилки, а й когнітивні особливості осіб, які займають посади на різних координатах, вузлах і рівнях виробничої ієрархії системи.

Відповідно до ситуації, можна виділити класи стратегій за допомогою як жорстокої логіки, так і розмитості:

- машинної реалізації управління агрегатами;
- системної реалізації управління об'єктом;
- особистої реалізації власних цілей у виробничій структурі.

Ці класи стратегій повинні мати сформовані термінальні цілі, інформаційне і ресурсне забезпечення, відповідне логічне та системне забезпечення.

На прикладі схеми структуризації процесу управління системою з мінімальною ієрархією розглянемо взаємодію підструктур різного рівня керування виробництвом людино-машинного типу (рис. 7.4).

На основі концепції ієрархії (рис. 7.3, 7.4) виділимо такі рівні управління:

– технологічний рівень (агрегований об'єкт управління, джерела ресурсів, накопичувач продукції за цикл виробництва  $T_i$ );

– рівень систем автоматизованого управління з базою нормативних технологічних знань (ІВС-АСУ — контрольна система, ВМ-АСУ — виконавча система, АСУ — автоматична система управління);

– рівень оперативного управління — згідно з планами і стратегіями поточного виробництва виконує контроль і корекцію виробничого процесу інтелектуальними агентами — операторами  $\{IA_k-OY\}$ ;

– рівень стратегічного адміністративного управління на основі сформованих моделей мети, цільового простору і простору станів виконує корекцію та координацію режимів виробництва під час впливу технологічних факторів на хід процесу;

– рівень стратегічного цілеорієнтованого управління формує стратегії прийняття рішень у полі конфліктної гри (виробнича система — ринок — ресурси — фактори збурення і впливу) та виконує корекцію процесу цілеорієнтації.

Відповідно до функцій управління кожного рівня ієрархії, особи (ІА) мають відповідати певним професійним і когнітивним характеристикам, критеріям.

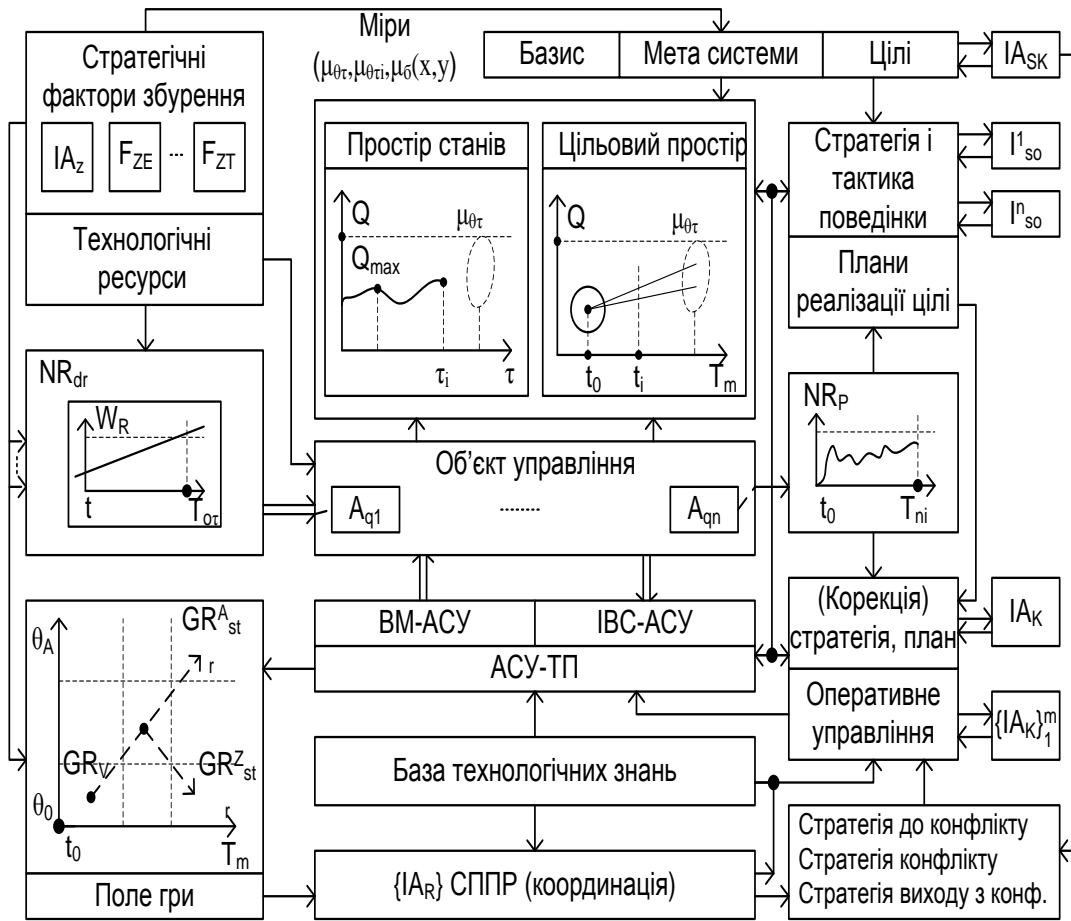


Рис. 7.4. Схема структуризації процесу управління енергоактивним об'єктом:  $F_i$  — фактор впливу;  $NR_i$  — мультимедійне відображення стану системи  $dr$ ;  $GR$  — гравці;  $Ag_i$  — агрегат;  $IA_R$  — інтелектуальний управляючий агент;  $IA_K$  — інтелектуальний координаційний агент;  $\{IA_K\}$  — команда оперативного управління;  $IBC$  — інформаційно-вимірювальна система;  $АСУ-ТП$  — автоматизована система управління технологічним процесом;  $VM$  — виконавчий механізм

Найгірша ситуація управління технологічним об'єктом складається в умовах дії факторів зовнішнього впливу на агрегати й управлінські структури та їх функціональне накладання на технічні і технологічні несправності під час виходу технологічного процесу з режиму (рис. 7.5) [8, 33, 53, 151].

Відповідно до ситуації, оперативна управлінська команда повинна відновити образ ланцюга подій, ідентифікувати технологічні фактори впливу, виявити приховані зовнішні фактори та оцінити їх вагу  $\{W_{IFT\gamma F}^W\}$  впливу на процес управління. На основі опрацювання доступних оперативних, ідентифікованих факторів і даних бази знань ситуацій та оцінки коефіцієнтів рівня ризику необхідно класифікувати проблемну ситуацію, спрогнозувати сценарій розвитку подій та прийняття відповідного рішення [357, 358, 364].

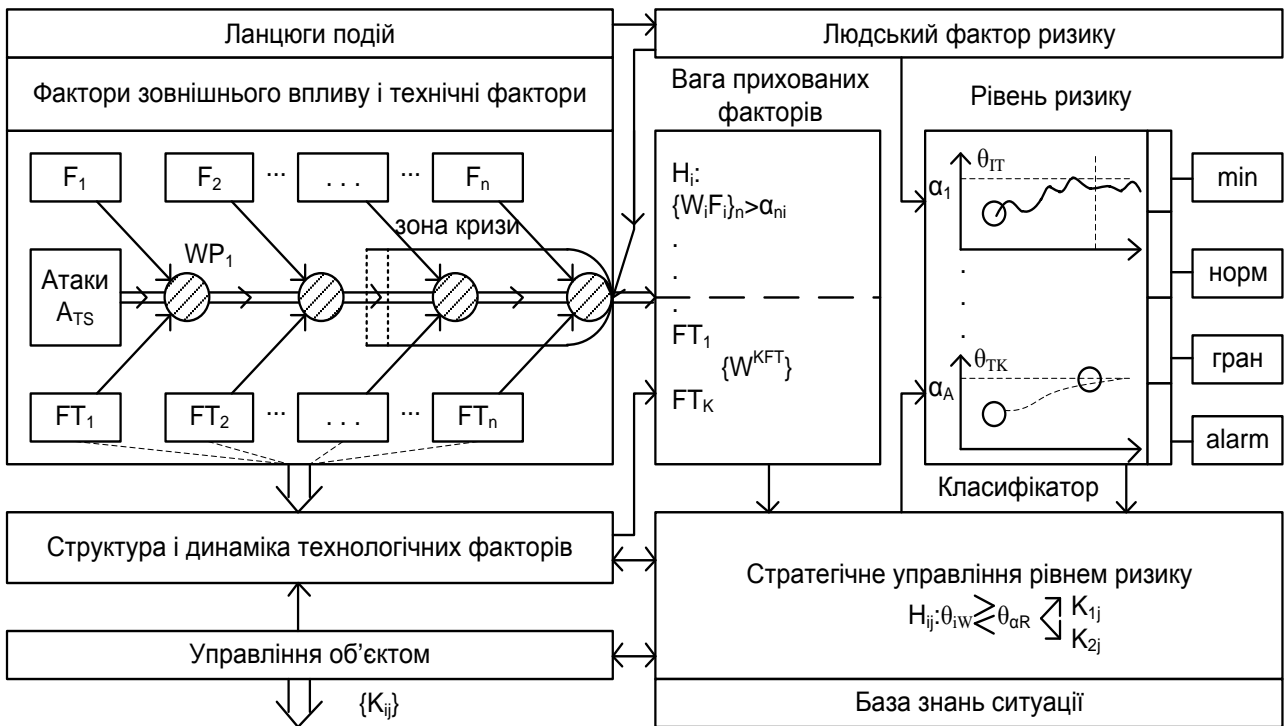


Рис. 7.5. Схема реакції системи на зовнішні і технологічні збурення та атаки:  $F_i$  — фактори впливу;  $FT_i$  — часові фактори впливу;  $K$  — команда;  $A_{TS}$  — атаки технологічної системи

Відповідно до оцінки інтегрального ризику рівня, необхідно оцінити стан об'єкта та вибрати стратегію управління згідно з метою ( $C_i$ ) за схемою розвитку подій у системі (рис. 7.6) управління для нестандартних умов.

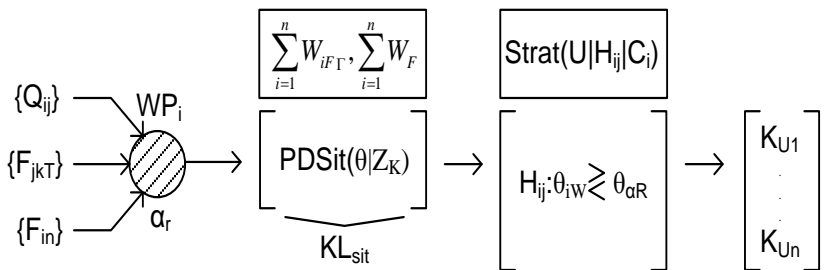


Рис. 7.6. Схема розвитку подій у системі:  $F_i$  — фактори впливу;  $K_i$  — команди щодо управління;  $Start U_i/C_i$  — стратегія управління системою;  $KL_{sit}$  — класи ситуацій

- Для систем «людина — машина» з погляду інформаційних технологій характерні такі риси й особливості функціонування:
- ієрархічність організації (ІСЛ-М);
  - цілеспрямованість (водночас ціль — це вихідна позиція створення і функціонування системи);
  - кожна підструктура, кожен рівень ієрархії, елемент і агрегат спрямовані на досягнення цілі (когнітивні і логічні компоненти);
  - взаємовплив елементів всіх рівнів ієрархії (когнітивна й інформаційна);

– ефекти дії елементів входять у загальну стратегію і тактику, координацію управлінських дій (сценарії розвитку подій);

– вимірювання, оцінка параметрів, зворотний зв'язок між рівнями ієрархії входять у структуру ІСЛ-М (алгоритми і жорстка логіка);

– пізнавальні процеси людини під час управління для забезпечення функціонування ІСЛ-М (когнітивні моделі аналізу);

– структура й організація потоків даних, командної інформації, оцінка якісних і кількісних характеристик потоків даних для формування образів ситуацій про стан системи і елементів підсистем;

– жорстка логіка управлінських процесорів і обчислювальних систем обробки даних;

– розмита логіка когнітивного аналізу інтерпретації й оцінки ситуації оператором;

– когнітивна модель формування стратегічних і виробничих цілей ОПП вищого рівня.

На основі сприйняття інформаційної моделі ситуації в свідомості людини-оператора (інтелектуального агента) формується образ стану керованого об'єкта. Команда оперативного управління в ІСЛ-М вирізняється високим рівнем організації, структурованістю поведінки, має чіткі інструкції для розв'язання комплексу взаємопов'язаних задач під час створення інтелектуальних агентів [362, 363].

Необхідно врахувати, що інтелектуальні операції, які виконує людина, технічно реалізуються різною мірою програмними й інтелектуальними агентами. Відповідно, операції прийняття рішень, які мають евристичний творчий характер, повністю не можуть бути автоматизовані.

Для формалізованих інтелектуальних дій для ІСЛ-М характерні:

– наявність і чітке формулювання конкретної мети дії в стереотипних умовах (логічні шаблони і фрейми);

– однозначність способів вивчення й опрацювання ситуаційних задач;

– наявність апробованого алгоритму виконання цілеорієнтованих дій;

– рівень повноважень особи в ієрархії системи (когнітивна компонента).

Людині (ІА) необхідно віддавати переваги під час виконання інтелектуальних операцій, де необхідне (комплексування когнітивних і знанневих методів):

– індуктивне мислення, здатність узагальнено, відповідно до окремих фактів, приймати рішення на основі неповної інформації;

– розпізнавати структуру і динаміку об'єкта загалом та виявляти зміст ситуації в ньому;

– адаптуватися до змінних умов і ситуацій під час прийняття цілеорієнтованих рішень;

– розв'язувати задачі, якщо відсутній алгоритм прийняття рішень, тобто синтезувати алгоритм розвитку ситуації згідно з метою;

– формування динамічних ознак зміни ситуації;

– формувати інформаційну модель, яка забезпечує трансформацію предметно-орієнтованих знань у конкретну управлінську ситуацію на основі використання сформованого образу динамічної ситуації з потоку даних про стан об'єкта управління, який відображається у свідомості оператора.

Відповідно до вищезазначеного, наведемо схему (рис. 7.7) когнітивних факторів діяльності особи.

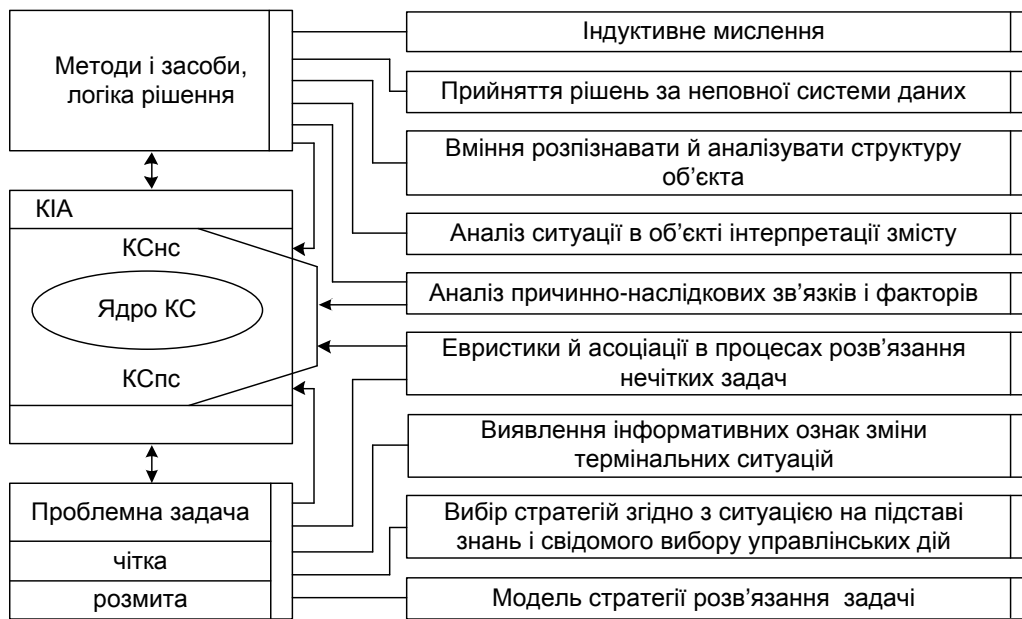


Рис. 7.7. Когнітивні фактори діяльності особи як інтелектуального агента в процесі прийняття антикризових рішень: *КІА* — когнітивний інтелектуальний агент; *КСнс* — когнітивна система свідома; *КСпс* — когнітивна система підсвідома

Інформаційна модель характеризується системними, логічними і когнітивними компонентами процесу формування та прийняття рішень (рис. 7.8):

– на основі інформаційної моделі ІА-оператор зіставляє дані від приладів із системною моделлю, яка відображає структуру об'єкта управління;

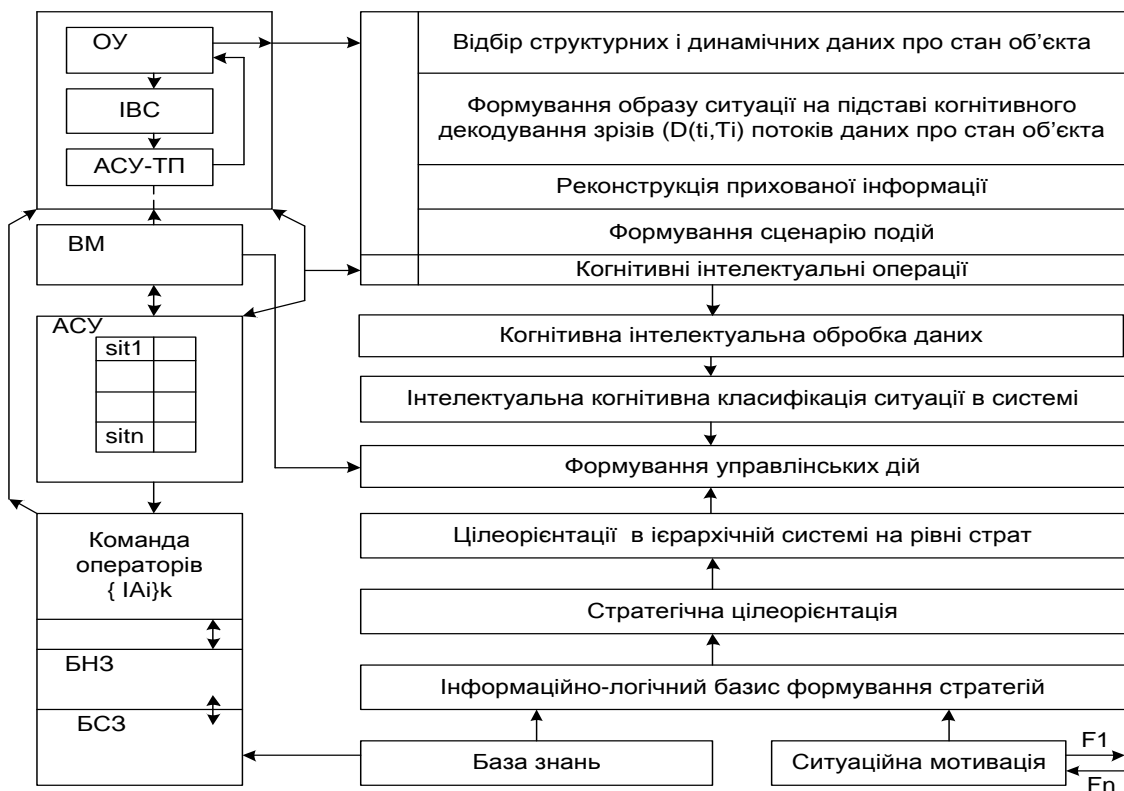


Рис. 7.8. Модель інформаційного забезпечення процедури розв'язання задачі управління техногенною системою в умовах надзвичайних ситуацій: *ОУ* — об'єкт управління; *ІВС* —

*інформаційно-вимірвальна система; АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом; ВМ — виконавчий механізм; sit — ситуації; ІА — інтелектуальний агент (оператор);  $F_i$  — фактори впливу; БНЗ і БСЗ — бази знань*

- у процесі сприйняття потоку даних у вигляді сценаріїв образу ситуації відбувається декодування інформації про стан об'єкта і його положення в цільовому просторі;
- на рівні свідомого і підсвідомого відбувається реконструкція прихованої інформації;
- відповідно до оперативного образу ситуації і досвіду, оператор може передбачити сценарій розвитку подій та зміни режиму роботи об'єкта управління;
- завдяки системності знань, взаємозв'язкам між блоками даних у потоках, які характеризують оперативну ситуацію, ІА може виявляти сигнали на фоні завад і класифікувати їх для формування рішень.

Інформаційна основа діяльності людини як інтелектуального агента-оператора під час формування рішень ґрунтується на когнітивних діях різних взаємопов'язаних рівнів нейроструктур [362, 428]:

- управлінські дії на основі когнітивного й інформаційного та логічного аналізу ситуацій (зміст і образ);
- декодування і класифікація когнітивною системою змісту образів у просторі станів і цільовому просторі згідно з їх альтернативним розбиттям на основі стратегії прийняття рішень;
- формування управлінських дій і контроль за їх результатами (жорстка логіка).

Відповідно до типу когнітивних, інформаційних і логічних задач, у нейроструктурі формується психологічна й інтелектуальна система діяльності. Ця система охоплює блоки нейроструктур, у яких фіксуються:

- мотиви, цілі і програми діяльності;
- інформаційні і логічні основи та стратегії діяльності;
- методи прийняття цілеорієнтованих рішень, когнітивні (пізнавальні) процеси;
- психомоторні виконавчі дії, згідно з логікою процесу вирішення задачі;
- свідомі і підсвідомі знання та професіональні якості (які є основою формування контурів управління об'єктом та власною поведінкою).

Система мотивів ІА виражається в локальних і стратегічних цілях. Ціль виступає як ланка, компонента усвідомленого управління і є системоутворювальною основою процесу інформаційної селекції та класифікації даних і образів, узгоджує зміст задачі зі структурою та динамікою об'єкта. Досягнення цілі в термінальному часі відбувається через сукупність когнітивних та інтелектуальних дій, які забезпечують розв'язання послідовності задач в інтересах досягнення цілі в цільовому просторі системи згідно з програмою.

Інформаційне забезпечення процедури розв'язання задач досягнення цілі на основі прийняття цілеорієнтованих рішень ґрунтується на логіко-когнітивних операціях із використанням чіткої та нечіткої логіки (рис. 7.9):

- на сенсорно-перцептивному рівні системи сприйняття сигналів, виділенні ознак, кодуванні та оперативному запам'ятовуванні;
- на когнітивному рівні, на якому формується оцінка функціональної та інформаційної значимості сигналів і образів, їх цільова класифікація і зберігання;
- на образно-оперативному рівні відбувається об'єднання інформаційних ознак у ситуаційні образи в просторах цілей і уваги, які є основою програмування та регулювання дій згідно зі стратегією досягнення цілі;



– на рівні «Я–свідома система» відбувається інформаційно-когнітивний процес управління оперативною діяльністю згідно з заданими цілями, поєднаний із процесом здобування й обробки знань у ході виконання логічних процедур, структурування процесів перетворення та відбору інформації.

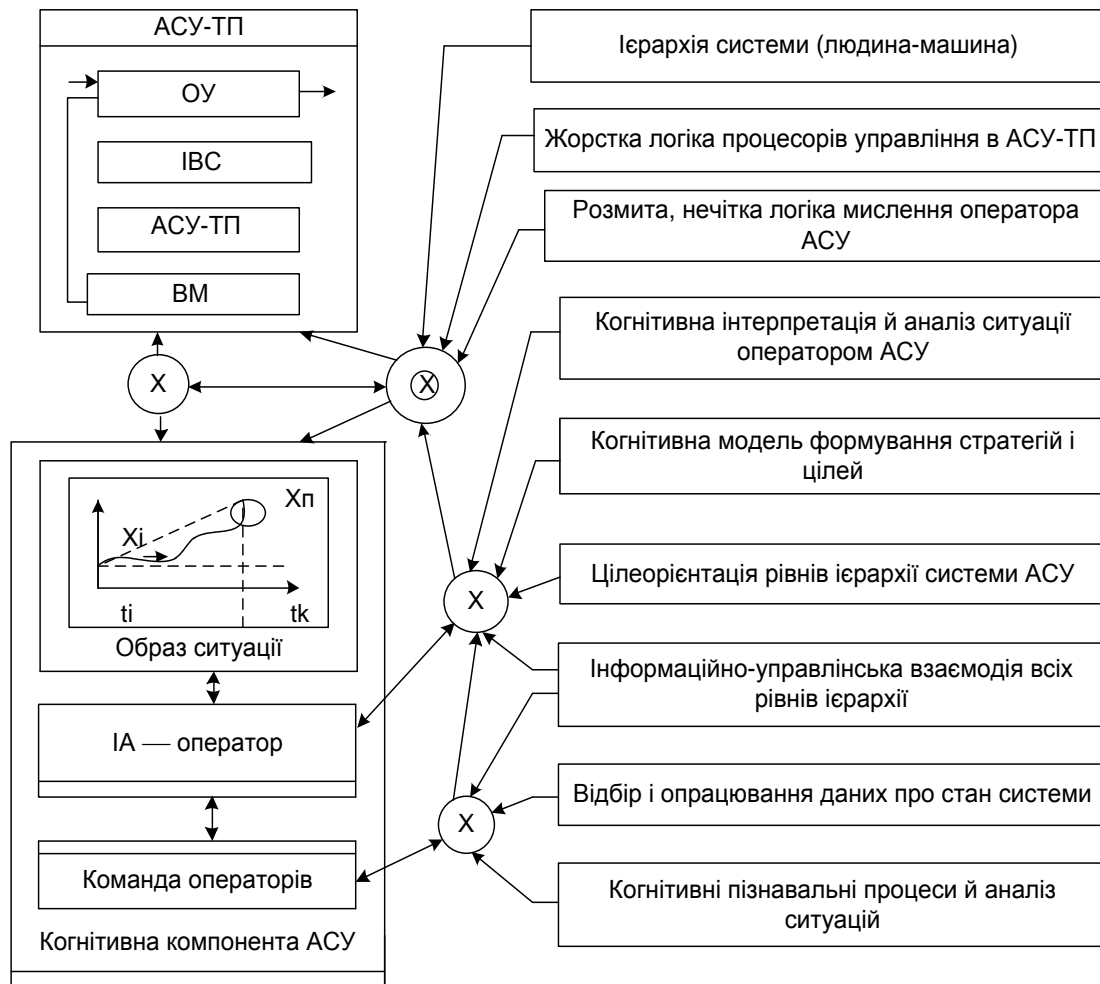


Рис. 7.9. Блок-схема інформаційної взаємодії в ієрархічних людино-машинних системах (IA-АСУ-ТП): АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом; ОУ — об’єкт управління; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; ВМ — виконавчий механізм; ІА — інтелектуальний агент

Оперативне мислення під час прийняття рішень охоплює вибір цілі, формування задач, програми діяльності, інформаційного і виконавчого забезпечення відповідно до ситуації в об’єкті. Перед оператором (ІА) може виникнути задача, для якої попередньо невідома схема дій для її розв’язання, а тому необхідно залучати когнітивну компоненту — оперативне мислення для побудови нової схеми дій на основі моделювання сценарію сукупності дій і плану, щоб забезпечити досягнення цілі [369, 388, 416, 421]. Оперативне мислення охоплює (рис. 7.10):

- задачу виявлення проблемної ситуації;
- систему когнітивних і інформаційних перетворень під час формування сценаріїв розгортання цілеорієнтованих дій.

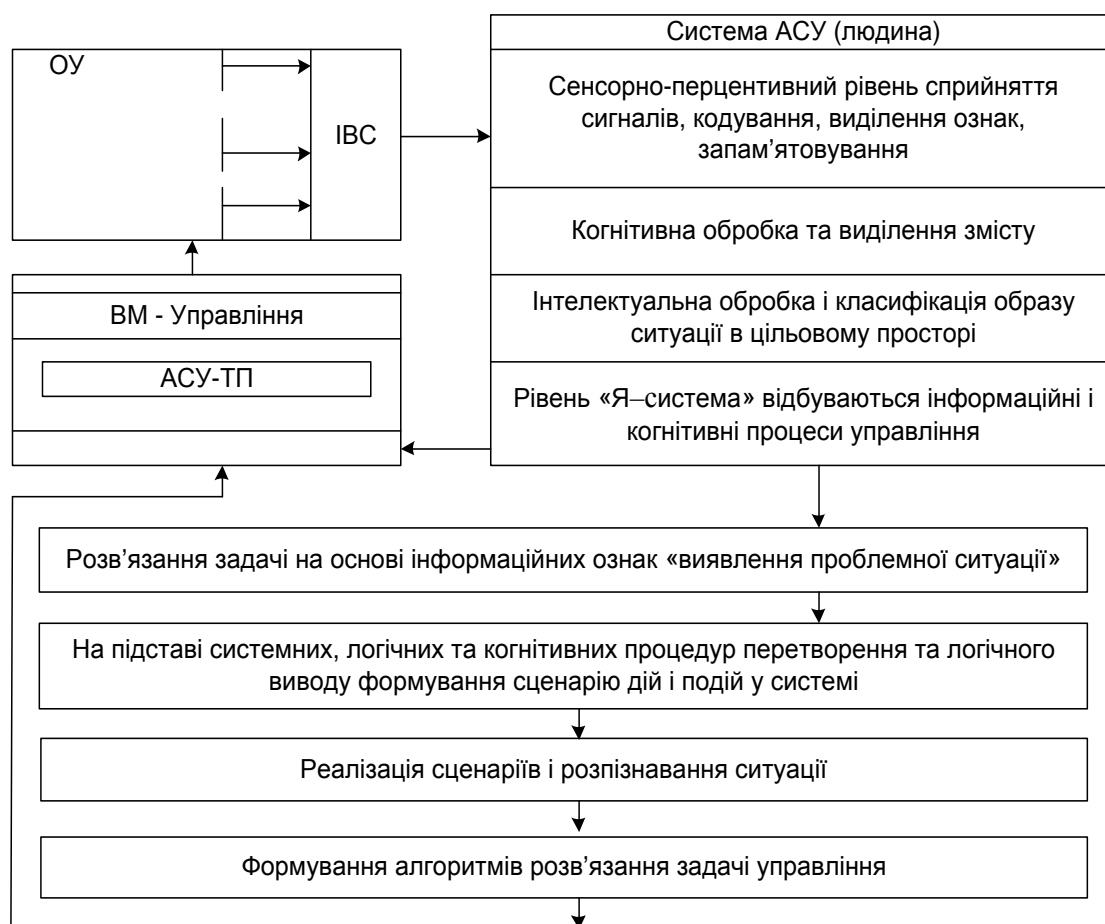


Рис. 7.10. Взаємодія в ієрархії процесу розв'язання задач: *OU* — об'єкт управління; *IVC* — інформаційно-вимірювальна система; *BM* — виконавчий механізм; *АСУ-ТП* — автоматизована система управління технологічним процесом

Оперативне мислення ґрунтується на інформаційних і когнітивних компонентах:

- системне й операційне структурування, яке пов'язане з ПАСУ стратегією побудови сценаріїв ситуацій у цільову впорядковану задачу управління;
- динамічне розпізнавання компонент сценаріїв розвитку подій і їх перехід у цільову ситуацію з вихідної проблемної ситуації (конфлікт, криза, граничний та аварійний режим) в ієрархічній інтегрованій системі;
- формування алгоритмів розв'язання проблемної ситуації, відповідно до стратегії, розробка принципів і правил прийняття рішень щодо управління, визначення планів послідовних дій.

Процес прийняття рішень ґрунтується на когнітивній компоненті нейроструктури свідомої «Я–системи», а генерування ідей і висунення гіпотез — на підсвідомій «Я–системі». Процедура прийняття рішень формується на інформаційних, логічних і математичних інструментах обробки даних про сутність задачі розв'язання та мети із використанням теорії доведення, теорії логічних висновків, теорії алгоритмів, що, відповідно, відображає інтелектуальність процесу розв'язання проблеми (задачі).

Процес прийняття рішень охоплює такі інтелектуальні процедури і дії:

- виявлення проблемної ситуації (усвідомлення, аналіз факторів її виникнення, виявлення змісту і цілеорієнтації);

– вирішення проблеми (генерування варіантів гіпотез про спосіб вирішення проблемної ситуації, визначення сценаріїв і принципів, визначення логічного та математичного інструменту для їх розв'язання);

– перевірка можливості досягнення мети (на основі вибору адекватної стратегії, варіанта, який забезпечує досягнення мети).

Залежно від психічного стану оператора, його когнітивних характеристик та рівня знань, виділимо типові стратегії поведінки під час прийняття рішень:

– імпульсні (висунення гіпотез без перевірки й аналізу можливості досягнення мети);

– ризиковані (вихід із ситуації відбувається в граничному режимі функціонування об'єкта управління);

– обережні (метод проб і помилок на кожному кроці процесу формування та прийняття рішень на циклі термінального часу управління);

– зрівноважені (баланс ресурсів та можливостей під час формування дій);

– інертні (пасивний контроль, низька готовність брати на себе рішення, страх відповідальності, низький рівень знань і інтелекту).

Помилки в процесі прийняття рішень залежать від особистих характеристик оператора (когнітивних, психологічних, особистих), мотивів, цілей, установок, програм і, відповідно, від психологічної та інтелектуальної стійкості особи.

У проведеному аналізі процесу прийняття рішень в ієрархічній системі показано важливу роль особи оператора (інтелектуального агента) для формування і реалізації стратегій управління. Низький рівень професійної та наукової підготовки і недостатній рівень когнітивних здібностей може призвести до аварій під час прийняття рішень.

#### **7.4. Інформаційна та інтелектуальна стійкість агентів оперативного управління під час формування антикризових рішень**

Ситуаційне керування в ієрархічних людино-машинних локальних та розподілених системах — це метод формування управлінських дій на основі стратегій передбачення небезпеки, аналізу її факторів, симптомів, руйнівних факторів та стратегій зниження негативних наслідків, збереження функціональної структури і технологічних режимів при обмежених ресурсах і допустимій якості продукції.

Під час розробки управлінських рішень найбільш поточний результат можна отримати на основі логіко-математичних методів управління формалізації завдання, правильного обґрунтування параметрів цілі (цільової області), згідно з процедурою прийняття обґрунтованих рішень відповідно до динаміки ситуації на техногенному об'єкті, для попередження аварій чи в процесі ліквідації надзвичайної ситуації.

Відповідно до проблеми дослідження та комплексу задач, щодо ліквідації аварій виділимо класи методів розв'язання проблемних ситуацій:

– метод реактивного реагування на ситуацію, заснований на однозначності відносин множини ситуацій і класів цілеорієнтованої поведінки розв'язання ситуацій в умовах визначених чітких причинно-наслідкових зв'язків;

– метод аналогів, розроблений на основі сформованої в результаті практичної діяльності бази знань аналогій поведінки як реакції на ситуацію у вигляді комбінації актів керування, що вимагає архівування описів ефективних рішень, моделей формування поточних образів ситуацій та систем пошуку аналогій;

– інтуїтивний метод ґрунтується на підсвідомому виборі способу дій, із неявним враху-

ванням попереднього досвіду, з логічною перевіркою суті явищ та її зіставленням зі структурою відомих ситуацій.

Як показано в проведених дослідженнях, важливу роль в оцінці ситуації і в прийнятті рішень у процесі ліквідації надзвичайних ситуацій на енергоактивних об'єктах відіграють когнітивні характеристики, професійні базові інженерні та наукові знання оперативного персоналу та їхні темпоральні властивості. Відповідно до цього, формуємо інформаційну технологію для ідентифікації факторів впливу на прийняття рішень. Процедура прийняття обґрунтованих рішень полягає в послідовному розв'язанні таких задач (рис. 7.11):

- задача спостереження стану (визначення стану об'єкта, керованості) [15, 151, 180, 181, 440];
- відбір і опрацювання даних та формування образу ситуацій у просторі цілей [10, 177, 346, 444];
- оцінка траєкторії системи і відхилення від цільової області згідно з вибраною метрикою [29, 50, 150, 163, 196, 413, 442];
- на основі відхилення формуються гіпотези допустимості стану та вибір стратегій корекції і координації для недопущення виходу системи за граничні параметри функціонування [56, 208, 217, 373, 402];

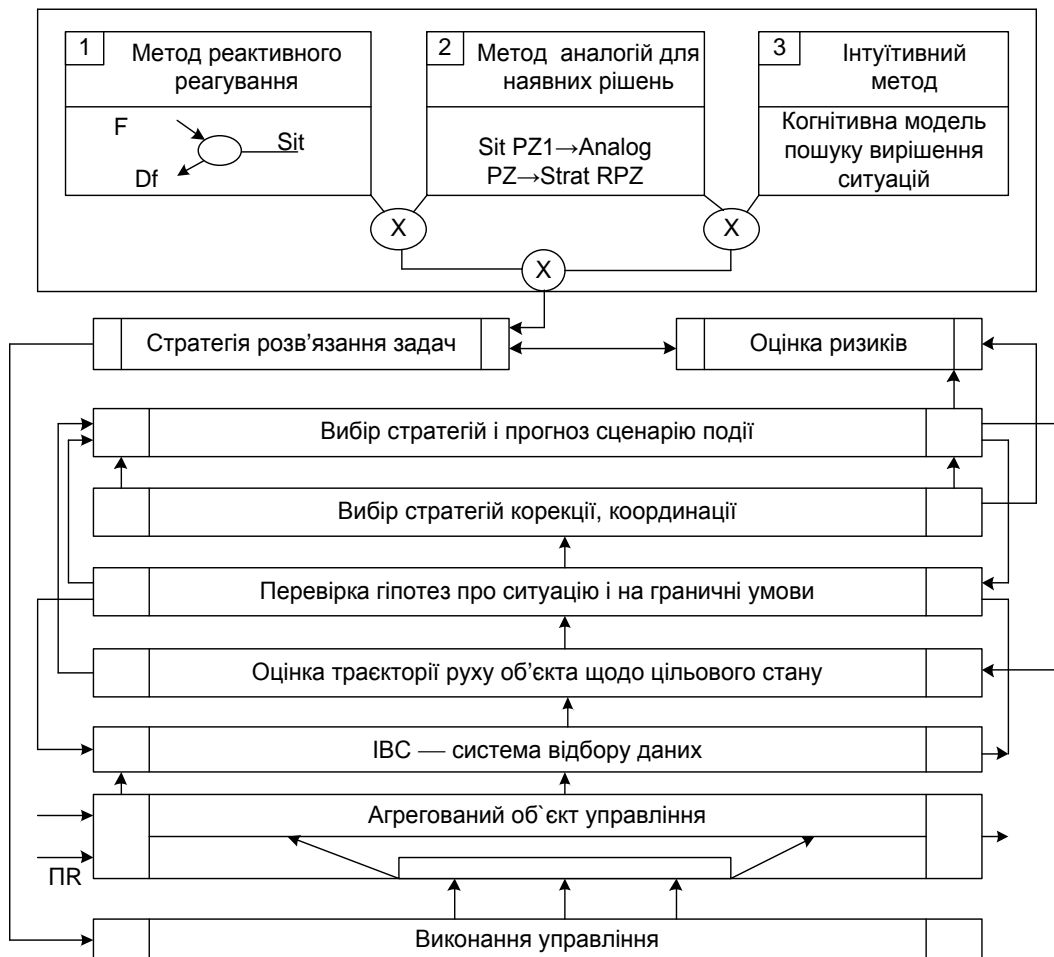


Рис. 7.11. Процедура прийняття обґрунтованих рішень для управління об'єктом:  $F_i$  — фактори впливу;  $Sit$  — ситуація;  $D$  — дія;  $PZ$  — проблемна задача;  $PRZ$  — процедура розв'язання проблемної задачі;  $Start$  — стратегія;  $IBC$  — інформаційно-вимірювальна система;  $PR$  — прийняття рішень

- на основі стратегії генеруються тактика і плани дій для реалізації команд та прогнозується сценарій розвитку подій під час їх виконання [48, 60, 365, 379, 382, 450];
- з’ясовуються можливі ризики, граничні режими й аварійні ситуації [61, 168, 189, 346];
- виконується оперативне командне управління згідно з ситуацією та вибраними стратегіями розв’язання цільових задач [104, 147, 153, 248, 378];
- постійно проводиться контроль перебігу процесу, відстежуються фактори (фізичні і психологічні) впливу та рівень інтелектуального навантаження і здатність приймати рішення (інтелектуальна стійкість) [116, 136, 148, 179, 193, 198, 228, 452].

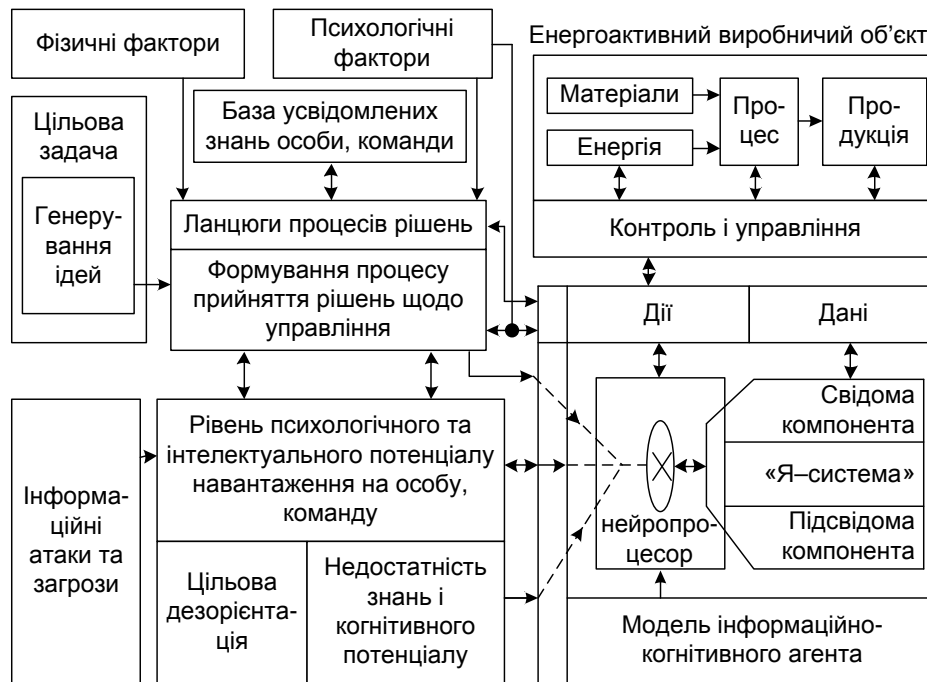


Рис. 7.12. Інформаційна технологія формування факторів впливу на прийняття рішень інтелектуальним агентом

Процедура прийняття рішень вимагає певного психологічного та інтелектуального напруження, оскільки когнітивна нейросистема виконує інформаційні і логіко-математичні операції, що вимагає взаємодії свідомої та підсвідомої систем особи як інтелектуального агента. Тобто виконання складних мисленневих операцій, логіко-математичного типу для обробки образів ситуації та виявлення їх змісту й абстрактної структури призводить під час дії збурювальних факторів інформаційного та фізіологічного типів до стресу і блокування інтелектуальної діяльності, тобто втрати інтелектуальної стійкості в процесі розв’язання задач [212, 267, 440].

Розглянемо схему інформаційної технології формування факторів впливу на прийняття рішень інтелектуальним агентом (рис. 7.12).

Схема (рис. 7.12) охоплює такі структури:

- енергоактивний виробничий об’єкт із системою контролю й управління;
- модель інформаційно-когнітивного агента як ОПР — учасника процесу оперативного управління енергоактивним об’єктом;
- блок логічних операцій у процесі формування і прийняття рішень;
- когнітивний генератор мети та ідей розв’язання задач управління;

- інтегрована база знань команди;
- фактори впливу на процес прийняття рішень:
  - інформаційні атаки і загрози;
  - цільова дезорієнтація  $\{IA_i\}$ ;
  - недостатність знань  $IA_i$ ;
  - низький когнітивний потенціал  $IA_i$ , необхідний для формування і прийняття рішень.

Відповідно, в цих структурах у процесі розв’язання ситуаційних задач відбувається обмін даними та змістовною інформацією різного типу.

Згідно зі схемою (рис. 7.12) та працею Р. Л. Ткачука та Л. С. Сікори [413], інтелектуальна стійкість забезпечується комплексуванням логічного й образного сценарного мислення, що забезпечує нерозривність ланцюгів і дерев формування рішень під час дії факторів.

У складних схемах під час формування рішень виникають термінальні циклові протиріччя, які полягають (рис. 7.13) [267]:

- у появі логіко-когнітивних ланцюгів ( $LKe$ ) з протилежними висновками під час ідентифікації джерел збурень;

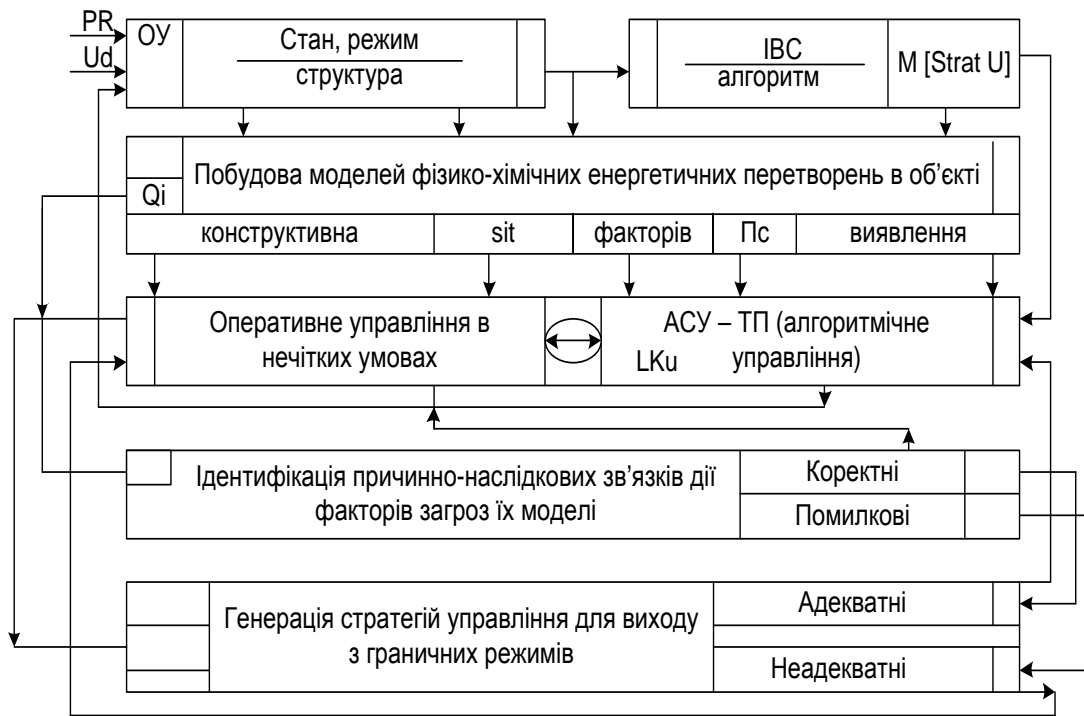


Рис. 7.13. Схема виникнення джерел конфліктів:  $PR$  — прийняття рішень;  $U_d$  — управляюча дія;  $OU$  — об'єкт управління;  $ІВС$  — інформаційно-виміррювальна система;  $M Strat U$  — модель стратегії управління;  $АСУ-ТП$  — автоматизована система управління технологічним процесом;  $Sit$  — ситуація;  $Пс$  — підсвідомі фактори;  $LKi$  — логіка команд управління

- у тому, що нечіткі дані призводять до нечіткої логіки опрацювання і невизначеності ситуації та вибору стратегії управління;
- у розбалансуванні командної взаємодії в системі <менеджер — оператор — АСУ-ТП> через відсутність у менеджера високого соціального предметно-орієнтованого рівня знань;

– у нездатності персоналу:

- будувати послідовності моделей хімічних і фізико-енергетичних перетворень у виробничому процесі для виявлення факторів збурень;
- будувати інформаційно-логічні ланцюги причинно-наслідкових зв'язків і впливів;
- ефективно генерувати неадекватні стратегії управління, що, відповідно, призводить до неправильних кризових рішень.

Ми маємо зображення системи з ієрархією, яка показує організаційну структуру системи, в якій можливі виникнення конфліктів на певному рівні ієрархії (рис. 7.13):

– на першому рівні представлено взаємозв'язок об'єкта управління та інформаційно-вимірнувальної системи відображення ситуації;

– на другому рівні відображена процедура побудови моделі фізико-хімічних перетворень в об'єкті під час перебігу технологічних процесів;

– на третьому рівні відображено інформаційний взаємозв'язок оперативного й АСУ-ТП в чітких і нечітких умовах обробки даних для задач управління;

– на четвертому рівні відображено процес ідентифікації причинно-наслідкових зв'язків факторів загроз та їхніх моделей, а також показано їхній вплив на процеси управління, які призводять до збою управляючих дій;

– на п'ятому рівні показано роль СППП у генерації стратегій управління для виходу з граничних режимів та конфліктних ситуацій.

Відповідно до проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено інформаційну технологію для реалізації процесу тестування (рис. 7.14). Структурно-функціональна схема інформаційної технології для реалізації процесу тестування має ієрархічну восьмирівневу структуру:

1) структура енергоактивного об'єкта в ієрархії техногенної просторово розподіленої системи;

2) контроль, спостереження і відбір даних про ситуацію та її динаміку в часовому вимірі засобами ІВС;

3) інтерпретація ситуації когнітивною системою особи (ІА) під час формування оцінок ризику НС ТС;

4) системний і логічний аналіз причин виникнення НС та формування причинно-наслідкових зв'язків;

5) когнітивна активізація процесів мислення для розв'язання проблемної задачі;

6) декомпозиція проблеми та спосіб її розв'язання в комплексі;

7) оцінка ресурсів, необхідних для ліквідації аварійних ситуацій та засобів протидії;

8) процес ліквідації аварійної ситуації з допомогою персоналу ДСНС, АСУ та інших засобів і ресурсів протидії.

Для відбору ліквідаторів та формування оперативних команд, на підставі інформаційної технології і когнітивних моделей, розроблені вимоги та структура тестів, які наведені в додатках А та В.

Проведений аналіз процесу прийняття рішень в ієрархічній системі показав важливу роль оперативного працівника (ІА) у формуванні та реалізації стратегій управління. Помилки в процесі прийняття рішень в значній мірі залежать від його особистих характеристик (когнітивних, психологічних, фізіологічних), мотивів, цілей, установок, програм і, відповідно, від психологічної та інтелектуальної стійкості. Отже низький рівень професійної і наукової підготовки та недостатній рівень когнітивних здібностей може призвести до аварій під час прийняття оперативних рішень.

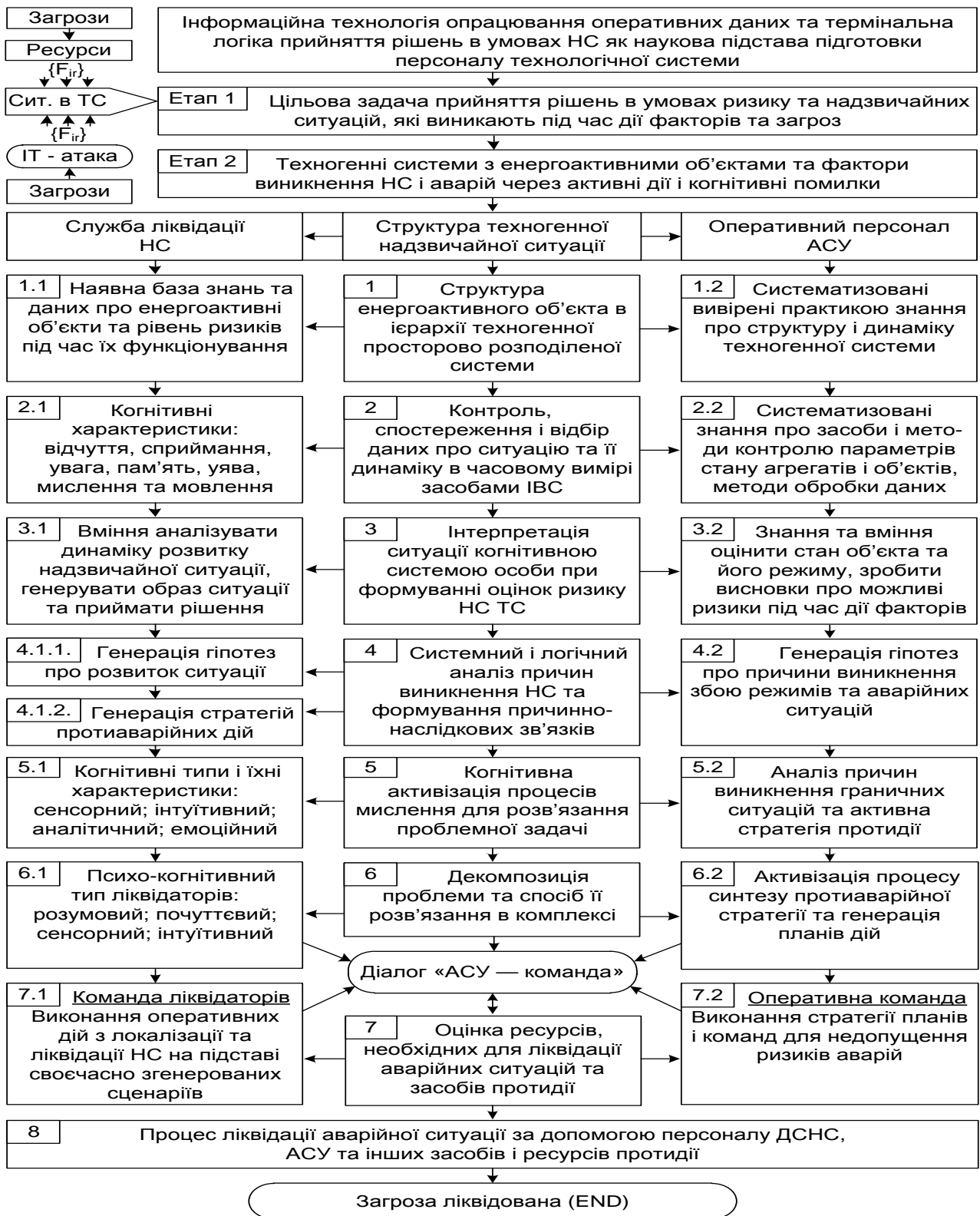


Рис. 7.14. Структурно-функціональна схема інформаційної технології для реалізації процесу тестування

**Висновки до розділу 7**

1. Невідповідність рівня профпідготовки, оперативних і психологічних якостей, когнітивних характеристик впливає на здатність особи в певному типі ієрархії приймати відповідні рішення. Невиконання цих рішень призводить до конфліктів, аварій, розвалу структури



системи, що, відповідно, підтверджує актуальність дослідження проблеми управління інтегрованою інтелектуальною системою.

2. На основі проведеного аналізу функціонування складних ієрархічних систем виявлено, що для забезпечення ефективного стійкого функціонування складних інтегрованих інтелектуальних систем з АСУ-ТП необхідно враховувати не тільки зовнішні фактори, а також покращувати технологічну політику, впроваджувати нові інформаційні і виробничі технології, піднімати професійний рівень та мотивацію персоналу, його здатність брати на себе відповідальні рішення в кризових ситуаціях без зовнішніх вказівок, тобто мати високу стресову та інтелектуальну стійкість.

3. Згідно з проведеними дослідженнями визначено, що інформаційна основа діяльності людини як інтелектуального агента-оператора під час формування рішень ґрунтується на когнітивних діях різних взаємопов'язаних рівнів нейроструктур, а оперативне мислення під час прийняття рішень охоплює вибір цілі, формування задач, програми діяльності, інформаційного і виконавчого забезпечення відповідно до ситуації в об'єкті. На підставі інформаційної основи діяльності людини розроблено інформаційну технологію для розв'язання слабо формалізованих і не формалізованих задач управління.

4. Процес прийняття рішень ґрунтується на когнітивній компоненті нейроструктури свідомої «Я-системи», а генерування ідей і висунення гіпотез — на підсвідомій «Я-системі». Процедура прийняття рішень формується на інформаційних, логічних і математичних інструментах обробки даних про сутність задачі розв'язання і мети із використанням теорії доведення, теорії логічних висновків, теорії алгоритмів, що, відповідно, відображає інтелектуальність процесу розв'язання проблеми (задачі). Це дало змогу розробити логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень на підставі інформаційної технології обробки даних.

5. Проведений аналіз процесу прийняття рішень в ієрархічній системі показав важливу роль особи оператора (інтелектуального агента) для формування і реалізації стратегій управління. Помилки в процесі прийняття рішень залежать від особистих характеристик оператора (когнітивних, психологічних, фізіологічних), мотивів, цілей, установок, програм і, відповідно, від психологічної та інтелектуальної стійкості особи. Низький рівень професійної і наукової підготовки та недостатній рівень когнітивних здібностей може призвести до аварій під час прийняття рішень.

6. Процедура прийняття рішень вимагає певного психологічного та інтелектуального напруження, оскільки когнітивна нейросистема виконує інформаційні та логіко-математичні операції, що вимагає взаємодії свідомої і підсвідомої систем особи як інтелектуального агента. Тобто виконання складних мисленнєвих операцій, логіко-математичного типу для обробки образів ситуації та виявлення їх змісту й абстрактної структури призводить під час дії збурювальних факторів інформаційного і фізіологічного типів до стресу та блокування інтелектуальної діяльності, тобто втрати інтелектуальної стійкості в процесі розв'язання задач. На підставі вищезазначеного розроблено модель і схему структуризації управління енергоактивним об'єктом.

7. Розроблено інформаційну технологію підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

8. Сформульовано вимоги до комплексу знань оператора, рівня його досвіду, когнітивних здібностей та психофізичної стійкості. Проведений аналіз показує, що роль особи може бути (на всіх рівнях виробничої ієрархії) як активним будівельником, так і руйнівником, залежно від ментальності, цілеорієнтації та психологічних і когнітивних здібностей, які проявляються в кризових умовах.

## РОЗДІЛ 8

### СТРУКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕСТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗДАТНОСТІ ПРИЙМАТИ РІШЕННЯ В УМОВАХ РИЗИКУ

#### 8.1. Структура інтелектуальних тестів для оцінки оператора та його здатності приймати рішення в ієрархічній системі в умовах надзвичайних ситуацій

Сучасні вимоги до управлінських кадрів, оперативного персоналу, команд, які забезпечують функціонування корпоративних інформаційних та технологічних структур, що приймають рішення в нормальних і екстремальних ситуаціях, відповідно, створюють передумови до поглибленого їх навчання, інтелектуального та психологічного тренінгу в межах програми їх діяльності.

При низькій професійній підготовці персоналу (незалежно від стажу роботи і рівня освіти), під час виконання обов'язків у корпоративній ієрархічній структурі з високим рівнем забезпечення як інформаційного, так і технологічного рівня безпеки, помилки у формуванні і реалізації рішень призводять до аварійних ситуацій.

Для осіб, які приймають рішення в ієрархічній інтелектуальній системі управління організаційно-виробничими структурами в техногенному, розподіленому просторово середовищі, є певні нормативні рівні функцій і повноважень до дій:

- управління технологічними об'єктами, контроль їх параметрів та оцінка стану;
- відбір і опрацювання поточних даних та маніпуляція режимами вимірювальних систем;
- інтелектуальні процедури формування цілеорієнтованих дій щодо управління системою.

У цілеорієнтованій структурі особи виділені механізми інтелекту, які містяться на циклах розв'язання задач (управління об'єктами):

- програмуюча система та механізм мислення для оцінки ситуації;
- функції орієнтації в проблемі, яка виникла в момент кризи;
- механізм планування способу досягнення цілі, тобто зниження ризику;
- механізм індуктивної логіки планування дій;
- механізм діагностики, тестування, інтерпретації результатів для оцінки стану системи;
- механізми і моделі помилок, які описують поведінку особи в умовах вибору альтернативи під час прийняття рішень в екстремальних ситуаціях;
- механізми і процедури імовірнісного навчання на поточній ситуації.

Мислення особи виступає як процес символічного усвідомленого навчання, тобто є відображенням подій і ситуацій у символах мови та способом маніпуляції цими символами в певному цільовому напрямі з погляду прийняття рішень. Водночас процес мислення явно виступає як процедура розв'язання задач, де задача є цілеорієнтованою ситуаційною проблемою. Задачі в значенні структури можна відобразити через сукупність підзадач, а їх розв'язування — через можливі ситуаційні стани, операції та оператори переходу, які переводять предметно-орієнтований об'єкт або систему з проміжних у цільовий стан (область). Увесь спектр можливих станів утворює простір станів, спряжений із цільовим простором системи, яка приймає рішення щодо виходу з аварійної зони (рис. 8.1, 8.2).

Водночас важливим аспектом проблеми мислення є перехід від сприйняття до розуміння сенсу на основі концепції: (об'єкт — поняття про об'єкт), що вимагає введення інформаційних процедур у прийнятті рішень:

- формування понять про зовнішній світ як середовище об'єкта;
- утворення гіпотез та проблеми індукції в процесі оцінки ситуацій;
- дедукції в структурі логіки мислення під час побудови стратегій;

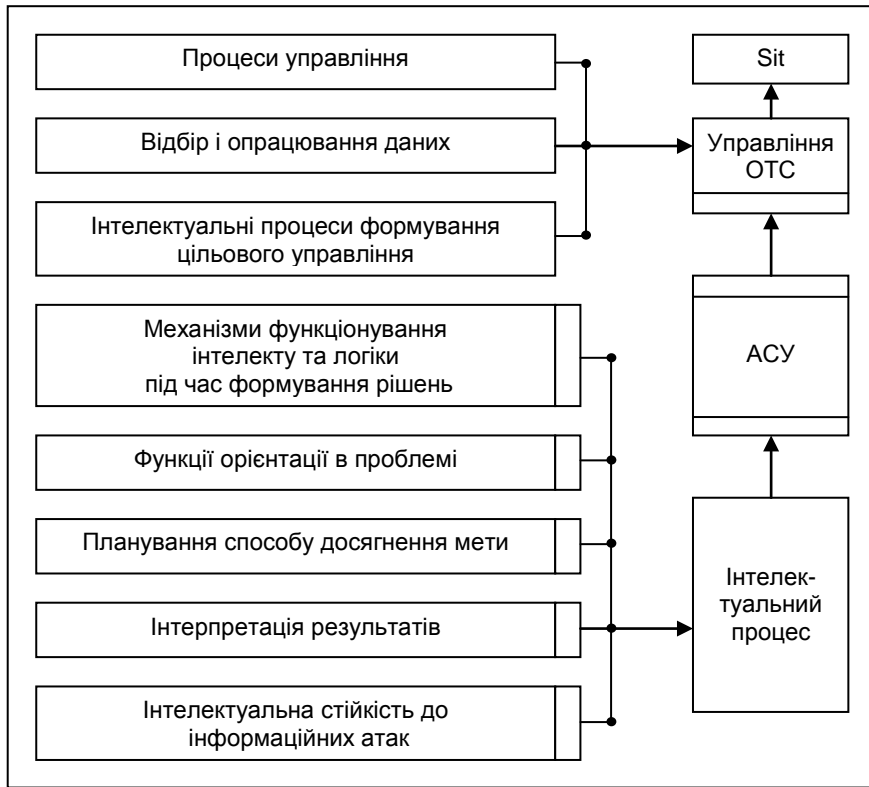


Рис. 8.1. Схема структури процесу мислення під час формування рішень

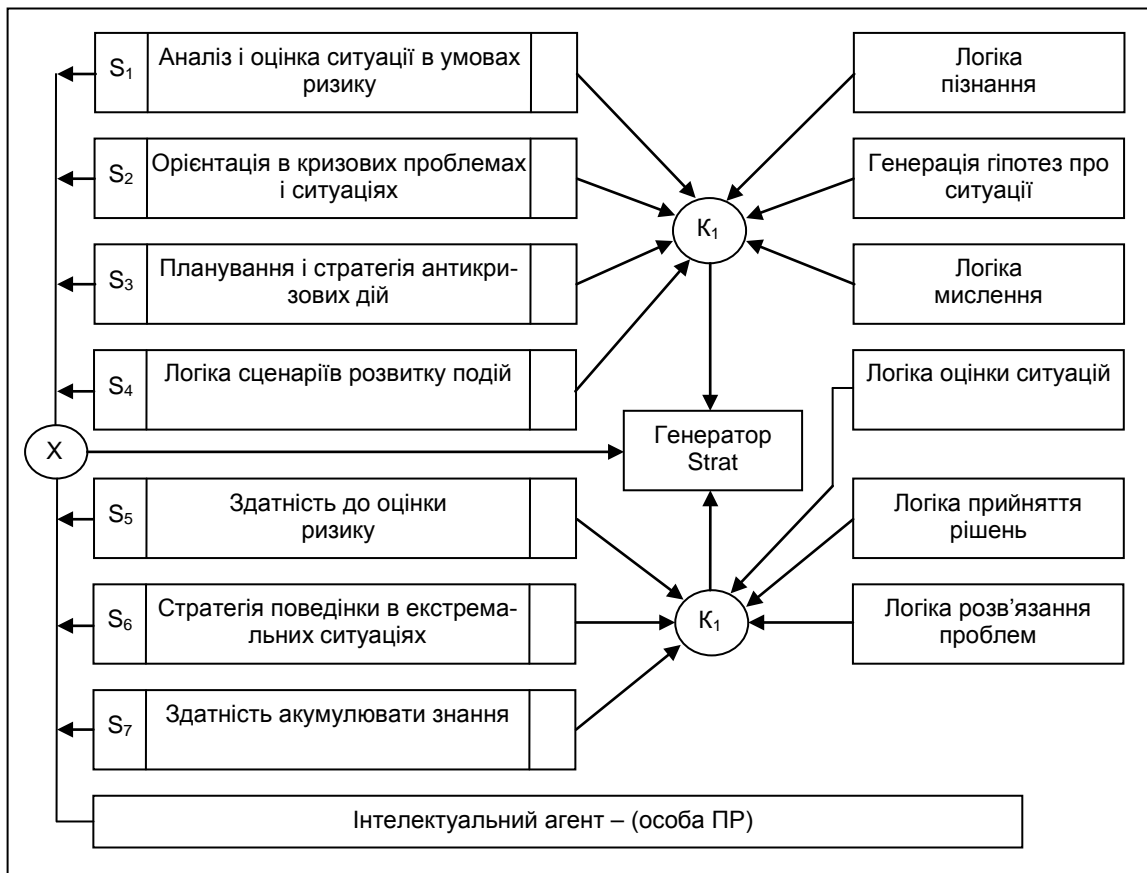


Рис. 8.2. Структурна схема взаємозв'язків процесу мислення під час опрацювання інформації інтелектуальним агентом та вироблення стратегії дій

- мови і її семантичної структури як засобу опису ситуацій у системі;
- логіки мислення як відображення інформаційної структури прийняття рішень, цілеорієнтації і розв'язання конфлікту;
- операції над формулами в логіці розв'язання задач, управління в АСУ-ТП.

Невідповідність рівня персоналу нормативним вимогам щодо технічних та інтелектуальних параметрів у таких ситуаціях призводить до грубих похибок у формуванні стратегії і тактики дій. Така ситуація характерна для кадрів як високорозвинених, так і слаборозвинених держав.

Наслідком неправильних рішень є поглиблення рівня втрат як матеріальних, так і людських ресурсів.

Тому відбір кадрів для роботи на відповідальних вузлах складних ієрархічних систем є актуальним, що, відповідно, вимагає розроблення нових концепцій синтезу тестів для оцінки інтелектуального рівня особистості та її здатності приймати цілеспрямовані рішення в умовах невизначеності у надзвичайних ситуаціях (психічна та інтелектуальна стійкість).

## 8.2. Аналіз проблеми інтелектуальної стійкості

Людина характеризується такими ознаками інтелектуального активного агента (рис. 8.3, 8.4):

$A_1$  — тип інтелекту (клас, параметри, рівень);

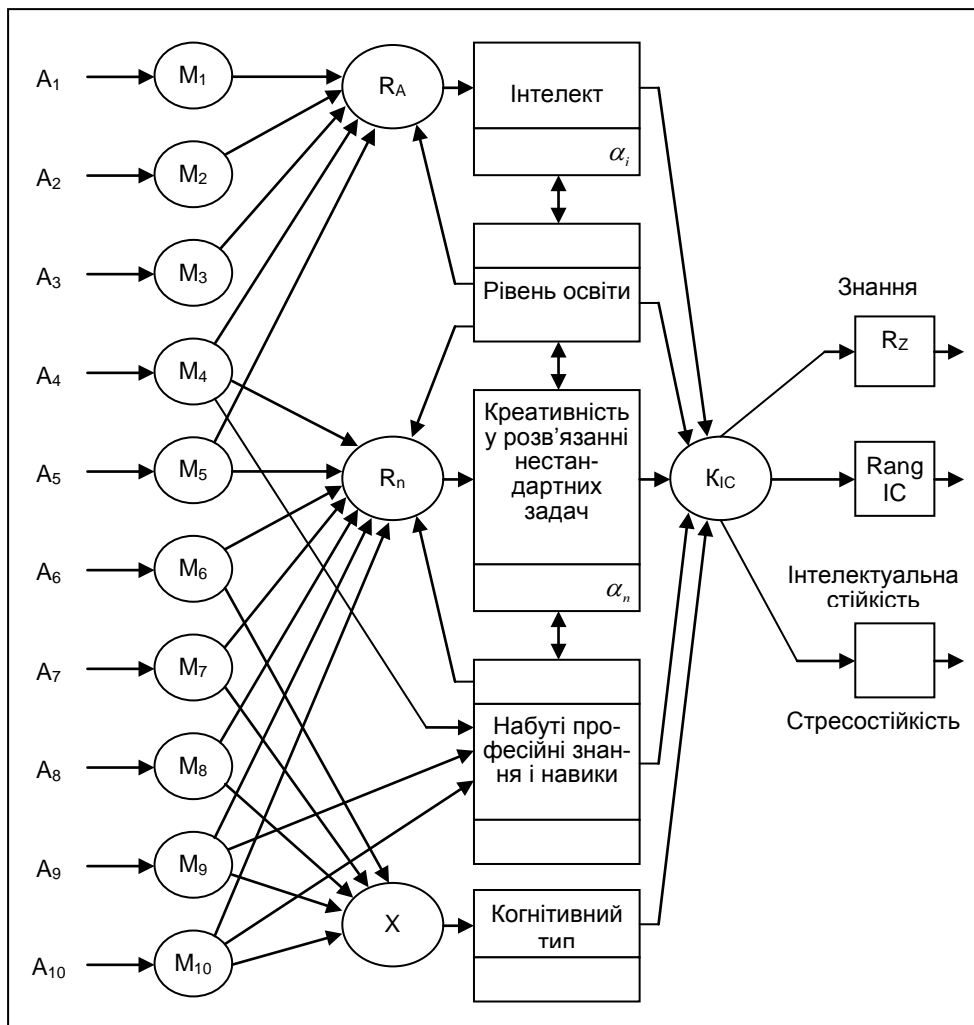


Рис. 8.3. Структурна схема поєднання ознак інтелектуального активного агента

- $A_2$  — рівень IQ (здатність до розв’язування задач);
- $A_3$  — творчо-мистецькі здібності (креативність, логіка, аналітика);
- $A_4$  — практичні навички і вміння (здатність приймати рішення);
- $A_5$  — цілеспрямованість у реалізації мети (генерація стратегій);
- $A_6$  — сила характеру (інтелектуально-психічна стійкість під час досягнення мети);
- $A_7$  — коефіцієнт креативності;
- $A_8$  — емоційний коефіцієнт;
- $A_9$  — коефіцієнт запам’ятовування різномірних даних, ситуацій, знань;
- $A_{10}$  — внутрішня цілеспрямована дисципліна.

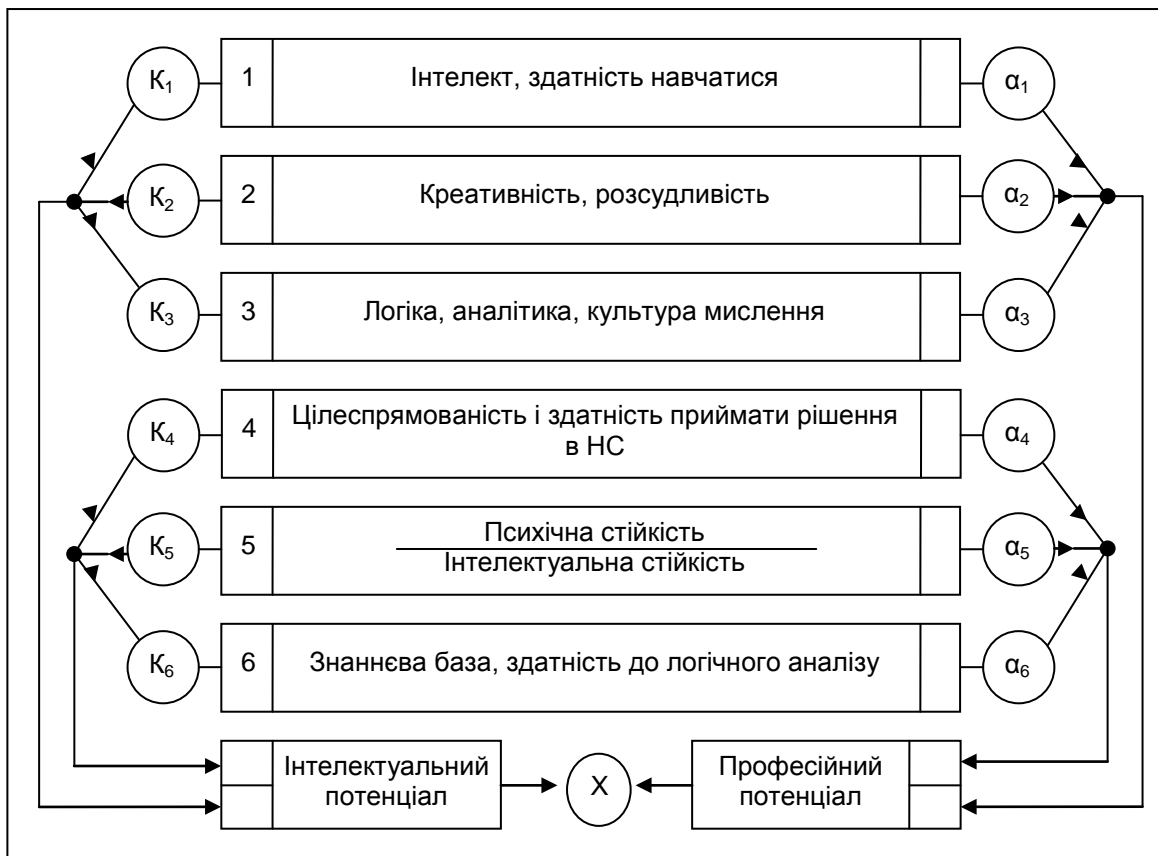


Рис. 8.4. Структурна схема інтелектуальних та професійних взаємозв’язків

Водночас виділяється комплекс характеристик та факторів, у якому з погляду стресостійкості актуальні (рис. 8.5, 8.6) [148, 183, 384]:

- $X_1$  — здатність об’єктивно оцінювати ситуацію;
- $X_2$  — надання переваги у житті новим ризикованим шляхам досягнення мети;
- $X_3$  — вміння покладатися на власний досвід;
- $X_4$  — відкрита і чесна поведінка у всіх ситуаціях;
- $X_5$  — здатність брати на себе відповідальність;
- $X_6$  — здатність мобілізувати максимум зусиль для досягнення поставленої мети;
- $X_7$  — здатність протистояти загрозам;
- $X_8$  — здатність докладати зусилля для прийняття і реалізації рішень;
- $X_9$  — здатність прогнозувати розвиток подій;

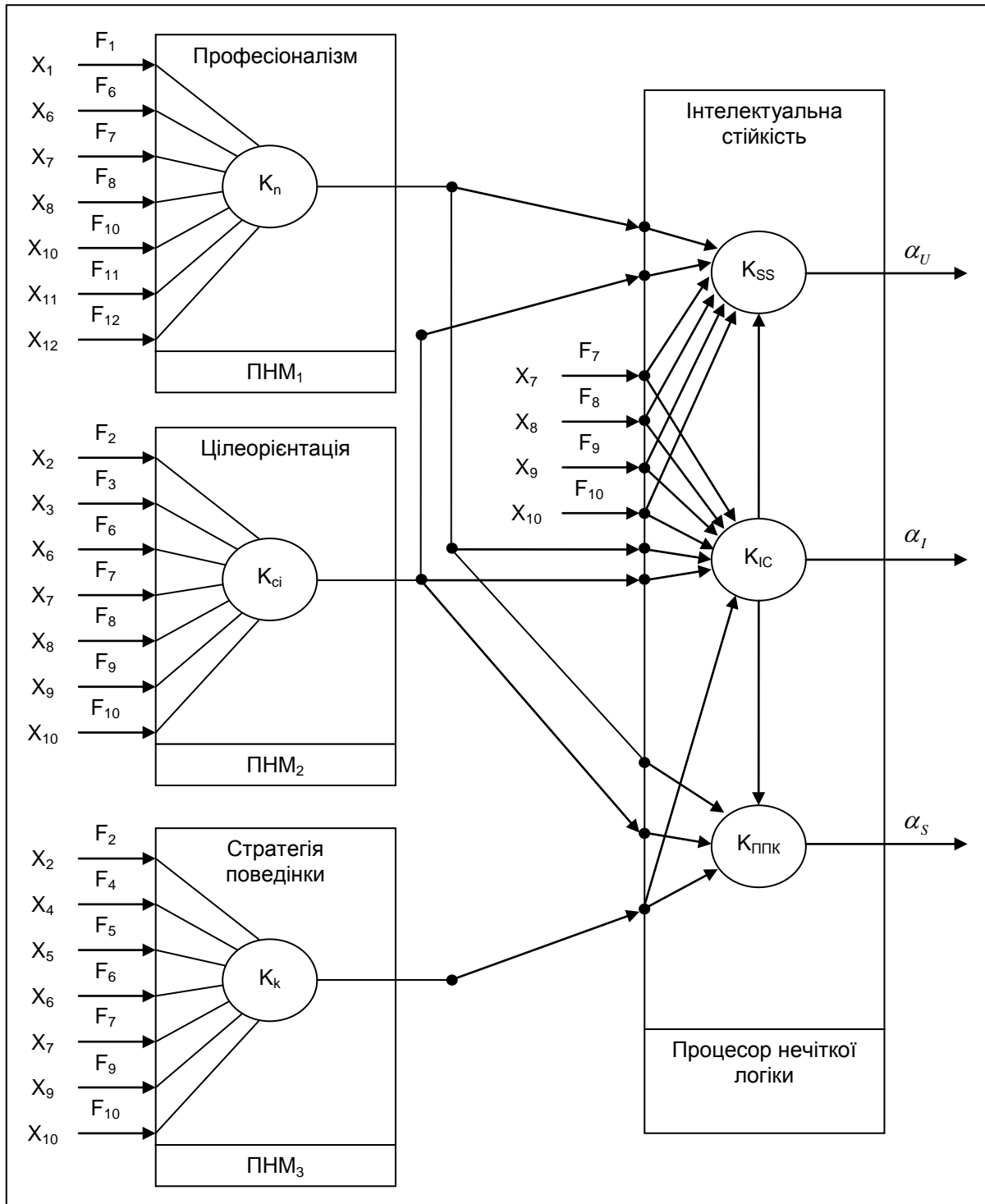


Рис. 8.5. Схема параметрів та факторів для оцінки інтелекту

$X_{10}$  — функціональна витривалість і стійкість до стресових ситуацій, адаптивність;  
 $X_{11}$  — перебирання на себе ролі організатора та відповідальності за інших у важких і несприятливих умовах, невтомність;

$X_{12}$  — мобільність і логічність критичного аналізу.

Водночас можна виокремити й інтегральні специфічні чинники, які характеризують управлінську діяльність:

- адаптаційна мобільність у команді, групі;
- емоційне лідерство в групі;

- здатність до інтеграції поведінки з колективом;
- контактність;
- стійкість до стресу при емоційному напруженні під час прийняття рішення, докладання інтелектуальних і вольових зусиль при віднайденні оптимальних варіантів.

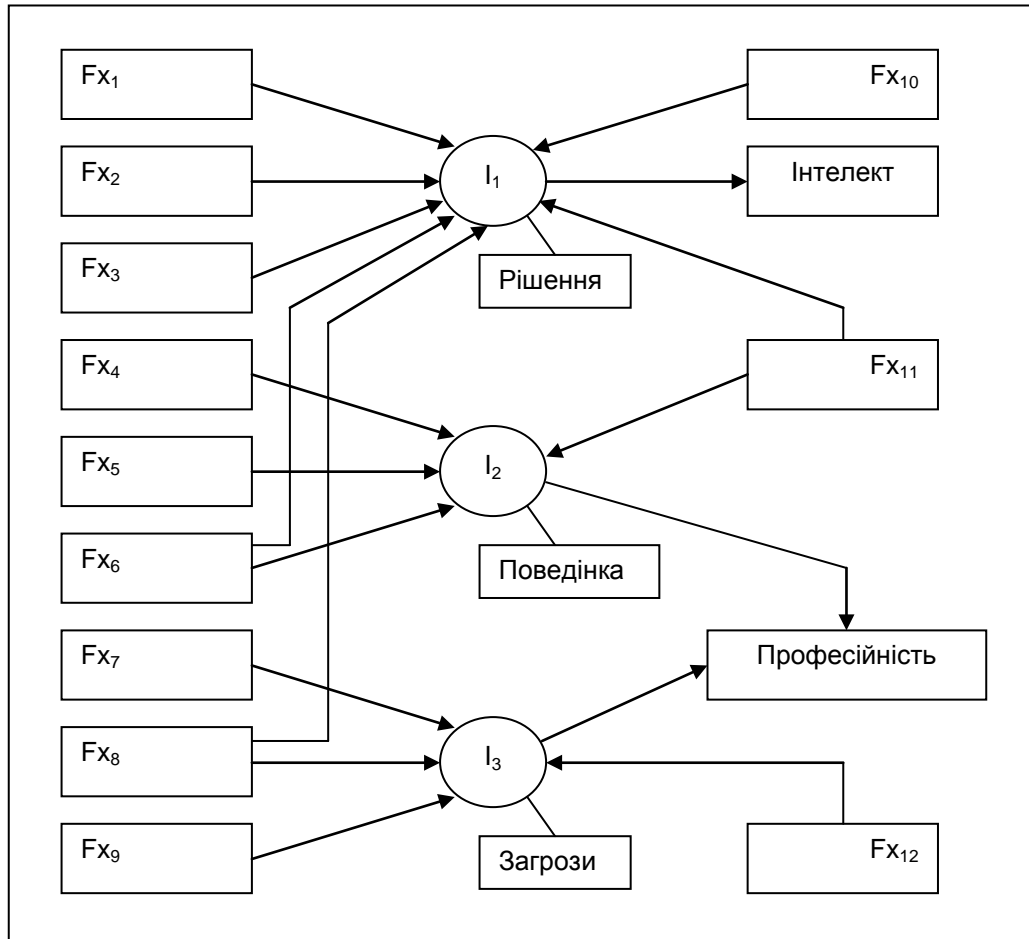


Рис. 8.6. Схема взаємозв'язків між характеристиками та факторами, що впливають на стресостійкість інтелектуально-активного агента та детермінують його діяльність

Із кожним вольовим напруженням під час реалізації завдань відбуваються емоційні перервантаження, що спричиняє зриви у плануванні та реалізації цільових рішень, що призводять, всупереч ситуації, до алогічних рішень.

Під час оцінювання професійно-орієнтованих кадрів до вимог інтелектуально-психологічної стійкості важливими є такі риси особистості (рис. 8.7):

- ПХ<sub>1</sub> — орієнтація на успіх та емоційна стабільність;
- ПХ<sub>2</sub> — соціальна та інтелектуально-психологічна зрілість;
- ПХ<sub>3</sub> — практичний інтелект під час формування рішень;
- ПХ<sub>4</sub> — вміння планувати складну роботу та встановлювати пріоритетність завдань в умовах дефіциту часу;
- ПХ<sub>5</sub> — стійкість до стресу і ризику (емоційно-психічна);
- ПХ<sub>6</sub> — здатність інтерпретувати емоційні образно-ситуаційні оцінки та інтуїтивні уявлення під час прийняття рішень, активно діяти в екстремальних умовах;

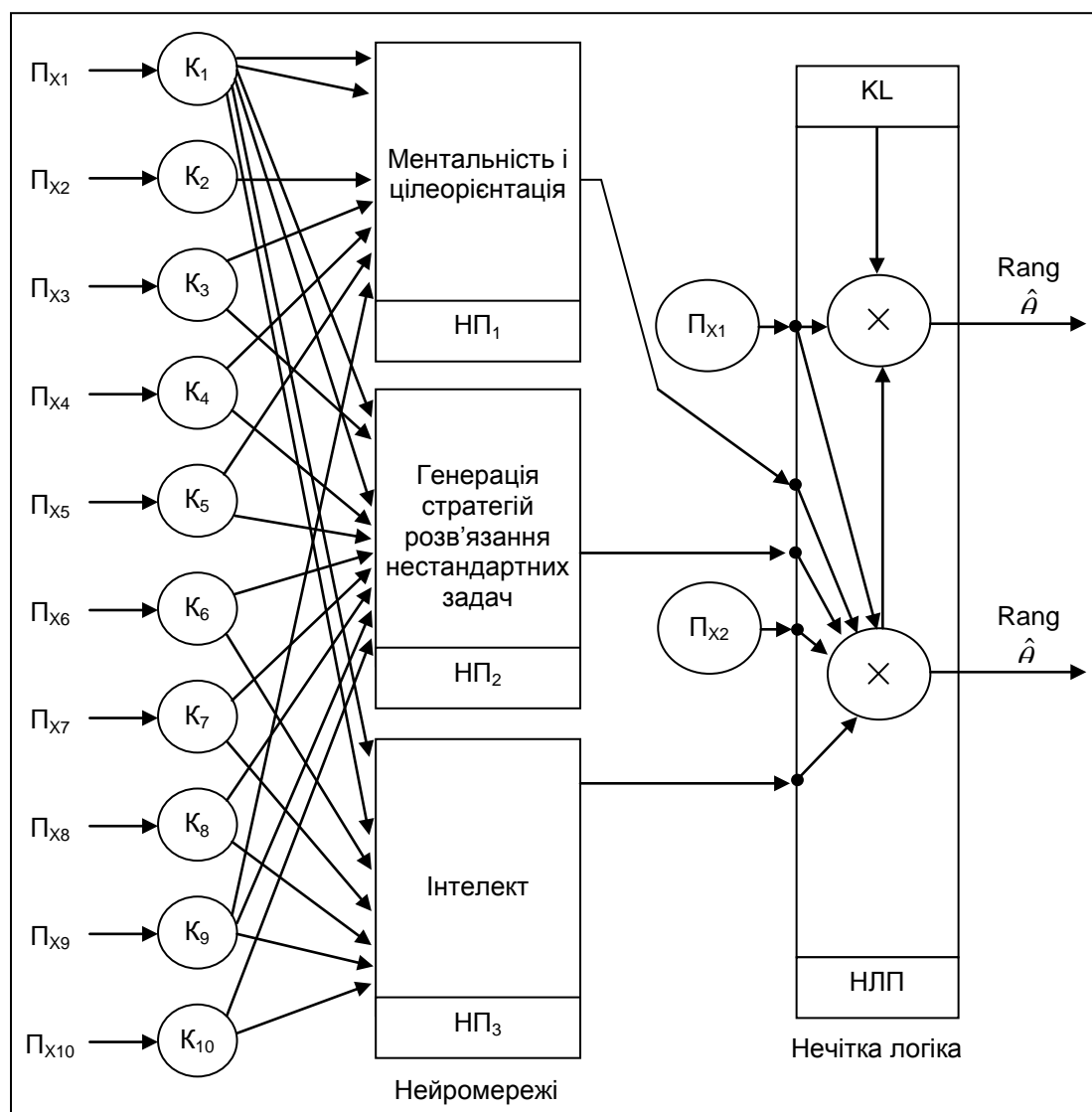


Рис. 8.7. Нейромережева схема зв'язку факторів

$ПХ_7$  — уміння приймати ризиковані рішення на основі адекватного аналізу й оцінки ризику;

$ПХ_8$  — готовність до збільшення стресових навантажень у нормальних і надзвичайних ситуаціях;

$ПХ_9$  — уміння гасити кризові і конфліктні ситуації;

$ПХ_{10}$  — стабільний рівень працездатності в різних ситуаціях і умовах ризику;

$ПХ_{11}$  — інтегральна здатність до прийняття і реалізації рішень на основі згенерованих стратегій, тактик та планів дій;

$ПХ_{12}$  — свідомо цілеспрямована діяльність для реалізації мети або розв'язання системи завдань управління і прийняття рішень.

### 8.3. Аналіз проблеми тестування професійної придатності

Основні аспекти командно-оперативного управління можна звести до виконання таких функцій (рис. 8.8, 8.9):

$КF_1$  — визначення головних цілей та напрямів діяльності для їх реалізації;



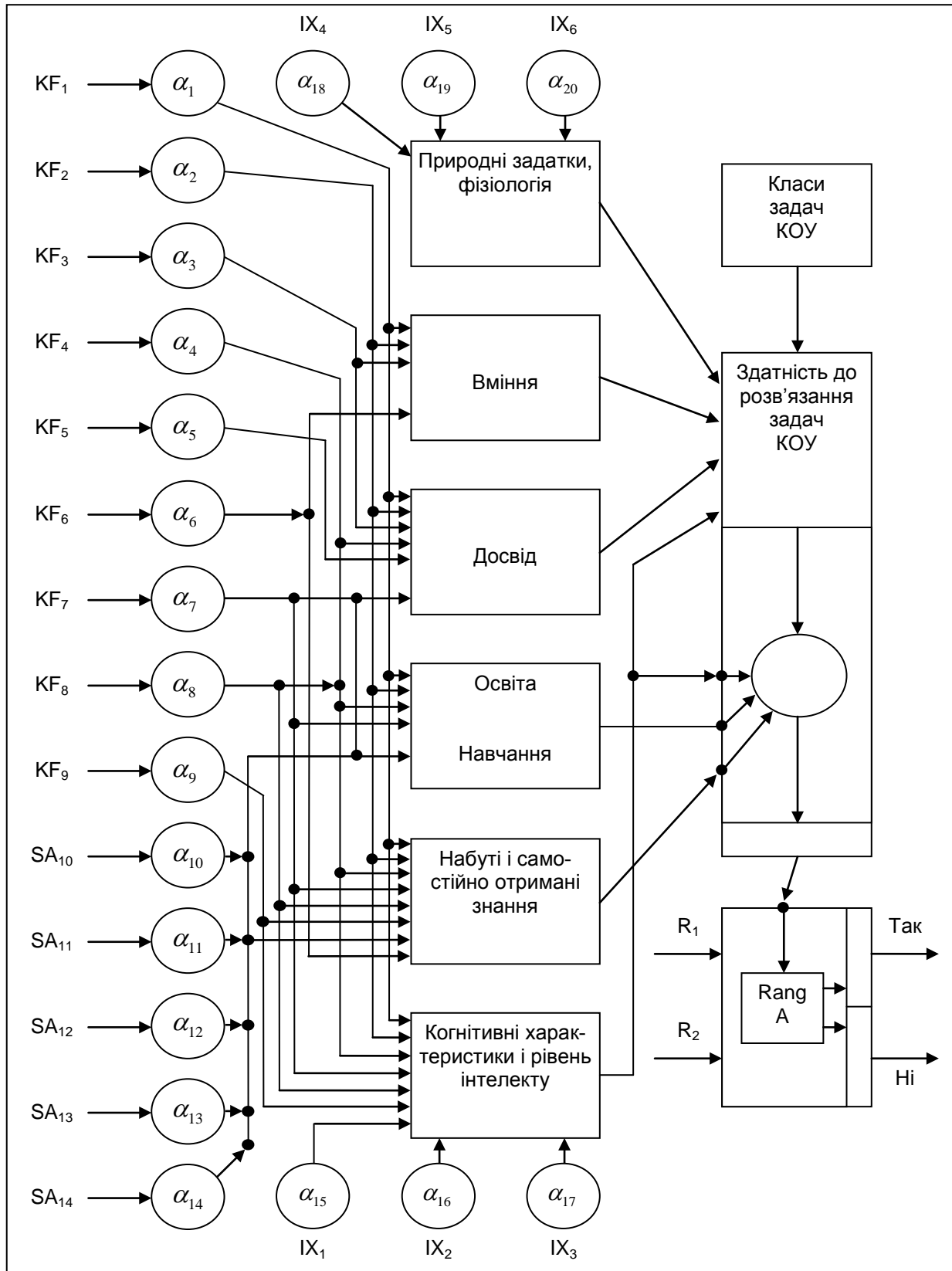


Рис. 8.8. Вплив факторів на здатність приймати рішення в екстремальних умовах

KF<sub>2</sub> — раціоналізація організаторської структури, яка генерує стратегічні цілі, тактики, плани;

KF<sub>3</sub> — адміністративна діяльність та координація;

KF<sub>4</sub> — планування дій та прогноз наслідків на основі оцінки ресурсів і тенденцій розвитку подій (інформаційно-інтелектуальна компонента) та їх наслідків;

KF<sub>5</sub> — реалізації планів досягнення мети;

KF<sub>6</sub> — операційна (інструктаж, контроль, координація, регулювання та оперативне планування);

KF<sub>7</sub> — комунікативна в ієрархії організації;

KF<sub>8</sub> — вироблення та прийняття цільових рішень і їх реалізація в умовах загроз;

KF<sub>9</sub> — вибір корпоративної та операційної стратегії;

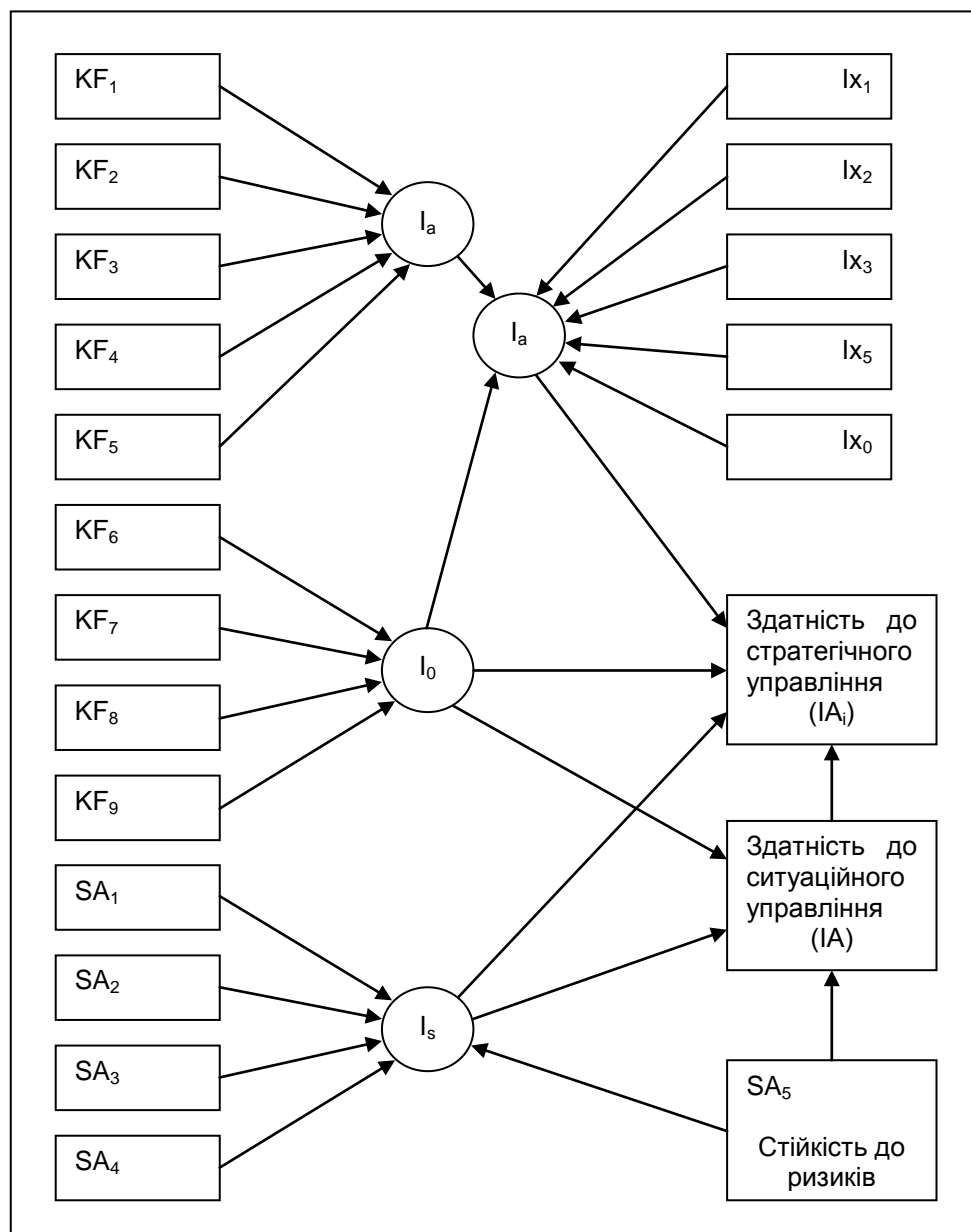


Рис. 8.9. Структурна схема взаємозв'язків основних функцій командно-оперативного управління

Ситуативні компоненти оперативного управління:

SA<sub>1</sub> — аналіз виробничої ситуації й оцінка впливу загроз інших факторів;

SA<sub>2</sub> — оцінка розміщення і рівня наявних ресурсів;

SA<sub>5</sub> — визначення можливості доступу до активної зони і рівня ризику для команди, гарантії ліквідації аварії.

Водночас потрібно брати до уваги основні особисті психофізіологічні характеристики кожного оператора:

IX<sub>1</sub> — стійкість — здатність тривалий час виконувати свої функції в умовах дії загроз;

IX<sub>2</sub> — зосередженість як концентрація уваги на плануванні і реалізації власних дій;

IX<sub>3</sub> — перенесення і розподіл уваги на паралельний контроль об'єктів та виконання кількох видів діяльності водночас;

IX<sub>4</sub> — обсяг опрацювання інформації в потоках даних як рівень інтелектуального навантаження;

SA<sub>3</sub> — аналіз ефективності та надійності персоналу під час формування і реалізації оперативних дій;

SA<sub>4</sub> — аналіз структури об'єкта, джерела загроз та побудова тактики ліквідації катастрофи, аварії;

IX<sub>5</sub> — інтенсивність як об'єм і продуктивність прийняття ланцюгів управлінських рішень, оцінки ситуації, класифікації стану об'єкта і рівня ризику аварії виступає як компонента інтелектуальної стійкості;

IX<sub>6</sub> — здатність до розв'язання задачі техногенного характеру, охоплює такі дії в процесі мислення:

- логічні та евристичні;
- свідомі і підсвідомі;
- інтелектуальні та емпіричні;
- інтуїтивні та підсвідомі;
- рефлексивні (в процесі виявлення змісту).

Відповідно до завдання та цільового призначення, групуються ієрархії важливостей:

V<sub>1</sub> — концептуальні проблеми;

V<sub>2</sub> — стратегічні задачі в техногенних системах;

V<sub>3</sub> — оперативні адміністративно-управлінські задачі, які мають психологічно-соціальний характер у структурі організації.

Для розв'язання конкретних оперативно-командних управлінських завдань використовують (лідери, керівники) такі тактики:

T<sub>1</sub> — тактика ризику з підвищеною відповідальністю за наслідки;

T<sub>2</sub> — тактика мінімізації ризику під час вибору лінії поведінки;

T<sub>3</sub> — тактика оперативного вирішення проблеми з допустимим рівнем ризику;

T<sub>4</sub> — тактика мінімуму ініціативи у виконанні самостійних дій, ці підходи характеризують рівні інтелектуальної стійкості;

T<sub>5</sub> — формування індивідуального і групового стилю взаємодії у розв'язанні завдань та діях в екстремальних і нормальних умовах.

Систему тестування необхідно розглядати як цілеорієнтовану ієрархічну структуру, що в режимі діалогу визначає інтелект особи, яка є також цілеорієнтованою біологічною функціональною структурою [34, 43, 44] (рис. 8.10).

Для розв'язання проблемної задачі оцінки професійної придатності необхідно провести декомпозицію як нормативної бази, так і характеристик та параметрів особи на логічну і функціональну компоненти.

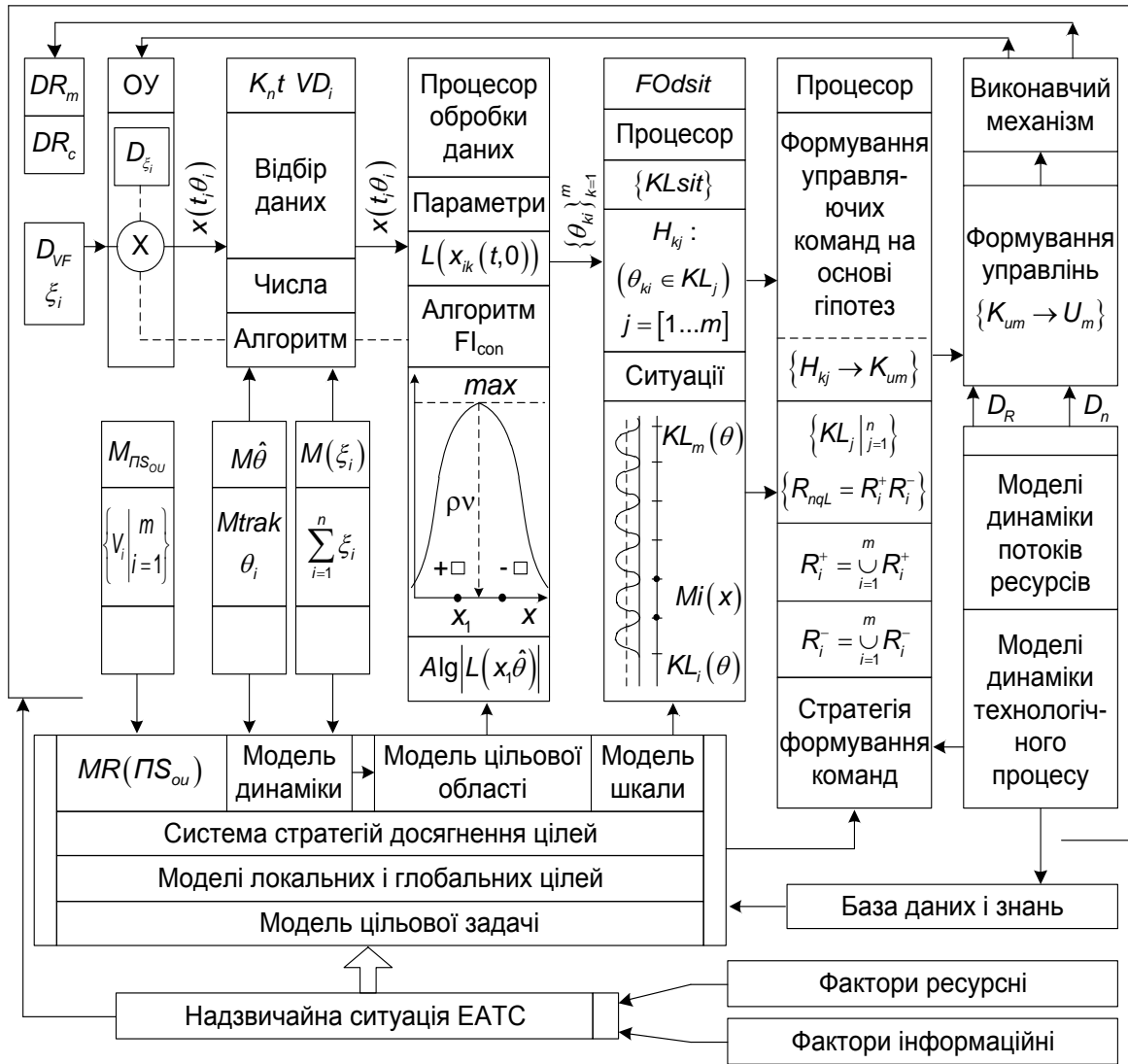


Рис. 8.10. Модель вибору структури алгоритму опрацювання даних для прийняття управлінських рішень

### 8.4. Процедура тестування навиків і знань когнітивної системи ліквідатора

У процесі тестування знань повинні враховуватися такі компоненти логічного мислення і знань:

1. Логічна структура представлення знань, їх повнота та зв'язаність (змістовна організація знань).
2. Знання як підстава прийняття рішень для досягнення мети у процесі управління (темпоральні характеристики).
3. Способи навчання (алгоритми) та формування цільових рішень і розв'язання проблемних ситуацій (жорсткі та розпливчаті програми), які виникли в системі внаслідок дії зовнішніх і внутрішніх факторів.
4. Тести для оцінки інтелекту особи в значенні сприйняття предметно-орієнтованих знань повинні бути логічно і функціонально структуровані [7].
5. Контрольні тести рівня засвоєння та цільового використання знань повинні бути ранговані згідно з типом задач і рівнем повноважень особи [62, 407].

6. Логічна та предметно-орієнтована структура знань, жорстка програма дій на досягнення мети визначається типами стратегій управління [405].

7. Механізми дозованого навчання в діалозі повинні бути функціонально та логічно структурованими згідно з профорієнтацією особи.

8. Механізми цілеорієнтованого самонавчання як основа підвищення інтелектуального рівня оператора.

9. Механізми підсвідомого самонавчання на основі накопичення невпорядкованого досвіду та здатність до структуризації даних.

Водночас структура тестів повинна враховувати особливості процесів мислення особи оператора та його цілеорієнтації [34, 397].

Процес тестування виступає як процедура ідентифікації структури інтелекту особи та особливостей її мислення [7, 375].

Види мислення з погляду рівнів пізнання (чуттєвого та раціонального) можна класифікувати відповідно до типу процедур розв'язання ситуаційних, математичних і логічних задач [216]:

– філософське теоретичне мислення на словесно-логічному рівні, генерація ідей та гіпотез щодо схем розв'язання проблем;

– наглядне (образне) дійове мислення, у якому розв'язання задачі здійснюється за допомогою реального перетворення ситуації в цільову за допомогою спостереження рухового акту;

– інформаційний аналіз під час утворення нових синтетичних понять як основа ідентифікації інтелігентності особи і когнітивних параметрів;

– наглядно-образне мислення, пов'язане з представленням ситуацій та змінами в них, як результат діяльності з врахуванням дійових факторів та комплексування різнопланових характеристик об'єктів;

– кореляційний аналіз під час вивчення типу мислення для кожного типу психічних особливостей характеру особи, на основі виявлення взаємозв'язків у процесах поведінки під час впливу різних факторів на особу (активне зондування);

– методи багатомірного шкалювання під час вивчення емоційної регуляції мислення як засіб оцінки інтелектуальної і психічної стійкості;

– методи математичного і програмного імітаційного моделювання процесів мислення для виявлення інтелектуальної структури ментальної орієнтації.

Задача як об'єкт мислення та процес її розв'язання виступають у вигляді інформаційно-інтелектуального процесу (рис. 8.11, 8.12), водночас можна виділити такі компоненти [148]:

КМ<sub>1</sub> мислення — як асоціація представлень образів ситуацій в ОУ;

КМ<sub>2</sub> мислення — як спосіб дії згідно з явними планами;

КМ<sub>3</sub> мислення — як функціонування інтелектуальних операцій прийняття цілеорієнтованих рішень;

КМ<sub>4</sub> мислення — як акт переструктурування динамічних ситуацій під час зміни цілі стратегії;

КМ<sub>5</sub> мислення — як стратегія цілеорієнтованої поведінки особи в умовах впливу позитивних і негативних факторів;

КМ<sub>6</sub> мислення — як мотивований процес усвідомленої поведінки в різних ситуаціях;

КМ<sub>7</sub> мислення — як комплекс біофізичних та логічних процесів розв'язання ситуаційних задач щодо збереження власного життя в умовах дії загроз;

КМ<sub>8</sub> мислення — як система опрацювання інформації про хід процесів і ІСАУ.



Рис. 8.11. Інформаційні та інтелектуальні компоненти в процесі мислення особи

Оператор виступає як:

- особа, що виконує функції інтелектуального агента;
- система, що навчається на основі здатності до мислення.

Задачі, які необхідно вирішувати у процесах формування рішень в управлінні ліквідацією загроз, мають певну об'єктивну структуру і характеризуються інформаційною складністю (розв'язувані, важко розв'язувані, нерозв'язувані).

Структура представлення задачі у вигляді компонент інтелектуально-інформаційної процедури:

- представлення ситуації задачею; елементи ситуації, правила перетворень ситуацій (альтернатив);
- характер представлення умов задачі (образ, формальний опис, дія динамічна);
- ступінь виділення в ситуації суттєвих відношень у структурі зв'язків об'єкта задачі;
- ідея задачі як неявно задані стратегічні та тактичні цілі, яких необхідно досягнути в процесі побудови схеми (алгоритму) процесу розв'язання, для того щоб отримати розв'язок (кінцева ситуація).

Велику роль інформаційних технологій для створення процесів і процедур розв'язання задач, які виникають під час проектувань, наукових досліджень та видавничих і організаційних системах, відзначив у своїх працях В. М. Глушков [75, 78], обґрунтовуючи їх автоматизацію на основі використання інформаційних моделей діалогового режиму логічного виводу, методів генерації гіпотез та прийняття рішень.

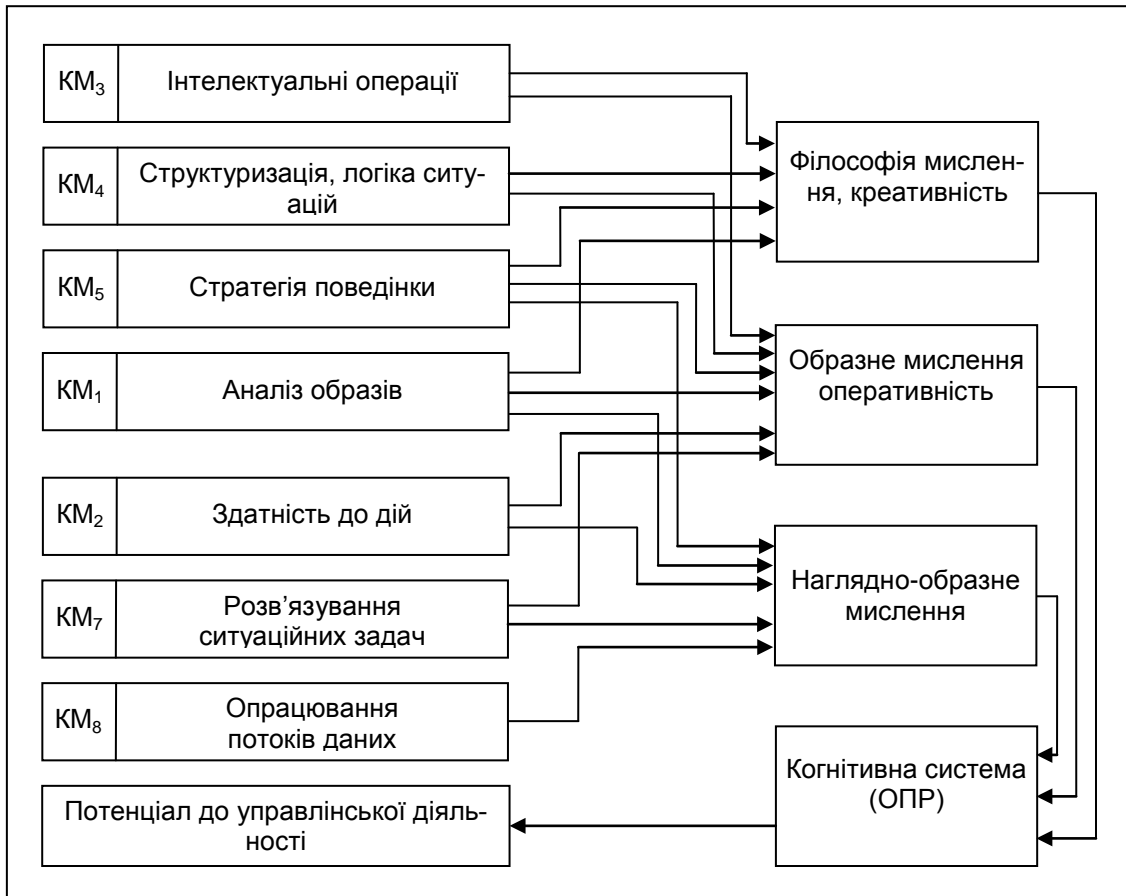


Рис. 8.12. Схема інформаційно-інтелектуального процесу мислення під час ухвалення управлінських рішень

Коли оперативний працівник виконує контрольні операції у структурі функціонування ІАСУ, важливим є знаходження способів розв'язання потоку задач, що вимагають свого розв'язання в реальному часі, а це ставить вимогу відповідного навчання персоналу.

Планування ціленаправлених дій виступає важливим аспектом у концепції побудови схем розв'язання (процедур) проблемно-орієнтованих задач, водночас можна виділити такі етапи:

- планування дій — як спосіб досягання мети в системі послідовностей локальних динамічних цілей на основі дерева рішень або сценарію;
- задача планування дій для досягнення мети виступає як задача цілеспрямованого управління системи елементарних операцій та дій на основі алгоритмів перебору з оцінкою тупикового стану і кінцевої схеми досягнення цілі;
- стратегії ціленаправленого перебору та оцінки цільових функцій як основи синтезу графів та дерев у розв'язанні задач, відповідно до логічних або логіко-евристичних процедур виводу та генерації гіпотез про альтернативні схеми руху до мети;
- ігрові задачі із різними стратегіями учасників гри в побудові дерева розв'язків та формування цільових функцій для оцінки ситуації та вибору способу поведінки, яка мінімізує ризик втрат у системі;
- стратегічні задачі формування цілей і глобальних політик інтегрованої ієрархічної системи під час зміни ризиків та появи глобальних викликів для неї на різних термінах функціонування;

– динамічне цілеспрямовання під час розв’язання задачі з виділенням компонент зміни параметрів цілі та планування цілеорієнтованих дій в умовах ризику.

### 8.5. Автоматизація управління в ІАСУ

Автоматизація дедуктивних суджень у процесах прийняття рішень ґрунтується на розбитті задачі на два класи:

– постановка проблем, яка полягає у формуванні висловлень, логічну істинність яких необхідно довести, водночас пошук самого доведення істинності ґрунтується на логічному виводі, що використовує раніше досягнуті формалізовані знання, а не нові експериментальні дані та результати спостереження;

– генерація гіпотез та синтез процедури цілеорієнтованого логічного виводу (дедуктивного).

**Формалізовані знання** ґрунтуються на раніше доведених теоремах або постулюються апріорі на основі аксіом (не потребують доведення) та процедур (алгоритмів), покладених в основу схеми логічного доведення. Для конкретизації опису висловлень та процедур у системі формалізованих знань охоплюють визначення понять, які є елементами логічних (математичних) числень (структур, арифметик, алгебр, топологій, логік), які входять у формальні граматики у вигляді формул цих числень та процедур виводу.

У число процедур виводу логічного числення висловлень додані еквівалентні формули перетворень відносно базових логічних законів та процедур виводу.

Для ієрархічних систем управління технологічним процесом враховується і відповідна динаміка лінійних систем при малих збуреннях, стратегія управління в яких ґрунтується на компенсації збурень за відомих апріорі структурі і параметрах, породжуючи їх системи, а для нелінійних об’єктів — інтелектуальні схеми формування процедур прийняття цільових рішень.

Зміна структури збурювальних факторів призводить до збою в режимі функціонування системи, тобто невиконання нею цільових задач. Введення поняття проблемної цільової задачі і стратегії як способу розв’язання цих задач викликає в межах теорії САУ-ТП застосування нових понять як інструменту аналізу і синтезу та інтелектуальних технологій для реалізації цільового управління, що охоплює формування цільової задачі управління об’єктом технологічної системи на основі процедури вибору моделі структури СГАУ (рис. 8.13):

- цілей функціонування системи управління;
- процедур спряження цільового простору і простору станів об’єкта управління в структурі динамічної системи як спосіб створення образу ситуації в системі інтелектуального управління;
- алгоритму (процедури) оцінки положення системи в цільовому просторі (початкове, поточне, цільове) з погляду можливості досягнення мети;
- стратегій переходу з початкового стану в цільовий як способу розв’язання ситуаційної задачі, прийняття рішень щодо управління;
- інформаційного образу динамічної ситуації як відображення актуального стану в цільовому просторі щодо напрямку руху до цільової області;
- вибору стратегії і процедури прийняття рішень як способу реалізації стратегії досягнення цілі на основі концепцій логіки та статистики;
- класів алгоритмів оцінки граничних і аварійних режимів, критеріїв та оцінок якості стратегій управління з погляду забезпечення робастності до грубих збурень і стійкості — як функціональної, так і інформаційної.



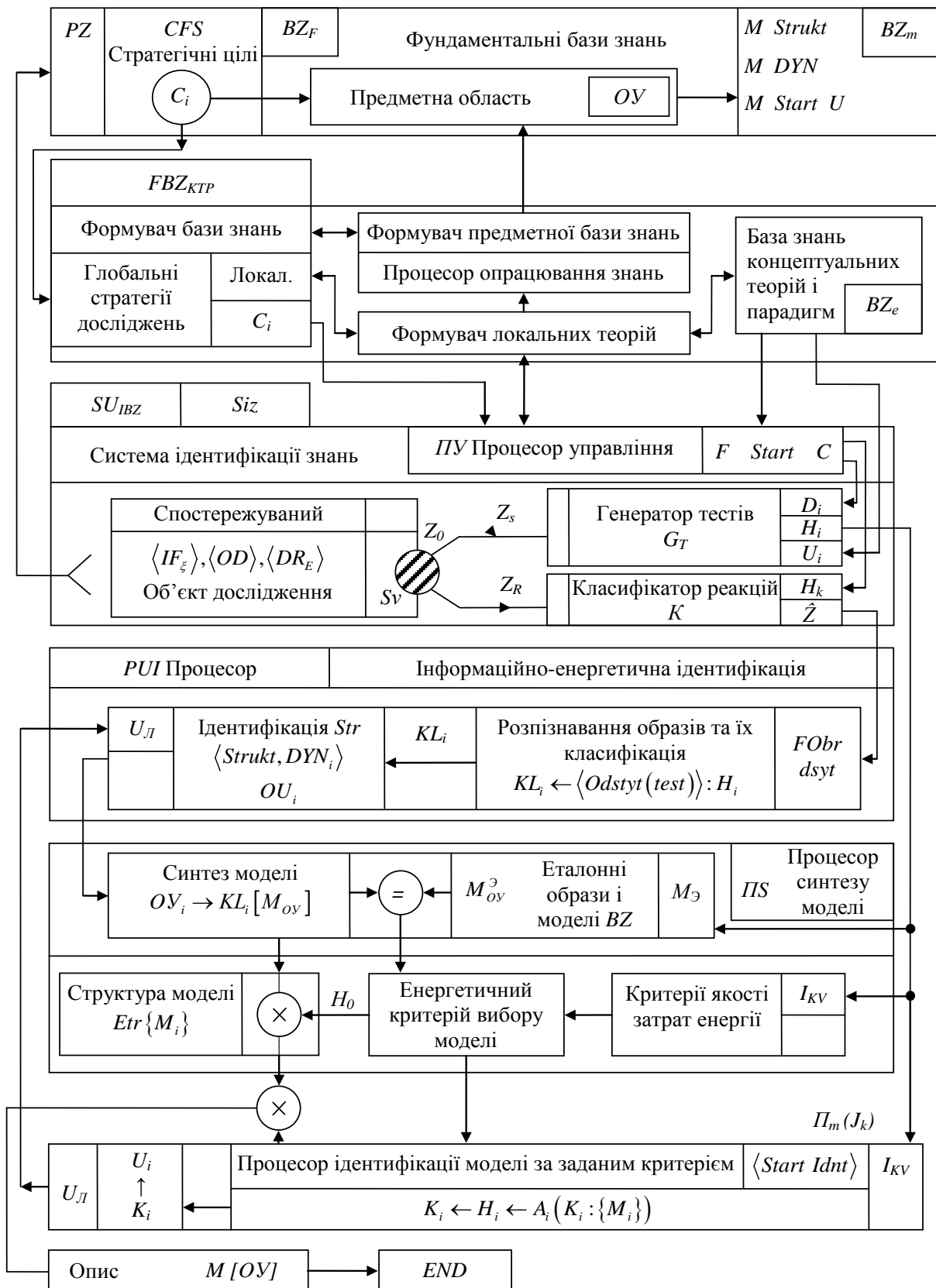


Рис. 8.13. Процедура вибору моделі структури системи гарантованого автоматичного управління (СТАУ) як основа тесту профорієнтації: PZ — проблемна задача; CFS — команда на управляюча система; BZ — база знань; C<sub>i</sub> — система; SU — стратегії управління; KL<sub>i</sub> — множина класів; OY — об'єкт управління; F<sub>i</sub> — фактори впливу; K<sub>i</sub> — команди; M [OY] — моделі управління об'єктом; KV — команди управління

Для формування методик дослідження на базі інформаційно-ресурсної концепції виникає потреба в чіткій класифікації математичних засобів аналізу і синтезу, що забезпечують можливість відобразити інформаційно-ресурсні перетворення з єдиних конструктивних позицій теорії моделей динамічних функціональних перетворень. Такий підхід дає змогу виділити такі класи функціональних математичних операторів як спосіб опису інформаційно-енергетичних перетворень:

- оператори, які відображають структуру інформаційних перетворень;
- оператори енергетично-інформаційних перетворень;
- оператори, що відображають динаміку перетворень, ресурсних потоків в об'єкті і джерелі та каналах передачі;
- оператори, що описують енергетичні перетворення потоків ресурсів зі зміною їх фізико-хімічної структури;
- оператори, які відображають спосіб взаємодії контрольно-вимірювальних систем із технологічним середовищем як спосіб опису енергетичних вимірювальних перетворень під час відбору даних про стан ОУ;
- оператори, які відображають структуру і способи перетворення інформаційних потоків, що слугують для формування інформаційного образу динамічної ситуації;
- оператори, які відображають процедуру розв'язку задачі як інформаційне забезпечення процесу прийняття рішень через стратегію і тактику досягнення цільового стану системи;
- оператори (функціонали), що характеризують якість управління з метою реалізації цільової задачі з погляду ресурсних затрат. Розв'язання цих проблем вимагає використання математичних засобів, що мають певну структуру та інформаційне трактування, які слугують основою процедури декомпозиції структури об'єктів на елементарні підструктури, графи, сітки Петрі, що є підставою для виділення суттєвих сторін об'єкта, важливих у процесі синтезу САУ-ТП [473].

Формування питань охоплює:

- стратегічну мету тестування;
- оцінки розуміння базових професійних понять і їх зв'язків;
- розуміння змісту ситуації і процесу рішення;
- логічну структуру компонента предмета тестування;
- логічні методи побудови висновків і їх взаємодію зі сценарними образами розвитку подій;
- здатність до аналізу ситуацій і прийняття рішень.

### **8.6. Синтез професійно-орієнтованих тестів для оператора АСУ**

Процедура відбору операторів АСУ ґрунтується на двох фундаментальних положеннях:

- забезпечення психічної та інтелектуальної стійкості людини в нормальних, граничних та аварійних режимах, надзвичайних ситуаціях;
- фізіологічні характеристики людини здатні витримувати в заданий термін зміни, забезпечувати всі види функцій для управлінської оперативної діяльності в широкому діапазоні фізичних і когнітивних зусиль.

Інформаційним та системним базисом є здатність засвоїти знання і навички, необхідні для якісної експлуатації технічних систем, згідно з посадовими повноваженнями експлуатаційного та управлінського характеру.

Виходом зі структурної схеми системи управління (рис. 8.13) можна вважати, що для ефективного управління виробничою системою необхідні знання таких предметних систем:

- знання про структуру і динаміку об’єктів управління;
- фізико-хімічні знання про енергетичні перетворення в технологічних процесах;
- логічні процедури й алгоритми, необхідні для прийняття рішень щодо управління ОУ;
- інформаційні технології обробки, оцінки, класифікації даних про стан об’єкта.

Відповідно, можна виділити такі рівні функціональної організації системи:

- ресурсний (матеріальні потоки);
- контролю стану об’єкта ІВС (параметри, режими, оцінка, класифікація);
- технологічний (об’єкт управління);
- технологічного командного управління з класифікатором ситуацій і заданою логікою і правилами рішень;

- цілезадаючої системи та системи оперативного управління (CZS, CVS);
- експертної системи для підтримки процедур прийняття рішень.

Відповідно, будується модель функціонування технологічної системи на основі виділення інформаційної та інтелектуальної компоненти (рис. 8.14).

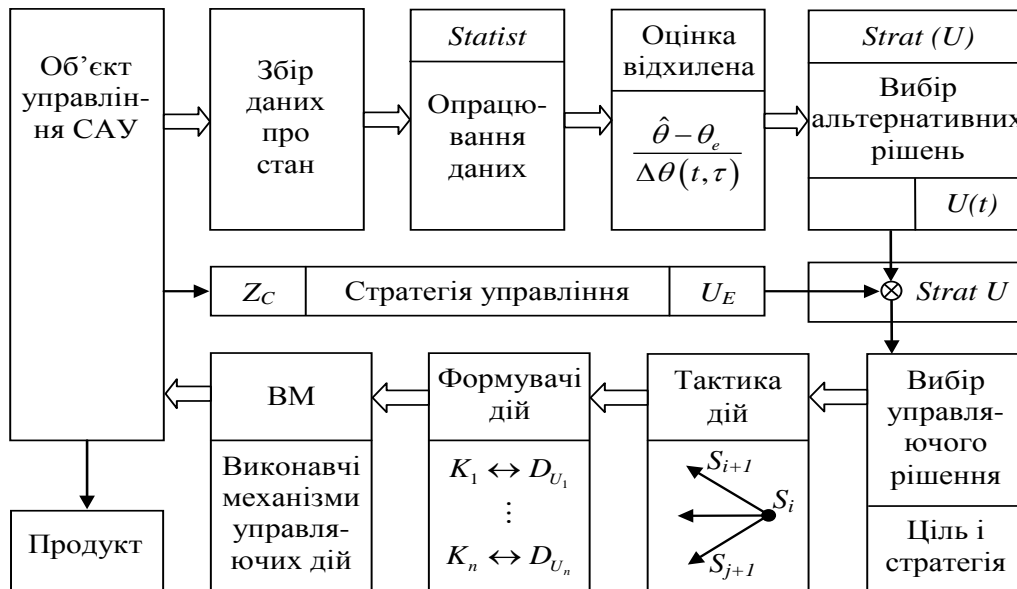


Рис. 8.14. Модель функціонування технологічної системи на основі логіко-алгоритмічної моделі прийняття рішень: *Start U* — стратегія управління; *САУ* — система автоматизованого управління;  $Z_c$  — зміна стану;  $t_i, \tau_i$  — часові параметри;  $K$  — команда;  $D_U$  — управляючі дії;  $S$  — стратегія

Синтез процедур тестування людини з врахуванням інтерфейсу діалогу ґрунтується на інформаційних концептуальних моделях системи супервізорного управління енергоактивними об’єктами виробничої техногенної структури і повинен охоплювати ієрархію підсистем:

- бази даних і знань та СППР;
- об’єкта управління з джерелами ресурсів та виконавчими механізмами;
- інформаційно-вимірювальних і контрольних систем;
- командних процесорів виконання планів дій;
- інтелектуальних цілезадаючих систем (рис. 8.15).

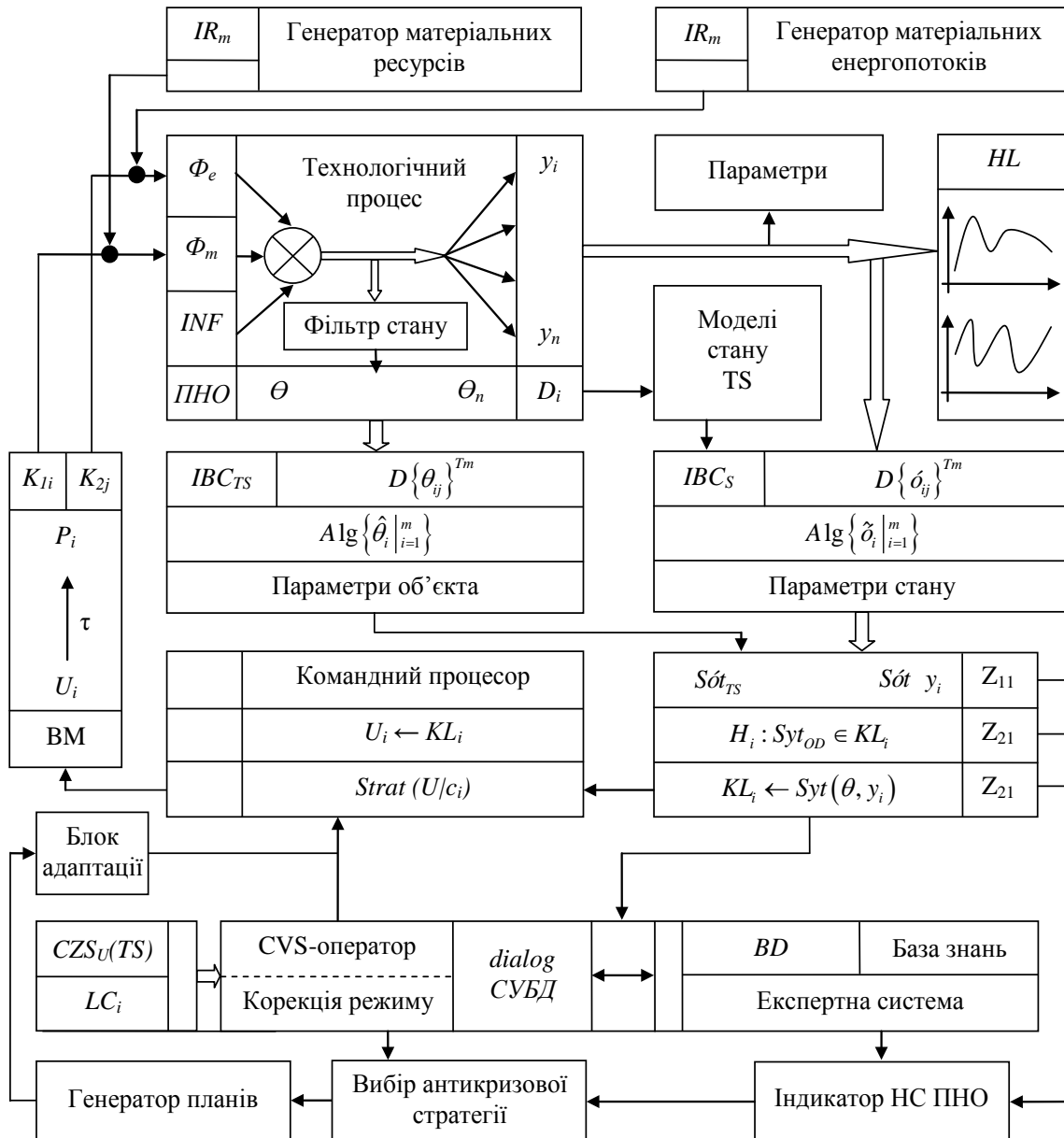


Рис. 8.15. Модель системи супервізорного управління енергоактивним об'єктом:  $IR_m$  — джерело матеріальних та енергетичних ресурсів;  $\Phi_m$ ,  $\Phi_e$  — потоки ресурсів;  $\theta_i$  — параметр стану;  $y_i$  — вихідні параметри;  $HL$  — індикатор стану технологічної системи  $TS$ ;  $K_{ij}$  — команди управління виконавчим механізмом  $ВМ$  для зміни режиму об'єкта;  $ІВС_{TS}$  — інформаційно-вимірювальна система;  $H_i$  — правило гіпотез;  $KL_i$  — клас ситуації ( $Sit_{oy}$ );  $Z_{ij}$  — параметри класифікації;  $НС$  — надзвичайна ситуація;  $ПНО$  — потенційно небезпечний об'єкт

Інформаційна структура системи керування формується з двох каналів: 1) опрацювання даних про положення і динамічний стан об'єкта; 2) класифікації образів ситуацій щодо альтернативних областей та прийняття управлінських рішень щодо корекції траєкторії стану об'єкта і, відповідно, з ними виконання управлінських дій, на основі яких формується інформаційно-керуючий цикл у САУ-ТП, відповідно до людино-машинної ієрархії повноважень, що ставить певні вимоги до профпідготовки операторів, які повинні свідомо уявляти процедуру формування рішень згідно зі структурою ІАСУ. Відповідно, формується структурна

схема організації предметно-орієнтованого процесу тестування (рис. 8.16) на основі моделі вибору інтелектуальним агентом алгоритму опрацювання даних про ситуації (рис. 8.17).



Рис. 8.16. Структурна схема організації предметно-орієнтованого процесу тестування

Структурна схема організації предметно-орієнтованого процесу тестування має ієрархічну структуру, яка охоплює:

- набір тестових завдань;
- характеристику предметної області;
- вимоги до когнітивного типу особи;
- психофізіологічні вимоги до особи;
- блок оцінки рівня придатності.

Відповідно до структури системи виробництв можна виділити два базових типи прийняття управлінських рішень:

1. Автоматичне управління із заданою стратегією управління відповідним ППЗ.
2. Автоматизоване управління з координацією процедур прийняття рішень, необхідних для реалізації цільових завдань, та проміжну систему  $\langle ACSU - IA \rangle$  — із корекцією режиму і

координацією стратегій командних операторів — інтелектуальних агентів на підставі моделі інтелектуальної діяльності особи.

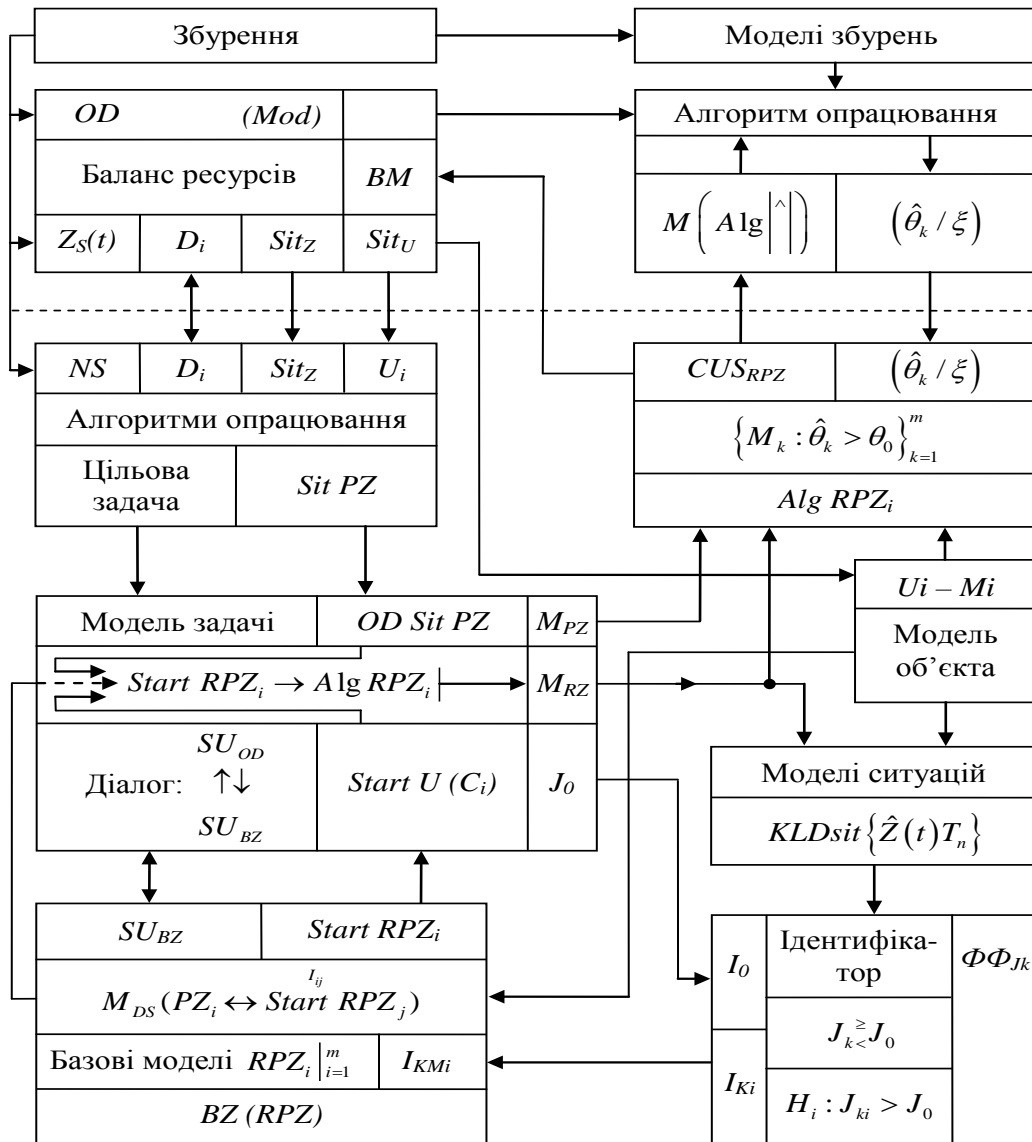


Рис. 8.17. Модель вибору робастного алгоритму опрацювання даних про ситуацію інтелектуальним агентом

Отже, згідно із завданнями, предметна область знань, необхідна для реалізації управлінських рішень, повинна охоплювати:

- знання про структуру і динаміку об'єкта управління, потоки ресурсів і їх технологічне перетворення;
- знання про методи і способи відбору та опрацювання даних, їхню класифікацію для оцінки ситуації в об'єкті;
- знання про структуру процесів управління, процедури прийняття управлінських рішень, діалог системи  $\langle ACY \leftrightarrow IA \rangle$  в режимі корекції та координації;
- знання про інформаційні технології обробки потоків даних та інтелектуальні процеси формування цілеорієнтованих рішень, корекцію і координацію стратегій досягнення стратегічної мети.

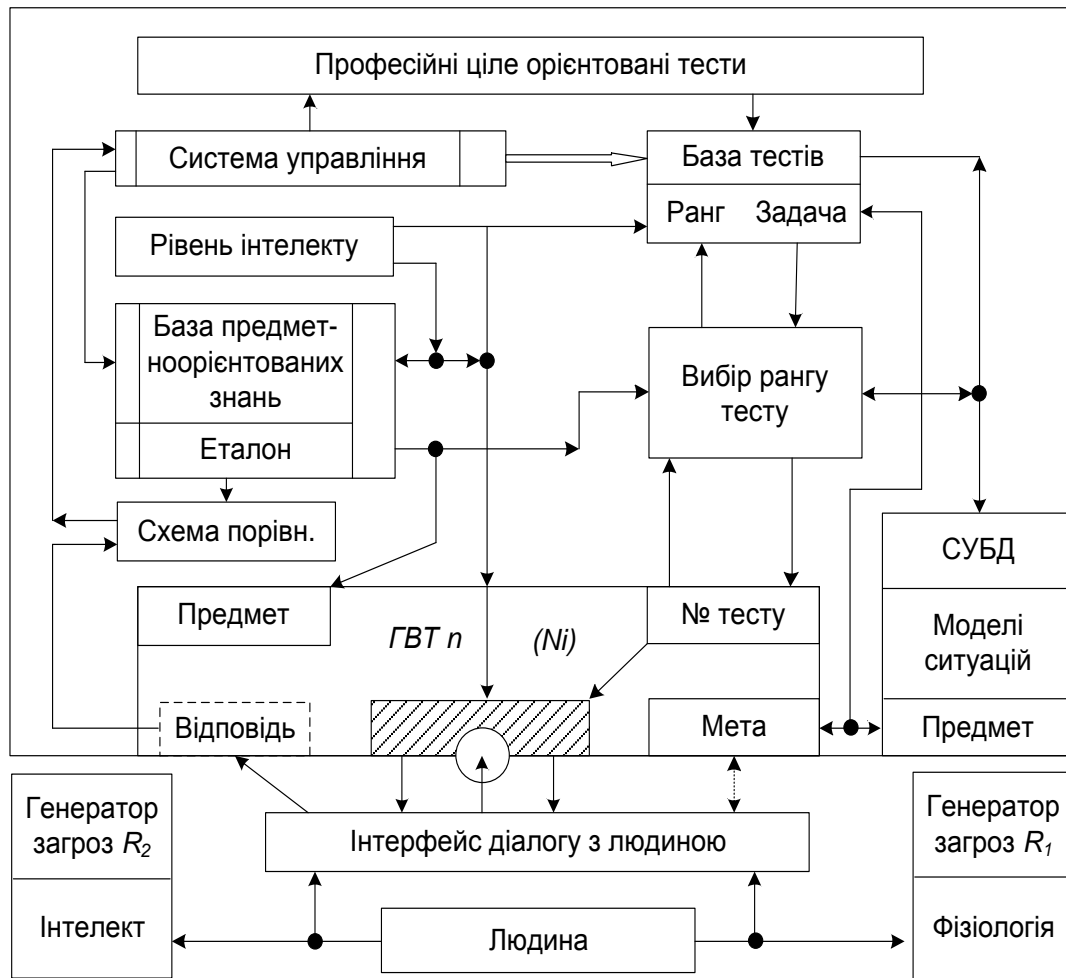


Рис. 8.18. Схема діалогу «Тренажер — ІА» в режимі тестування оперативного працівника

Наслідком неправильних рішень команди, оператора є поглиблення рівня втрат як матеріальних, так і людських ресурсів, тому відбір кадрів для роботи на відповідальних вузлах складних ієрархічних систем є актуальним, що, відповідно, вимагає розроблення нових концепцій синтезу тестів для оцінки інтелектуального рівня особи та здатності її приймати цілеспрямовані рішення в умовах невизначеності в надзвичайних ситуаціях. Вибір послідовності тестів згідно з IQ і предметною областю виконується генератором вибору ( $TBT_n$ ) [215].

Систему тестування тоді необхідно розглядати як цілеорієнтовану ієрархічну структуру, яка в режимі діалогу визначає інтелект особи та є цілеорієнтованою (рис. 8.18).

Відповідно до поставлених цільових завдань управлінської оперативної і стратегічної діяльності складають перелік необхідних знань, формують структуру тестів — вимог до оперативного та технічного персоналу і модель процедури (методу) тестування (рис. 8.19).

У структурну схему організації тестової процедури входять:

- нейропроцесор опрацювання ситуації на основі отриманих даних від сенсорів;
- блок оцінки ситуації як основа координаційних впливів на стратегію згідно з результатами виконання попередніх дій;
- інтелектуальний генератор стратегії поведінки (ІГСП), який використовує в процесі функціонування інтелект, здібності, мотивацію особи та рівень її профпідготовки для забезпечення поставленої мети;
- слухові, зорові, чуттєві сенсори.

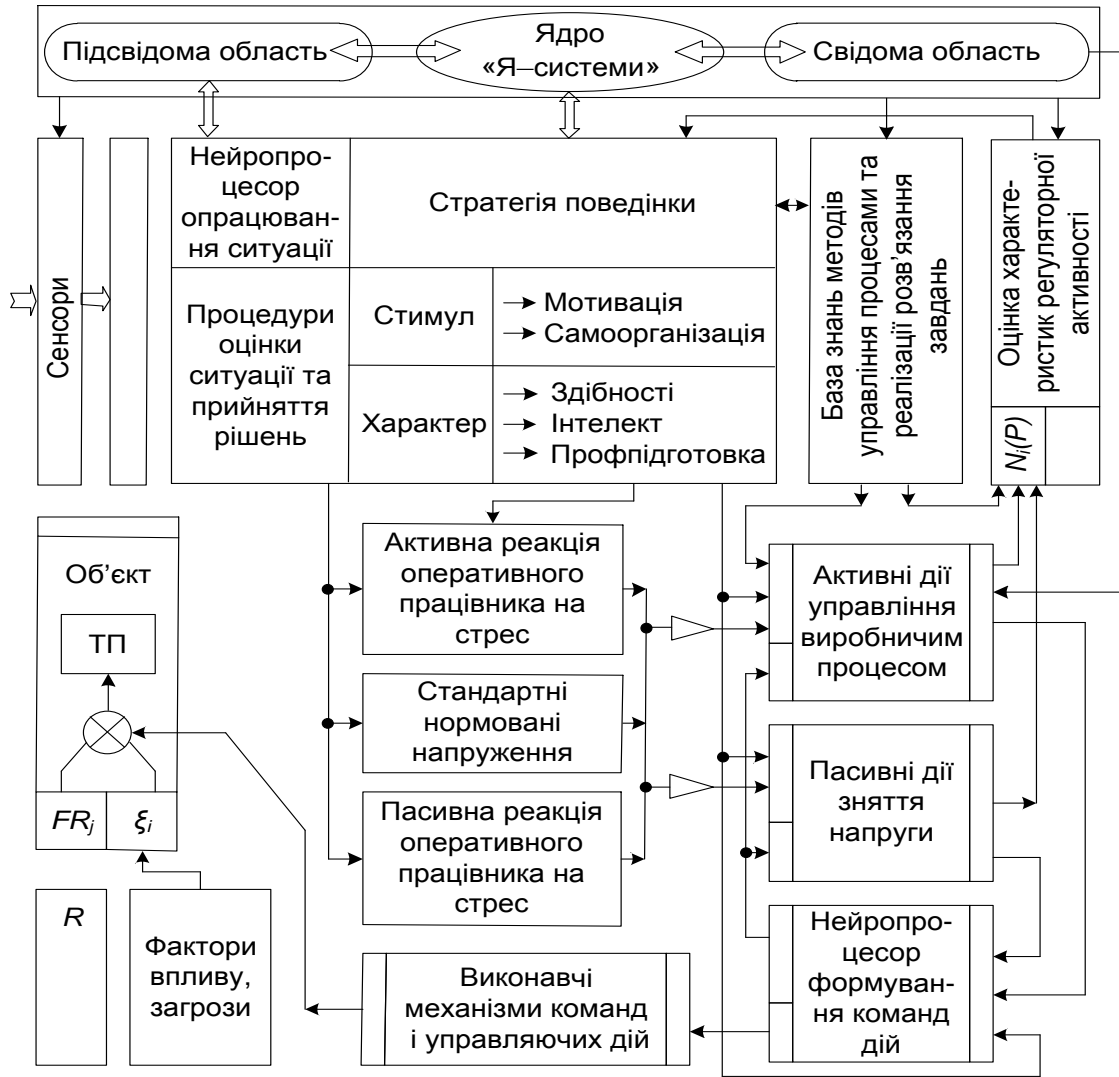


Рис. 8.19. Стресова регуляція активності оператора: ТП — технологічний процес;  $F_i$  — фактори впливу;  $FR$  — функціональні ресурси

Відповідно до типу технології виробництва будується структурна схема процедури інтелектуально-ситуаційного тестування, яка має ієрархічну апаратну і функціональну організацію (рис. 8.20).

Апаратний комплекс охоплює:

- енцефалограф контролю активності мозку під час дії стресових і керівних факторів;
- кардіограф для оцінки серцевого ритму;
- генератор мультимедійних образів для побудови сценаріїв подій;
- генератор фізіологічних збурень;
- комплекс комп'ютерної обробки сигналів про стан тестованого оператора — ІА з відповідним системним інтерфейсом;
- блоки оцінки реакцій та активізації нейропроцесора формування команд і управлінських дій;

– базу загальних і профорієнтованих знань як основу управлінських дій, сформованих згідно з реакцією на ситуацію і стратегії поведінки;

Функціональна структура охоплює:

- базу даних типів моделей особи;



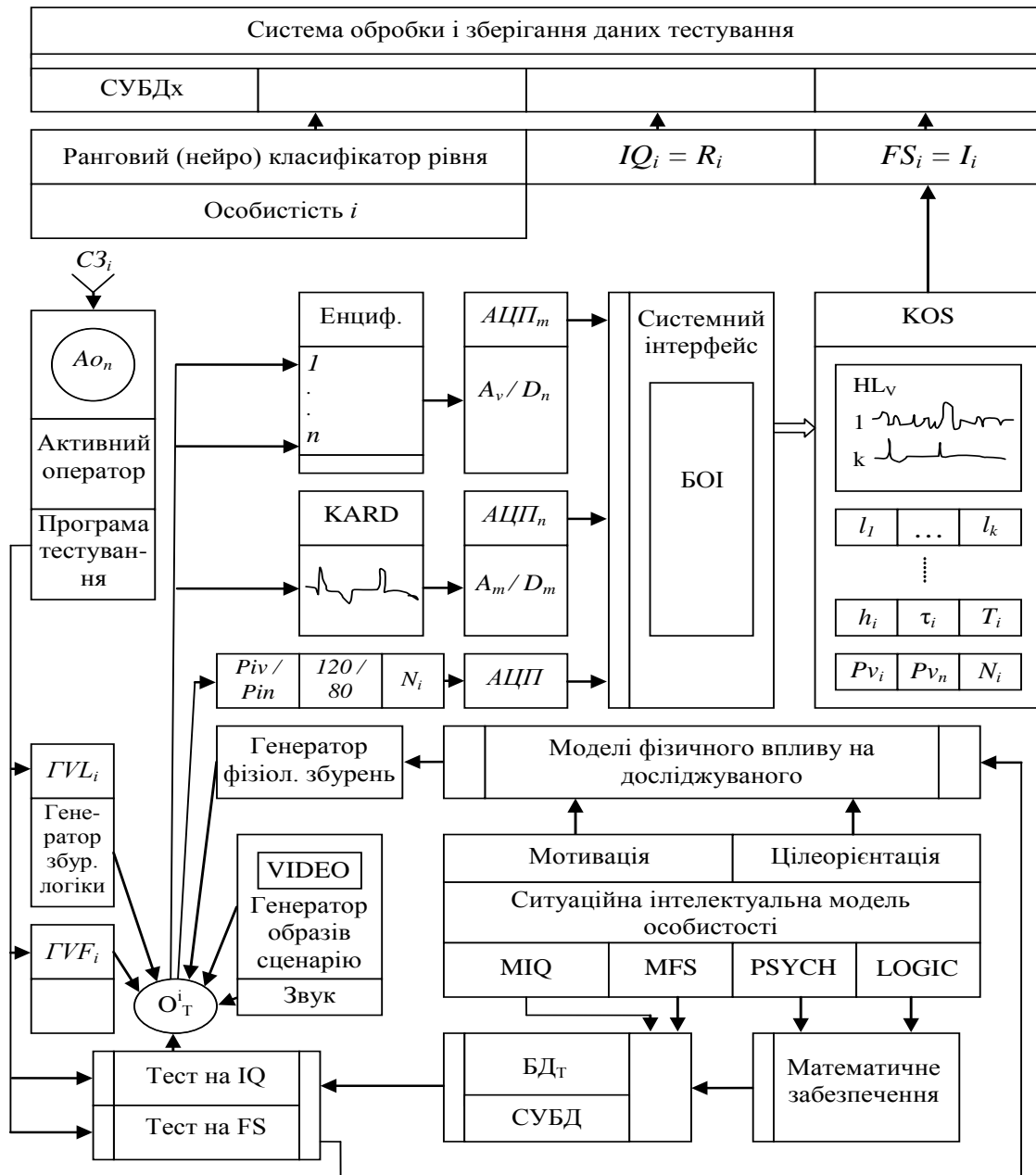


Рис. 8.20. Структурна схема процедури інтелектуально-ситуаційного тестування: СУБД — система управління базою даних; СЗ — система знань; IQ — рівень інтелекту;  $R_i$  — рішення; FS — функціональні стани; ВД — база даних

- ситуаційну інтелектуальну модель особи з рангованим набором характеристик (мотивації, цілеорієнтації, IQ, фізіології, психології);
- базу даних, отриманих у процесі тестування з відповідним програмним забезпеченням;
- математичне і програмне забезпечення;
- математичні моделі фізичного впливу на особу, що тестується;
- IA<sub>2</sub> — активний оператор, який виконує управління процесом тестування згідно з цільовим завданням.

Відповідно до вищевказаного, будується процедура процесу тестування з виділеним класифікатором оцінок (рис. 8.21), який враховує особливості розв’язання задач оператором та його когнітивні здібності [419].

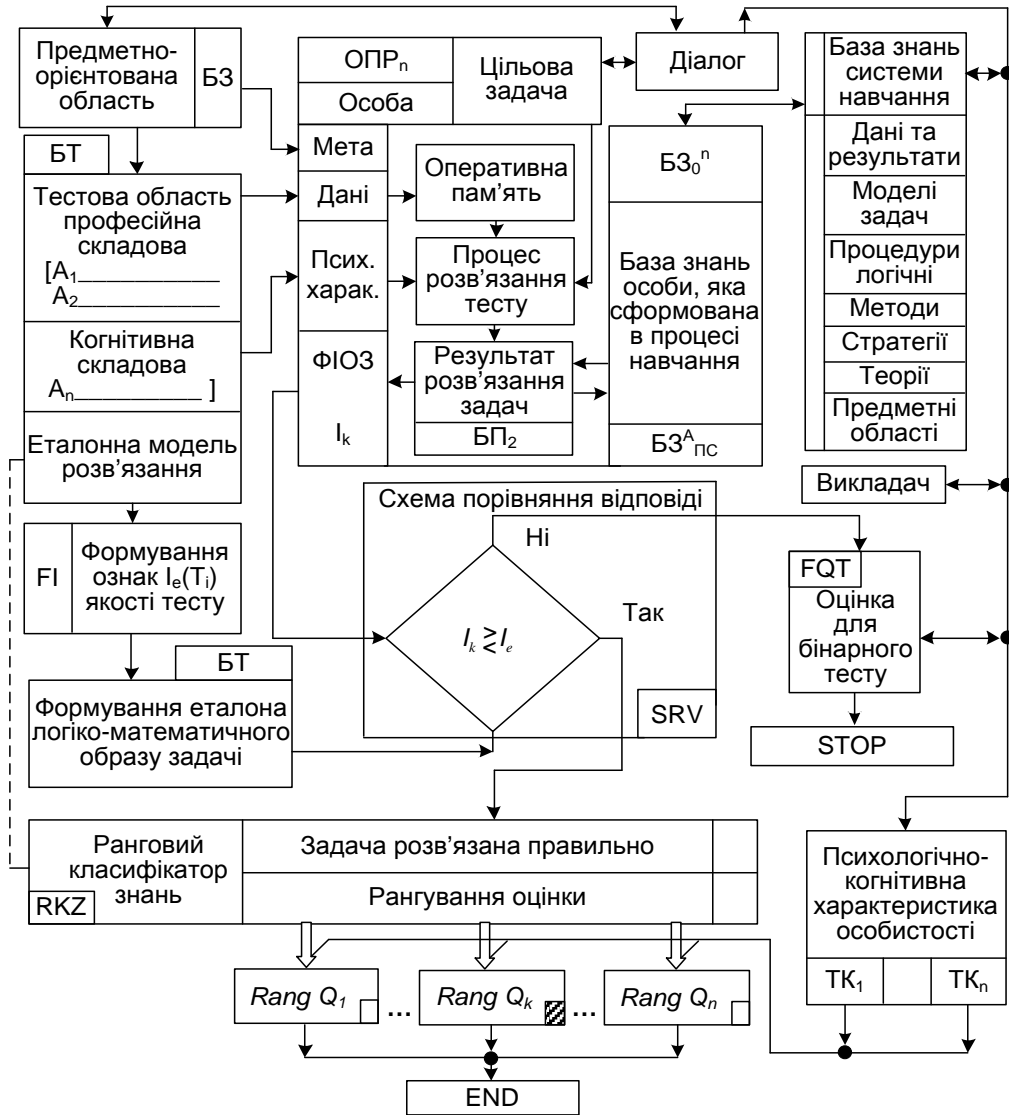


Рис. 8.21. Процедура тестування з виділеним класифікатором оцінок:  $БП_i$  — буферна пам'ять;  $ОПР$  — особа, яка тестується щодо здатності приймати рішення;  $Ранг$  — ранговий класифікатор оцінок;  $TK$  — клас тестів;  $RKZ$  — ранговий класифікатор знань;  $FQT$  — формувач якості тесту;  $I_k$  — функціонал якості відповідей;  $I_e(T)$  — індикатор ознак якості тесту;  $БЗ-ПОО$  — предметно-орієнтована база знань;  $ФІОЗ$  — функціонал інтелекту під час оцінки знань

Концепція інтелектуалізації процесів управління, інформаційні технології та логічні структури дають змогу сформулювати методологію і мову описання як задачі, так і процесу її розв'язання у межах логічних виразів, процедур висновків і графів зв'язків, що, відповідно, є основою побудови ефективних тестів для оцінки профпридатності.

Властивості елементарних графів зв'язку між елементами (які визначають структуру об'єкта і параметри його стану) дає змогу відобразити інформаційну структуру мови описання задачі на розбитті простору станів та цільової управлінської системи, що є основою синтезу структури тестів.

Згідно із зазначеними даними (рис. 8.22), можна побудувати індивідуальні схеми формування командно-оперативного рівня професійної підготовки особи з використанням ран-

гових тестів, які дають змогу синтезувати стратегію і плани ефективної підготовки персоналу та підвищити його психологічну й інтелектуальну стійкість та здатність витримувати стресогенні навантаження відповідно до заданих умов діяльності.

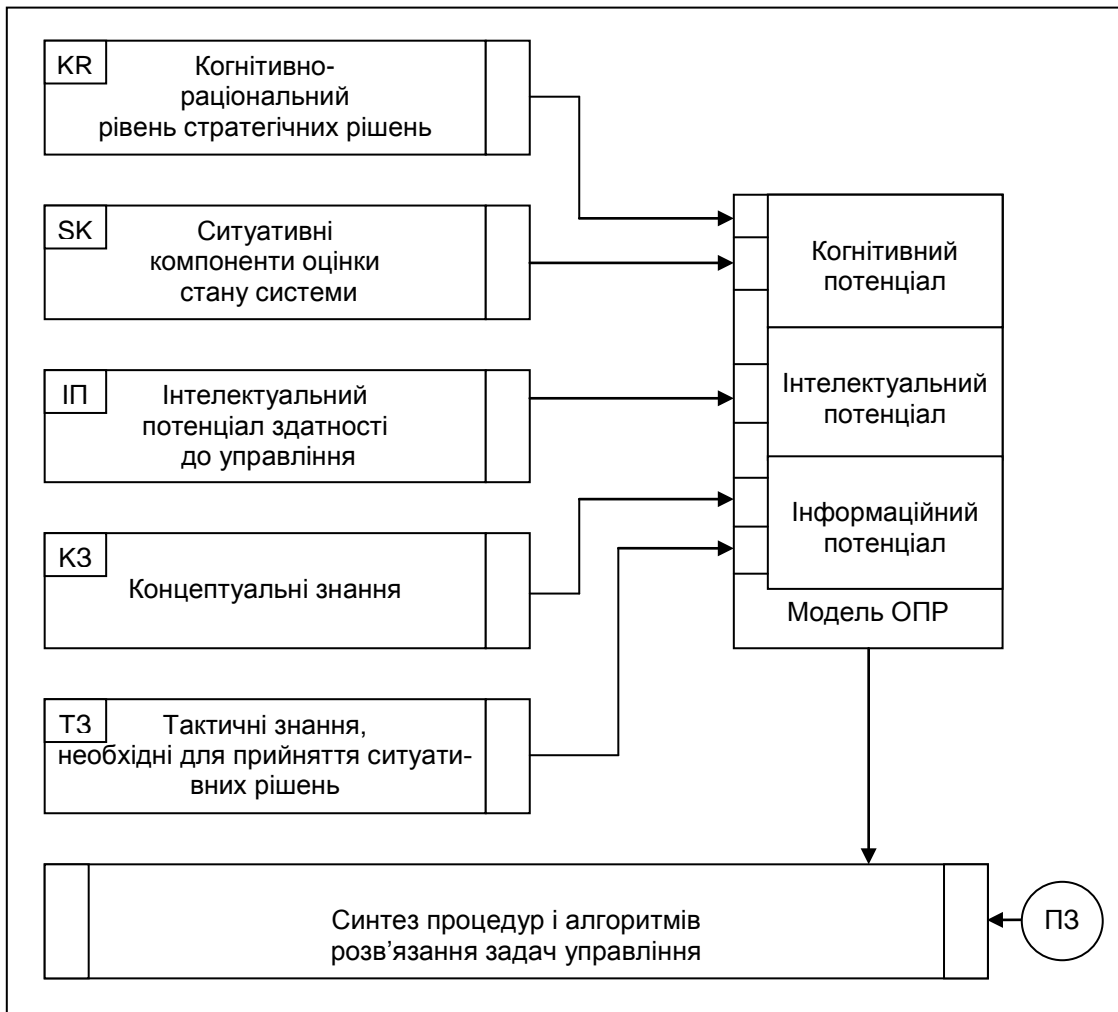


Рис. 8.22. Схема формування інтелектуального потенціалу

## РОЗДІЛ 9

### АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПОДІЙ НА ПРИКЛАДІ ДИНАМІЧНИХ ЗМПЦЕНЬ ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР ОБ'ЄКТІВ ПРИ ДІЇ АКТИВНИХ ТЕХНОГЕННИХ ТА ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ РИЗИКУ АВАРІЙ

На сучасному етапі розвитку науки, для технологічних і техногенних енергоактивних систем, вироблені системні методи ідентифікації структури, динаміки, оцінки ризику, тоді як для просторових об'єктів ця проблема в повній мірі не розв'язана. Це стосується будівництва і експлуатації таких об'єктів з просторово розподіленою структурою як мости, великі павільйони, висотні будинки, агрегатні лінії на спільному фундаменті для кольорового друку які піддаються великим динамічним неоднорідним по потужності навантаженням, що діють протягом тривалого часу експлуатації. Їх руйнація при сукупній дії динамічних і статичних неоднорідних потокових у часі факторів великої енергетичної потужності, приводить до аварій і людських втрат. Основний фактор, який приводить до когнітивних помилок при проектуванні просторових конструкцій, є те що фахівці у процесі розробки проекту не до кінця враховують поняття фізичної сили, енергії потужності та фізичної енергії факторів з потоковою випадковою структурою. На цей аспект проблеми динамічної стійкості конструкції при дії факторів з стохастичною структурою звернув увагу Я. П. Драган, ввівши поняття «стохастичного процесу скінченої енергії» і «скінченої потужності потоків (послідовностей) активних фізичних силових дій» [102]. При певних умовах комплексна дія силових факторів приводить до виникнення солітонів тобто формування піку енергії та потужності у певний момент часу у найслабшому вузлі конструкції, що її руйнує.

Якщо проєктант, в силу своїх когнітивних здібностей і рівня знань, не враховує енергетичну сутність факторів, як руйнівних сил, тоді це приводить до руйнування інфраструктурних об'єктів (міст в Генуї, Італія 2018 р., збудований у 1967 році, Китай 2019 р.) руйнівні поєвини, пожеги, транспортні катастрофи, цунамі. Щодо мостів з металоконструкцій в США (Нью-Йорк), побудованих з врахування методів вібраційних розрахунків С. Тимошенко, то вони експлуатуються більше ніж 100 років, при відповідному технічному обслуговуванні.

Оцінка вібраційної стійкості просторових конструкцій, як існуючих так і нових проєктів залишається складною проблемою створення систем контролю і діагностики, нерозв'язаною у повній мірі, і тому розроблення інтегрованих інтелектуальних методів проектування систем контролю методом дистанційного лазерного зондування є актуальною.

Інтенсивний розвиток інфраструктури як соціальної так і техногенної приводить, за рахунок дії транспортних потоків, електростанцій, виробництв з шкідливими викидами, до росту силового екологічного навантаження на просторові конструкції, корозію металевих складових, росту вібраційних впливів на елементи об'єктів. Подальший розвиток таких негативних процесів веде до зменшення міцності конструкцій, їхньої стійкості, експлуатаційної надійності та руйнування. Зниження якості несучих конструкцій, через невраховані негативні впливи, унеможливує прогноз моменту настання аварійних ситуацій. Відповідно, розроблення методів дистанційного контролю вібрацій просторових елементів несучих конструкцій є для різних галузей актуальною проблемою.

Проблема контролю і оцінки стійкості просторових конструкцій актуальна на протязі останніх століть (1700-2020) Вона включає проблеми руйнування будівель, транспортних засобів, комунікацій, великих мостів, висотних будинків [90, 227, 329] під впливом різних

факторів [103, 229], вібрації [201, 394], зсув ґрунтів і землетруси [26, 81, 176], старіння компонент і матеріалів [5, 95, 162] динамічних транспортних навантажень і потоків [30, 279, 448]. Одною з найменш досліджених є фактори когнітивних і знанневих недоліків і помилок, які виникають у процесі проектування [106, 193, 261, 276, 324, 442] та подальшої експлуатації з участю оперативного персоналу та проєктантів [199, 227].

Тому розробка методів і засобів – як знанневого контролю проєктів так і систем контролю вібрації складних просторових споруд є надалі актуальною [14, 108, 338], так як вимагає інтегрованого підходу з використанням теорії сигналів [100, 102], теорії обробки даних [10, 11, 40, 138, 203, 431], інтерпретації даних та ситуацій і прийняття рішень [35, 140, 149, 234, 345, 348, 350, 361, 432].

Відповідно важливою задачею є побудова моделей об'єктів та імітаційне моделювання на аналогах [82, 140, 324], що забезпечує виявлення нових фізичних ефектів [22, 30, 37, 59, 374, 426]. Без врахування особливостей когнітивного мислення проєктантів неможливо надійні проєкти споруд і їх реалізацію з відповідним терміном експлуатації та стійкості від руйнування [3, 149, 183, 288, 413, 445].

На сучасному етапі розвитку інформаційно-вимірювальних систем для контролю вібрації складних конструкцій при дії комплексу енергоактивних факторів безконтактним дистанційним методом у повній мірі не розглянуто. Тому розробка лазерних методів дистанційного контролю динамічних режимів великих просторових конструкцій, при дії активних динамічних у часі і у просторі факторів є важливою проблемою [84, 85, 119, 171, 352].

Для розв'язання задачі дистанційного контролю вібрації просторових конструкцій великих розмірів та агрегованих систем поліграфічного виробництва необхідно:

- обґрунтувати структурні моделі об'єктів та моделі поведінки в часі при дії активних факторів;
- обґрунтувати вибір методу лазерного дистанційного зондування для контролю вібрацій конструкцій у критичних місцях об'єкта дослідження та просторову структуру конструкцій об'єкта та (фундамент) платформу агрегованих ліній виробництв високоякісної продукції;
- розробити інформаційну технологію опрацювання лазерних сигналів та їх оцінку для визначення вібраційних параметрів.

### **Моделі динамічних факторів, які впливають на просторову структуру**

Оскільки динамічні фактори [96, 162, 207, 347] мають енергоактивну структуру, тоді не врахування їх сутності приводить до розвалу механічної просторової структури за рахунок коливань та солітонних ефектів [394].

Відповідно дослідження їх динаміки вимагає використання та створення нових методів і систем контролю на підставі лазерного дистанційного зондування, що забезпечило виявлення коливань просторової структури конструкцій. Для розв'язання вище вказаних проблемних задач необхідно створити:

1. Модель  $n$  – мірного просторового коливання для довгої ділянки моста (100 м) та спільного фундаменту для агрегованого поліграфічного виробництва.
2. Модель енергетичного солітона для зустрічних потоків транспорту, як збурюючих факторів  $\left( \frac{\bar{n}^2}{\rightarrow} \uparrow \bar{n}_n \right)$  по вертикалі і по вздовж відносно опор.
3. Модель вітрового навантаження зі змінною швидкістю, як фактор збурення поперечних коливань.

4. Транспортні потоки, як збуджуючі фактори з неперервною та дискретною структурою (однорідні, неоднорідні, групові (односторонні, зустрічні)):

$$ТП_1^d = \{(m_i, V_i)\}_{T_n}, \quad ТП_2^d = \left\{ \sum_{i=1}^K (m_j, V_j)_{ii} (t_i \in T_n) \right\}, \quad \text{при цьому маємо } \sum_{i=1}^n m_i \leq M_d,$$

де  $ТП_i$  – транспортний потік,  $m_i$  – маса транспортної одиниці руху,  $V_i$  – швидкість руху,  $T_n$  – груповий час,  $M_d$  – максимальне масове навантаження.

5. Модель дії транспортних потоків на фундаменти і платформи з встановленими агрегатними лініями виробництва високоякісної поліграфічної багатоколірної продукції (рис. 9.1).

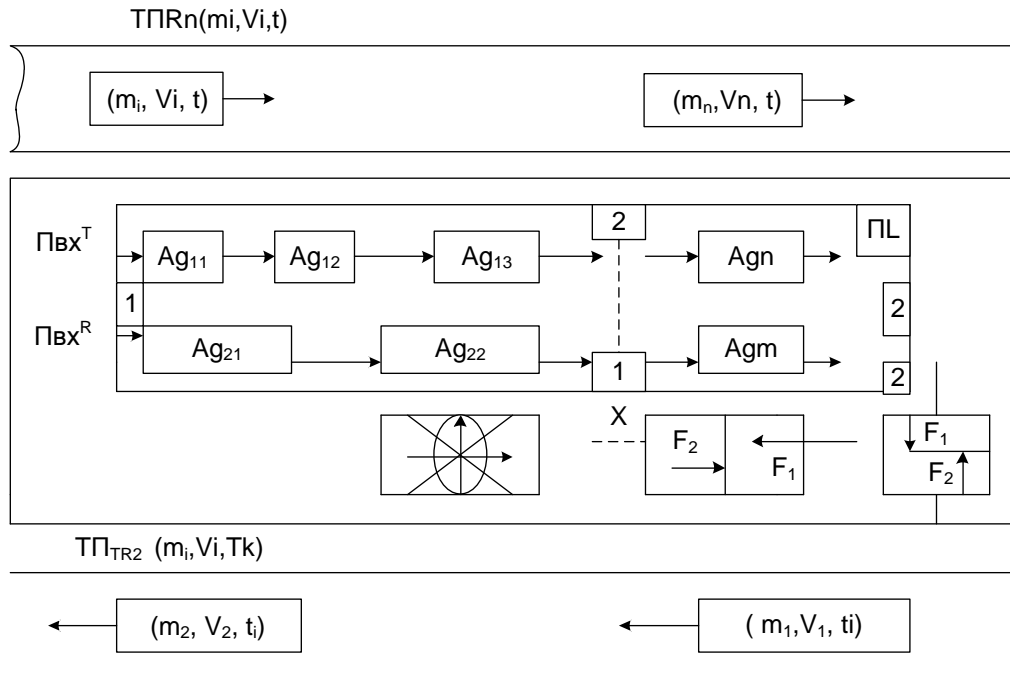


Рис. 9.1. Модель структурної дії факторів впливу на агреговану структуру з спільною платформою:  $ПВ_{BX}^T$  – вхідний потік ресурсів,  $ПВ_{BX}^R$  – вихідний потік ресурсів за інтервал часу  $T$ ,  $\{Ag_i\}$  – агрегатна структура на спільній платформі (ПЛ),  $[1],[2]$  – координати встановлення лазерної системи для різних варіантів зондування

6. Метод лазерного зондування просторової структури об'єкта дослідження який є підставою розробка інформаційно-вимірювальних систем (рис. 9.2).

### Активні фактори впливу на динамічну та структурну стійкість просторово-розподілених об'єктів

Згідно проведених досліджень виділимо системні активні фактори дії. Відсутність систем ефективного контролю структури і надійності конструкцій об'єкта, динаміки руйнування за рахунок деформаційних зміщень під впливом активних факторів – автомобільних і транспортних потоків та природних динамічних факторів:

1. Конфлікти та неповнота знань, які спричиняють до помилок на етапі проектування просторової конструкції:

- неповнота даних про об'єкт, структури, матеріали, динаміку, фактори, навантаження, руйнівні фактори, навантаження, руйнівні сили;

- розриви у системі знань проєктантів приводить до системних і структурних помилок.

2. Конфлікти, які виникають у процесі експлуатації при неповноті даних і знань персоналу:

- структура динамічних навантажень і їх зміни на довгих і коротких інтервалах часу;
- сезонні, природні фактори, катаклізми, які приводять до пошкодження конструкцій.

3. Транспортні потоки, як збудники коливань просторових конструкцій мостів, платформ:

- зміна рівня надійності та старіння металу та бетону опор, платформ за рахунок вібраційних коливань;

– динамічне руйнування матеріалів, неадекватність структури проекту і об'єкту до вимог і тенденцій зміни трафіка і його масових параметрів та надійності.

4. Неврахування активних факторів на коливань ґрунтів платформ і опор, деформація від динамічного збурення і гравітаційних деформацій.

**Відбір і опрацювання різномірних даних про стан і динаміку просторових об'єктів з вібрацією**

Сучасний період розвитку науки і техніки необхідно більше уваги приділяти фундаментальним дослідженням, теоретичному узагальненню відомих фактів і виявленню завдяки цьому нових, які стануть основою формування бази знань. Одним із шляхів отримання нової інформації в умовах стохастичних збурень є синтез робастних алгоритмів опрацювання даних і створення на їх підставі інформаційно-вимірювальних систем для контролю вібрації з використанням лазерного дистанційного зондування областей найбільших напружень і зміщень просторових конструкцій [1, 399, 403, 405–407, 409, 426].

В залежності від типу конструкції, рівень вібрації (відбір даних) оцінюється методом зондування по відбитому променю (дзеркальна поверхня на конструкції) або прямим проекційним зондуванням (фото-матриця встановлена у місці контролю конструкції) (рис. 9.3).

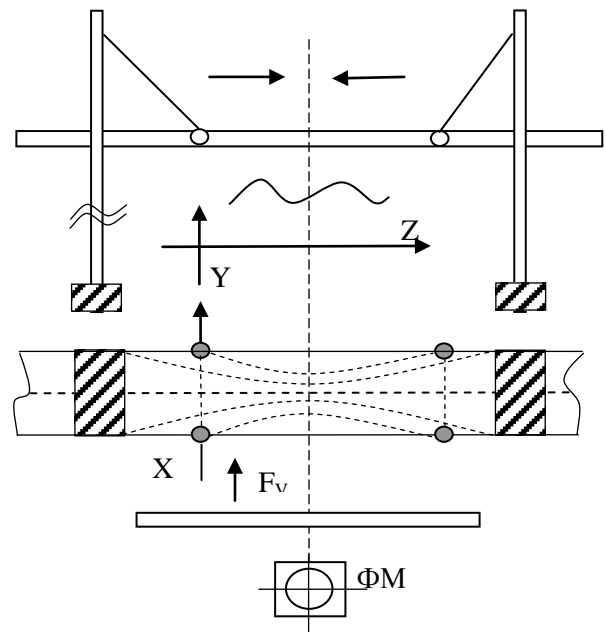


Рис. 9.2. Метод лазерного зондування просторової структури

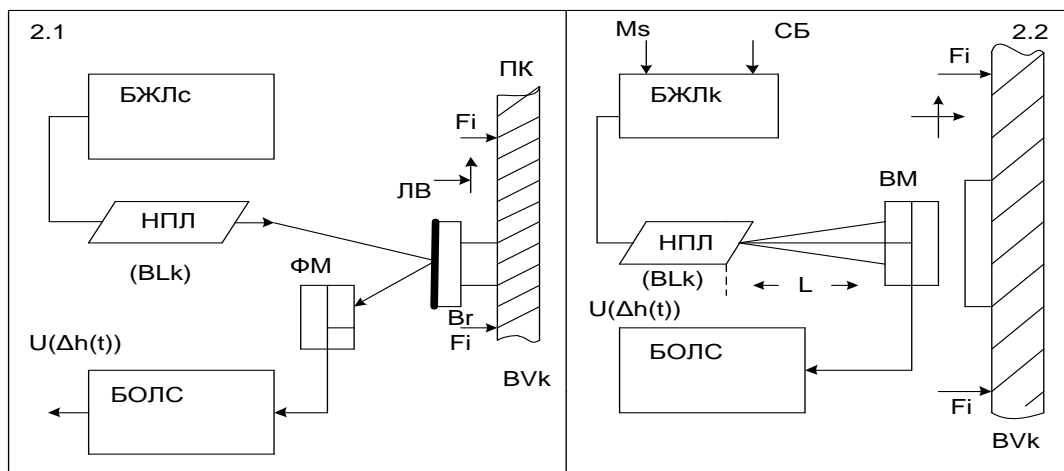


Рис. 9.3. Схеми дистанційного зондування області вібрації конструкції: (2.1. – по відбитому променю; 2.2. – проекційне пряме зондування): НПЛ – напівпровідниковий

проекційний лазер; БЖЛс – блок живлення стаціонарний; БЖЛк – блок живлення лазера комплексний (мережа або сонячна батарея); ФМ – фотоматриця з базисом ВМ; ЛВ – лазерний відбивач з базисом Вr; БОЛС – блок оброблення лазерного сигналу;  $U(\Delta h(t))$  – сигнал вібрації конструкції

Розглянемо схему вібраційних перетворень лазерного сигналу при зондуванні просторової конструкції (рис. 9.4).

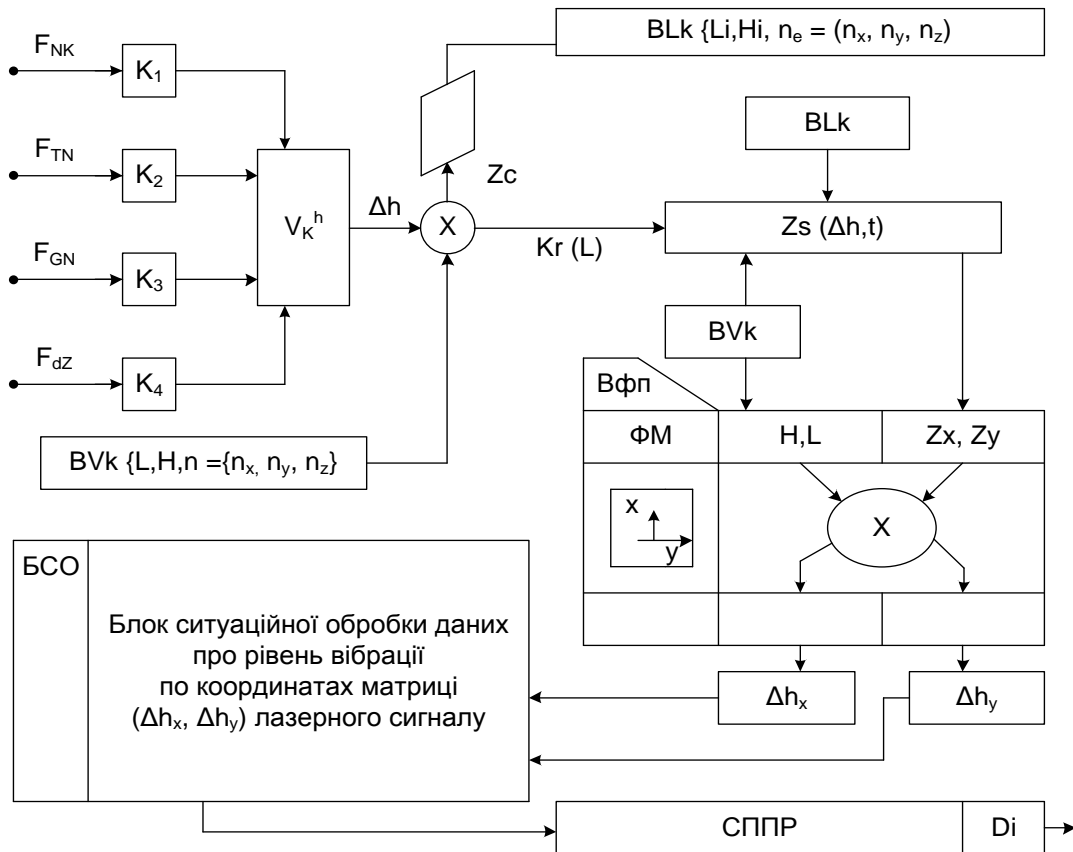


Рис. 9.4. Структурна схема перетворень лазерного сигналу при динамічних зміщеннях області зондування просторової конструкції:  $F_{NK}$  – фактор динамічного напруження конструкцій,  $F_{TN}$  – фактор динамічного транспортного напруження,  $F_{GN}$  – фактор гравітаційного напруження просторової конструкції,  $F_{dz}$  – фактор динамічних зміщень природних сезонних змін(температура, вологість, вітрове навантаження,  $V_k^h$  – область контролю зміщення елемента конструкції,  $BV_k$  – базис геометричної області контролю,  $BL_k$  – базис установки лазера,  $Z_c$  – зондуючий сигнал,  $Z_s$  – відбитий сигнал,  $Kr(L)$  – коефіцієнт розсіяння лазерного променя

Інформаційні перетворення сигналів лазера у процесі вимірювання динамічних зміщень елементів конструкції можна представити у вигляді:

$$1. \left\{ \sum_{i=1}^u K_i F_i \right\} \xrightarrow{(t,\tau)} \{V_k^n\} \xrightarrow{Ar(t,\tau)} \Delta h(t,\tau) |_{BV_k} - \text{модель процесу формування зміщення}$$

області контролю конструкції за рахунок оператора впливу факторів  $A_i = (t, \tau)$  в момент часу  $t$  на інтервалі  $\tau$  ;



$$2. Z_C(P, d, F_S(\tau), t) \Big|_{Blk} \xrightarrow{A_{z,\Delta}} Z_S(P_S, d_S, F_S | \Delta h, t) \Big|_{B_{Фот}} \rightarrow A(\Delta h \rightarrow \Delta U) \otimes Z_S(\Delta h) \rightarrow (\Delta h_x, \Delta h_y) -$$

модель перетворення параметрів лазерного сигналу в області  $(V_K^n)$  зондування зміщення елементів конструкції під впливом динамічних факторів ( $P_S$  – потужність лазерного сигналу,  $d$  – діаметр пучка,  $F_S$  – форма сигналу).

$$Z_S(\Delta h, P_S, t, F_S(\tau)) \xrightarrow{V_K^n} \downarrow \otimes \leftarrow K_M(\Delta h \rightarrow \Delta U) \Big|_{B_{ФМ}},$$

$$PD(\Delta h_x, \Delta h_y | t, T_K) \leftarrow Alg(\Delta U(h) \rightarrow \Delta \hat{h}).$$

Модель вимірювальних даних одержаних у процесі лазерного зондування області  $V_K$  сформованих на виході фотоматриці у вигляді потоку даних  $PD( )$  на підставі алгоритму.

На підставі запропонованих моделей вимірювальних перетворень синтезується інформаційно-контрольна система вібраційних вимірювань.

Стохастичні методи синтезу ІКС в основному застосовуються гаусовські моделі зміни параметрів об'єкта та зондую чого сигналу, при чому мало уваги приділяється розв'язанню проблеми забезпечення робастності систем і стійкості алгоритмів та процедур опрацювання результатів спостереження. Основні дослідження при цьому проводяться за наступними напрямками статистики і теорії систем [236], які базуються на [96, 102, 394]:

- ймовірних моделях випадкових процесів і полів для опису вібрації об'єкта та факторів впливу;
- процедурах виявлення, розпізнавання, оцінки параметрів і фільтрація сигналів виходячи з вибраних моделей динаміки, які відображають стан технічної системи або просторового об'єкта в поточному часі;
- алгоритмах просторово-часової обробки сигналів із врахуванням стохастичної структури каналів розповсюдження і моделей збурень для оцінки траєкторій і трендів в реальному часі зміни динамічних параметрів;
- процедурах багатокритеріальної оптимізації процесу прийняття рішень на управління в умовах нечіткості даних, яке змінює режим навантаження;
- процедурах динамічної оцінки ситуації в енергоактивних об'єктах;
- алгоритмах розпізнавання образів (просторово-часових, ситуаційних) сформованих з потоків даних в різних режимах функціонування об'єкта;
- процедурах аналізу і синтезу ІВС для оцінки стану просторових конструкцій технологічних об'єктів з різним ступенем керованості;
- виборі індикаторів ознак граничних і аварійних режимів поточної динамічної ситуації в конструкціях відносно цільової області допустимих параметрів.

Класичний підхід до структурного синтезу ІКС полягає в тому, що розробка структури проводиться на основі технічного завдання в рамках існуючих методик аналізу і синтезу, виходячи з заданої моделі вимірювальної системи без врахування цільової орієнтації. При цьому, не завжди в повній мірі, враховується інформація про структуру об'єкта дослідження, умови його функціонування при обмеженнях на ресурси, спостережуваності і надійності. В першу чергу при реалізації процедури синтезу ІКС потрібно мати на увазі цілі функціонування технологічного об'єкта, що дозволяє побудувати змістовну модель і сформулювати кількісні критерії оптимізації у вигляді системи функціоналів якості.

При стохастичному характері функціонуванні об'єкта контролю часто доводиться зустрічатися із ситуацією недостатньої апріорної інформації. Особливо ця складна проблема виникає при спостереженні за станом технологічних просторових структур, з не ідентифікованою структурою та функціями, нестабільними в часі і розмитими по пріоритетах локальними цілями, які не мають стратегічних напрямків, а процедури прийняття рішень не мають системного і ефективного технологічного забезпечення. В цих випадках для прийняття рішень використовується принцип дуального управління процесом експлуатації, який передбачає одночасне використання сигналів як засіб вивчення технологічного об'єкта, траєкторії поведінки під дією збурюючих факторів [6, 55, 135, 360]. Але існують умови за якими оптимальне спостереження і управління стає не можливим. Ця ситуація виникає при ресурсних обмеженнях або динамічних збуреннях, що значно перевищують рівень інформативного корисного сигналу [117]. Це приводить до дезорієнтації ЛІКС і прийняття некоректних рішень, а в граничних режимах до аварійної ситуації. В цих умовах втрачається робастність і працездатність ІКС, побудованих на базі класичної теорії фільтрації і теорії автоматичних систем із зворотнім зв'язком з використанням ієрархічних структур Масаровича. Проблеми синтезу ЛІКС систем, а також інформаційні аспекти функціонування ІКС, як формувача образу динамічної ситуації в каналі контролю системи управління, в літературі практично не розглядається, що робить актуальною проблему синтезу робастних систем спостереження динамічного стану ЛІКС. Це потребує пошуку принципово нових підходів до синтезу ЛІКС, із врахуванням здобутків програмно-цільового та ситуаційного аналізу, що дозволяє адекватно відобразити ситуацію в цільовому просторі системи СППР, а аналіз інформації про зміну можливих ситуацій, покладено в основу процедури формування стратегій прийняття антикризових рішень, на підставі інтерпретації поведінки траєкторії руху конструкцій під впливом активних динамічних факторів у просторі і часі.

**Лазерне зондування коливань просторової структури моста з довгим прольотом**

Для виявлення та ідентифікації просторових коливань об'єктів транспортної інфраструктури та великих будівельних конструкцій, розроблено метод проєкційного лазерного зондування зміни траєкторії елементів в певних кризових точках конструкцій. Згідно [96] просторові зміщення координат опорних конструкцій можна представити у вигляді траєкторій (рис. 9.5).

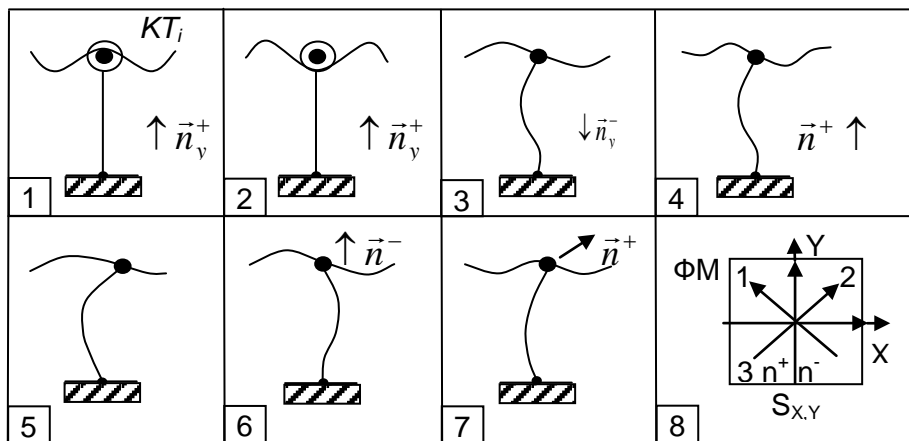


Рис. 9.5. Просторова орієнтація векторів активних впливів на площині  $S_{x,y}$  на опори моста з довжиною полотна прольоту від 20 м до 100 і більше метрів

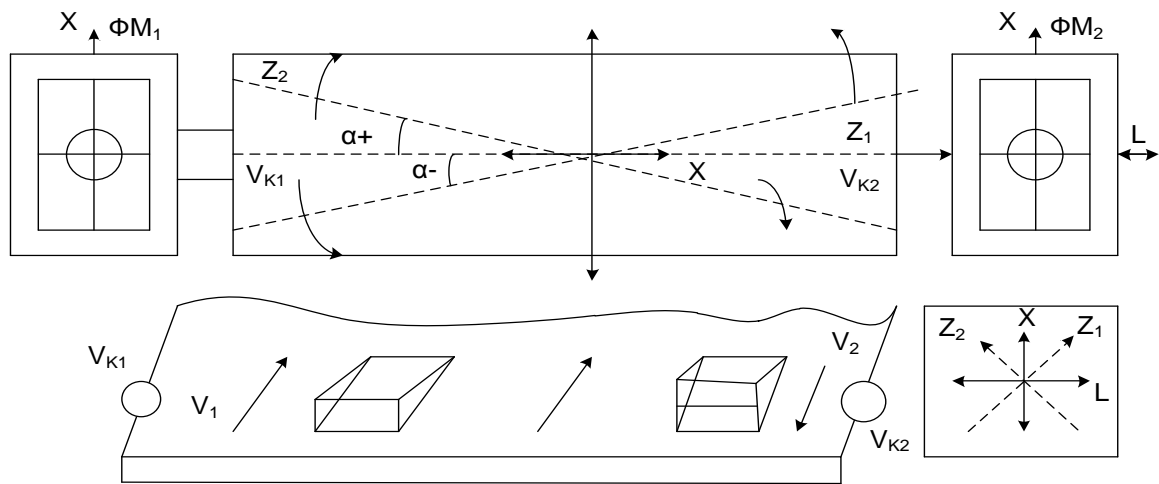


Рис. 9.6. Коливання полотна моста при зустрічних транспортних потоках з швидкістю  $V(t)$  та ґрунтових зміщеннях опор фундаментів та платформ

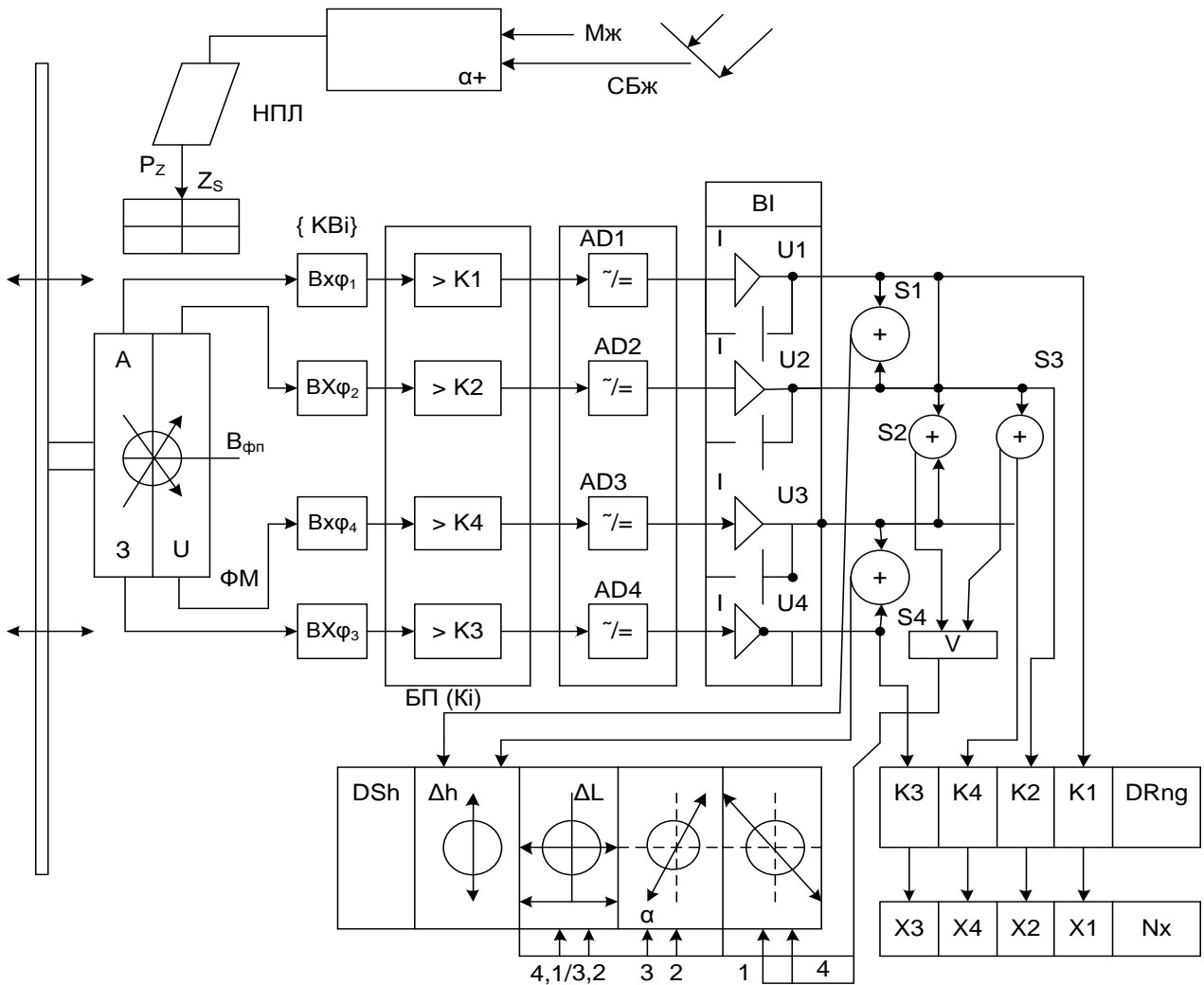


Рис. 9.7. Лазерний просторовий вібрometr з фіксацією викидів (рідкі події): ФМ – 4-квадратна матриця фотоприймача,  $P_z$  – потужність зондуючого лазера,  $P_s$  – прийнятий сигнал,  $\{kB_i\}$  – канали контролю динаміки коливань у базисі  $\{x, y, n\}$  з вхідними фільтрами

сигналів  $\{B_x \Phi_i(f_m, \Delta f)\}$  з частотою  $f_m$  та слугою пропускання  $\Delta f$ ,  $\{БП(K_i)\}$  – блок підсилювачів сигналу з коефіцієнтом  $K_i$ ,  $AD_i$  – аналогові детектори сигналу,  $BI(U_s)$  – блок інтеграторів сигналу,  $\{S_i\}$  – операційні суматори сигналів,  $DRng$  – дискретний ранговий класифікатор навантаження конструкції,  $N_x$  – цифровий індикатор,  $DS_n$  – дисплейний комплексний індикатор динамічних зміщень по осях  $(X, Y, Z^+, Z^-)$ ,  $Мж$  – система мережевого живлення,  $СБж$  – сонячні батареї

Для прийому просторового потоку лазерних сигналів матриця  $(\Phi M)$  фотоприймача повинна мати 4-квадратну структуру для оцінки динаміки зміщень контрольних точок по векторах  $(\vec{n}_x, \vec{n}_y, \vec{n}^+, \vec{n}^-)$  згідно різницевого рівняння [347]:

$$\text{trak } \Delta U_{\text{var}}^i(\vec{n}_x \Delta x) = K_M (U_{xt}^+ - U_{xt}^-) = K_M K_{YS} (P_{Si}^+ - P_{Si}^-)^t,$$

де  $P_{Si}^+$ ,  $P_{Si}^-$  – потужність прийнятого променя лазера  $\Delta U_{\text{var}}(\vec{n}_x \Delta x)$ ;  $K_M$ ,  $K_{YS}$  – коефіцієнти перетворення матриці і розсіяння променя,  $P_{Si}^+$ ,  $P_{Si}^-$  – варіація напруги на виході каналу вимірювань коливань контрольної точки по вектору  $(\vec{n}_{xi})$ .

На рис. 9.6 наведена схема можливих коливань платформи моста та відбір даних лазерним зондуванням областей контролю зміщення.

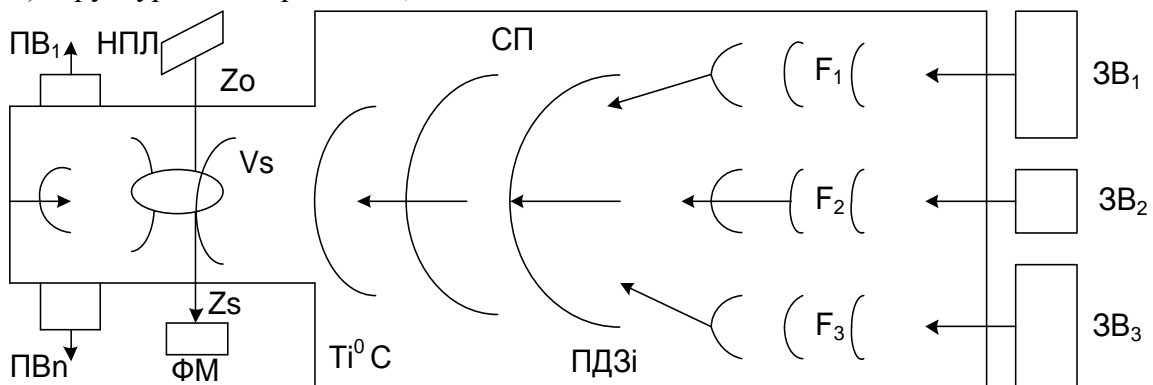
Відповідно до рис. 9.4, 9.5 та моделей інформаційних перетворень формується структурно-інформаційна схема методу проекційного лазерного зондування коливань контрольної точки конструкції (рис. 9.7) [96, 155, 347].

### Експериментальні дослідження вібраційних процесів

Так як для дослідження вібрації мостів, фундаментів, платформ – необхідні спеціальні дозволи і апаратура. Тому було використані аналоги для оцінки просторових хвиль під дією факторів збурень, з використанням високотемпературних гідродинамічних потоків в'язкої рідини ( $T^0C = [900-1100]$ ) на підставі моделі динамічного балансу (завантаження – розхід) ресурсів у різних режимах управління (скловарна піч – з боковим відбором розплавленого скла) і лазерним зондуванням зміщення рівня.

Експерименти по оцінці збурення поверхні скломаси методом лазерного зондування проводилось на печі (рис. 9.8) Рокитнівського склозаводу за період (2010-2011pp.) та інших печах за період (1990-2015pp).

а) структура скловарної печі, як моделі



б) солітонні ефекти виникають у зоні контролю коли пряма хвиля збурення поверхні у каналі відбору маси зустрічається з відбитою

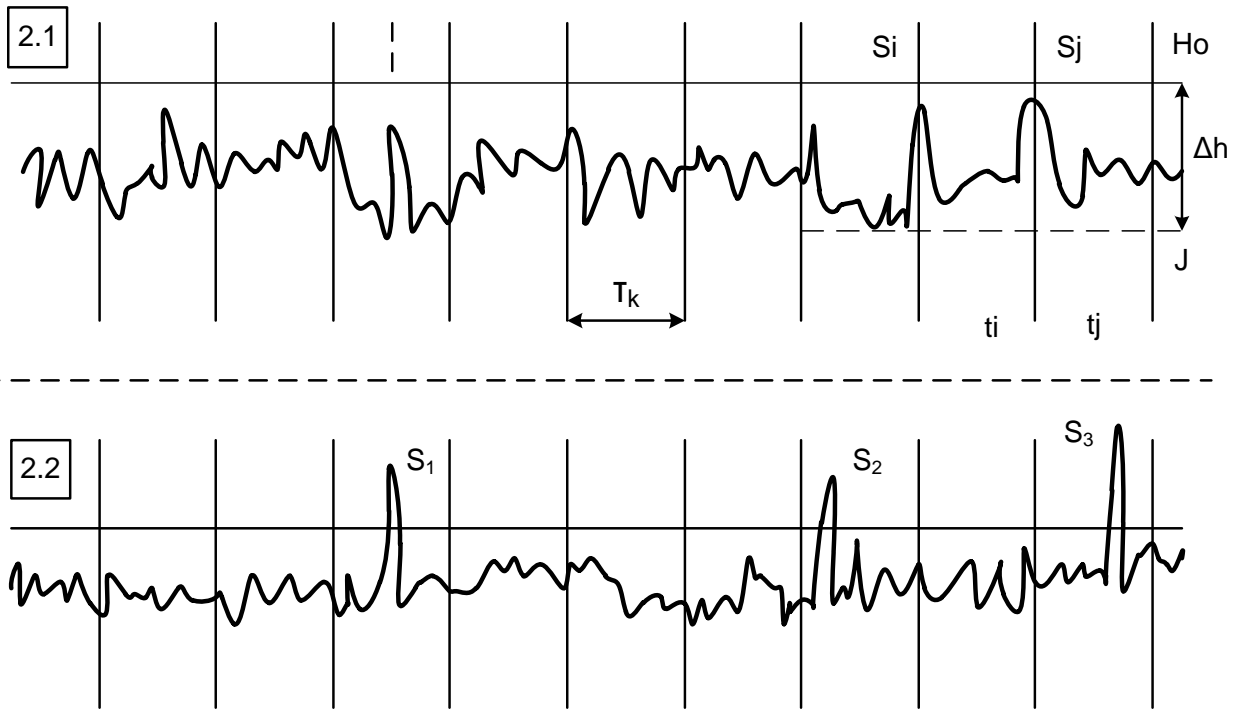


Рис. 9.8. Гідродинамічна модель формування поверхневих солітонів:  $СП$  – словарна піч в контурному зображенні,  $\{ЗВ_i\}$  – завантажувачі шихти, як збурюючі фактори,  $V_s$  – швидкість і час завантаження  $(V_{zi}, \tau_{zi})$ ,  $\{ПВ_i\}$  – потік відбору продукції,  $\{T_i^0 C\}$  – теплове поле поверхні  $(T_i^0 C - 980^0 C)$ , НПЛ – напівпровідниковий проекційний лазер для зондування поверхні, ФМ – фото-матриця прийому лазерного сигналу  $Z_s$  відбитого від області контролю  $V_s$ ,  $\{F_i\}$  – фактори, які збурюють поверхневі хвилі при динамічному завантаженні ресурсу  $F_i = \{m_i, \tau_{is}\}$  – масою  $m_i$ , протягом інтервалу часу  $\tau_{is}$

Наведемо графіки траєкторії зміщення поверхні в області зондування та модель формування динамічного солітону у каналі відбору маси. На графіках відображено зміни режимів функціонування об'єкта при різних режимах навантаження (дискретний штовхаючий механізм). При виконанні управляючих команд на завантажуючий механізм неоднорідні потоки шихти попадають на поверхню скломаси і збуджують повздовжні хвилі. Повздовжні хвилі розповсюджуються по розплавленій в'язкій поверхні, проходять вздовж печі у канал відбору маси де при певних умовах формуються солітони динамічного зміщення поверхні (рис. 9.8).

Графік запису траєкторії коливань поверхні в'язкої маси в області зондування  $V_s$ , характеризується параметрами:  $(\tau_k = 60\text{сек})$  інтервал часу контролю,  $\Delta\tau_{ij}$  – відстань між солітонами,  $\Delta h_i$  – амплітуда викидів,  $\Delta_n$  – ранг шкали амплітуди імпульсів при  $\{N_s = 0.5\text{мм}, A_n = 0,005\text{мм}\}$ .

Для: 2.1. – амплітуда солітонів:  $S_i = 0.3\text{мм}, S_j = 0.2\text{мм}$ ;

2.2. – амплітуда солітонів  $S_1 = 0.2\text{мм}, S_2 = 0.25\text{мм}, S_3 = 0.3\text{мм}$ .

На рис. 9.9 наведено схему формування солітонів.

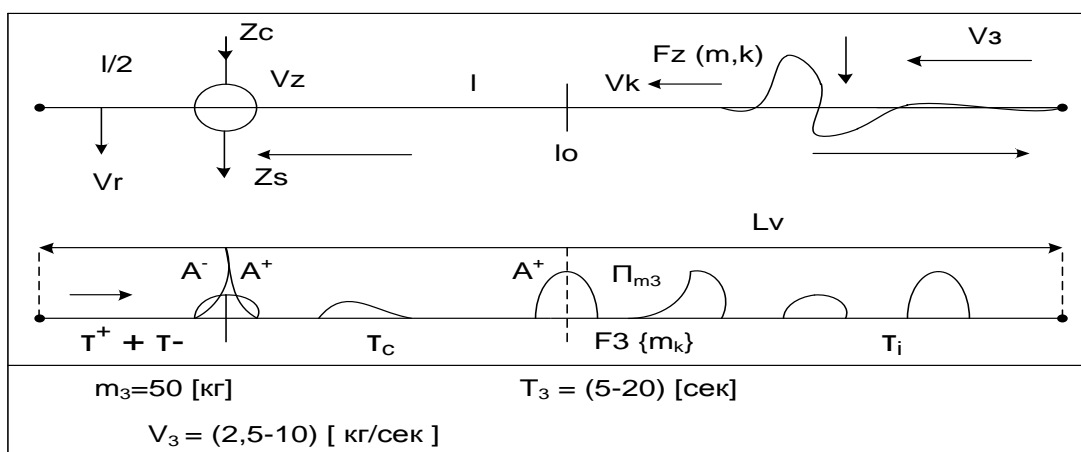


Рис. 9.9. Модель формування солітонного імпульсу при завантаженні ресурсу на вхід ванни:  $V_z$  – область зондування,  $Z_c$  – зондувальний сигнал,  $Z_s$  – відбитий сигнал,  $L_v$  – довжина ванни,  $L_0$  – віддаль до області контролю,  $V_k$  – швидкість потоку завантаження,  $V_r$  – швидкість відбору маси на виході об’єкта,  $F_3(m_k)$  – фактор збурення при імпульсному завантаженні ресурсу,  $V_3$  – швидкість потоку завантаження,  $\tau_e$  – довжини хвильового імпульсу при збуренні поверхні: 1.  $L_0 = 16$  м, 2.  $L_v = 20$  м, 3.  $U = l = 4$  м

1		Транспортний однорідний двохсторонній потік $\Pi_1\{m_i, v_i\}, \Pi_j\{m_j, v_j\}$
2		Односторонній потік транспорту з різною масою $\Pi_t\{m_i, v_i\}_{i=1, n}$
3		Комплексна дія транспортного потоку та вітрового навантаження $F_{kn} = \{F_{ti} + F_{vj}\}$
		Формування солітонів на полотні об’єкта $\{Sl_1, Sl_2\}$ – солітони при однорідних потоках $\Pi_t$ і одиничних збуреннях ( $Sl_3$ ) – солітон при неоднорідних транспортних потоках

Рис. 9.10. Моделі динамічних навантажень на полотні моста

Умова збурення солітону на поверхні в області контролю: «Якщо на віддалі  $(l/2)$  до  $(V_z)$  збурено поверхню імпульсом з амплітудою  $A_1^t$  в момент  $t_1$ , який проходить до точки  $l_k$  в момент  $t_1$  появився імпульс  $A_2^+$ , то при зустрічі в момент  $t_2, (\tau = t_2 - t_1)$  формується солітон з амплітудою  $A_{sl} = (A_1^+ + A_2^+)$ ».

Для пошуку необхідної стратегії управління  $TS$  – необхідно «при дії збурень» провести імітаційну гру на моделі  $\langle CUS \leftrightarrow TS \rangle$  для різних класів збурень, визначити на основі розбиття інтервалу  $I_{ZTS}$  стійкі ляпуновські області у фазовому просторі, а за ними – параметри стратегії управління надійністю просторових конструкцій.

На підставі системного аналізу та когнітивних концепцій розглянуто кризові ситуації, які виникають в техногенних системах з енергоактивними факторами впливу. Обґрунтовано положення, що тільки за умов врахування цих факторів на всіх етапах: від проектування до побудови та експлуатації можна забезпечити високий рівень безаварійного функціонування техногенних регіональних і глобальних структур. Отже для того щоб забезпечити високий рівень надійності техногенних систем необхідно в процесі проектування враховувати активні, інформаційні та когнітивні фактори впливу на розробку проекту та його виконання з врахуванням розвитку реальних динамічних ситуацій.

Як показують останні дані про руйнацію просторових структур мостів (гідроспоруд, дамб, водосховищ) проєктанти не врахували всі активні фактори, які діють на ці споруди в різні сезони. При зростанні активності тих факторів виникають пожежі, повені, руйнуються секції мостів з великою довжиною (довжина більше 100 метрів), що вказує на те, що в процесі проектуванні не було проведено експертизи проєкції інженерами – інтеграторами і не враховано енергетичні і фізичні аспекти дії факторів на мікроструктуру об'єктів.

## РОЗДІЛ 10

### РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ЕКСПЕРЕМЕНТІВ

Кінцевим етапом роботи послужило проведення контрольного експерименту з метою перевірки якості та ефективності методики з активізації когнітивних характеристик ліквідаторів надзвичайних ситуацій для виконання фахових завдань в умовах ризику.

Для проведення експерименту було обрано експериментальну та контрольну групи й визначено їх гомогенність за психодіагностичними показниками та загальною успішністю навчання як у ЗОШ, так і в університеті. Репрезентативна чисельність вибірки становила 100 осіб: 50 в експериментальній та 50 у контрольній групах і була відібрана з числа курсантів та студентів, що навчаються за спеціальностями «Цивільна безпека» та «Пожежна безпека», професійна діяльність за якими передбачає роботу в екстремальних та стресогенних умовах.

Вивчення двох груп, як на формувальному, так і на констатувальному етапах експерименту, здійснювалося за допомогою однакового набору спеціально підібраних психодіагностичних методик:

1. Методика стилю саморегуляції поведінки В. Моросанова.
2. Визначення структури темпераменту (методика В. М. Русалова).
3. Середній бал шкільного атестата.
4. Середній бал успішності за професійно-орієнтованими дисциплінами за підсумками навчання у 5 та 6 семестрах (3-й курс).
5. «Числові ряди», дослідження аналітичності мислення.
6. Короткий орієнтовний тест (КОТ), дослідження рівня загальних розумових здібностей.
7. Опитувальник SACS (стратегії і моделі поведінки подолання (coping) С. Хоббфола.
8. Методика вивчення вольової організації особистості (М. С. Гуткіна, Г. Ф. Міхальченко).
9. Мотивація успіху і боязнь невдачі (опитувальник А. А. Реана).

Підібрана у такий спосіб психодіагностична батарея методик забезпечила проведення різностороннього вивчення особистості майбутнього працівника ДСНС України на етапі його навчання.

Отримані результати психодіагностичного вивчення засвідчили, що, пройшовши навчання з активізації когнітивних можливостей за допомогою розроблених інформаційних технологій на базі психолого-тренувального комплексу Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, курсанти та студенти з числа формувальної групи не тільки вирівнялись у показниках з паралельною контрольною групою, але і перевершили їх за цілою низкою професійно значущих показників: цілеспрямованості, комунікативності, впевненості, відповідальності, стресостійкості.

Такі зміни в особистісному професійному профілі відстежувались як під час проведення психодіагностичних бесід, так і за результатами статистико-математичної обробки та інтерпретації емпіричних даних, що були отримані внаслідок проведення констатувального та формувального експериментів, та сприяють формуванню професійної готовності майбутніх рятувальників до діяльності в екстремальних умовах.



## 10.1. Опис психодіагностичних методик та інтерпретація результатів

### Особистісні характеристики

#### 1. Методика стилю саморегуляції поведінки В. Моросанова [12, 391]

Опитувальник «Стиль саморегуляції поведінки» (ССПМ) був створений у 1988 році в Психологічному інституті РАО в лабораторії психології саморегуляції та призначений як для наукових досліджень, так і для практичної діагностики різних аспектів індивідуальної саморегуляції. Твердження опитувальника побудовані на типових життєвих ситуаціях і не мають безпосереднього зв'язку зі специфікою будь-якої професійної або навчальної діяльності. Мета методики — це діагностика розвитку індивідуальної саморегуляції і її індивідуального профілю, що охоплює показники планування, моделювання, програмування, оцінки результатів, а також показники розвитку регуляторно-особистісних властивостей, гнучкості і самостійності.

Опитувальник ССПМ складається з 46 тверджень і працює як єдина шкала «Загальний рівень саморегуляції» (ЗР), яка характеризує рівень сформованості індивідуальної системи саморегуляції довільної активності людини. Твердження опитувальника входять до складу шести шкал (по 9 тверджень у кожній), виділених відповідно до основних регуляторних процесів планування (Пл), моделювання (М), програмування (Пр), оцінки результатів (Ор), а також і регуляторно-особових властивостей: гнучкості (Г) і самостійності (С). Структура опитувальника така, що низка тверджень входить до складу відразу двох шкал. Це стосується тих тверджень опитувальника, які характеризують як регуляторний процес, так і регуляторно-особову якість.

#### Опис шкал

**Шкала «Планування» (Пл)** характеризує індивідуальні особливості висунення й утримання цілей, сформованість у людини усвідомленого планування діяльності.

*Високі показники* за цією шкалою вказують на сформованість потреби в усвідомленому плануванні діяльності, плани в цьому випадку реалістичні, деталізовані, ієрархічні і стійкі, цілі діяльності висувуються самостійно.

У випробуваних із *низькими показниками* за цією шкалою потреба в плануванні розвинена слабо, цілі схильні до частоті зміни, поставлена мета рідко буває досягнута, планування сильно утруднене. Такі випробувані віддають перевагу не замислюватися про своє майбутнє, цілі висувують ситуативно і зазвичай несамостійно.

**Шкала «Моделювання» (М)** дає змогу діагностувати індивідуальну розвиненість уявлень про зовнішні та внутрішні значущі умови, ступінь їх усвідомленості, деталізованості й адекватності.

Випробувані з *високими показниками* за цією шкалою здатні виділяти значущі умови досягнення цілей як у поточній ситуації, так і у перспективному майбутньому, що виявляється у відповідності програм дій планам діяльності, відповідності отриманих результатів прийнятим рішенням.

У випробуваних із *низькими показниками* за шкалою слабка сформованість процесів моделювання спричинює неадекватну оцінку значущих внутрішніх умов і зовнішніх обставин, що виявляється у фантазуванні, яке може супроводжуватися різкими перепадами ставлення до розвитку ситуації, наслідків своїх дій. У таких випробуваних часто виникають тру-

днощі у визначенні мети і програми дій, адекватних поточній ситуації, вони не завжди помічають зміну ситуації, що також часто призводить до невдач.

**Шкала «Програмування» (Пр)** діагностує індивідуальну розвиненість усвідомленого програмування людиною своїх дій.

*Високі показники* за цією шкалою демонструють потребу у продумуванні способу своїх дій і поведінки для досягнення спланованих цілей, що сформувалася у людини про деталізованість і розгорнутість програм, що розробляються. Програми розробляються самостійно, вони гнучко змінюються в нових обставинах і стійкі в ситуації перешкод. Якщо отримані результати не відповідають цілям, здійснюється коригування програми дій до отримання прийняттого для людини результату.

*Низькі показники* за шкалою програмування демонструють невміння і небажання людини продумувати послідовність своїх дій. Такі люди віддають перевагу імпульсивним діям, вони не можуть самостійно сформувати програму дій, часто натрапляють на невідповідність отриманих результатів щодо цілей своєї діяльності і водночас не вносять змін до програми дій, діють шляхом проб і помилок.

**Шкала «Оцінювання результатів» (Ор)** характеризує індивідуальну розвиненість і адекватність оцінки випробуванням себе та результатів своєї діяльності і поведінки.

*Високі показники* за цією шкалою свідчать про розвиненість і адекватність самооцінки, сформованість та стійкість суб'єктивних критеріїв оцінки результатів. Людина адекватно оцінює як сам факт невідповідності отриманих результатів меті діяльності, так і причини, що призвели до цього, гнучко адаптуючись до зміни умов.

*Низькі показники* за цією шкалою свідчать про те, що випробуваний не помічає своїх помилок, не критичний до своїх дій. Суб'єктивні критерії успішності недостатньо стійкі, що спричиняє різке погіршення якості результатів за збільшення обсягу роботи, погіршення стану або виникнення зовнішніх труднощів.

**Шкала «Гнучкість» (Г)** діагностує рівень сформованості регуляторної гнучкості, тобто здатності перебудовувати, вносити корекції в систему саморегуляції за зміни зовнішніх і внутрішніх умов.

Випробовувані з *високими показниками* за шкалою гнучкості демонструють пластичність всіх регуляторних процесів. Коли виникають непередбачені обставини, такі випробовувані легко перебудовують плани і програми виконавчих дій і поведінки, здатні швидко оцінити зміну значущих умов і перебудувати програму дій. Якщо отримані результати не узгоджуються з поставленою метою, своєчасно оцінюють сам факт неузгодження і вносять відповідну корекцію. Гнучкість регуляторики дає змогу адекватно реагувати на швидку зміну подій і успішно вирішувати поставлену задачу в ситуації ризику.

Випробовувані з *низькими показниками* за шкалою гнучкості в динамічній, швидко змінній ситуації почувають себе невпевнено, насилу звикають до змін у житті, до зміни умов і способу життя. Вони не здатні адекватно реагувати на ситуацію, швидко та своєчасно планувати діяльність і поведінку, розробити програму дій, виділити значущі умови, оцінити неузгодження отриманих результатів із метою діяльності та внести корективи. У результаті у таких випробовуваних неминуче виникають регуляторні збої і, як наслідок, невдачі у здійсненні діяльності.

**Шкала «Самостійність» (С)** характеризує розвиненість регуляторної автономності.

Наявність *високих показників* за шкалою самостійності свідчить про автономність в організації активності людини, його здатність самостійно планувати діяльність і поведінку, ор-

ганізувати роботу з досягнення поставленої мети, контролювати хід її виконання, аналізувати та оцінювати як проміжні, так і кінцеві результати діяльності.

Випробувані з *низькими показниками* за шкалою самостійності залежні від думок і оцінок тих, що оточують. Плани та програми дій розробляються не самостійно, такі люди часто і некритично дотримуються порад. Без сторонньої допомоги у них неминуче виникають регуляторні збої.

Опитувальник загалом працює як єдина шкала «*Загальний рівень саморегуляції*» (ЗР), яка оцінює загальний рівень сформованості індивідуальної системи усвідомленої саморегуляції довільної активності людини.

Випробувані з *високими показниками* загального рівня саморегуляції самостійні, гнучко й адекватно реагують на зміну умов, постановка та досягнення мети у них значною мірою усвідомлено. Якщо мотивація досягнення висока, вони здатні формувати такий стиль саморегуляції, який дає змогу компенсувати вплив особистісних, характерологічних особливостей, що перешкоджають досягненню мети. Чим вище загальний рівень усвідомленої регуляції, тим легше людина опанує новий тип активності, впевненіше почуває себе в незнайомих ситуаціях, тим стабільніші її успіхи в звичних видах діяльності.

У випробуваних із *низькими показниками* за цією шкалою потреба в усвідомленому плануванні і програмуванні своєї поведінки не сформована, вони більш залежні від ситуації і думки оточення. У таких випробуваних понижена можливість компенсації несприятливих для досягнення поставленої мети особистісних особливостей порівняно з випробуваними з високим рівнем регуляції. Відповідно, успішність опанування нового виду діяльності значною мірою залежить від відповідності стильових особливостей регуляції і вимог новому виду активності.

Порівнюючи показники дослідження, представлених на рис. 10.1; 10.2, до початку навчання з активізації когнітивних можливостей на базі психолого-тренувального комплексу й після його проведення бачимо позитивні зміни стилю саморегуляції поведінки у формувальній групі порівняно з контрольною. Такі зміни відбулися за більшістю параметрів (шкал): планування, моделювання, програмування, оцінка результатів, гнучкість, самостійність. Своєю чергою, це сприяє розвитку індивідуальної саморегуляції особистості і її профілю, що вкрай важливо у роботі з великим ступенем ризику, розрізненою інформацією, цейтнотом та великою ціною помилки.

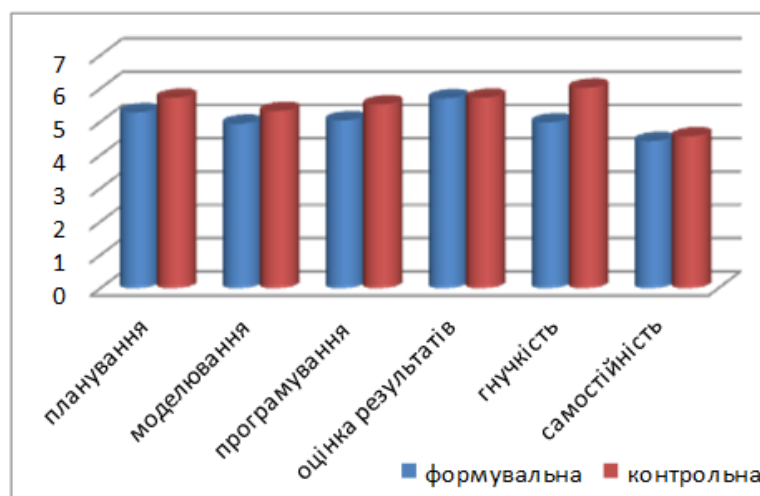


Рис. 10.1. Порівняння стилю саморегуляції поведінки В. Моросанова (ССПМ) на констатувальному етапі експерименту

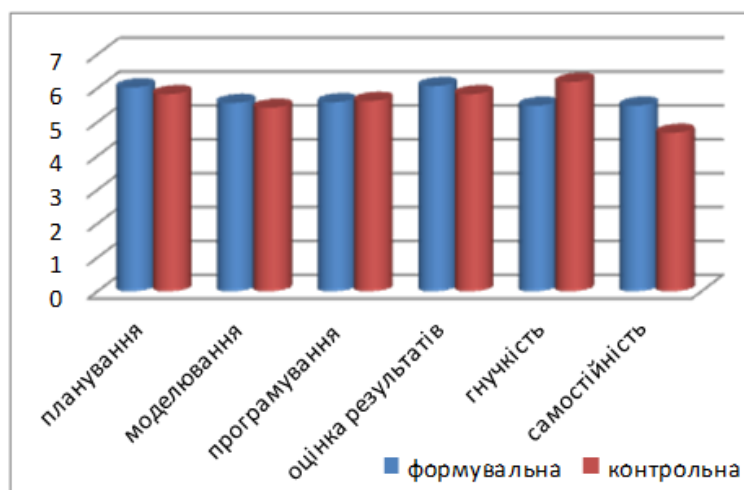


Рис. 10.2. Порівняння стилю саморегуляції поведінки В. Моросанова (ССПМ) на формувальному етапі експерименту

## 2. Визначення структури темпераменту (методика В. М. Русалова)

Методика Русалова діагностує властивості темпераменту, що дає змогу з великою ймовірністю визначити потенційні можливості клієнта й будувати прогноз успішності опанування тої чи іншої професійної діяльності.

Для діагностики властивостей темпераменту застосовуються психофізіологічні методики та опитувальники. Найвідоміші з них — опитувальники Айзенка та Стреляу. Запропонована методика Русалова має перевагу перед згаданими в тому, що дає характеристику більшій кількості властивостей темпераменту і виявляє два аспекти взаємодії з середовищем:

- 1) з предметним світом;
- 2) з соціальним світом.

Опитувальник містить 105 питань, які розподілені між 9 шкалами. Вісім шкал характеризують чотири фундаментальні властивості темпераменту:

- 1) ергічність (ступінь напруженості взаємодії організму з середовищем);
- 2) пластичність (ступінь легковажності переходу з одних програм поведінки на інші);
- 3) темп (ступінь швидкості виконання тієї чи іншої програми поведінки);
- 4) емоційна чутливість (чутливість до можливого незбігу результату дії з очікуваним результатом).

Оскільки ступінь вираження кожної цієї властивості вимірюється в двох аспектах, ми отримуємо дві характеристики кожної з них. Наприклад, емоційна чутливість щодо:

- предметного середовища — ЕМ.
- щодо людей — СЕМ.

Кожна шкала формується із 12 питань.

Дев'ята шкала (К) введена для контролю соціальної бажаності. Містить 9 питань з відвертості, які взяті з опитувальника Г. Айзенка, адаптованого до нашої культури.

### *Психологічна інтерпретація шкал темпераменту*

**1 (Ер)** — цей блок питань направлений на виявлення таких характеристик, як рівень потреби в освоєнні предметного світу, прагненні діяльності, бажанні розумової, фізичної праці. Високий бал за шкалою Ер демонструє високу працездатність опитанта, стійку зосередженість уваги під час взаємодії з предметним світом, про його наполегливість у досягненні мети.

**2 (СЕР)** — питання, які виявляють рівень потреби в соціальних контактах, жагу освоєння соціальних форм діяльності, бути лідером, товарииськість, замученість у соціальну діяльність. Високий бал за шкалою СЕР демонструє наявність схильності до взаємодії з соціальним середовищем, до діяльності в професіях групи «людина–людина». Показник за шкалою СЕР потрібно співвідносити зі значенням інших соціальних шкал — СП, СТ.

**3 (П)** — питання цієї шкали направлені на виявлення ступеня легкості переходу з одного виду діяльності на інший, швидкості переходу з одних способів мислення на інші в процесі взаємодії з предметним середовищем, схильності до різноманітності форм предметної діяльності. Високий бал за цією шкалою свідчить про високу лабільність нервових процесів, перемикання уваги, швидкість перебігу інтелектуальних процесів під час взаємодії з предметним світом, високу пристосовуваність суб'єкта до зовнішніх впливів у процесі діяльності у предметному середовищі.

**4 (СП)** — питання, спрямовані на виявлення ступеня легкості (важкості) переходу в процесі спілкування від одної людини до іншої, схильності до різноманітності комунікативних програм. Високий бал за цією шкалою дає змогу передбачити в опитуваного наявність потенціальних здібностей до успішної взаємодії з соціальним середовищем і рекомендувати професії типу «людина–людина», які потребують складної творчої комунікації.

**5 (Т)** — питання про швидкість виконання окремих операцій, про швидкість моторно-рухових актів під час виконання предметної діяльності. Ця властивість темпераменту виражається в швидкості рухів, мислення під час взаємодії з предметним середовищем, в здатності опитуваного до ефективного виконання різноманітних рухових актів. Ступінь вираженості цих властивостей можна підтвердити результатами дослідження за методикою «Теппінг-тест».

**6 (СТ)** — питання направлені на виявлення швидкісних характеристик мовно-рухових актів у процесі спілкування. Високий бал за шкалою СТ свідчить про можливість опитуваного ефективно працювати в сферах, де мовно-рухова діяльність є провідним компонентом.

**7 (ЕМ)** — ця шкала дає змогу оцінити ступінь емоційної чутливості до різниці між задуманим і реальним результатом предметної дії, чутливість до невдач у роботі. Високі показники свідчать про високий нейротизм, інтенсивне переживання тривоги, суб'єктивної втоми в характеристиках опантанта є протипоказанням до діяльності, пов'язаної з екстремальними ситуаціями, з високою відповідальністю, з виконанням операцій в обмеженому часу.

**8 (СЕМ)** — питання, які стосуються емоційної чутливості в комунікативному середовищі: чутливість до невдач у спілкуванні, до оцінки оточення. Високий бал за шкалою СЕМ свідчить про те, що суб'єкт відчуває труднощі в спілкуванні, проявляє високу чутливість до оцінки результатів його діяльності і його особистості з боку інших людей. Така емоційна чутливість — причина частого почуття тривоги, розгубленості. Високе значення шкали СЕМ при загальній орієнтації на соціальне середовище свідчить про наявність в опантанта протипоказань до деяких професій типу «людина–людина», бо ці професії потребують інтенсивного спілкування в умовах непрогнозованих ситуацій, високої відповідальності, швидкого прийняття рішень (вчитель, керівник великого виробничого колективу, менеджер тощо).

Порівнюючи показники структури спрямованості властивостей темпераменту у формувальній та контрольній групі (рис. 10.3, 10.4) до початку навчання з активізації когнітивних можливостей на базі психолого-тренувального комплексу й після його проведення, констатуємо позитивні зміни за такими шкалами: ергічність, соціальна пластичність, темп та соціальний темп і зниження рівня небажаних характеристик для цього типу професій — емоційність, соці-

альна емоційність та контроль. Загалом, за результатами тестування, відстежуємо позитивну картину розвитку та становлення професійно значущих особистісних характеристик.

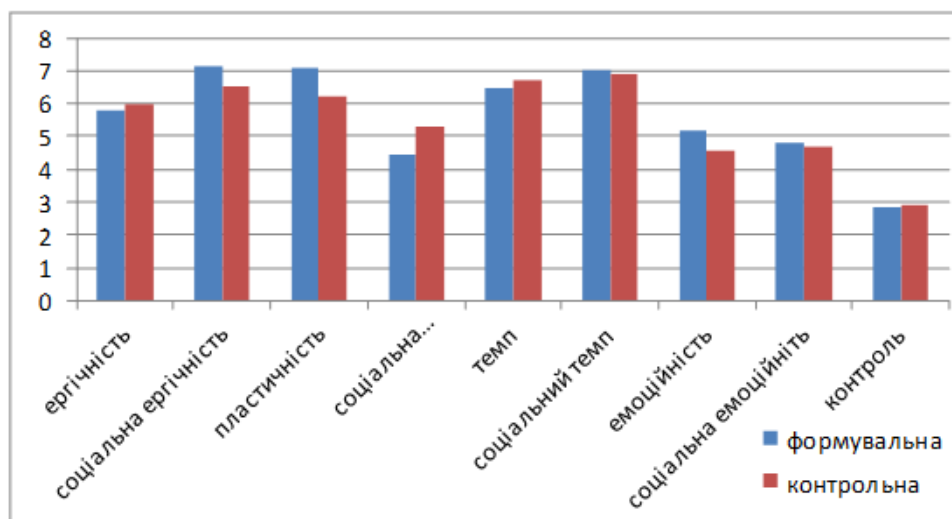


Рис. 10.3. Порівняння структури спрямованості властивостей темпераменту (методика В. М. Русалова) на констатувальному етапі експерименту

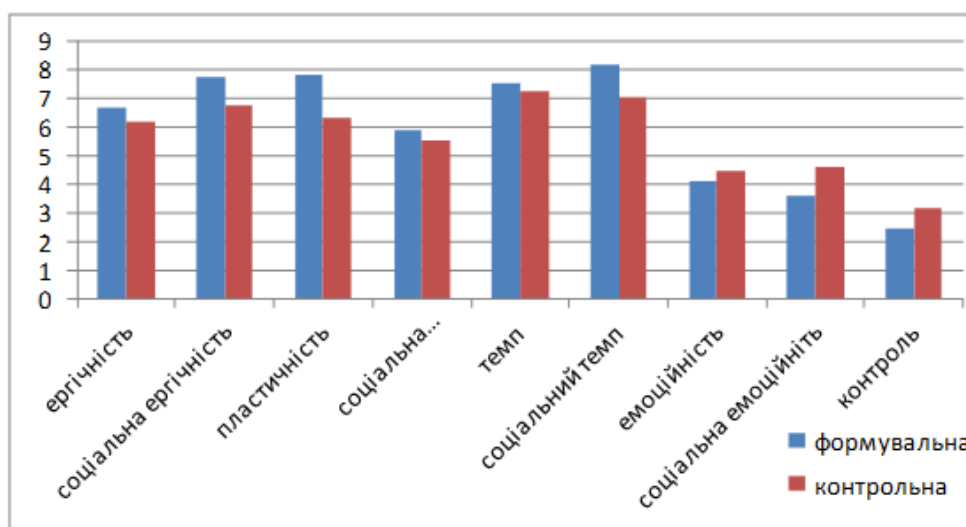


Рис. 10.4. Порівняння структури спрямованості властивостей темпераменту (методика В. М. Русалова) на формувальному етапі експерименту

### Успішність у навчанні (засвоєння загальноосвітніх та професійних знань та умінь)

#### 4. Середній бал шкільного атестата

#### 5. Середній бал успішності за професійно-орієнтованими дисциплінами за підсумками навчання у 5 та 6 семестрах (3-й курс)

Порівнюючи показники структури спрямованості властивостей темпераменту у формувальній та контрольній групі (рис. 10.5, 10.6) до початку навчання з активізації когнітивних

можливостей й після його проведення, можна відзначити позитивне зростання успішності в засвоєнні нових знань та умінь у курсантів та студентів із числа формувальної групи. Такий стан речей, на нашу думку, зумовлений загальним зростанням рівня особистісного профілю особистості: появою впевненості, цілеспрямованості, відповідальності, підвищення комунікативності та загальною зацікавленістю в успішності, засвоєнні професійних знань з огляду на майбутню професійну діяльність.

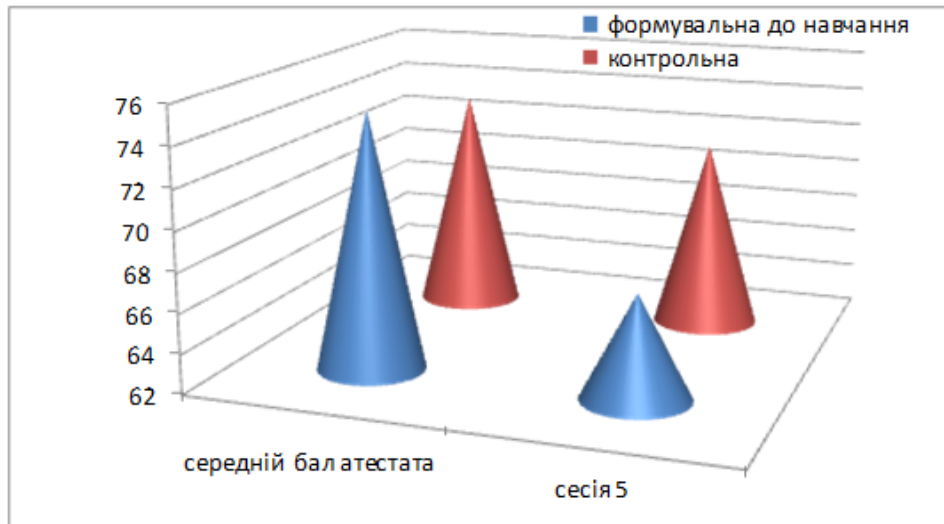


Рис. 10.5. Порівняння показників успішності в ЗОШ (середній бал шкільного атестата) та університеті (підсумки навчання у 5-му семестрі) на констатувальному етапі експерименту

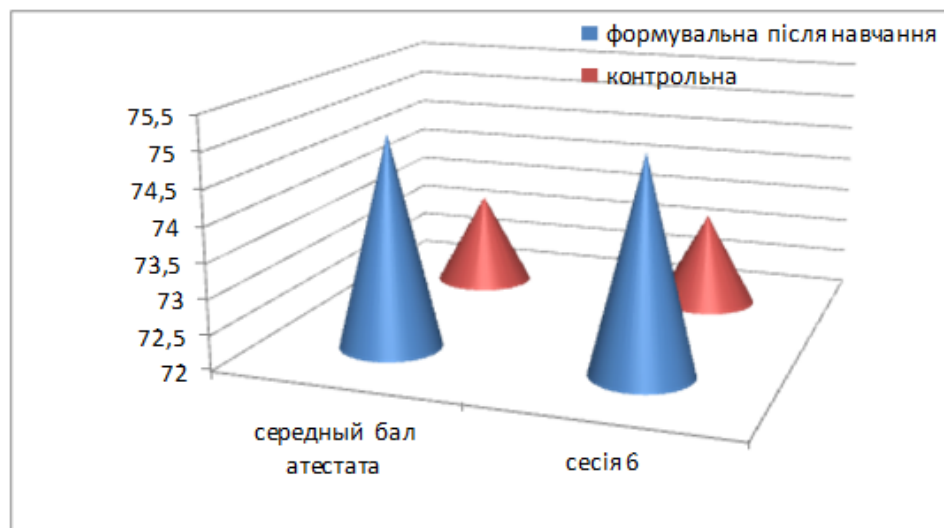


Рис. 10.6. Порівняння показників успішності в ЗОШ (середній бал шкільного атестата) та університеті (підсумки навчання у 6-му семестрі) на формувальному етапі експерименту

Також потрібно відзначити і дещо нижчі результати в контрольній групі на першому та другому етапах дослідження, що може бути пов'язано зі зниженням мотиваційної складової в процесі навчання через втрату цілеорієнтованого підходу до засвоєння професійно-формувальних знань.

## Дослідження процесів мислення та розумових здібностей

### 5. «Числові ряди», дослідження аналітичності мислення [12, 43]

Тест призначений для визначення рівня розвитку аналітичності індуктивного мислення в умовах обмеженого часу. Цей тест — VI шкала субтесту Р. Амтхауера, яка складається з 15 рядів чисел із певною закономірністю, яку потрібно знайти та з якого необхідно продовжити наступними двома цифрами.

**Інтерпретація.** Рівень розвитку аналітичності мислення визначається за кількістю правильно дописаних рядів чисел.

Якщо досліджуваний дописав 14–15 рядів, то його аналітичність мислення дуже висока або відмінна; якщо 11–13 — аналітичність висока або добра; якщо 8–10 — аналітичність середня або задовільна; якщо 6–7 — аналітичність низька або погана; якщо 5 і нижче, то аналітичність дуже низька або дуже погана.

Аналітичність є важливою характеристикою мислення, це готовий компонент здатності теоретизувати, відшукувати причинно-наслідкові зв'язки між явищами, вона становить основи загальних здібностей і необхідна для успішного опанування різноманітних видів діяльності.

### 6. Короткий орієнтовний тест (КОТ) [12, 43]

Тест призначений для визначення рівня загальних, розумових здібностей. Рівень загальних розумових здібностей є багатопараметричним показником. Це методика дає змогу виділити та проаналізувати ці параметри. Здібності узагальнення та аналізу матеріалу визначають на основі виконання завдань з прислів'ями. Ці завдання вимагають абстрагування від конкретної фрази і переходу в галузь інтерпретації змісту, встановлення суті фраз та нового повернення до них.

#### *Психологічна інтерпретація*

**Гнучкість мислення** як компонент загальних здібностей також визначають за виконанням завдань з прислів'ями. Якщо асоціації досліджуваного мають хаотичний характер, то можна говорити про ригідність мислення (наприклад, це може виявитися під час виконання завдання № 11).

**Інертність мислення і переключення** — це важливі характеристики загальних здібностей до навчання. Для їх визначення передбачено спеціальне розміщення завдань у тесті. Чергування різноманітних типів завдань може ускладнювати розв'язання їх у людей з інертними зв'язками минулого досвіду. Такі люди важко змінюють обраний спосіб роботи, не здатні змінювати хід своїх міркувань, переходити з одного виду діяльності на інший, їхні інтелектуальні процеси малорухливі, темп роботи уповільнений.

**Емоційні компоненти мислення і відхилення** визначаються за завданнями, які можуть знижувати показник тесту в досліджуваних (№ 24, 27, 31 та інші). Досліджувані, котрі емоційно реагують, починають усміхатися і звертатися до експериментатора замість того, щоб зосереджуватися на об'єкті, тобто на завданні.

**Швидкість і точність сприйняття, розподіл і концентрація уваги** визначаються завданнями 8 і 13. Вони визначають здатність у стислі терміни працювати з різноманітним матеріалом, виділяти основне в змісті, зіставляти цифри, знаки тощо.

**Використання мови, грамотність.** Аналіз може бути проведено за виконанням завдань на вміння користуватися мовою. Завдання № 8 передбачає елементарні знання іноземної мови (в межах алфавіту).



**Орієнтування** визначається завдяки аналізу стратегії вибору досліджуваних завдань для вирішення. Деякі досліджувані виконують усі завдання підряд. Інші — тільки ті, які для них виявляються легкими і швидко розв'язуються. Визначення легкості розв'язання дуже індивідуальне. До того ж у цьому виявляються нахили досліджуваних. Деякі з них продиляються надруковані на аркуші тесту завдання й обирають спочатку завдання математичні і ті, що мають числову суть, а інші віддають перевагу вербальним завданням.

**Просторова уява** характеризується розв'язанням чотирьох завдань, які передбачають операції у двомірному просторі. Це завдання №№ 17, 29, 32 і 49.

Таким чином, методику КОТ можна використати для дослідження порівняно великої кількості компонентів загальних здібностей. За її допомогою достатньо надійно прогнозуються успіхи в навчанні та ділові якості людини. Тест дає змогу обміркувати рекомендації для розвитку тих аспектів інтелекту, через які повільно чи неправильно виконано відповідні завдання. Наприклад, якщо досліджуваний не виконав завдань №№ 8, 13, у такому разі йому треба рекомендувати вправи на розвиток концентрації і розподіл уваги.

Якщо досліджуваний погано розв'язує завдання типу №№ 2, 5, 6, йому допоможе читання тлумачних словників, словників крилатих висловів, прислів'їв та приказок, словників іншомовних слів, двомовних словників, а також виконання лінгвістичних завдань.

Якщо досліджуваний погано виконав числові завдання, то для розвитку відповідних властивостей корисні збірки головоломок.

Коли ж у досліджуваного виникали труднощі з розв'язанням завдань, які вимагають просторового уявлення, важливо тренувати увагу на різноманітних об'єктах із послідовним перетворенням їхніх образів в уяві.

Порівнявши загальні показники процесів мислення та розумових здібностей у формувальній та контрольній групі (рис. 10.7, 10.8) до початку навчання з активізації когнітивних можливостей й після його проведення, також можна відзначити позитивне зростання успішності у виконанні стимульних завдань у курсантів та студентів із числа формувальної групи. Враховуючи також і те, що на констатувальному етапі проведення дослідження ми отримали дещо нижчі результати серед респондентів формувальної групи, то вже після навчання загальні результати у формувальній групі не тільки досягли рівня контрольної групи, але й дещо перевершили їх.

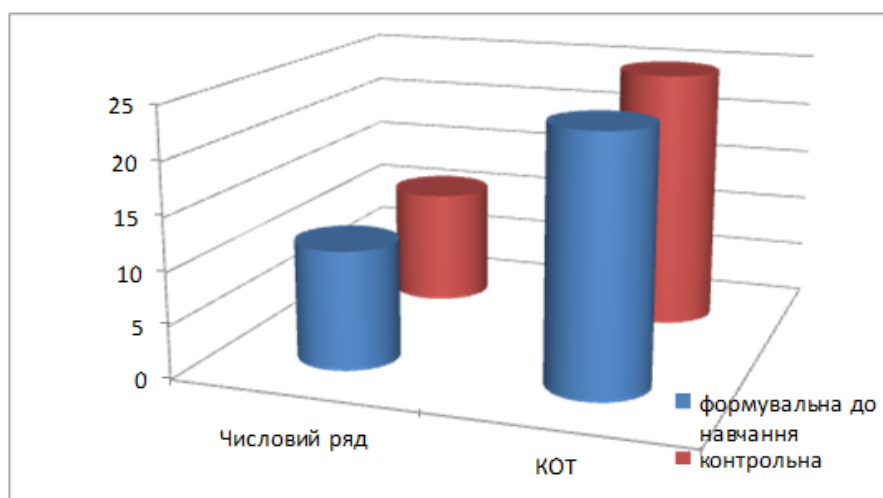


Рис. В.7. Порівняння показників дослідження процесів мислення (числові ряди) та розумових здібностей (КОТ) на констатувальному етапі експерименту

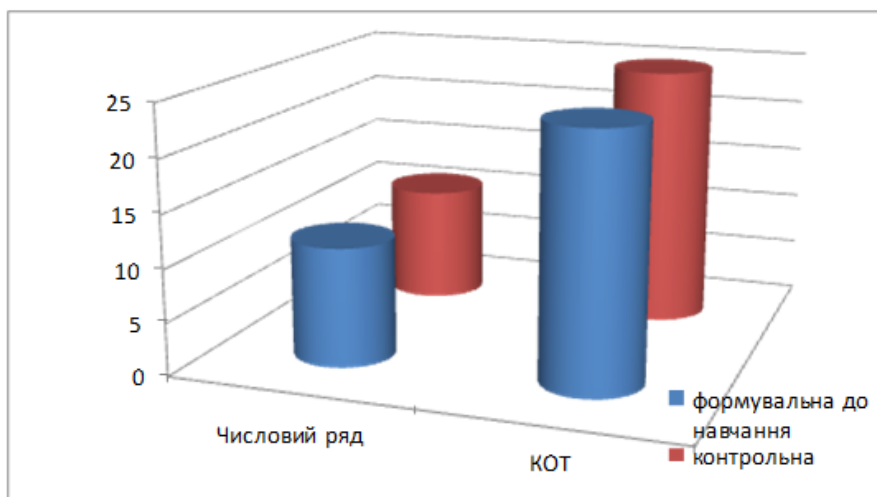


Рис. В.8. Порівняння показників дослідження процесів мислення (числові ряди) та розумових здібностей (КОТ) на формувальному етапі експерименту

## 7. Опитувальник SACS (стратегії і моделі поведінки подолання (coping))

С. Хоббфолла [12, 43, 109]

Особистий опитувальник «SACS» призначений для вивчення стратегій і моделей копінг-поведення (поведінки, що долає стрес) як типів реакцій особи з подолання стресових ситуацій. Опитувальник запропонований С. Хоббфоллом у 1994 році і створений на основі багатоосьової моделі «поведінки подолання» стресу. Опитувальник охоплює 54 твердження, які містять дев'ять моделей поведінки, що долає стрес: 1) асертивні дії; 2) пошук соціальних контактів; 3) пошук соціальної підтримки; 4) обережні дії; 5) імпульсні дії; 6) уникнення; 7) маніпулятивні (непрямі) дії; 8) асоціальні дії; 9) агресивні дії.

Поняття поведінки, що долає стрес, використовується для опису характерних способів поведінки людини в різних ситуаціях. Подолання розглядається як стабілізаційний чинник, який може допомогти людині підтримувати психосоціальну адаптацію протягом стресогенного періоду. Психологічне призначення поведінки, що долає стрес, полягає в тому, щоб якнайкраще адаптувати людину до ситуаційних викликів шляхом опанування, ослаблення або пом'якшення негативної дії цих ситуаційних викликів на людину, у такий спосіб і регулюється стресовий вплив ситуації.

Проведені дослідження (Водопьянова, 1998) показали, що «успішні» менеджери відрізняються від «неуспішних», по-перше, великою кількістю моделей поведінки, що долає стрес, а по-друге, перевагою «здорових» моделей подолання складних (стресогенних) ситуацій, що виражається у вищих показниках асертивності (упевненості) поведінки, вступу до соціальних контактів, пошуку соціальної підтримки і в нижчих показниках агресивних і асоціальних дій. «Успішні» менеджери частіше використовують непрямі дії, раціоналізацію і пошук позитивного в емоційно напружених ситуаціях ділового спілкування порівняно з «неуспішними» менеджерами. Кризові ситуації «успішні» менеджери віддають перевагу розглядати як новий досвід, корисний для майбутнього життя і професійної кар'єри. Моделі їх поведінки характеризуються активністю, просоціальністю і гнучкістю.

Для «неуспішних» менеджерів більш характерними виявилися стратегія пасивності (обережні дії, відхід від вирішення проблем), асоціальна стратегія (жорсткі, догматичні, цинічні,

негуманні дії), агресивна стратегія (тиск, відмова від пошуку альтернативних рішень, конфронтація, суперництво та ін.). Вони частіше проявляють соціальну несміливість (невпевненість), і водночас їх поведінка у проблемних ситуаціях більш асоціальна і агресивна щодо оточення. Очевидно, остання — компенсаторний механізм подолання внутрішнього (душевного) дискомфорту або психологічних комплексів неувпевненості в собі і негативізму щодо оточення.

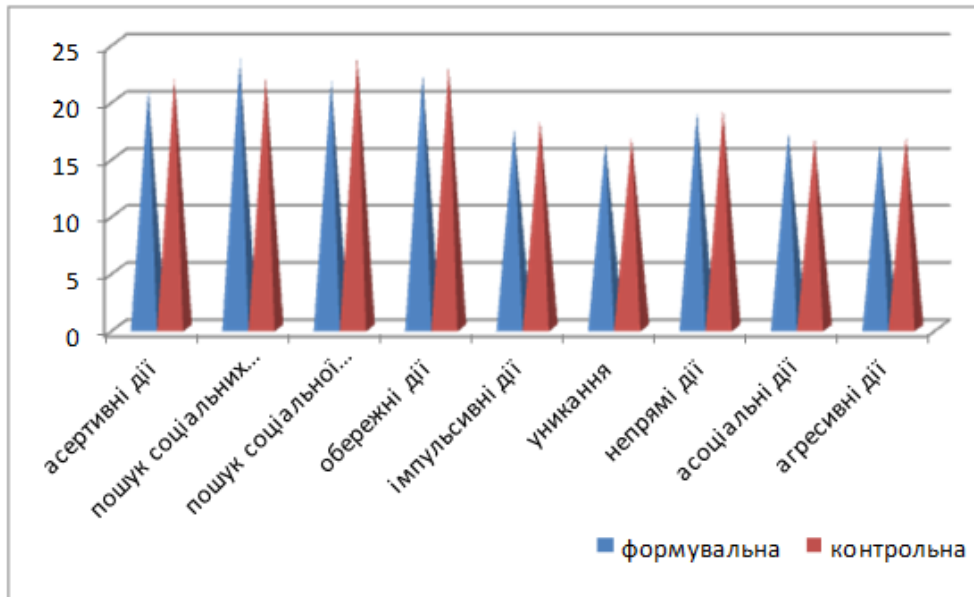


Рис. 10.9. Порівняння показників дослідження стратегії і моделі поведінки подолання за методикою С. Хоббфола на констатувальному етапі експерименту

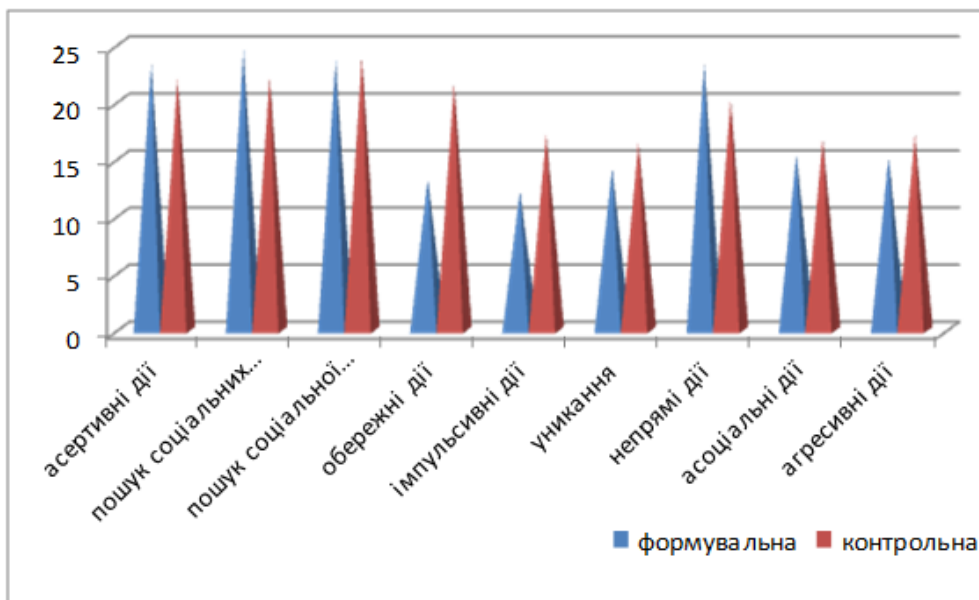


Рис. 10.10. Порівняння показників дослідження стратегії і моделі поведінки подолання за методикою С. Хоббфола на формувальному етапі експерименту

Порівнюючи показники дослідження стратегії і моделі поведінки подолання за методикою С. Хоббфола (рис. 10.9, 10.10) до початку навчання з активізації когнітивних можливостей

на основі психолого-тренувального комплексу й після його проведення, потрібно відзначити закріплення у формувальній групі необхідних для подальшої успішної професійної діяльності таких стратегій та моделей поведінки: асертивні дії, пошук соціальних контактів та зменшення рівня акцентуації небажаних у майбутній професійній діяльності поведінкових стереотипів: обережні дії, імпульсні дії, уникнення, агресивні дії, асоціальні дії. Але водночас необхідно вказати на зростання рівня маніпулятивних (непрямих) дій серед представників формувальної групи, що неповною мірою відповідає професійно значущим характеристикам майбутнього професіонала і потребує в процесі його подальшого становлення відповідного корегування.

## 8. Методика вивчення вольової організації особистості

М. С. Гуткіна, Г. Ф. Міхальченко [12, 43, 391]

Методика призначена для визначення рівня розвитку, домінування вольових характеристик особистості. Ця методика дає змогу зорієнтуватися у виборі професійної спрямованості. Методика складається з 56 запитань, які поділяються на 6 основних та дві додаткові шкали: Ц — ціннісно-смілова організація особистості; І — організація діяльності; Р — рішучість; Н — наполегливість; В — витримка; См — самостійність; Щ — показник, широті у відповідях; З — загальний показник, що характеризує вольову організацію особистості.

### *Інтерпретація результатів*

*Сума набраних балів і їхнє значення*

0–8 балів — ця вольова якість потребує розвитку і тренування, її нерозвиненість заважає людині досягнути поставлених завдань.

9–16 балів — ця вольова якість розвинена достатньо.

17–24 бали — вольова якість розвинена добре, визначальна в структурі вольової організації особи.

### *Шкала широті (Щ)*

17–24 бали — опитуваний недостатньо щирий, тому отримані результати не відповідають дійсному стану речей.

### *Загальний показник (З)*

0–48 балів — вольові якості особи потребують тренування і розвитку. Рекомендується серйозна робота з самовиховання. Особливу увагу необхідно приділити тим чинникам, за якими у вас найменші суми балів.

49–96 балів — вольові якості особи розвинені достатньо.

97–144 бали — показник високого рівня вольовій організації особи, що свідчить про здатність із достатнім ступенем усвідомленості і відчуттям реальності визначати для себе цілі, шляхи і способи її досягнення.

Порівнюючи показники вивчення вольової організації особистості за методикою М. С. Гуткіна, Г. Ф. Міхальченко (рис. 10.11, 10.12) до початку і після навчання, потрібно констатувати їхнє значне покращення практично за всіма характеристиками після проведеного навчання на базі психолого-тренувального комплексу із застосованим методом активізації когнітивних можливостей. Єдиним винятком із загальної картини є рівень розвитку важливої професійної вольової характеристики — витримки. Такий результат свідчить про відсутність професійного досвіду, що набувається на етапі практичної діяльності.

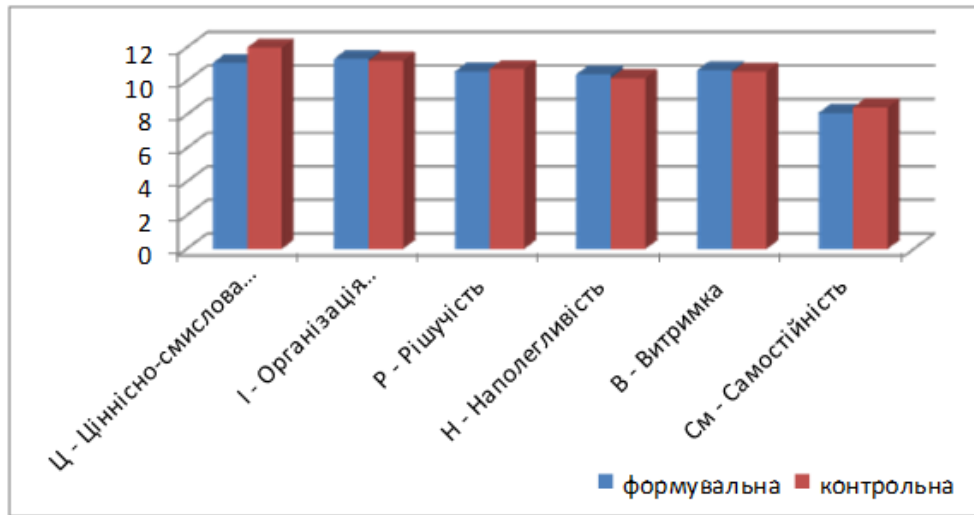


Рис. 10.11. Порівняння показників вивчення вольової організації особистості за методикою М. С. Гуткіна, Г. Ф. Міхальченко на констатувальному етапі експерименту

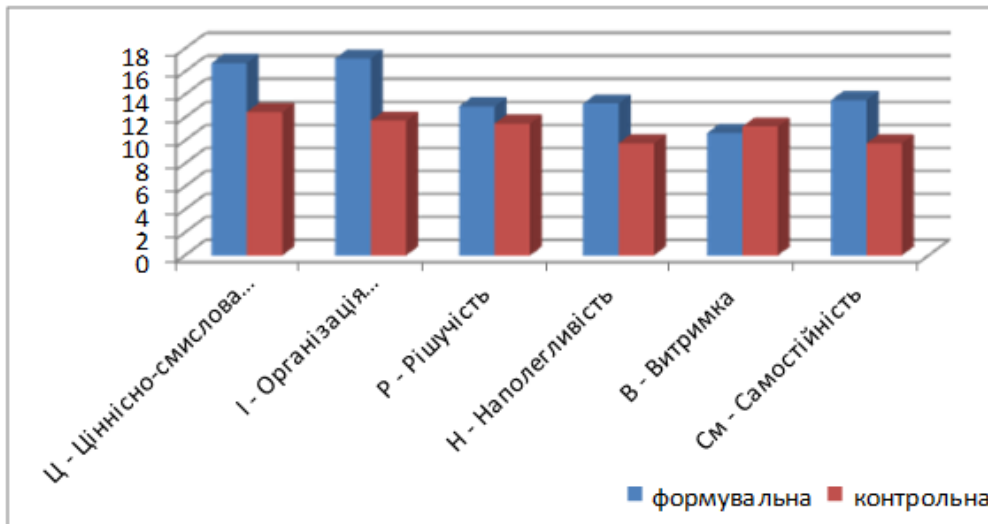


Рис. 10.12. Порівняння показників вивчення вольової організації особистості за методикою М. С. Гуткіна, Г. Ф. Міхальченко на формувальному етапі експерименту

### 9. Мотивація успіху і боязнь невдачі (опитувальник А. А. Реана) [12, 391, 440]

Опитувальник А. Реана визначає мотивацію до успіху. Мотивація до успіху є позитивною. За такої мотивації людина, починаючи справу, сподівається досягнути чогось конструктивного та позитивного. В основі активності людини лежить надія на успіх і потребу в досягненні успіху. Такі люди зазвичай упевнені в собі, в своїх силах, відповідальні, ініціативні й активні. Їх відрізняє наполегливість у досягненні мети, цілеспрямованість.

Мотивація до невдачі є негативною. У такому типі мотивації активність людини пов'язана з потребою уникнути невиконання, осуду, покарання, невдачі. Загалом в основі цієї мотивації лежить ідея уникнення і ідея негативних очікувань. Починаючи справу, людина вже заздалегідь боїться можливої невдачі, думає про шляхи уникнення цієї гіпотетичної невдачі, а не про способи досягнення успіху.

Люди, мотивовані на невдачу, зазвичай відрізняються підвищеною тривожністю, низькою упевненістю в своїх силах. Прагнуть уникати відповідальних завдань, а якщо потрібно вирішити надвідповідальні завдання, можуть впадати в стан, наближений до панічного. Принаймні ситуативна тривожність за таких обставин стає надзвичайно високою.

Якщо кількість набраних балів коливається в межах від 1 до 7, то діагностується *мотивація боязні невдачі*.

Якщо кількість набраних балів коливається в межах від 14 до 20, то діагностується *мотивація успіху*.

Якщо кількість набраних балів коливається в межах від 8 до 13, то потрібно вважати, що мотиваційний полюс яскраво не виражений. Водночас необхідно мати на увазі, що при кількості балів 8–9 випробуваний радше тяжіє до мотивації боязні невдачі, тоді як при кількості балів 12–13 — мотивації успіху.

Порівнюючи результати мотиваційних показників успіху і боязні невдач за опитувальником А. А. Реанана (рис. 10.13, 10.14) до початку і після навчання, також констатуємо їхнє значне зростання. Суттєво покращилися мотиваційні показники серед представників формульованої групи, що пояснюється зростанням бажання досягнути позитивних результатів у підготовці до професійної діяльності, посилення активної життєвої позиції, впевненості у собі та своїх силах. А це, своєю чергою, стимулює наполегливість, цілеспрямованість у досягненні поставленої мети.

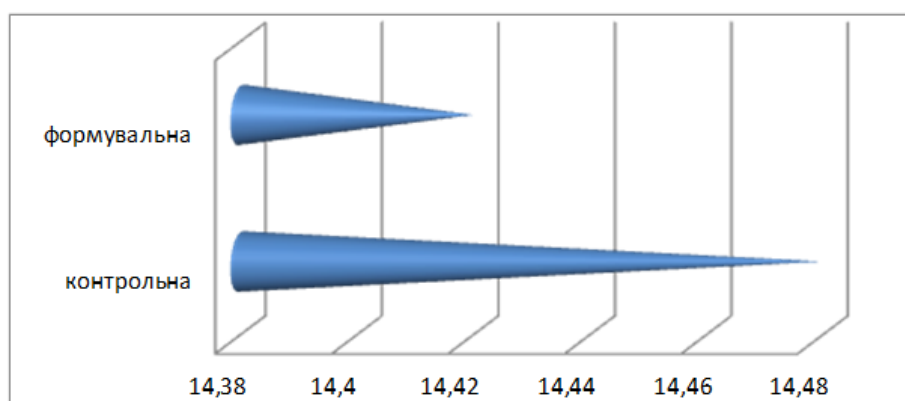


Рис. 10.13. Порівняння мотиваційних показників успіху і боязні невдач за опитувальником А. А. Реанана на констатувальному етапі експерименту

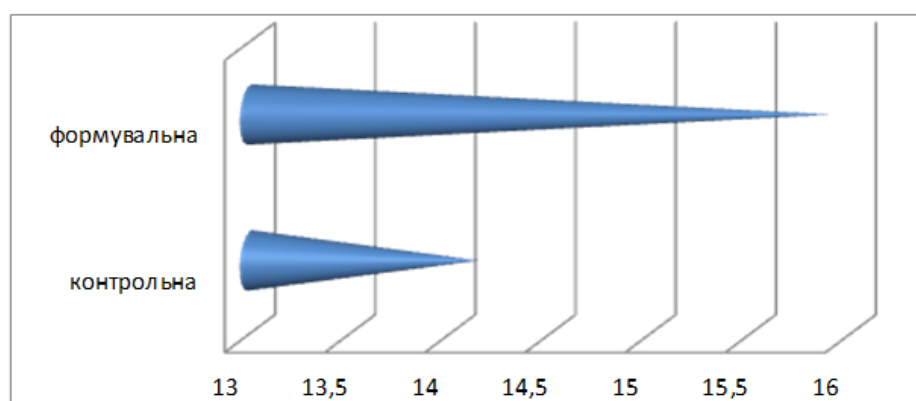


Рис. 10.14. Порівняння мотиваційних показників успіху і боязні невдач за опитувальником А. А. Реанана на формульованому етапі експерименту

**10.2. Емпіричні (сирі) дані отримані у процесі проведення експерименту, представлені у таблицях 10.1–10.4**

Таблиця 10.1

Емпіричні дані формувальної групи до експерименту

ПІБ	1. Марсонової							2. Русалова							3, 4. Навчання		5, 6. QI				
	планування	моделювання	програмування	оцінка результатів	гнучкість	самостійність	загальний рівень	ергічність	соціальна ергічність	пластичність	соціальна пластичність	темп	соціальний темп	емоційність	соціальна емоційність	контроль	середній бал атестація	сесія 5	Числовий ряд	КОТ	
середнє	5,28	4,94	5,04	5,7	4,98	4,42	30,36	5,82	7,16	7,08	4,42	6,44	7,02	5,16	4,82	2,84	75,08	67,24	11,28	23,9	
мода	6	6	5	6	6	3	32	7	6	7	5	9	8	2	3	2	76	59	11	26	
медіана	5	5	5	6	5	4	31	6	7	7	4,5	6,5	7,5	5	4	2,5	76	67,5	11	24	
формувальна група	1	3	6	8	6	8	3	34	7	12	11	4	5	7	5	3	2	76	61	18	23
	2	6	6	5	5	1	3	26	4	6	6	5	4	4	8	2	3	75	67	12	32
	3	6	4	7	6	6	6	35	6	5	6	5	5	8	7	3	2	75	71	11	12
	4	7	6	3	7	6	3	32	6	9	5	4	8	6	7	3	3	66	66	10	24
	5	6	7	3	6	7	3	32	6	6	7	5	2	8	11	7	2	59	59	9	22
	6	8	2	2	8	2	2	24	5	5	4	3	3	9	11	8	2	78	57	14	22
	7	5	4	4	6	3	4	26	3	6	3	5	3	3	4	8	1	78	74	11	24
	8	6	5	3	7	3	3	27	3	8	5	4	9	8	2	4	1	68	68	15	27
	9	5	9	1	2	2	1	20	3	6	3	5	7	5	1	5	5	81	71	7	27
	10	3	6	5	4	4	6	28	3	8	5	4	9	8	2	6	5	75	51	4	26
	11	8	6	6	5	3	5	33	9	10	7	5	11	12	3	2	5	73	73	4	26
	12	6	3	5	9	1	5	29	7	5	7	8	6	7	3	3	3	72	59	12	24
	13	4	7	1	6	4	4	26	4	9	8	2	8	11	7	2	3	76	76	10	22
	14	7	6	5	7	5	1	31	5	11	12	3	9	5	1	2	3	87	63	13	27
	15	4	5	5	3	4	4	25	8	6	7	3	3	4	8	4	2	83	69	12	26
	16	8	7	4	5	6	8	38	5	8	11	0	9	9	2	5	3	81	60	10	24
	17	7	4	5	4	6	6	32	7	9	11	1	9	8	4	7	1	78	78	17	24
	18	5	4	5	7	7	4	32	3	3	4	8	12	7	4	8	1	81	53	16	26
	19	5	5	6	6	6	4	32	9	9	9	2	8	10	3	3	5	84	79	18	23
	20	6	7	6	8	5	7	39	4	9	8	4	10	9	11	6	4	79	55	19	25
	21	6	7	4	5	7	2	31	7	6	8	4	10	8	7	9	4	79	79	19	23
	22	6	6	6	7	7	3	35	7	5	9	5	9	9	2	2	2	69	69	11	25
	23	5	2	6	5	6	3	27	6	10	10	5	11	10	3	3	2	85	69	17	23
	24	5	5	5	3	6	4	28	4	6	3	6	4	4	6	3	2	83	76	8	23
	25	4	7	5	8	3	4	31	3	7	6	6	6	9	4	4	3	77	67	8	26
	26	5	8	6	6	8	3	36	6	9	9	5	6	1	2	3	1	79	66	10	26
	27	6	7	5	6	7	4	35	8	7	5	4	8	8	8	8	1	80	77	14	25
	28	6	3	5	7	5	3	29	3	3	2	6	5	8	5	3	1	61	61	14	27
	29	5	5	6	7	7	7	37	5	8	3	2	9	8	2	4	1	92	92	16	26
	30	3	5	8	6	7	4	33	8	7	5	7	5	9	8	5	5	71	71	9	15
	31	5	6	5	3	3	3	25	8	6	7	4	7	6	5	1	2	81	81	9	23
	32	8	2	7	5	7	7	36	8	5	7	4	8	7	7	7	4	59	59	11	26
	33	4	5	5	3	5	3	25	5	9	8	8	6	9	2	2	4	66	66	4	24
	34	6	5	6	7	5	7	36	10	5	6	7	5	3	6	3	4	69	69	6	26
	35	5	4	6	5	3	5	28	11	11	8	6	9	6	6	2	4	62	62	5	23
	36	5	6	3	4	7	6	31	8	7	8	6	7	8	6	7	2	74	74	15	24
	37	4	6	6	7	7	6	36	7	6	7	7	8	9	2	5	5	52	52	13	22
	38	1	3	4	6	6	3	23	5	4	8	7	5	5	5	4	5	51	51	13	26
	39	4	6	5	3	5	7	30	4	3	7	3	7	5	7	6	3	76	51	11	26
	40	1	3	4	7	6	8	29	7	9	9	4	4	9	2	1	6	76	56	5	16
	41	7	5	6	7	6	7	38	10	8	11	6	11	7	4	4	2	87	79	13	24
	42	6	7	7	8	6	4	38	7	8	9	2	5	6	7	4	2	73	73	11	25
	43	6	3	5	6	8	6	34	7	5	5	5	4	2	5	5	5	92	91	18	25
	44	7	4	7	5	3	6	32	3	7	5	2	0	7	7	5	2	74	74	4	23
	45	5	2	6	6	2	8	29	4	4	9	2	1	6	4	9	2	87	78	8	24
	46	6	4	6	5	1	3	25	6	11	7	2	4	8	11	7	2	80	52	12	23
	47	4	4	5	4	4	2	23	5	11	11	7	4	9	5	11	4	87	59	9	26
	48	4	2	4	6	5	1	22	2	8	10	1	4	6	4	10	1	82	73	8	26
	49	4	4	4	5	4	4	25	2	8	7	3	3	7	8	7	3	59	59	14	13
	50	6	2	6	6	4	6	30	8	5	6	5	7	4	4	6	2	66	66	7	25

Таблиця 10.1 (продовження)

ПІБ	7. SACS									8. Вольова організація						9. Реана		
	асертивні дії	пошук соціальних контактів	пошук соціальної підтримки	обережні дії	імпульсивні дії	уникання	непрямі дії	асоціальні дії	агресивні дії	Ц — ціннісно-смілова організація особистості	І — організація діяльності	Р — рішучість	Н — наполегливість	В — витримка	См — самостійність	З — загальний показник, що характеризує вольову організацію особистості	рівень	
середнє	20,92	23,54	21,70	22,28	17,52	16,22	18,88	17,10	16,16	11,08	11,32	10,58	10,4	10,66	8,1	62,14	14,42	
мода	20	24	24	20	17	14	21	16	20	12	12	12	10	10	8	59	16	
медіана	20,5	24	23	23	18	16	19	16,5	16,5	11	12	11	10	10	8	61	15	
формувальна група	1	23	23	24	21	24	19	19	16	23	12	12	12	10	10	8	64	16
	2	20	20	23	20	18	16	20	16	19	12	13	15	12	13	9	74	15
	3	17	23	23	18	22	23	24	22	21	10	12	13	7	10	6	58	17
	4	20	25	16	20	16	15	22	14	13	12	9	12	12	12	2	59	17
	5	12	21	17	24	26	25	21	27	20	7	12	12	8	10	10	59	12
	6	26	29	21	21	18	10	21	14	9	11	12	10	12	13	5	63	16
	7	15	25	27	17	14	13	19	21	22	10	10	12	9	12	6	59	14
	8	20	25	23	25	20	15	20	14	18	8	14	7	12	11	7	59	15
	9	20	25	25	22	14	14	20	19	17	7	13	13	8	10	5	56	17
	10	23	24	24	20	19	21	25	21	20	11	7	12	14	14	8	66	17
	11	18	19	20	20	18	17	17	14	15	14	15	12	13	9	12	75	12
	12	22	23	24	24	17	20	18	22	20	13	13	13	9	13	13	74	16
	13	23	28	29	26	19	23	26	21	21	10	10	12	10	9	8	59	14
	14	23	24	24	23	17	15	16	15	16	13	8	10	12	10	8	61	16
	15	19	21	12	25	12	19	26	24	17	8	10	10	13	10	11	62	15
	16	22	25	28	22	18	18	23	20	14	7	10	10	13	11	10	61	11
	17	28	30	29	28	21	14	18	16	11	14	10	7	8	11	6	56	17
	18	20	22	20	21	22	17	14	11	19	9	10	13	11	10	6	59	16
	19	25	26	24	23	16	12	25	22	22	12	7	8	10	13	11	61	13
	20	20	25	24	20	22	16	15	17	15	9	9	7	8	7	12	52	17
	21	17	20	23	19	22	20	17	16	17	11	9	13	11	9	12	65	13
	22	17	19	23	16	21	16	17	15	14	12	13	12	10	12	10	69	11
	23	12	15	9	7	6	14	12	20	11	13	13	12	11	12	7	68	12
	24	17	21	17	18	14	16	16	13	14	14	12	7	7	15	12	67	14
	25	21	20	18	24	22	14	19	17	18	9	7	8	7	12	5	48	16
	26	19	26	22	28	19	20	23	21	19	9	13	11	9	12	6	60	16
	27	29	24	20	25	13	9	22	18	10	10	9	10	9	9	8	55	17
	28	22	24	27	22	21	12	21	19	20	10	11	12	13	9	11	66	13
	29	12	13	14	21	6	17	13	13	12	11	12	12	11	11	5	62	11
	30	26	27	22	23	9	9	15	12	12	10	12	9	14	8	7	60	12
	31	20	26	23	19	17	10	12	10	16	11	9	8	9	9	7	53	14
	32	23	26	25	23	21	20	20	17	14	12	8	13	14	9	9	65	14
	33	22	28	21	20	16	11	12	16	10	6	12	11	8	7	8	52	7
	34	22	23	20	23	18	11	11	11	13	12	17	11	16	14	10	80	14
	35	23	29	28	28	11	16	21	17	16	13	10	7	7	9	6	52	13
	36	24	26	17	27	12	12	17	13	15	13	17	13	11	17	7	78	15
	37	18	27	24	18	17	14	7	9	9	11	9	6	8	10	8	52	15
	38	23	24	22	17	19	21	25	24	20	10	11	9	14	15	16	75	11
	39	26	26	22	30	13	14	26	18	18	8	12	10	7	11	7	55	10
	40	22	22	23	24	17	21	16	15	11	11	9	5	7	10	5	47	17
	41	20	24	23	19	17	20	17	19	18	11	10	10	10	12	4	57	15
	42	18	24	22	25	10	18	24	26	26	12	12	9	13	9	8	63	16
	43	18	23	24	26	25	18	17	16	21	10	11	10	9	9	5	54	18
	44	25	18	16	17	25	21	21	22	19	13	14	12	12	10	10	71	15
	45	27	27	14	24	13	15	18	11	7	13	13	15	15	14	11	81	12
	46	23	24	25	26	20	13	14	16	22	15	13	12	10	10	7	67	16
	47	20	25	23	26	19	17	21	21	23	14	15	15	10	9	9	72	15
	48	19	23	16	26	20	19	18	17	13	11	12	15	12	12	11	73	16
	49	20	16	24	27	17	12	23	14	8	12	11	3	1	6	3	36	15
	50	25	24	21	26	23	19	20	13	10	18	14	9	14	4	8	67	15



Таблиця 10.2

Емпіричні дані контрольної групи до експерименту

ПІБ	1. Марсонової							2. Русалова							3, 4. Навчання		5, 6. QI				
	планування	моделювання	програмування	оцінка результатів	гнучкість	самостійність	загальний рівень	ергічність	соціальна ергічність	пластичність	соціальна пластичність	темп	соціальний темп	емоційність	соціальна емоційність	контроль	середній бал атестага	сесія 5	Числовий ряд	КОТ	
середнє	5,72	5,32	5,52	5,72	6,02	4,56	32,86	5,96	6,54	6,2	5,3	6,74	6,9	4,54	4,68	2,92	73,34	71,58	11,04	24,82	
мода	6	4	5	5	6	4	30	6	10	7	5	9	8	3	5	3	73	73	6	26	
медіана	6	5	5	5,5	6	4	32,5	6	6,5	6	5	7,5	7	4	5	3	74	73	11	25,5	
контрольна група	1	8	3	7	5	5	6	34	5	5	5	5	3	4	3	4	2	69	69	10	34
	2	8	8	6	6	6	4	38	5	10	5	10	4	7	4	6	3	85	73	18	27
	3	6	5	5	4	7	4	31	4	9	4	9	5	6	6	5	3	73	71	14	23
	4	8	6	7	5	8	3	37	6	9	8	6	9	6	9	5	4	60	60	16	29
	5	6	7	8	3	5	5	34	6	3	7	2	5	10	4	8	6	68	68	18	23
	6	5	8	5	5	6	2	31	9	10	9	6	8	9	1	7	1	87	56	11	29
	7	7	5	6	7	2	1	28	7	9	4	7	6	7	3	5	4	73	73	6	30
	8	8	7	5	7	5	7	39	8	9	10	4	8	9	5	3	3	73	69	10	26
	9	9	6	5	6	6	5	37	9	5	1	0	9	3	2	6	3	73	73	13	22
	10	5	6	5	7	6	7	36	10	8	7	5	10	8	1	5	2	85	85	16	24
	11	5	5	8	3	6	3	30	8	7	8	4	5	8	5	6	2	61	61	8	26
	12	6	7	5	8	6	4	36	8	4	6	5	9	5	3	2	3	80	80	9	17
	13	2	4	8	6	6	4	30	5	6	5	5	8	5	3	4	5	61	61	12	28
	14	7	5	4	5	6	4	31	8	3	5	7	8	0	5	5	4	81	81	10	24
	15	6	3	6	8	7	9	39	5	4	5	11	8	1	3	6	2	91	91	12	40
	16	2	4	4	5	6	5	26	4	3	3	8	3	6	3	3	2	63	63	13	25
	17	4	4	4	6	5	3	26	3	5	3	5	7	8	2	1	1	64	64	7	26
	18	5	4	4	5	5	4	27	10	10	4	5	7	8	1	3	1	59	59	6	26
	19	8	5	3	8	7	6	37	3	4	3	3	5	7	8	9	5	85	85	13	33
	20	6	4	5	6	5	4	30	9	10	8	4	5	11	8	3	2	77	77	14	31
	21	5	4	6	5	6	2	28	2	5	1	3	3	8	3	6	3	66	66	11	29
	22	4	4	5	5	5	4	27	6	6	4	4	6	7	5	5	3	67	67	7	23
	23	6	4	5	8	6	1	30	8	10	4	5	9	7	4	3	3	77	77	6	27
	24	2	4	6	5	7	3	27	8	5	6	5	8	8	7	5	3	67	67	13	24
	25	9	4	3	5	7	4	32	6	3	5	6	9	7	11	5	1	78	78	16	24
	26	5	4	6	5	8	2	30	6	4	8	5	9	9	3	6	3	88	88	3	33
	27	3	3	5	5	9	5	30	1	1	7	4	10	8	1	2	1	61	61	7	28
	28	8	6	5	4	7	4	34	6	7	7	3	9	10	2	5	2	81	81	18	23
	29	5	5	4	8	7	6	35	4	8	11	6	8	8	4	2	4	77	77	14	27
	30	4	5	4	7	7	3	30	9	11	9	6	11	11	3	4	2	76	76	9	25
	31	4	4	7	5	8	4	32	5	8	6	5	7	8	2	5	3	85	85	13	26
	32	3	4	7	7	6	4	31	6	7	7	4	8	9	5	9	3	75	75	10	19
	33	8	7	5	8	7	4	39	7	5	5	6	4	6	5	7	3	59	59	6	27
	34	6	5	4	3	5	0	23	5	7	3	2	9	6	7	5	3	73	73	11	28
	35	4	3	4	7	7	6	31	9	6	6	7	6	6	3	6	1	76	76	6	24
	36	5	7	5	4	5	2	28	4	3	6	3	4	3	7	3	5	75	75	11	10
	37	3	6	7	5	5	8	34	9	4	9	6	2	6	2	3	5	61	61	16	34
	38	5	7	6	8	6	6	38	4	7	4	6	9	10	10	4	3	71	71	14	26
	39	6	4	5	4	7	5	31	3	7	7	3	6	4	7	3	3	75	75	7	26
	40	6	5	6	7	6	8	38	5	6	2	3	6	3	5	2	3	64	64	18	25
	41	7	8	5	8	5	4	37	5	4	10	0	9	7	4	4	2	70	70	5	14
	42	9	4	4	7	6	7	37	7	6	7	3	8	7	8	6	2	76	53	11	23
	43	4	7	8	7	5	8	39	6	8	8	8	3	8	1	2	3	73	73	9	25
	44	6	8	8	2	4	7	35	7	10	10	10	4	10	5	2	3	66	66	19	15
	45	7	5	6	7	8	7	40	6	5	6	5	5	4	7	8	3	66	66	5	24
	46	6	8	5	3	8	7	37	3	4	6	5	8	9	1	1	3	81	81	6	17
	47	5	4	4	4	4	9	30	9	8	7	10	9	6	5	5	4	79	79	10	24
	48	8	7	8	7	4	1	35	4	9	9	3	4	6	5	8	3	76	76	15	12
	49	6	8	8	4	4	3	33	4	10	10	9	8	7	10	9	3	75	75	1	26
	50	6	6	5	7	7	4	35	2	10	10	9	4	9	6	3	5	85	69	19	10

Таблиця 10.2 (продовження)

ПІБ	7. SACS									8. Вольова організація							9. Реана	
	асертивні дії	пошук соціальних контактів	пошук соціальної підтримки	обережні дії	імпульсивні дії	уникання	непрямі дії	асоціальні дії	агресивні дії	Ц — ціннісно-смілова організація особистості	І — організація діяльності	Р — рішучість	Н — наполегливість	В — витримка	См — самостійність	З — загальний показник, що характеризує вольову організацію особистості	рівень	
середнє	21,9	22	23,7	22,9	18,2	16,7	19,1	16,6	16,8	12	11,22	10,72	10,18	10,56	8,44	63,12	14,48	
мода	22	23	22	26	17	16	17	16	12	10	10	10	9	12	7	60	15	
медіана	22	22,5	24	24	17,5	16,5	19	16	16	12	11	11	10	10,5	8	63	15	
контрольна група	1	26	23	22	23	13	13	15	11	12	17	13	12	6	12	6	66	11
	2	20	20	23	19	21	14	12	12	16	13	8	13	15	10	9	68	13
	3	23	24	25	25	21	18	20	15	15	13	15	13	10	12	6	69	14
	4	22	24	21	20	16	13	12	16	10	10	10	7	7	13	15	62	16
	5	22	23	30	23	18	15	11	11	13	12	11	8	9	13	10	63	17
	6	23	23	28	28	15	16	21	17	16	17	11	10	8	7	7	60	15
	7	24	18	29	27	16	12	17	13	15	9	10	10	5	8	9	51	17
	8	18	21	24	18	15	16	7	9	9	9	13	9	3	10	8	52	16
	9	23	20	22	17	19	21	25	24	20	10	6	14	14	10	5	59	17
	10	26	18	22	30	17	10	26	18	18	13	8	9	13	9	3	55	11
	11	22	22	23	24	17	21	16	15	11	10	11	10	6	14	14	65	11
	12	20	22	28	19	17	20	17	19	18	11	7	6	13	8	9	54	16
	13	18	16	22	25	14	20	24	26	26	11	10	12	8	11	8	60	13
	14	18	23	29	26	23	22	17	16	21	17	13	12	14	14	8	78	13
	15	25	22	16	17	21	23	21	22	19	10	12	12	8	11	4	57	15
	16	27	19	26	24	17	17	18	11	7	11	10	12	10	6	14	63	14
	17	23	22	28	26	24	15	14	16	22	3	9	9	6	13	8	48	13
	18	20	23	23	26	21	19	21	21	23	10	12	8	11	8	11	60	17
	19	19	24	23	26	21	17	19	22	24	11	14	14	14	14	14	81	15
	20	20	14	24	27	15	16	23	14	8	14	8	8	11	8	11	60	14
	21	25	18	26	26	25	17	20	13	10	8	7	7	7	7	7	43	13
	22	19	19	22	26	22	19	18	17	13	17	12	13	16	14	7	79	12
	23	21	18	22	21	14	15	18	21	24	9	11	10	9	11	6	56	18
	24	23	21	27	24	15	18	23	19	20	13	12	11	9	9	9	63	13
	25	25	20	25	23	18	14	24	23	22	14	13	14	12	11	9	73	13
	26	23	20	27	25	17	16	14	13	12	11	10	8	4	7	6	46	15
	27	24	19	26	15	19	13	17	10	11	14	12	11	9	9	11	66	11
	28	12	13	23	14	23	22	12	14	9	14	13	14	12	11	5	69	15
	29	26	23	25	21	17	10	23	16	21	12	10	8	4	7	3	44	18
	30	22	26	22	25	15	16	17	20	12	10	12	10	7	12	7	58	15
	31	21	22	16	18	22	21	22	20	24	20	11	12	8	9	7	67	15
	32	24	18	25	23	11	15	23	17	13	14	10	11	13	14	17	79	13
	33	21	23	21	20	22	11	24	14	18	8	16	9	13	7	3	56	15
	34	22	27	24	20	24	17	20	13	22	11	9	11	9	10	8	58	13
	35	22	20	19	22	16	14	21	13	21	14	16	7	16	18	11	82	16
	36	20	26	18	26	10	14	22	21	28	16	14	11	10	12	7	70	17
	37	19	26	29	25	18	17	21	21	21	9	9	11	14	9	1	53	12
	38	23	25	28	18	14	10	23	27	26	15	11	13	15	12	7	73	16
	39	24	23	22	26	17	16	22	15	20	16	13	15	13	10	9	76	14
	40	20	26	27	18	21	17	24	14	22	13	15	10	14	12	14	78	13
	41	21	27	23	26	19	21	19	12	14	10	10	10	14	10	7	61	16
	42	30	21	25	21	24	14	16	16	16	14	10	13	9	9	13	68	15
	43	22	26	22	25	15	16	17	20	12	10	13	13	10	12	7	65	18
	44	18	25	25	24	19	22	18	16	12	14	13	10	11	12	5	65	13
	45	24	28	26	24	21	20	23	17	17	13	10	11	12	10	14	70	15
	46	25	28	29	24	17	15	18	12	9	12	12	9	11	9	9	62	14
	47	21	24	17	25	16	17	26	17	24	11	14	9	9	12	11	66	14
	48	22	26	25	25	23	21	19	20	16	4	10	12	11	11	5	53	15
	49	18	26	22	21	16	18	17	11	12	12	11	11	5	14	12	65	14
	50	20	16	11	24	18	21	18	22	16	11	11	14	12	7	6	61	15

Таблиця 10.3

Емпіричні дані формувальної групи після експерименту

ПІБ	1. Марсонової							2. Русалова								3, 4. Навчання		5, 6. QI			
	планування	модельювання	програмування	оцінка результатів	гнучкість	самостійність	загальний рівень	ергічність	соціальна ергічність	пластичність	соціальна пластичність	темп	соціальний темп	емоційність	соціальна емоційність	контроль	середній бал атестата	сесія 5	Числовий ряд	КОТ	
середнє	6,02	5,56	5,58	6,06	5,48	5,48	34,18	6,62	7,72	7,76	5,86	7,52	8,14	4,08	3,56	2,42	75,04	75,04	13,12	30,1	
мода	6	6	5	6	6	4	33	8	9	7	5	9	8	2	1	3	76	76	13	24	
медіана	6	6	5,5	6	6	5,5	34	7	8	8	6	7	8	4	3	2	76	76	13	29,5	
формувальна група	1	6	6	8	6	8	5	39	8	11	12	5	7	7	5	1	1	76	76	17	29
	2	6	6	5	5	1	5	28	6	9	7	6	5	9	8	2	1	75	75	13	32
	3	6	4	7	6	6	6	35	6	7	8	7	6	11	7	3	2	75	75	11	25
	4	8	6	6	7	6	7	40	9	9	5	4	10	6	7	3	3	66	66	10	24
	5	6	7	7	6	7	6	39	6	6	7	5	5	8	5	1	2	59	59	9	27
	6	8	8	5	8	4	4	37	5	7	4	3	8	9	10	1	2	78	78	14	22
	7	5	4	4	6	4	4	27	9	6	6	5	7	3	4	8	4	78	78	11	24
	8	6	5	3	7	3	5	29	3	8	5	4	9	8	2	1	4	68	68	15	27
	9	5	8	4	8	7	4	36	11	7	5	5	7	5	1	1	3	81	81	10	27
	10	5	6	5	4	4	6	30	3	8	7	4	9	8	2	1	4	75	75	15	30
	11	8	6	6	5	3	5	33	9	12	9	5	11	12	3	2	5	73	73	9	26
	12	6	5	5	8	4	5	33	7	5	7	8	6	7	3	3	3	72	72	12	24
	13	8	7	4	6	4	4	33	4	9	8	5	11	11	1	2	3	76	76	10	34
	14	7	6	5	7	5	4	34	5	11	12	3	9	11	1	2	3	87	87	13	27
	15	6	5	5	3	4	4	27	8	6	7	3	3	4	8	4	2	83	83	12	26
	16	8	7	4	5	6	8	38	5	8	11	4	9	9	2	5	3	81	81	10	39
	17	8	4	5	4	6	6	33	7	9	11	11	9	8	4	7	1	78	78	17	30
	18	5	6	5	7	7	4	34	3	6	4	8	12	7	4	1	4	81	81	16	41
	19	5	5	6	6	6	5	33	9	9	9	8	8	10	3	3	1	84	84	18	33
	20	6	7	6	8	5	7	39	4	9	8	4	12	9	1	1	1	79	79	19	25
	21	6	7	4	5	7	2	31	7	6	8	4	10	10	1	1	2	79	79	19	42
	22	6	6	6	7	7	3	35	7	8	9	5	9	10	2	2	3	69	69	11	27
	23	8	5	6	5	6	6	36	6	10	10	5	11	10	3	3	3	85	85	17	35
	24	5	5	5	6	6	4	31	4	6	7	6	4	4	6	3	3	83	83	8	33
	25	7	7	5	8	3	4	34	3	7	6	6	6	10	4	4	3	77	77	16	35
	26	5	8	6	6	8	5	38	6	9	9	5	6	5	2	3	4	79	79	10	31
	27	6	7	7	6	7	4	37	8	7	5	4	8	8	1	1	2	80	80	14	39
	28	6	3	5	7	5	5	31	6	9	5	6	5	8	5	3	2	61	61	14	27
	29	5	5	6	7	7	7	37	5	8	6	6	9	8	2	4	1	92	92	16	26
	30	3	5	8	6	7	4	33	8	7	5	7	5	9	8	5	1	71	71	12	41
	31	5	6	5	3	4	8	31	8	6	7	4	7	10	5	1	3	81	81	9	34
	32	8	7	7	5	7	7	41	8	5	7	5	8	7	7	7	1	59	59	13	26
	33	4	5	5	8	5	3	30	5	9	8	8	6	9	2	2	1	66	66	11	24
	34	6	5	6	7	5	7	36	10	7	6	7	5	7	6	3	2	69	69	10	32
	35	5	4	6	5	3	8	31	11	11	8	6	9	11	6	2	2	62	62	9	23
	36	5	6	7	4	7	6	35	8	7	8	6	7	8	6	7	3	74	74	15	32
	37	4	6	6	7	7	7	37	7	6	7	7	8	9	2	5	3	52	52	13	24
	38	6	5	4	6	6	6	33	8	4	9	7	5	5	5	4	3	49	49	13	26
	39	4	6	5	3	5	7	30	4	6	7	6	7	5	2	1	2	76	76	11	31
	40	4	3	4	7	6	8	32	7	9	9	4	4	9	2	1	1	76	76	12	29
	41	7	5	7	7	6	7	39	10	8	11	6	11	7	2	4	1	87	87	13	32
	42	6	7	7	8	6	4	38	11	8	9	8	5	11	7	4	1	73	73	17	37
	43	6	3	5	6	8	6	34	7	5	6	5	6	10	5	5	2	92	92	18	25
	44	7	4	7	5	5	6	34	3	7	7	11	12	7	7	5	2	74	74	17	30
	45	5	7	6	6	6	8	38	4	4	9	6	7	6	4	9	2	87	87	8	24
	46	6	4	6	8	5	6	35	6	11	8	8	5	8	10	7	2	80	80	16	32
	47	8	4	5	5	7	7	36	5	11	10	7	8	9	5	9	3	87	87	12	26
	48	6	5	5	6	5	5	32	7	8	9	5	4	10	4	8	4	82	82	15	42
	49	8	4	7	5	4	4	32	6	9	11	7	7	7	1	7	3	59	59	14	35
	50	6	6	6	7	4	6	35	9	6	10	9	9	8	1	6	4	66	66	12	33

Таблиця 10.3 (продовження)

ПІБ	7. SACS									8. Вольова організація							9. Реана
	асертивні дії	пошук соціальних контактів	пошук соціальної підтримки	обережні дії	імпульсивні дії	уникання	непрямі дії	асоціальні дії	агресивні дії	Ц — ціннісно-сміслова організація особистості	І — організація діяльності	Р — рішучість	Н — наполегливість	В — витримка	См — самостійність	З — загальний показник, що характеризує вольову організацію особистості	рівень
середнє	23,36	24,52	23,66	13,30	12,18	14,20	23,34	15,46	15,18	16,74	17,14	12,98	13,22	10,66	13,52	84,26	15,9
мода	23	25	23	11	11	14	23	16	20	19	19	12	12	10	12	89	16
медіана	23,5	25	24	13	12	14	23	16	15,5	17	18	12	13	10	12	83	16
формувальна група	1	25	23	24	7	13	11	24	13	17	24	16	21	10	12	93	19
	2	20	30	23	20	12	16	20	16	19	17	19	15	12	13	89	15
	3	17	23	23	18	8	14	24	22	11	10	23	14	21	10	16	94
	4	25	25	16	20	16	15	22	14	13	12	19	12	12	12	16	83
	5	19	21	17	10	7	9	21	9	20	13	18	12	8	10	10	71
	6	26	29	21	14	18	10	21	14	9	11	13	18	12	13	16	83
	7	23	25	27	11	14	13	19	21	22	10	15	12	19	12	12	80
	8	20	25	23	13	20	15	20	14	18	19	19	12	12	11	16	89
	9	20	25	25	15	14	14	26	19	17	15	13	13	16	10	5	72
	10	23	24	24	9	19	21	25	21	20	11	19	12	14	14	19	89
	11	25	19	20	6	18	17	26	14	15	14	15	12	13	9	12	75
	12	29	23	24	8	17	20	18	22	20	13	13	13	9	13	13	74
	13	23	28	29	17	11	12	26	21	21	10	17	12	10	9	21	79
	14	23	24	24	12	17	15	23	15	16	13	21	16	12	10	8	80
	15	19	21	12	17	12	19	26	24	17	12	10	22	13	10	14	81
	16	22	25	28	15	16	18	23	20	14	14	22	10	13	11	10	80
	17	28	30	29	19	11	14	19	16	11	14	21	7	8	11	21	82
	18	30	22	20	16	19	11	22	11	19	13	10	13	11	10	6	63
	19	25	26	24	13	16	12	25	7	22	23	15	8	10	13	11	80
	20	20	25	24	11	7	16	29	17	15	22	18	18	19	7	12	96
	21	25	20	23	14	9	20	17	16	17	11	19	13	11	9	12	75
	22	12	19	23	14	11	16	23	15	14	21	13	12	16	12	10	84
	23	25	19	23	9	6	6	27	15	15	20	13	12	11	12	7	75
	24	27	21	17	10	14	16	16	13	14	15	12	7	17	15	12	78
	25	21	20	18	8	15	14	19	17	18	18	19	15	19	12	5	88
	26	23	26	22	6	11	15	23	21	19	16	13	11	13	12	19	84
	27	29	24	20	6	13	9	22	18	10	21	23	10	15	9	15	93
	28	30	24	27	14	14	12	21	19	20	23	11	17	13	9	11	84
	29	12	25	21	8	6	6	27	6	6	19	23	14	11	11	21	99
	30	26	27	22	7	9	9	15	12	12	21	19	12	14	8	20	94
	31	20	26	23	6	11	10	23	10	16	22	15	8	19	9	16	89
	32	23	26	25	15	10	20	26	17	14	19	19	13	14	9	19	93
	33	24	28	25	19	9	11	23	16	10	18	20	11	8	7	8	72
	34	22	23	30	23	6	11	29	11	13	12	17	11	16	14	12	82
	35	23	29	28	11	6	16	21	17	16	19	21	7	7	9	18	81
	36	24	26	29	13	12	12	24	13	15	23	17	13	11	17	19	100
	37	26	27	24	18	6	14	23	9	9	22	23	15	8	10	23	101
	38	23	24	26	17	11	21	25	24	20	20	11	19	14	15	16	95
	39	26	26	22	20	13	14	26	18	18	19	12	10	19	11	12	83
	40	25	22	23	24	13	21	29	15	11	11	23	18	18	10	21	101
	41	20	24	28	11	17	20	20	19	18	16	24	10	10	12	11	83
	42	26	24	22	10	10	18	24	6	7	12	12	12	13	9	8	66
	43	24	23	29	9	9	18	21	16	9	19	19	10	22	9	10	89
	44	25	25	26	7	14	7	26	8	19	18	14	12	12	10	10	76
	45	27	27	27	24	14	15	25	11	7	17	13	15	15	14	11	85
	46	23	24	28	15	6	13	30	16	22	15	19	12	10	10	16	82
	47	20	25	23	13	19	17	21	21	23	14	16	16	10	9	12	77
	48	23	29	22	12	7	13	30	17	13	19	18	15	12	12	11	87
	49	27	26	24	20	11	12	23	14	8	24	22	15	15	6	15	97
	50	25	24	26	11	12	12	29	13	10	23	21	12	14	4	13	87

Таблиця 10.4

Емпіричні дані контрольної групи після експерименту

ПІБ	1. Марсонової							2. Русалова							3, 4. Навчання		5, 6. QI				
	планування	моделювання	програмування	оцінка результатів	гнучкість	самостійність	загальний рівень	ергічність	соціальна ергічність	пластичність	соціальна пластичність	темп	соціальний темп	емоційність	соціальна емоційність	контроль	середній бал атестата	сесія 5	Числовий ряд	КОТ	
середнє	5,82	5,42	5,62	5,82	6,18	4,68	33,54	6,16	6,7	6,3	5,5	7,2	7,02	4,42	4,56	3,16	73,34	73,34	11,58	26,28	
мода	6	4	5	5	6	4	32	6	6	6	5	8	8	5	3	3	73	73	9	26	
медіана	6	5	5	6	6	4	34	6	7	6	5	8	7	4	5	3	74	74	11	26	
контрольна група	1	7	4	6	6	5	34	6	6	6	6	3	5	2	5	3	69	69	11	31	
	2	7	7	7	5	6	5	37	5	9	5	9	4	7	4	7	4	85	85	15	27
	3	6	6	6	3	7	4	32	4	9	4	8	5	6	6	5	3	73	73	14	26
	4	8	6	7	5	7	4	37	6	10	8	6	11	6	9	5	4	60	60	16	29
	5	6	7	8	3	5	5	34	6	3	7	4	5	10	4	5	6	68	68	18	32
	6	5	8	5	5	6	2	31	9	8	9	6	10	9	1	1	2	87	87	11	29
	7	7	5	6	7	4	3	32	10	9	4	7	10	7	3	8	1	73	73	9	30
	8	8	7	5	6	5	7	38	8	9	9	4	8	9	5	3	1	73	73	17	26
	9	9	6	5	6	6	5	37	9	5	5	2	9	4	2	2	5	73	73	13	22
	10	7	6	5	7	6	7	38	9	8	7	5	10	8	4	3	3	85	85	16	24
	11	5	5	8	3	6	3	30	8	7	8	4	9	8	5	6	3	61	61	9	26
	12	6	7	5	6	6	4	34	8	4	6	5	9	5	3	2	3	80	80	9	29
	13	4	4	8	6	6	4	32	5	6	5	5	8	5	3	1	4	61	61	12	28
	14	7	5	4	5	6	4	31	8	3	5	7	8	3	5	3	2	81	81	10	24
	15	6	4	6	7	7	9	39	5	4	5	9	8	4	3	6	1	91	91	10	38
	16	4	4	4	5	6	5	28	4	6	3	8	3	6	3	5	3	63	63	13	25
	17	4	4	4	6	5	3	26	3	5	3	5	7	8	1	1	3	64	64	8	26
	18	5	5	4	5	6	4	29	10	10	4	7	11	8	1	3	3	59	59	6	26
	19	8	5	4	8	7	6	38	7	4	3	5	5	7	8	6	5	85	85	13	33
	20	6	4	5	6	5	4	30	6	10	8	4	5	11	8	3	4	77	77	14	31
	21	5	4	6	5	6	2	28	2	5	4	3	3	8	3	6	5	66	66	11	29
	22	4	4	5	5	5	4	27	6	6	4	4	6	7	5	5	4	67	67	7	28
	23	6	4	5	8	6	1	30	5	10	4	5	10	7	4	3	3	77	77	9	27
	24	4	4	6	5	7	3	29	8	5	6	10	8	8	7	5	4	67	67	13	24
	25	8	4	4	5	7	4	32	6	3	5	6	9	7	9	5	4	78	78	16	24
	26	5	4	6	5	8	2	30	6	4	8	5	9	9	3	6	3	88	88	9	33
	27	3	3	5	5	8	5	29	1	4	7	4	10	8	1	2	1	61	61	7	28
	28	8	6	5	5	7	4	35	6	7	7	3	10	10	2	4	5	81	81	18	23
	29	5	5	4	8	7	6	35	4	8	11	6	10	8	2	7	4	77	77	14	27
	30	4	5	4	7	7	3	30	9	11	9	6	11	11	2	2	6	76	76	9	25
	31	4	4	7	5	8	4	32	5	8	6	5	7	8	2	5	3	85	85	13	26
	32	4	4	7	7	6	4	32	6	7	7	4	8	9	5	9	1	75	75	10	19
	33	7	7	5	8	7	4	38	7	5	5	6	4	6	5	7	4	59	59	6	27
	34	6	5	4	8	5	0	28	5	7	3	2	10	6	7	5	4	73	73	11	28
	35	4	3	5	7	7	6	32	9	6	6	7	6	6	3	6	2	76	76	6	24
	36	5	7	5	4	5	2	28	4	3	6	3	4	3	7	3	2	75	75	11	10
	37	3	6	7	5	5	8	34	9	4	9	6	2	6	2	3	6	61	61	16	34
	38	5	7	6	8	6	6	38	4	5	4	6	9	9	9	6	2	71	71	14	26
	39	6	4	5	4	7	5	31	6	7	7	3	6	4	7	3	2	75	75	7	26
	40	6	5	6	7	6	8	38	5	6	2	3	6	3	5	2	3	64	64	18	25
	41	7	8	5	6	5	4	35	5	4	10	0	11	7	4	4	4	70	70	5	25
	42	9	4	4	6	6	7	36	7	6	7	3	8	8	8	6	3	76	76	11	23
	43	4	7	8	7	5	8	39	6	8	8	8	3	9	1	2	2	73	73	9	25
	44	6	8	8	6	5	7	40	7	10	11	10	4	10	5	6	1	66	66	19	15
	45	7	5	6	7	8	7	40	6	5	6	5	5	4	7	8	2	66	66	5	24
	46	7	7	5	6	8	7	40	3	8	6	5	8	9	1	3	3	81	81	6	17
	47	5	6	4	7	4	9	35	9	8	7	10	9	6	5	5	3	79	79	10	24
	48	8	7	8	4	4	3	34	4	9	9	3	4	5	5	8	4	76	76	15	31
	49	5	8	8	7	8	3	39	4	10	8	9	8	7	9	9	3	75	75	14	26
	50	6	7	6	4	8	5	36	8	11	9	9	4	7	6	3	2	85	85	16	29

Таблиця 10.4 (продовження)

ПІВ	7. SACS									8. Вольова організація						9. Реана		
	асертивні дії	пошук соціальних контактів	пошук соціальної підтримки	обережні дії	імпульсивні дії	уникання	непрямі дії	асоціальні дії	агресивні дії	Ц — ціннісно-смілова організація особистості	І — організація діяльності	Р — рішучість	Н — наполегливість	В — витримка	См — самостійність	З — загальний показник, що характеризує вольову організацію особистості	рівень	
середнє	22,1	22,2	24	21,6	17,2	16,4	20,2	16,8	17,2	12,48	11,72	11,48	9,76	11,22	9,76	66,42	14,14	
мода	23	23	22	25	17	16	17	13	12	14	10	11	9	12	7	78	15	
медіана	22	23	24,5	23	17	16	20,5	16	16	12,5	12	11	9	11	9	66	14,5	
контрольна група	1	26	23	22	23	13	13	17	12	12	16	13	11	6	12	7	65	10
	2	23	22	23	19	17	14	19	10	16	15	12	13	9	13	11	73	12
	3	23	24	25	23	21	18	20	13	15	13	15	13	10	12	6	69	15
	4	22	24	26	20	16	13	12	16	10	10	10	20	7	13	15	75	17
	5	22	24	30	23	12	15	15	11	13	12	11	21	9	13	10	76	11
	6	23	23	28	16	15	16	21	17	12	17	11	10	8	14	7	67	15
	7	24	18	29	27	16	12	17	13	16	12	15	10	5	8	9	59	17
	8	18	21	24	18	15	16	21	9	15	9	13	15	3	10	8	58	16
	9	23	20	22	17	19	21	28	24	10	10	6	14	8	10	5	53	12
	10	26	18	25	19	17	10	26	18	21	13	8	9	13	9	9	61	11
	11	22	27	23	24	17	21	16	15	16	14	11	10	6	14	14	69	11
	12	20	22	28	19	17	20	17	19	15	11	9	6	13	8	9	56	16
	13	21	16	22	25	14	20	24	26	9	11	10	12	8	11	8	60	13
	14	18	23	29	26	23	22	17	16	21	17	13	12	14	14	8	78	13
	15	25	22	16	17	21	23	21	22	19	10	12	12	8	11	15	68	15
	16	27	19	26	24	17	17	18	11	12	11	10	12	10	12	14	69	14
	17	23	22	28	26	15	15	14	16	22	10	9	16	6	13	8	62	13
	18	20	23	23	26	21	19	21	21	23	10	12	8	11	8	11	60	17
	19	19	24	23	13	21	17	19	22	24	11	14	14	14	14	14	81	15
	20	20	14	24	27	15	16	23	14	15	14	8	8	11	8	11	60	14
	21	25	18	26	7	16	17	20	13	10	13	7	7	7	7	10	51	13
	22	19	19	22	19	22	19	18	17	13	17	12	13	16	14	7	79	12
	23	21	18	24	21	14	15	18	21	24	9	11	10	9	11	6	56	17
	24	23	21	27	24	15	18	23	19	20	13	12	11	9	9	9	63	14
	25	25	20	25	23	18	14	24	23	22	14	13	14	12	11	9	73	13
	26	23	20	27	25	17	16	19	13	12	11	10	8	4	7	6	46	15
	27	24	19	26	15	19	13	17	10	21	14	12	11	9	9	11	66	11
	28	12	15	12	21	6	8	21	23	26	14	13	14	12	11	15	79	15
	29	26	23	25	21	17	10	23	16	21	12	10	8	4	13	3	50	15
	30	22	26	22	25	15	16	17	20	12	10	12	10	7	12	12	63	15
	31	21	22	24	18	22	21	22	20	24	20	11	12	8	9	17	77	15
	32	24	18	25	23	11	15	23	17	13	14	13	11	13	14	17	82	13
	33	21	23	21	20	22	11	24	14	18	8	16	9	13	7	3	56	15
	34	22	27	24	20	24	17	20	13	22	11	9	11	9	10	8	58	13
	35	22	20	19	22	16	14	21	13	21	14	16	7	12	18	11	78	16
	36	20	26	18	26	10	14	22	21	28	16	14	11	10	12	7	70	17
	37	19	26	29	25	18	17	21	21	21	9	9	11	14	9	12	64	12
	38	23	25	28	18	14	10	23	27	26	15	11	13	15	12	7	73	16
	39	24	23	22	26	17	16	22	15	20	16	13	15	13	10	9	76	14
	40	20	26	27	18	21	17	24	14	22	13	15	10	14	12	14	78	13
	41	21	27	23	26	19	21	25	12	14	10	10	10	14	10	7	61	16
	42	30	21	25	21	24	14	16	16	16	14	10	13	9	20	13	79	15
	43	22	26	22	25	15	16	17	20	12	13	17	13	10	12	7	72	11
	44	18	25	25	24	19	22	18	16	12	14	13	10	11	12	5	65	13
	45	24	28	26	24	21	20	23	17	17	13	10	11	9	10	14	67	15
	46	25	28	29	24	17	15	18	12	9	12	12	9	11	9	9	62	14
	47	21	24	17	25	16	17	26	17	24	11	14	9	9	12	11	66	14
	48	22	26	25	25	23	21	19	20	16	4	10	12	7	11	5	49	15
	49	18	26	22	21	16	18	17	11	12	12	11	11	5	14	12	65	17
	50	21	16	17	17	14	21	23	22	16	12	18	14	14	7	13	78	16

### 10.3. Психолого-тренувальний комплекс [317]

Психолого-тренувальний комплекс Львівського державного університету безпеки життєдіяльності спроектований та створений для профорієнтованої підготовки пожежних і аварійно-рятувальних команд (рис. 10.15., 10.16).



Рис. 10.15. Панорамний об'ємний вигляд комп'ютерної моделі «Психолого-тренувального комплексу»



Рис. 10.16. План приміщень психолого-тренувального комплексу

Психолого-тренувальний комплекс умовно поділяється на три сектори: підготовчий: навчальний клас, медичний пункт, зали реєстрації та очікування, робочий: тренажерний зал, термічна зона, тренувальна стежка, макети приміщень квартири та виробничої зони і допоміжний: приміщення № 7–18, які забезпечують функціонування психолого-тренувального комплексу (рис. 10.15., 10.16).

У приміщенні «Зал очікування» (рис. 10.17.) проводиться попередній інструктаж пожежних та аварійно-рятувальних команд, а також є можливість за допомогою мережі відеоспостереження, розташованої в робочому секторі, спостерігати в режимі онлайн за перебігом виконання завдання іншою командою.



Рис. 10.17. Зал очікування

Перше приміщення робочого сектора починається з тренажерного залу (рис. 10.18), в якому розташовані спортивні тренажери (велотренажер, бігова доріжка, рухомий сходовий марш, тренажер для силових вправ), які дають змогу отримати попереднє фіксоване фізичне навантаження залежно від завдання.

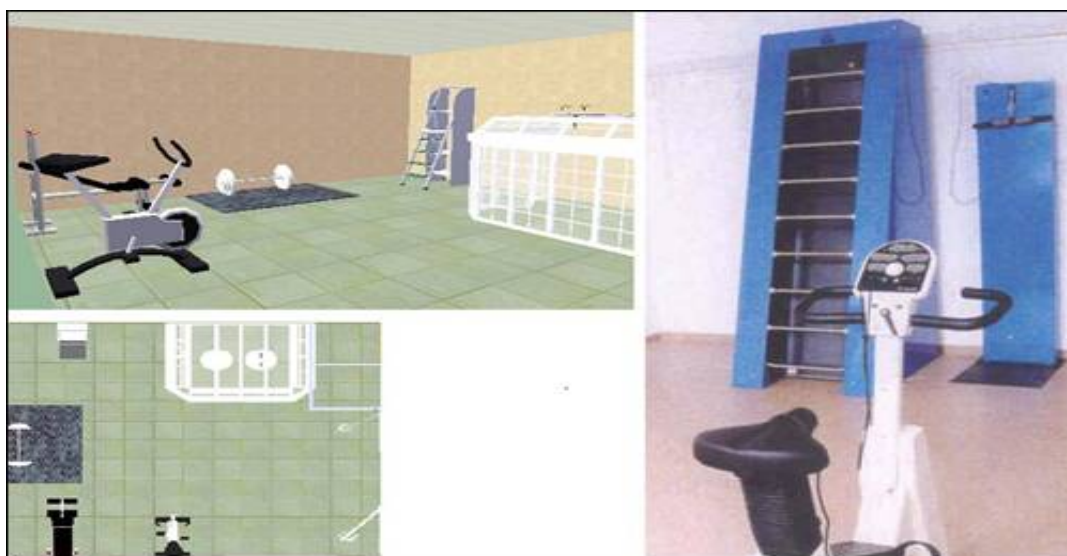


Рис. 10.18. Тренажерний зал



Наступне приміщення — це «Термічна зона», яка дає змогу підняти температуру до 80°C (рис. 10.19).

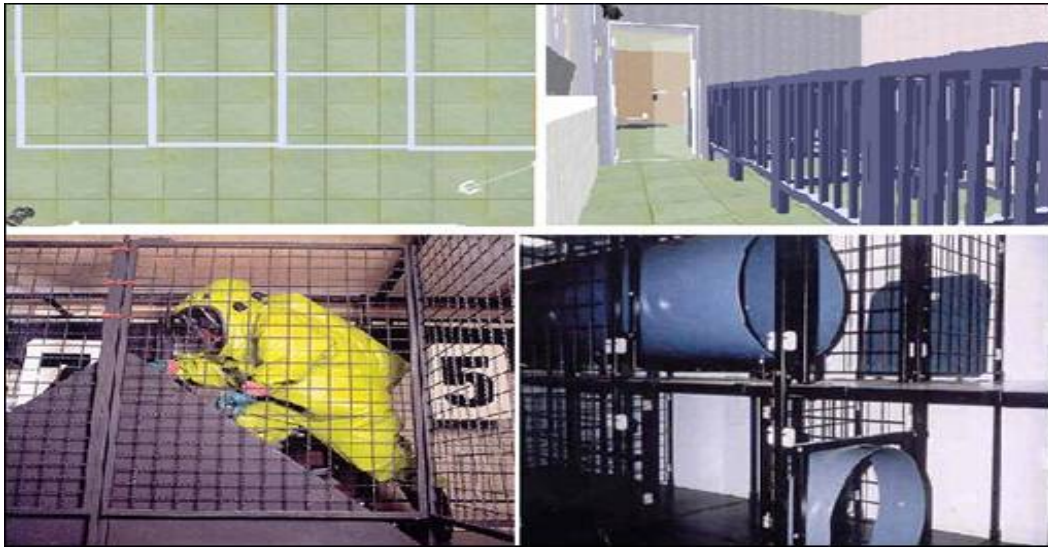


Рис. 10.19. Термічна зона

Після термічної зони розміщена тренувальна стежка — це дворівнева клітково-блокова конструкція, яка дає змогу моделювати різноманітні маршрути руху, що унеможливорює ефект запам'ятовування в наступних проходженнях (рис. 10.20). Тренувальна стежка також обладнана пристроями, які додатково ускладнюють умови проходження маршруту (установка для імітації диму, пристрої, які створюють шумові та зорові ефекти).

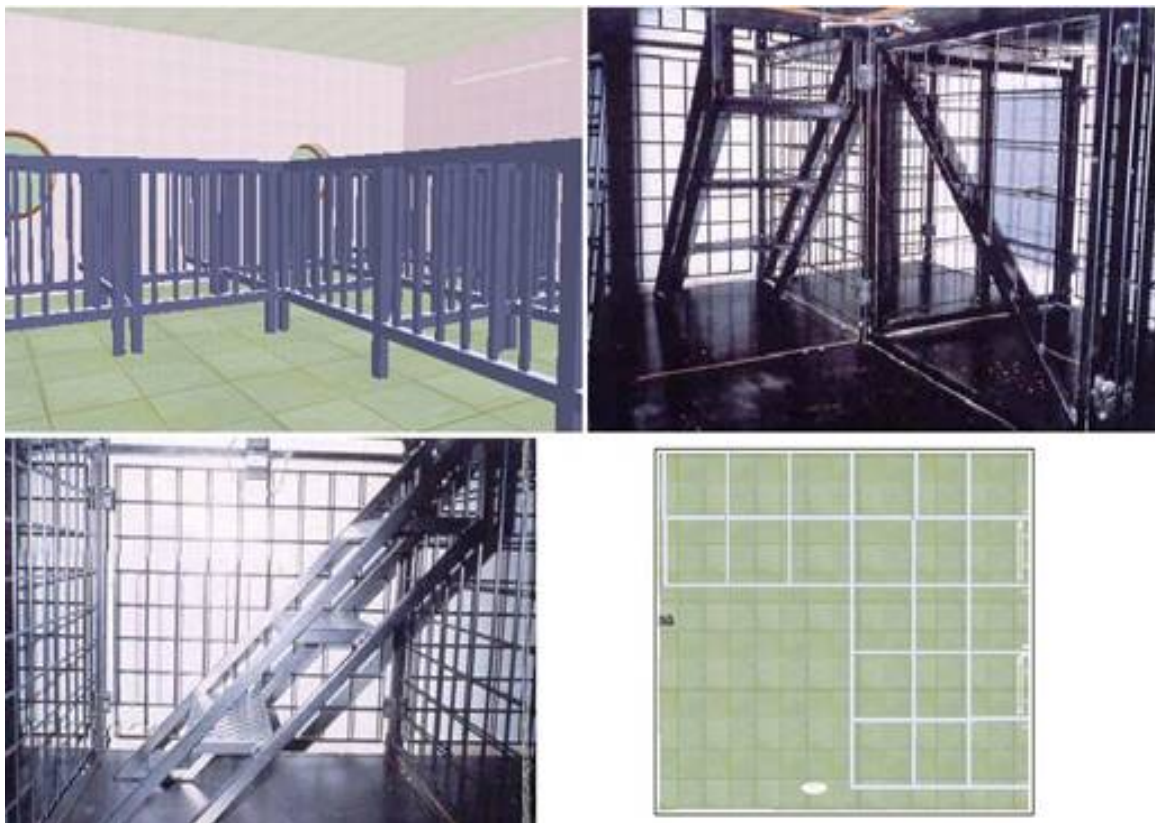


Рис. 10.20. Тренувальна стежка

Далі розташовуються приміщення, які імітують житлову квартиру (рис. 10.21): кухня, спальна кімната, вітальня і коридор та виробнича зона (рис. 10.22): електрощитова, різноманітні вентиля та крани, робочі верстати, сходи і т.д. Технічне обладнання цих приміщень дає змогу створювати умови виникнення різноманітних (побутових, технологічних, виробничих) нестандартних ситуацій.



Рис. 10.21. Моделі житлових та виробничих приміщень

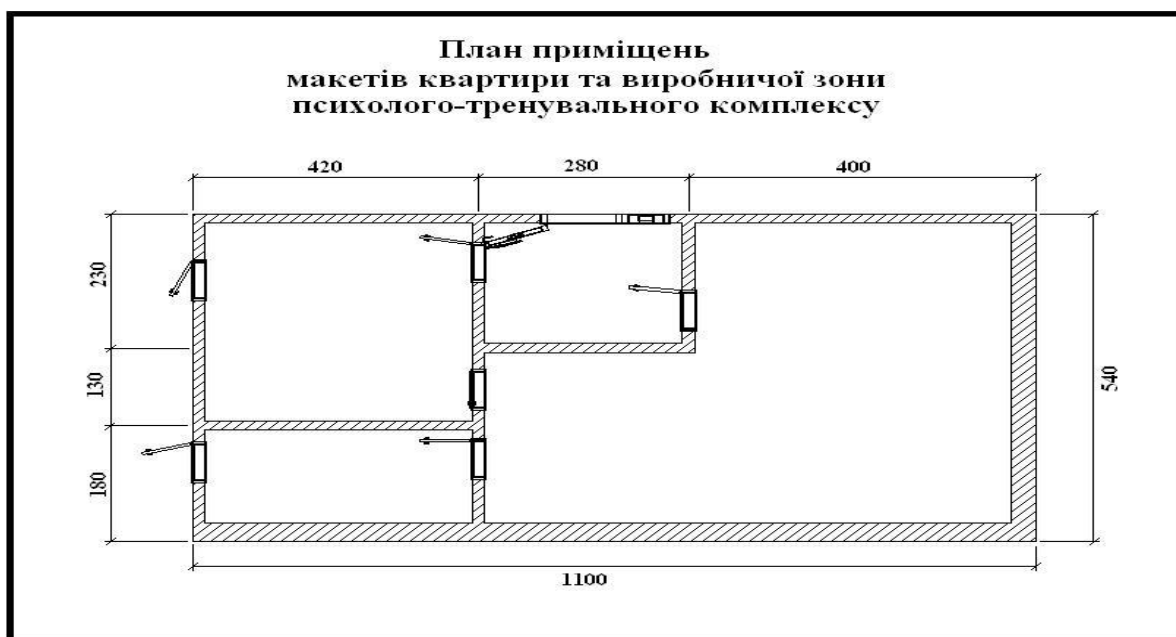


Рис. 10.22. План приміщень макетів квартири та виробничої зони психолого-тренувального комплексу

Виконання завдання та проходження маршруту пожежними чи аварійно-рятувальною командою контролюється з пульта керування, за допомогою якого здійснюється їх супровід, а також можна вводити додаткові корективи (рис. 10.23).



Рис. 10.23. Пульт керування та спостереження

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ АВТОРІВ ЗА ТЕМАТИКО МОНОГРАФІЇ

### Монографії

1. Сікора Л. С. Лазерні інформаційно-вимірювальні системи для управління технологічними процесами. Ч. 1. Львів : Каменярь, 1998. 445 с.
2. Сікора Л. С. Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. Львів : Каменярь, 1998. 453 с.
3. Сікора Л. С. Інформаційно-ресурсна концепція ідентифікації і синтезу робастних систем управління. Львів : ЦСД, 1999. 372 с.
4. Медиковський М. О., Сікора Л. С. Автоматизація керування енергоактивними об'єктами при обмежених ресурсах. Львів : Центр стратегічних досліджень. «ЕБТЕС», 2002. 298 с.
5. Сікора Л. С., Медиковський М. О., Грицик В. В. Перспективні інформаційні технології в системах автоматичного управління енергоактивними об'єктами виробничих структур. Львів : ДНДІ, 2002. 416 с.
6. Сікора Л. С. Когнітивні моделі та логіка оперативного управління в ієрархічних інтегрованих системах в умовах ризику. Львів : ЦСД «ЕБТЕС», 2009. 432 с.
7. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах : монографія. Львів : Ліга-Прес, 2010. 404 с.
8. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Груник А. І., Тимченко О. В. Лазерний контроль вібрації агрегатів транспортної інфраструктури. Львів : Українська академія друкарства, 2011. 157 с.
9. Сікора Л. С. Робастні та інформаційні концепції в процедурах синтезу систем управління. Т. 6. Львів : 2011. 577 с.
10. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Автоматизовані людино-машинні системи управління інтегрованими ієрархічними організаційними та виробничими структурами в умовах ризику і конфліктів : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2013. 514 с.
11. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Когнітивні моделі формування стратегій оперативного управління інтегрованими ієрархічними структурами в умовах ризиків і конфліктів : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2013. 449 с.
12. Драган Я. П., Сікора Л. С., Яворський Б. І. Системний аналіз стану та обґрунтування основ сучасної теорії стохастичних сигналів: енергетична концепція; математичний субстрат; фізичне тлумачення. Львів : НВФ «Українські технології», 2014. 240 с.
13. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Яворський Б. І. Інформаційні та лазерні технології відбору потоків даних та їх когнітивна інтерпретація в автоматизованих системах управління : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2017. 648 с.
14. Сікора Л. С., Лиса Н. К. Інформаційні та лазерні технології створення систем екологічного моніторингу енергоактивних техногенних виробничих структур. Львів : Українська академія друкарства, 2019. – 370 с.

### Публікації у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних (Index Copernicus International)

- 15 Інтеграція ситуаційних та причино-наслідкових діаграм в категорно-функторній структурі представлення систем / Лиса Н. К., Сікора Л. С., Марцишин Р. С., Дурняк Б. В. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 1 (28). С. 131–135.

16. Лиса Н. К., Сікора Л. С., Федина Б. І., Ткачук Р. Л. Інформаційні технології ідентифікації та діагностики рівня концентрації шкідливих викидів техногенних систем в екологічне середовище з використанням лазерних 3D концентратомірів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 7 (28). С. 109–119.

17. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Федина Б. І. Логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності при прийнятті оперативних рішень в кризових умовах функціонування техногенних систем. Частина 1. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 8 (28). С. 107–116.

18. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Федина Б. І. Логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності при прийнятті оперативних рішень в кризових умовах функціонування техногенних систем. Частина 2. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 10 (28). С. 108–119.

19. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Федина Б. І., Стрепко І. Т., Ткачук Р. Л. Інформаційні технології відбору і опрацювання даних від об'єктів з агрегатною ієрархічною структурою. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2018. № 1 (39). С. 8–18.

20. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Міюшкович Ю. Г., Марцишин Р. С., Сабат В. І. Категорні моделі представлення структури і динамічного стану ієрархічних систем для виявлення факторів атак і ризиків. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2018. № 2 (40). С. 25–45.

21. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Федина Б. І., Кунченко-Харченко В. І. Інтеграція ігрових, системних та інформаційно-ресурсних концепцій оцінки енергоактивної взаємодії техногенних і екологічних систем. Частина 1. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 11 (28). С. 112–124.

22. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Федина Б. І., Кунченко-Харченко В. І. Інтеграція ігрових, системних та інформаційно-ресурсних концепцій оцінки енергоактивної взаємодії техногенних і екологічних систем. Частина 2. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 1 (29). С. 126–135.

#### Публікації у наукових фахових виданнях України

23. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. Логіко-математичні моделі в розроблені процедур тестування для оцінки професійної придатності до оперативної роботи в інформаційних ієрархічних системах. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2009. Вип. 52. С. 139–144.

24. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С., Лиса Н. К. Ситуаційні моделі подій та логіка прийняття рішень в активних інтелектуальних системах в умовах дії загроз. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2009. Вип. 52. С. 174–179.

25. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. Логіко-когнітивні процедури та моделі прийняття рішень в ієрархічних структурах в режимі дії загроз та аварійних ситуацій. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2009. Вип. 53. С. 145–151.

26. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. Моделі та методи оцінки професійної придатності кадрів для обслуговування ієрархічних інформаційних систем. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2009. Вип. 53. С. 164–169.

27. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Омеляновський П. Й. Моделі комплексування вимірювальних і інформаційних лазерних систем для оцінки параметрів стану технологічних процесів та середовища в граничних режимах управління. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*, 2009. Вип. 53. С. 201–209.

28. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. Процедури проведення тестування інтелектуально-психологічної стійкості персоналу. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*. Львів : ЛДУ БЖД, 2009. № 2. Ч. 2. С. 182–187.
29. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Ткачук Р. Л. Когнітивні моделі активізації професійно-орієнтованої підготовки кадрів для комп'ютеризованих та автоматизованих виробництв з ієрархічною організацією. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2010. Вип. 58. С. 209–217.
30. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Владика Р. М. Моделі лазерної діагностики технологічних середовищ на основі балансного методу для контролю викидів пилу в енергоблоках. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2010. Вип. 55. С. 168–171.
31. Сікора Л. С. Системні, інформаційні та когнітивні компоненти виникнення ризикованих та екстремальних ситуацій в ієрархічних системах при кризовому управлінні. Частина 1. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2011. Вип. 59. С. 182–192.
32. Сікора Л. С., Якимчук Б. Л., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. Когнітивна модель сприйняття сенсорної інформації в умовах ризику. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 62. С. 156–158.
33. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Якимчук Б. Л. Когнітивна складова в оперативної діяльності в АСУ-ТП при нечіткості даних. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 63. С. 161–166.
34. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С., Якимчук Б. Л. Когнітивні моделі відбору, виявлення і оцінювання оператором звукових та образних сигналів в умовах ризику. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 63. С. 138–141.
35. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С., Якимчук Б. Л. Інтелектуальна компонента, як складова формування моделі поведінки оператора. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 64. С. 170–175.
36. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є., Назаренко О. М. Когнітивні моделі формування рішень в умовах оперативного управління при надзвичайних ситуаціях. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 64. С. 105–118.
37. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є. Інформаційні причинно-наслідкові моделі дії факторів загроз на енергетично-активні потенційно-небезпечні агреговані об'єкти. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 65. С. 134–145.
38. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є., Якимчук Б. Л. Формування причинно-наслідкових зв'язків при оцінці динамічних термінальних ситуацій в потенційно-небезпечних об'єктах. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 65. С. 107–125.
39. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є. Когнітивні моделі інтелектуальних процесів та логіко-математичні процедури формування стратегій поведінки оперативного персоналу в екстремальних умовах. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 66. С. 118–137.
40. Рак Т. Є., Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Сорочич М. П., Кунченко-Харченко В. І. Інформаційна структура базових знань для прийняття рішень в надзвичайних ситуаціях як основа розробки тестів. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 67. С. 146–159.

41. Ткачук Р. Л., Кунченко-Харченко В. І., Ткачук Г. В. Інформаційні технології та системологія прийняття цільових рішень в ПНО активним інтелектуальним агентом. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 66. С. 128–142.
42. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є., Кунченко-Харченко В. І. Логіко-когнітивна структура операційних стадій розв'язання задач управління ПНО. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 67. С. 148–157.
43. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Дурняк Б. В., Антоник М. С., Пюрко Л., Якимчук Б. Л. Логіко-когнітивні моделі удосконалення інформаційної структури тестів. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 67. С. 127–137.
44. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Міюшкович Ю. Г., Марцишин Р. С. Інформаційно-вимірювальні лазерні системи оцінки концентрації забруднень техногенного середовища з експертною підтримкою. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 68. С. 133–140.
45. Рак Т. Є., Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Якимчук Б. Л., Кунченко-Харченко В. І. Інформаційні і системні, технології структуризації ієрархічних систем для забезпечення підтримки рішень при ліквідації надзвичайних ситуацій. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 68. С. 151–170.
46. Ткачук Р. Л. Системні та інформаційні динамічні компоненти і логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 68. С. 187–193.
47. Ткачук Р. Л. Інформаційна концепція синтезу професійно-орієнтованих тестів для оператора виробничих систем з потенційно небезпечним об'єктом. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 69. С. 211–118.
48. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. Когнітивні компоненти прийняття рішень інтелектуальним агентом в умовах пов'язаних із ризиком. *Наукові записки. Серія «Психологія і педагогіка»*. Тематичний випуск «Актуальні проблеми когнітивної психології». Острог : НУОА, 2013. Вип. 24. С. 114–117.
49. Ткачук Р. Л. Інформаційні технології формування прийняття цільових рішень для ліквідації надзвичайних ситуацій в потенційно небезпечних об'єктах виробничих систем. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 69. С. 209–221.
50. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Якимчук Б. Л. Моделі оперативних експертних висновків при неповних даних про стан інтегрованих систем для формування образів ситуацій та управляючих рішень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 70. С. 177–192.
51. Ткачук Р. Л. Предметно-орієнтована інформаційна і знаннева структура інтелектуальних тестів для оцінки здатності оператора приймати рішення в надзвичайних ситуаціях. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 70. С. 216–226.
52. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Дурняк Б. В., Пюрко Л. Логічні та інформаційні задачі інтелектуалізації навчальних процесів. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2014. Вип. 70. С. 48–56.
53. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Дурняк Б. В., Антоник М. С., Пюрко Л., Якимчук Б. Л. Логічна структура процедур формування інтелектуальних тестів. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2014. Вип. 71. С. 35–42.

54. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Дурняк Б. В., Антоник М. С., Пюрко Л., Якимчук Б. Л. Логічні моделі та конструктивні методи аналізу стратегій управління процесом навчання. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2014. Вип. 71. С. 77–85.
55. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Антоник М. С., Пюрко Л., Таланчук Р., Якимчук Б. Л. Інформаційні концепції розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2014. Вип. 72. С. 63–73.
56. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Якимчук Б. Л., Марцишин Р. С., Міюшкович Ю. Г. Термінальні та ситуаційні проблемні задачі інформаційного забезпечення опрацювання даних оператором від інформаційно-вимірjuвальних систем для АСУ–ТП складними об'єктами / *Вісник НУ «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі*, 2014. № 783. С. 204–216.
57. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Системні та інформаційні динамічні компоненти і логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності при прийнятті оперативних рішень. *Вісник Національного університету «Львівська Політехніка»*. 2014. № 783. С. 234–242.
58. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Лях І. М. Інформаційно-енергетична концепція та базові моделі активізації технологічних процесів на підставі лазерного фотонного зондування. Ч. 1. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2015. Вип. 74. С. 139–148.
59. Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивні моделі прийняття цільових рішень в контексті часового простору. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2015. Вип. 74. С. 148–153.
60. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Лях І. М. Інформаційно-енергетична концепція та базові моделі активізації технологічних процесів на підставі лазерного фотонного зондування. Ч. 2. Інформаційно-енергетична концепція та моделі лазерної активізації технологічних процесів. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2015. Вип. 75. С. 132–143.
61. Сікора Л. С., Лиса Н. К. Інформаційно-енергетична концепція створення вимірjuвальних систем на підставі ефекту ВКР-розсіювання фотонів. *Комп'ютерні технології друкарства*. Львів, 2015. № 2 (34). С. 28–40.
62. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивна модель інформаційної ідентифікації причинно-наслідкових зв'язків при дії активних факторів на систему. Частина 1. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2016. Вип. 76. С. 152–165.
63. Сікора Л. С., Дурняк Б. В., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л. Логічні і інформаційні фактори формування причинно-наслідкових зв'язків при оцінці динамічних термінальних ситуацій в потенційно-небезпечних енергоактивних об'єктах. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2016. Вип. 77. С. 153–164.
64. Ткачук Р. Л. Лінгвістичні і логічні аспекти формування процедур прийняття термінальних рішень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. № 78. С. 132–141.
65. Лиса Н. К., Сікора Л. С., Яворський Б. І. Лазерна діагностика енергетичних і просторових образів динаміка процесів фізико-хімічних перетворень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 78. С. 167–179.



66. Ткачук Р. Л. Логіка інтерпретації ситуацій при формуванні цілеорієнтованих рішень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ППМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 79. С. 136–143.

67. Ткачук Р. Л. Професійна підготовка персоналу до дій в екстремальних ситуаціях з використанням рангових тестів. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ППМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 80. С. 137–147.

68. Ткачук Р. Л. Інформаційні та інтелектуальні компоненти в процесі мислення оператора. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ППМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 81. С. 106–114.

#### **Публікації у матеріалах конференцій, які входять до наукометричної бази Scopus**

69. Martysyshyn R., Miyushkovych Yu., Sikora L., Lysa N. and Tkachuk R. Information Technology of Remote Recognition the Dart-Arrow on the Target. *Proceedings of the 2018 IEEE Second Conference on Data Stream Mining & Processing* (Lviv, august 21–25, 2018). Lviv, 2018. Pp. 538–541.

70. Sikora L., Lysa N., Martysyshyn R., Miyushkovych Yu., Tkachuk R. and Durnyak B. Information Technology of Laser Measurement System Creation for Automated Control Dynamics of Glue Drying in Polygraphy. *Proceedings of the international conference on computer science and information technologies. (CSIT)*. Lviv : Polytechnic National University, 2018. Pp. 89–92.

#### **Публікації у матеріалах конференцій**

71. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. Професійно-психологічний відбір кандидатів з високим рівнем інтелектуально-психологічної стійкості. *Форум молодих науковців Львова* : зб. тез конференції (Львів, 20 листопада 2009 р.). Львів, 2009. С. 81–85.

72. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. *Психологія оперативного управління в надзвичайних ситуаціях. Психологічні аспекти національної безпеки: організована злочинність* : IV Міжнародна науково-практична конференція (Львів, 13–14 травня 2010 р.). Львів, 2010. С. 217–219.

73. Ільків У. П., Ткачук Р. Л. Вплив емоційних станів на поведінку людини в надзвичайних ситуаціях. *Особистість в екстремальних умовах* : IV науково-практична конференція (Львів, 29 квітня 2011 р.). Львів, 2011. С. 69–71.

74. Коваль І. С., Ткачук Р. Л. Особливості формування особистості для діяльності в екстремальних умовах. *Особистість в екстремальних умовах* : IV науково-практична конференція (Львів, 29 квітня 2011 р.). Львів, 2011. С. 79–81.

75. Мирон О. І., Ткачук Р. Л. Особливості дії на психіку спортсмена пожежно-прикладного спорту екстремальних умов спортивної діяльності. *Особистість в екстремальних умовах* : IV науково-практична конференція (Львів, 29 квітня 2011 р.). Львів, 2011. С. 128–131.

76. Ткачук Р. Л. Механізми формування та прийняття рішень за умов невизначеності. *Особистість в екстремальних умовах* : IV науково-практична конференція (Львів, 29 квітня 2011 р.). Львів, 2011. С. 166–168.

77. Трифянчин С. М., Ткачук Р. Л. Аналіз особливостей поведінки в екстремальних ситуаціях залежно від типу темпераменту. *Особистість в екстремальних умовах* : IV науково-практична конференція (Львів, 29 квітня 2011 р.). Львів, 2011. С. 169–174.

78. Цалик Н. Ю., Ткачук Р. Л. Альтернативи у формуванні та прийнятті рішень у вирішенні проблемних ситуацій. *Особистість в екстремальних умовах* : IV науково-практична конференція (Львів, 29 квітня 2011 р.). Львів, 2011. С. 180–182.

79. Ткачук Р. Л., Цалик Н. Ю. Характеристика професійно важливих якостей особистості при діяльності в особливих умовах. *Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України* : IV Всеукраїнська науково-практична конференція (Хмельницький, 18 листопада 2011 р.). Хмельницький, 2011. С. 343–344.

80. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Якимчук Б. Л. Когнітивна складова оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних. *Особистість в екстремальних умовах* : V науково-практична конференція (Львів, 20 квітня 2012 р.). Львів, 2012. С. 193–197.

81. Цалик Н. Ю., Ткачук Р. Л. Особливості професійної адаптації молодого спеціаліста до діяльності в особливих умовах. *Особистість в екстремальних умовах* : V науково-практична конференція (Львів, 20 квітня 2012 р.). Львів, 2012. С. 223–226.

82. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Модель управління професійною підготовкою до діяльності в умовах ризику. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи* : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ-Львів, 27–28 жовтня 2012 р.). Львів, 2012. С. 212–215.

83. Германович О. Р., Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності. *Особистість в екстремальних умовах* : матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (Львів, 7–8 листопада 2013 р.). Львів, 2013. С. 233–237.

84. Завадка Х. В., Ткачук Р. Л. Вплив емоційної складової на процес адаптації до умов навчальної діяльності. *Особистість в екстремальних умовах* : матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (Львів, 7–8 листопада 2013 р.). Львів, 2013. Ч. 2. С. 47–51.

85. Макух Х. З., Ткачук Р. Л. Проблема вивчення феномену емоційного вигорання у підрозділах аварійно-рятувальних служб. *Управлінські правові та економічні аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності населення і територій* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених: ад'юнктів, аспірантів, курсантів і студентів (Львів, 10 квітня 2014 р.). Львів, 2014. С. 50–52.

86. Ткачук Р. Л. Психологічні аспекти здатності оператора приймати рішення в надзвичайних ситуаціях. *Технології захисту/ПожТех-2014* : матеріали 16 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників (Київ, 23–24 вересня 2014 р.). Київ, 2014. С. 292–294.

87. Гарнавский А. Б., Ткачук Р. Л. Отбор персонала с высоким уровнем стрессостойкости. *Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации* : материалы Международной научно-практической конференции (Беларусь, Гомель, 22–23 мая 2014 р.). Беларусь, Гомель, 2014. С. 414–415.

88. Макух Х. З., Ткачук Р. Л. Проблема вивчення феномену емоційного вигорання у підрозділах аварійно-рятувальних служб. *Управлінські правові та економічні аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності населення і територій* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених: ад'юнктів, аспірантів, курсантів і студентів (Львів, 10 квітня 2014 р.). Львів, 2014. С. 50–52.

89. Ткачук Р. Л. Оцінка інтелектуальних здібностей особистості оператора, який працює в умовах екстремальних ситуацій. *Технології захисту/ПожТех-2015* : матеріали 17 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників (Київ, 22–23 вересня 2015 р.). Київ, 2015. С. 397–400.

90. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л. Когнітивна складова в інтелектуальній діяльності оператора при формуванні інформаційного образу динамічної ситуації. *Пожежна та техногенна безпека*. Теорія, практика, інновації : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 20–21 жовтня 2016 р.). Львів, 2016. С. 504–506.

91. Ткачук Р. Л., Гаврись А. П. Using of unmanned aerial vehicles of foreign production for civil protection. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій* : матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (Черкаси, 18–19 травня 2017 р.). Черкаси, 2017. С. 162–163.

92. Ткачук Р. Л. Когнітивні системи інтелектуального агента. *Сучасні тенденції розвитку дodrукарських систем* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Львів, 19 квітня 2018 р.). Львів, 2018. С. 113–114.

93. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Марцишин Р. С., Міюшкович Ю. Г., Ткачук Р. Л. Когнітивні моделі сприйняття оператором параметричної ситуації в процесі діалогу з АСУ. *Обчислювальні методи і системи перетворення інформації* : V науково-технічна конференція (Львів, 4–5 жовтня 2018 р.). Львів, 2018. С. 49–52.

94. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Марцишин Р. С., Міюшкович Ю. Г., Ткачук Р. Л. Вплив когнітивних характеристик на процес діалогу між оператором та АСУ. *Автоматика/Automatics – 2018* : матеріали XXV Міжнародної конференції з автоматичного управління (Львів, 18–19 вересня 2018 р.). Львів, 2018. С. 70–71.

95. Ткачук Р. Л. Оцінка сприйняття часу оператором автоматизованих систем управління технологічним процесом при формуванні цільових рішень. *Інформаційні технології друкарства: алгоритми, сигнали, системи ДРУКОТЕХН-2018* : матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 15–16 листопада 2018 р.). Львів, 2018. С. 48–50.

96. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К. Динаміка зміни швидкості мислення при дії стресових факторів на інтелектуального агента – оператора, яка враховує можливість правильної оцінки ситуації. *Інформаційні технології та взаємодії (IT&I'2018)* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 20–21 листопада 2018 р.). Київ, 2018. С. 222–223.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абарцулиян Р. В., Мекне И., Щтоян Д. Введение в стохастическую геометрию. Москва : Наука, 1989. 400 с.
2. Автоматизация информационного обеспечения научных исследований / ред. А. А. Стогний. Киев : Наукова думка, 1990. 296 с.
3. Автоматизовані людино-машинні системи управління інтегрованими ієрархічними організаційними та виробничими структурами в умовах ризику і конфліктів : монографія / Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Львів : Українська академія друкарства, 2013. 514 с.
4. Автоматы и разумное поведение / Амосов Н. М., Касаткин А. М., Касаткина Л. М., Талаев С. А. Киев : Наукова думка, 1973. 371 с.
5. Агрегатные комплексы технических средств АСУ-ТП / под ред. Н. А. Бобрыкина. Ленинград, 1985. 271 с.
6. Азизов А. М. Информационные системы контроля параметров технологических процессов. Ленинград : Химия, 1983. 328 с.
7. Айзенк Г. И. Тесты IQ. Москва : Астрель, 2003. 255 с.
8. Айзерман М. А., Алескерев Ф. Т. Выбор вариантов. Основы теории. Москва : Наука, 1990. 240 с.
9. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. Москва : Советское радио, 1974. 272 с.
10. Алгоритмы обработки экспериментальных данных / ред. И. А. Овсеевич. Москва : Наука, 1986. 185 с.
11. Анализ данных и процессов / Барсегян А. А., Куприянов М. С., Холод И. М., Тесс М. Д., Елизаров С. И. 3-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : БХВ Петербург, 2009. 512 с.
12. Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях / под ред. А. И. Орлова. Москва : Наука, 1985. 220 с.
13. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. А. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. Москва : Финансы и статистика, 2000. 359 с.
14. Анкудинов Г. И. Синтез структуры сложных объектов: (Логико-комбинаторный подход). Ленинград : ЛГУ, 1986. 258 с.
15. Ансофф И. Н. Стратегическое управление. Москва : Экономика, 1989. 517 с.
16. Антикризисное управление / ред. Е. М. Короткова. Москва : Инфра, 2000. 432 с.
17. Арбиб М. Метафорический мозг. Москва : Мир, 1976. 285 с.
18. Аржененко А. Ю., Чугаев Б. Н. Оптимальные бинарные вопросыники. Москва : Энергоатомиздат, 1889. 128 с.
19. Арчибальд Р. Д. Управление высокотехнологическими программами и проектами. Москва : ДМК Пресс, 2002. 464 с.
20. Аткинсон Р. Человеческая память и прогресс обучения. Москва : Прогресс, 1980. 526 с.
21. Атомные электрические станции : сб. науч. ст. / ред. Л. Н. Воронин. Москва : Энергоатомиздат, 1991. Вып. 12. 304 с.
22. Афанасьев В. А. Оптические измерения. Москва : Высшая школа, 1981. 229 с.
23. Баррет Дж. Протестируйте себя: способности, личность, мотивация, карьера. Санкт-Петербург : Питер, 2004. 254 с.

24. Башлыков А. А. Проектирование систем принятия решений в энергетике. Москва : Энергоатомиздат, 1986. 120 с.
25. Белнан Н., Стил Т. Логика вопросов и ответов. Москва : Прогресс, 1981. 286 с.
26. Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. Москва : Мир, 1980. 606 с.
27. Бесконечные антагонистические игры / ред. Н. Н. Воробьева. Москва : Физмат, 1963. 479 с.
28. Беспалов Б. И. Действие. Психологические механизмы визуального мышления. Москва : МГУ, 1988. 192 с.
29. Беспмятков Г. П., Кротов Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Ленинград : Химия, 1985. 528 с.
30. Бибииков Ю. Н. Многочастотные нелинейные колебания и их бифуркации. Ленинград : ЛГУ, 1991. 142 с.
31. Бир Э. Ст. Кибернетика и управление производством / пер. с англ. В. Я. Алтаева. Москва : Физмат, 1963. 274 с.
32. Блинов А. Л., Петров В. В. Элементы логики действий. Москва : Наука, 1991. 232 с.
33. Большакова А. А. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами. Москва : Телеком, 2006. 160 с.
34. Большая энциклопедия психологических тестов. Москва : Эксмо, 2006. 416 с.
35. Брандт З. Анализ данных: Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров. Москва : Мир, 2003. 686 с.
36. Брунер Дж. Психология познания. За пределами непосредственной информации. Москва : Директмедиа Паблишинг, 2008. 782 с.
37. Бруннер В. Справочник по лазерной технике. Москва : Энергоатомиздат, 1991. 544 с.
38. Брушлинский Н. Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. Москва : Стройиздат, 1981. 104 с.
39. Булава К. А. Генетические основы психофизиологии человека. Москва : Наука, 1991. 208 с.
40. Булатов М. И., Калинин И. П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Ленинград : Химия, 1986. 432 с.
41. Бурков В. М., Кондратьев В. В. Механизмы функционирования организационных систем. Москва : Наука, 1981. 384 с.
42. Бурлачук Л. Ф. Психодиагностика. Санкт-Петербург : Питер, 2006. 351 с.
43. Бурлачук Л. Ф., Морозов С. М. Словарь-справочник по психодиагностике. Санкт-Петербург : Питер, 2005. 520 с.
44. Бурлачук Л. Ф., Морозов С. М., Крымский С. Б. Словарь-справочник по психологической диагностике. Киев : Наукова думка, 1989. 200 с.
45. Вайнер А. Я. Тактические расчеты. Москва : Воениздат, 1977. 112 с.
46. Вайсборд Э. М., Жуковский В. И. Введение в дифференциальные игры нескольких лиц и их приложения. Москва : Советское радио, 1980. 304 с.
47. Василенко В. А. Генеза зміст і шляхи реалізації концепції міжнародної екологічної безпеки. *Вісник Національної академії наук України*. 2017. № 7. С. 89–96.
48. Василенко В. А. Теорія та практика розробки управлінських рішень. Київ : ЦУЛ, 2003. 420 с.
49. Василенко В. А., Шостка В. І. Ситуаційний менеджмент. Київ : ЦУЛ, 2003. 285 с.

50. Венда В. Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. Москва : Машиностроение, 1975. 396 с.
51. Вентцель Е. С. Введение в исследование операций. Москва : Советское радио, 1964. 387 с.
52. Верес О. М. Технології підтримання прийняття рішень / за заг. ред. В. В. Пасічника. Львів : Львівська Політехніка, 2013. 251 с.
53. Вермишев Ю. Х. Методы поиска решений при проектировании сложных технических систем. Москва : Радио и связь, 1982. 152 с.
54. Вернадський В. И. Учение о биосфере и постепенном переходе в ноосферу. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука, 1978. 326 с.
55. Вилкас Э. И., Майминас Е. З. Решения: теория, информация, моделирование. Москва : Радио и связь, 1981. 328 с.
56. 36. Вилямс Дж. Д. Совершенный стратег или букварь по теории стратегических игр. Москва : Советское радио, 1960. 268 с.
57. Винер Н. Кибернетика. Москва : Наука, 1983. 338 с.
58. Войченко А. П., Данилова О. В. Использование агентных технологий при создании центра дистанционного обучения. *Управляющие системы и машины*. Київ : К.І.К. АН України, 2003. №5. С. 42–51.
59. Волков Л. В., Пептин Ю. А. Физические методы исследования в химии. Москва : Высшая школа, 1989. 288 с.
60. Вплив когнітивних характеристик на процес діалогу між оператором та АСУ / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Марцишин Р. С., Міюшкович Ю. Г., Ткачук Р. Л. *Автоматика/Automatics – 2018* : матеріали XXV Міжнародної конференції з автоматичного управління (Львів, 18–19 вересня 2018 р.). Львів, 2018. С. 70–71.
61. Вплив факторів та управління об'єктом з агрегованою структурою / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Стрепко І. Т., Федина Б. І., Ткачук Р. Л. *Інформаційні технології друкарства: алгоритми, сигнали, системи* : зб. матеріалів VI Міжнародної наук.-техн. конф. Львів : УАД, 2018 С. 26–28.
62. Гаек Я., Шидак З. Теория ранговых критериев. Москва : Наука, 1971. 376 с.
63. Гальперин П. Я., Кабыльницкая С. Л. Экспериментальное формирование внимания. Москва : МГУ, 1974. 102 с.
64. Ганаев В., Карпаух И. Практическая психология управления. Москва : Пресс-книга, 2003. 304 с.
65. Гарантийный надзор со сложными техническими системами / Алпандзе Г. Е., Романов Л. Г., Червонный А. А., Шахтарин Ф. К. Москва : Машиностроение, 1988. 232 с.
66. Герасимов Б. Н., Тарасов В. А., Токарев В. И. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. Київ : Наукова думка, 1993. 183 с.
67. Германович О. Р., Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Львів : ЛДУ БЖД, 2013. Ч. 1. С. 233–237.
68. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. Москва : Наука, 1971. 382 с.
69. Гілмор Р. Прикладна теорія катастроф. Москва : Мир, 1984. Т. 1. 344 с.
70. Гілмор Р. Прикладна теорія катастроф. Москва : Мир, 1984. Т. 2. 277 с.
71. Гладун В. П. Планирование решений. Киев : Наука, 1987. 168 с.
72. Гладунський В. Н. Логіка. Львів : Афіша, 2004. 357 с.

73. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. Москва : Прогресс, 1976. 494 с.
74. Глибовецький М. М., Отецький О. В. Штучний інтелект. Київ : Академія, 2002. 366 с.
75. Глушков В. М. Введение в АСУ. Москва : Техника, 1974. 320 с.
76. Глушков В. М. Введение в кибернетику. Киев : Изд. АН Украинской ССР, 1964. 323 с.
77. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики. Москва : Наука, 1982. 552 с.
78. Глушков В. М. Человек и вычислительная техника. Киев : Наукова думка, 1971. 290 с.
79. Голубець М. А. Екосистемологія. Львів : Поллі, 2000. 299 с.
80. Горбулін В. П. Україна в глобальних вимірах сучасного світу. *Вісник Національної академії наук України*. 2017. № 8. С. 59–71.
81. Горев Л. Н., Никаноров А. М., Пелещенко В. И. Региональная гидрохимия. Київ : Вища школа, 1989. – 280 с.
82. Горский Ю. М. Информационные аспекты управления и моделирования. Москва : Наука, 1978. 212 с.
83. Грановская Р. М. Восприятие и моделирование памяти. Ленинград : Наука, 1974. 362 с.
84. Гречка Г. П. Лазерные измерительные системы. Москва : Советское радио, 1981. 456 с.
85. Григорук В. І., Коротков П. А., Хижняк А. І. Лазерна фізика. Київ : «Леся», 1997. 480 с.
86. Грицюк Ю. І., Малець І. О., Рак Т. Є. Математичні моделі управління портфелями проектів з удосконалення системи безпеки життєдіяльності. *Вісник НУ «Львівська політехніка»*. *Інформаційні системи та мережі*, 2010. № 672. С. 110–119.
87. Грицюк Ю. І., Малець І. О., Рак Т. Є. Особливості розв'язання задачі оптимального управління процесом ліквідації лісових пожеж. *Пожежна безпека*. Львів : *Збірник наукових праць ЛДУБЖД, УкрНДПБ МНСУ*. 2010. № 17. С. 51–57.
88. Грицюк Ю. І., Малець І. О., Рак Т. Є. Структурні компоненти задачі оптимального управління процесом боротьби з лісовими пожежами. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Львів : *РВВНЛТУ України*. 2010. Вип. 8. С.171–174.
89. Гудвин Дж. Исследование в психологии. Методы и планирование. Санкт-Петербург : Питер, 2004. 558 с.
90. Гусев А. С. Соппротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках. Москва : Машиностроение, 1989. 248 с.
91. Дерлоу Дес. Ключові управлінські рішення, технологія прийняття рішень. Київ : Наукова думка, 2001. 242 с.
92. Деякі питання документування управлінської діяльності : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.01.2018 р. № 55. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/55-2018-п>.
93. Джордж Ф. Мозг как вычислительная машина / пер. с англ.: Ю. Лашкевича, Э. Трифонова : под ред. чл. АМН, проф. П. К. Анохина. Москва : И.И.Л, 1963. 528 с.
94. Джордж Ф. Основы кибернетики / пер. с англ., под ред. А. Л. Горелика. Москва : Радио и связь, 1984. 272 с.
95. Диденко К. И. Проектирование агрегатных комплексов технических средств АСУ-ТП. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 168 с.
96. Динамика высокоскоростного транспорта / ред. Т. А. Тивилов. Транспорт, 1988. 215 с.
97. Директива європейського парламенту і ради 2012/18/ЄС від 24.07.2012 про контроль загроз виникнення значних аварій, пов'язаних із використанням небезпечних речовин, та про внесення змін і подальше скасування Директиви Ради 96/82/ЄС. Офіційний вісник Європейського Союзу L 197.

98. Додонов А. Г., Хаджинов В. В., Волосков И. И. Вычислительные системы для решения задач оперативно-организационного управления. Киев : Наук. думка, 1988. 216 с.
99. Доказательство и понимание / под ред. М. В. Попович. Киев : Наук. Думка, 1986. 311 с.
100. Драган Я. П. Енергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів. Львів : Вид-во «Центр страт. дослідж. еко-біо-систем», 1997. 333 с.
101. Драган Я. П. Принцип лінійності моделей теорії управління. Праці 2-ої укр. конф. «Автоматика-95». Львів : НВЦ «ІТІС», 1995. Т. 1. С. 7–8.
102. Драган Я. П., Сікора Л. С., Яворський Б. І. Системний аналіз стану та обґрунтування основ сучасної теорії стохастичних сигналів: енергетична концепція; математичний субстрат; фізичне тлумачення. Львів : НВФ «Українські технології», 2014. 240 с.
103. Драйздел Д. Введение в динамику пожаров. Москва : Стройиздат, 1990. 424 с.
104. Дрешер М. Стратегические игры: теория и приложения. Москва : Советское радио, 1961. 351 с.
105. Дружинин В. В., Канторов Д. С. Вопросы военной системотехники. Москва : Воениздат, 1976. 224 с.
106. Дружинин В. В., Канторов Д. С. Конфликтная радиолокация. Москва : Радио и связь, 1982. 124 с.
107. Дружинин В. В., Канторов Д. С. Проблемы системологии. Москва : Советское радио, 1976. 290 с.
108. Дружинин В. В., Сергеева И. В. Качество информации. Москва : Радио и Связь, 1990. 172 с.
109. Дружинин В. П. Экспериментальная психология. Москва : Наука, 1987. 256 с.
110. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Ткачук Р. Л. Когнітивні моделі активізації професійно-орієнтованої підготовки кадрів для комп'ютеризованих та автоматизованих виробництв з ієрархічною організацією. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ПІМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2010. Вип. 58. С. 209–217.
111. З. Дуцяк І. З. Методи формування гіпотез: монографія. Київ : Київський університет, 2006. 175 с.
112. Еремеев И. С. Автоматизированные системы радиационного мониторинга окружающей среды. Киев : Наукова думка, 1990. 256 с.
113. Ершов Ю. Л., Палютин Е. А. Математическая логика. Москва : Наука, 1987. 336 с.
114. Ефимов Е. И. Решатели интеллектуальных задач. Москва : Наука, 1982. 320 с.
115. Жарикова М. В., Шерстюк В. Г. Разработка модели чрезвычайной ситуации природного характера в системе поддержки принятия решений. *Східно-європейський журнал передових технологій*. Харків, 2015, Вип. 73. С. 62–69.
116. Жарковская Е. П., Бродский Б. Е. Антикризисное управление. Москва : Омега-Л, 2007. 356 с.
117. Жежнич П. І. Консолідовані інформаційні ресурси баз даних та знань / за заг. ред. В. В. Пасічника. Львів : Львівська Політехніка, 2010. 210 с.
118. Желюк Т. Л. Державна служба. Київ : Професіонал, 2005. 576 с.
119. Живилова Л. М. Автоматический химический контроль теплосистем ТЭС. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 112 с.
120. Забезпечення інформаційної безпеки держави / Дудикевич В. Б., Опірський І. Р., Гаранюк П. І., Зачепило В. С., Патрика А. І. Львів : НУ «ЛП», 2017. 204 с.



121. Завадка Х. В., Ткачук Р. Л. Вплив емоційної складової на процес адаптації до умов навчальної діяльності. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Львів : ЛДУ БЖД, 2013. Ч. 2. С. 47–51.
122. Завалишина Д. Н. Психологический анализ оперативного мышления. Москва : Наука, 1985. 220 с.
123. Зайцев В. С. Системный анализ операторской деятельности. Москва : Радио и связь, 1990. 120 с.
124. Згуровский М. З., Доброногов А. В., Померанцева Т. Н. Исследование социальных процессов на основе системного анализа. Киев : Наукова думка, 1997. 221 с.
125. Згуровський М. З., Якименко Ю. І., Тимофеев В. І. Інформаційні мережеві технології в науці і освіті. Систем. дослідж. та інформ. технології. 2002. № 3. С. 43–56.
126. Зеит В. Элементарная логика. Москва : Высшая школа, 1985. 256 с.
127. Змитрович А. И. Интеллектуальные информационные системы. Минск : Т–Системс, 1997. 368 с.
128. Ивахненко А. Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. Киев : Техника, 1975. 312 с.
129. Ивахненко А. Г. Кибернетические системы с комбинированным управлением. Киев : Е.Р.Т.Г.И.Т.Л., 1962. 486 с.
130. Ивахненко А. Г. Моделирование сложных систем. Информационный поход. Киев : Вища школа, 1987. 62 с.
131. Ивахненко А. Г. Самообучающиеся системы. Киев : К. И. АН Украины, 1963. 327 с.
132. Ивахненко А. Г. Техническая кибернетика (системы автоматического управления с приспособлением характеристик). Киев : Е.Р.Т.Г.И.Т.Л., 1959. 419 с.
133. Ивахненко А. Г., Зайченко Ю. П., Дмитров В. Д. Принятия решений на основе самоорганизации. Москва : Советское Радио, 1976. 280 с.
134. Івченко І. Ю. Економічні ризики. Київ : ЦНЛ, 2004. 304 с.
135. Идентификация и оптимизация нелинейных стохастических систем / ред. Ю. С. Потков. Москва : Энергия, 1976. 440 с.
136. Ільків У. П., Ткачук Р. Л. Вплив емоційних станів на поведінку людини в надзвичайних ситуаціях. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів IV науково-практичної конференції. Львів : ЛДУ БЖД, 2011. С. 69–71.
137. Имитационное моделирование производственных систем / ред. А. А. Вавилов. Машиностроение, 1983. 416 с.
138. Интегральный метод измерения импульсов. Москва : Сов. Радио, 1975. 280 с.
139. Информационные технологии в бизнесе / ред. М. Желены. Санкт-Петербург : Питер, 2002. 112 с.
140. Информационные технологии в испытаниях сложных объектов: методы и средства / Скурихин В. И., Квачев В. Г., Валькман Ю. Р., Яковенко Л. П. Киев : Наукова думка, 1990. 320 с.
141. Ишмуратов А. Т., Петров В. В. Логические теории временных контекстов (временная логика). Киев : Наукова думка, 1981. 145 с.
142. Інтеграція ігрових, системних та інформаційно-ресурсних концепцій оцінки енергоактивної взаємодії техногенних і екологічних систем. Частина 1 / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Федина Б. І., Кунченко-Харченко В. І. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 11 (28). С. 112–124.

143. Інтеграція ігрових, системних та інформаційно-ресурсних концепцій оцінки енерго-активної взаємодії техногенних і екологічних систем. Частина 2 / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Федина Б. І., Кунченко-Харченко В. І. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 1 (29). С. 126–135.
144. Інтеграція ситуаційних та причино-наслідкових діаграм в категорно-функторній структурі представлення систем / Лиса Н. К., Сікора Л. С., Марцишин Р. С., Дурняк Б. В. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 1. С. 131–135.
145. Інтелектуальна компонента, як складова формування моделі поведінки оператора / Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С., Якимчук Б. Л. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 64. С. 170–175.
146. Інформаційна структура базових знань для прийняття рішень в надзвичайних ситуаціях як основа розробки тестів / Рак Т. Є., Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Сорочич М. П., Кунченко-Харченко В. І. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 67. С. 146–159.
147. Інформаційні і системні, технології структуризації ієрархічних систем для забезпечення підтримки рішень при ліквідації надзвичайних ситуацій / Рак Т. Є., Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Якимчук Б. Л., Кунченко-Харченко В. І. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 68. С. 151–170.
148. Інформаційні концепції розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Антоник М. С., Пюрко Л., Таланчук Р., Якимчук Б. Л. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2014. Вип. 72. С. 63–73.
149. Інформаційні та лазерні технології відбору потоків даних та їх когнітивна інтерпретація в автоматизованих системах управління : монографія / Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Яворський Б. І. Львів : Українська академія друкарства, 2017. 648 с.
150. Інформаційні технології ідентифікації та діагностики рівня концентрації шкідливих викидів техногенних систем в екологічне середовище з використанням лазерних 3D концентратомірів / Лиса Н. К., Сікора Л. С., Федина Б. І., Ткачук Р. Л. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 7 (28). С. 109–119.
151. Інформаційні технології відбору і опрацювання даних від об'єктів з агрегатною ієрархічною структурою / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Федина Б. І., Стрепко І. Т., Ткачук Р. Л. *Комп'ютерні технології друкарства*, 2018. Т. 39. № 1. С. 8–18.
152. Інформаційні технології побудови моделей активації процесів навчання на підставі когнітивної «Я–Система» особи / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Антоник М. С., Лиса Н. К., Пасека М., Мазур Н. М., Щерба Г. В. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2014. Вип. 71. С. 86–93.
153. Інформаційні технології та когнітивні інтелектуальні операції в процесах прийняття цільових рішень оператором в граничних умовах / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Антоник М. С., Сабат В. І., Пюрко Л., Якимчук Б. Л. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 67. С. 137–146.
154. Інформаційно-аналітична довідка про виникнення надзвичайних ситуацій в Україні у 2017 році – ДСНС України. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/72899.html>
155. Інформаційно-вимірjuвальні лазерні системи оцінки концентрації забруднень техногенного середовища з експертною підтримкою / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Міюшкович Ю. Г., Марцишин Р. С. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 68. С. 133–140.

156. Кабыкин В. Е. Диагностика оперативного мышления. Киев : Наукова думка, 1977. 110 с.
157. Калужнін Л. А., Королюк В. С. Алгоритми і математичні машини. Київ : Рад. школа, 1964. 282 с.
158. Кантер Дж. Управленческие информационные системы. Москва : Радио и связь, 1982. 208 с.
159. Капітонова Ю. В. Основи дискретної математики / Капітонова Ю. В., Кривий С. Л., Летичевський О. А., Печурін М. К. Київ : Наукова думка, 2002. 578 с.
160. Капрара Дж., Сервон Д. Психология личности. Санкт-Петербург : Питер, 2003. 640 с.
161. Карамішева Н. В. Логіка (теоретична і прикладна). Київ : Знання, 2011. 455 с.
162. Карзов Г. П., Марголін Б. З., Швецова В. А. Физико-механическое моделирование процессов разрушения. Санкт-Петербург: Политехника, 1993. 391 с.
163. Категорні моделі представлення структури і динамічного стану ієрархічних систем для виявлення факторів атак і ризиків / Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Міюшкович Ю. Г., Марцишин Р. С., Сабат В. І. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2018. № 2 (40). С. 25–45.
164. Катренко А. В. Системний аналіз. Львів: Новий світ 2000, 2011. 396 с.
165. Кафаров В. В., Мешалкин В. П. Анализ и синтез химко-технологических систем. Москва : Химия, 1991. 432 с.
166. Келебел Д. Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях. Москва : Прогресс, 1980. 389 с.
167. Кибринський Н. Е., Майминас Е. З., Смирнов А. Д. Экономическая кибернетика. Москва : Экономика, 1982. 405 с.
168. Кини Р. Ф., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтение и замещение. Москва : Радио и связь, 1981. 560 с.
169. Киреева З. А. Развитие сознания, детерминированное временем : монография. Одесса : ВМВ, 2010. 384 с.
170. Клеббельсберг Д. Транспортная психология. Москва : Транспорт, 1989. 367 с.
171. Клименко А. П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли. Москва : Химия, 1978. 206 с.
172. Кликер Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. Москва : Радио и связь, 1990. 544 с.
173. Ключ П. П., Палюх В. Г., Росоха В. О. Тактична і психологічна підготовка особового складу пожежної охорони. Харків : Основа, 2002. 288 с.
174. Кобринский Н. Е., Майминас Е. З., Смирнов А. Д. Экономическая кибернетика. Москва : Экономика, 1982. 405 с.
175. Коваль І. С., Ткачук Р. Л. Особливості формування особистості для діяльності в екстремальних умовах. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів ІV науково-практичної конференції. Львів : ЛДУ БЖД, 2011. С. 79–81.
176. Коган Р. И. Интервальные оценки в геологических исследованиях. Москва : Наука, 1986. 158 с.
177. Когнітивна модель сприйняття сенсорної інформації в умовах ризику / Сікора Л. С., Якимчук Б. Л., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. С. Пухова*. 2012. Вип. 62. С. 156–158.

178. Когнітивна складова оперативної діяльності в АСУ-ТП при нечіткості даних / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Якимчук Б. Л. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 63. С. 161–166.
179. Когнітивна складова оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Якимчук Б. Л. *Особистість в екстремальних умовах* : V науково-практична конференція (Львів, 20 квітня 2012 р.). Львів, 2012. С. 193–197.
180. Когнітивні моделі відбору, виявлення і оцінювання оператором звукових та образних сигналів в умовах ризику / Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С., Якимчук Б. Л. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 63. С. 138–141.
181. Когнітивні моделі сприйняття оператором параметричної ситуації в процесі діалогу з АСУ / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Марцишин Р. С., Міюшкович Ю. Г., Ткачук Р. Л. *Обчислювальні методи і системи перетворення інформації* : V наук.-техн. конф. (Львів, 4–5 жовтня 2018 р.). Львів, 2018. С. 49–52.
182. Когнітивні моделі формування рішень в умовах оперативного управління при надзвичайних ситуаціях / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є., Назаренко О. М. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 64. С. 105–118.
183. Когнітивні моделі формування стратегій оперативного управління інтегрованими ієрархічними структурами в умовах ризиків і конфліктів : монографія / Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Львів : Українська академія друкарства, 2013. 449 с.
184. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс від 02.10.2012 р. № 5403-VI / Верховна Рада України (Введення в дію 01.07.2013 р.).  
URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5403%D0%B0-17/para5#n5>.
185. Козельницький Ю. Психологическая теория решений. Москва : Прогресс, 1979. 503 с.
186. Козміренко В. П. Соціальна психологія організацій. Київ : МЗУУП, 1993. 384 с.
187. Колмогоров А. Н., Драгалін А. Т. Математическая логика. Москва : МГУ, 1984. 118 с.
188. Конверський А. Е. Логіка. Київ : ЦНЛ, 2004. 535 с.
189. Константинов С. М., Пономаренко Ю. Л. Інформаційні технології управління сучасним підприємством. Львів : УАД, 2010. Т. 2. 336 с.
190. Конструктивные полиномиальные алгоритмы решения индивидуальных задач из класса NP / ред. А. А. Павлова. Киев : Техніка, 1993. 128 с.
191. Корольчук М. С., Крайнюк В. М. Соціально-психологічне забезпечення діяльності в звичайних та екстремальних умовах. Київ : Ніка-Центр, 2009. 580 с.
192. Коротков Є. М. Антикризисное управление. Москва : Цифра-М, 2000. 432 с.
193. Крапивин В. Ф. Теоретико-игровые методы синтеза сложных систем в конфликтных ситуациях. Москва : Советское радио, 1972. 192 с.
194. Крикавський Є. Логістичне управління. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2005. 604 с.
195. Кришталь М. А. Психологічна підготовка пожежних. Київ : УДПО – МВСУ, 1996. 63 с.
196. Крушевський А. В. Теория игр. Киев : Вища школа, 1997. 216 с.
197. Кузнецова В. А., Раков М. А. Самоорганизация в технических системах. Киев : Наукова думка, 1987. 200 с.
198. Кузьмін О. Є., Подольчак Н. Ю., Подольчак Н. І. Управління ризиками в інноваційній діяльності. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2009. 176 с.
199. Кунченко-Харченко В. І. Інформаційно-управлінське документування в ієрархічних системах: Концепції забезпечення захисту інформації. Львів: Українська академія друкарства, 2015. 376 с.

200. Кучин Б. Л., Якушева Е. В. Управление развитием экономических систем. Москва : Экономика, 1990. 156 с.
201. Лазерний контроль вібрації агрегатів транспортної інфраструктури / Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Груник А. І., Тимченко О. В. Львів : Українська академія друкарства, 2011. 157 с.
202. Ларичев О. Н. Теория и методы принятия решения. Москва : ЛОГОС, 2000. 246 с.
203. Лбов Г. С. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных. Новосибирск : Наука, 1981. 160 с.
204. Леонтьев Д. А. Человек и мир: логика жизненных отношений. *Логика, психология и семиотика: аспекты взаимодействия*. Киев : Вища школа, 1990. С. 47–58.
205. Лиса Н. К. Інформаційні технології створення систем екологічного моніторингу крайових техногенних структур. Львів : Українська академія друкарства, 2020. 224 с.
206. Лиса Н. К. Інформаційні технології створення систем екологічного моніторингу техногенного середовища з використанням розроблених лазерних сенсорів : автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.13.06 – інформаційні технології. Львів, 2018. 44 с.
207. Лиса Н. К., Сікора Л. С., Яворський Б. І. Лазерна діагностика енергетичних і просторових образів динаміка процесів фізико-хімічних перетворень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 78. С. 167–179.
208. Лисечко М., Чимерис А., Рудніцька Р. Технологія прийняття управлінських рішень у державному управлінні та місцевому самоврядуванні. Львів : ЛРІДУ УАДУ, 2003. 424 с.
209. Литвин В. В., Пасічник В. В., Яцишин Ю. В. Інтелектуальні системи. Львів : «Новий світ – 2000», 2009. 406 с.
210. Литвин В. В. Технології менеджменту знань / за заг. ред. В. В. Пасічника. Львів : Львівська Політехніка, 2013. 258 с.
211. Логика и методология науки. Киев : Наука, 1967. 339 с.
212. Логіко-когнітивна структура операційних стадій розв'язання задач управління ПНО / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є., Кунченко-Харченко В. І. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 67. С. 148–157.
213. Логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності при прийнятті оперативних рішень в кризових умовах функціонування техногенних систем. Частина 1 / Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Федина Б. І. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 8 (28). С. 107–116.
214. Логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності при прийнятті оперативних рішень в кризових умовах функціонування техногенних систем. Частина 2 / Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Федина Б. І. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 10 (28). С. 108–119.
215. Логіко-когнітивні моделі удосконалення інформаційної структури тестів / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Дурняк Б. В., Антоник М. С., Пюрко Л., Якимчук Б. Л. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 67. С. 127–137.
216. Логічна структура процедур формування інтелектуальних тестів / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Дурняк Б. В., Антоник М. С., Пюрко Л., Якимчук Б. Л. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2014. Вип. 71. С. 35–42.
217. Логічні і інформаційні фактори формування причинно-наслідкових зв'язків при оцінці динамічних термінальних ситуацій в потенційно-небезпечних енергоактивних об'єктах / Сікора Л. С., Дурняк Б. В., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2016. Вип. 77. С. 153–164.

218. Логічні моделі та конструктивні методи аналізу стратегій управління процесом навчання / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Дурняк Б. В., Антоник М. С., Пюрко Л., Якимчук Б. Л. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2014. Вип. 71. С. 77–85.
219. Логічні та інформаційні задачі інтелектуалізації навчальних процесів / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Антоник М. С., Пюрко Л. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2014. Вип. 70. С. 48–56.
220. Лоден Дж., Лоден К. Управление информационными системами. Санкт-Петербург : Питер, 2005. 912 с.
221. Лукашевич В. М. Глобалистика. Львів : Новий Світ-2000, 2004. 342 с.
222. Лургия А. Ф. Основы нейропсихологии. Москва : Академия, 2002. 384 с.
223. Льюс Р., Райфа Х. Игры и решения. Москва : Изд. иностр. лит., 1961. 642 с.
224. Люггер Дж. Искусственный интеллект. Минск : «Вилямс», 2003. 864 с.
225. Лямець В. И., Тевяшев А. Д. Системний аналіз. Харків : ХНУРЕ, 2004. 448 с.
226. Макаревич О. П. Психологія регуляції поведінки особистості у складних ситуаціях. Київ : Оріяна, 2001. 223 с.
227. Макаров Б. П., Кочетков Б. Е. Расчет фундаментов сооружений на случайном неоднородном основании при ползучести. Москва : Стройиздат, 1987. 256 с.
228. Макух Х. З., Ткачук Р. Л. Проблема вивчення феномену емоційного вигорання у підрозділах аварійно-рятувальних служб. *Управлінські правові та економічні аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності населення і територій* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених: ад'юнктів, аспірантів, курсантів і студентів. Львів, 2014. С. 50–52.
229. Маршал В. Основные опасности химических производств. Москва : Мир, 1889. 672 с.
230. Маслов С. Ю. Теория дедуктивных систем и ее применение. Москва : Радио и связь, 1986. 136 с.
231. Математика в социологии. Моделирование и обработка информации / пер. с англ. Л. Б. Черного : ред. А. Аганбегян, Х. Блейлок, Ф. Бородкин, Р. Будон, В. Капекки. Москва : Мир, 1977. 543 с.
232. Математическая психология: методология, теория и модели / ред. В. Ю. Крилов. Москва : Наука. 1985. 235 с.
233. Математическая теория логического вывода / ред. Е. Е. Минц. Москва : Наука, 1967. 350 с.
234. Медиковський М. О., Сікора Л. С. Автоматизація керування енергоактивними об'єктами при обмежених ресурсах. Львів : Центр стратегічних досліджень. «ЕБТЕС», 2002. 298 с.
235. Мейстер Д. Эргономические основы разработки сложных систем. Москва : Мир, 1979. 451 с.
236. Методы анализа и синтеза структур управляющих систем / под ред. Б. М. Волик Энергоатомиздат, 1985. 296 с.
237. Методична розробка на проведення спільного комплексного командно-штабного навчання на об'єктах ТзОВ «Карпатнафтохім» / розробники В. С. Леміш, Б. В. Болібрux. Львів : ЛДУ БЖД, 2008. 75 с.
238. Методичні рекомендації щодо підготовки та проведення командно-штабних навчань органів управління та сил цивільного захисту : Наказ ДСНС України від 18.05.2017 р. № 273. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0044388-14>.

239. Механизмы и принципы целенаправленного поведения : сборник статей / отв. ред. П. К. Анохин. Москва : Наука, 1972. 295 с.
240. Мещеряков Б. Г., Зинченко В. П. Большой психологический словарь. Санкт-Петербург : Прайм-Еврознак, 2005. 672 с.
241. Мильнер Б. З. Теория организаций. Москва : Цифра-М, 1998. 336 с.
242. Миркин Б. Г. Проблема группового выбора. Москва : Наука, 1974. 256 с.
243. Мирон О. І., Ткачук Р. Л. Особливості дії на психіку спортсмена пожежно-прикладного спорту екстремальних умов спортивної діяльності. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів ІV науково-практичної конференції. Львів : ЛДУ БЖД, 2011. С. 128–131.
244. Мицбер Г., Альстренд Б., Лэмпел Д. Школы стратегий. Санкт-Петербург : Питер, 2001. 336 с.
245. Мичи Дж. Интегральные работы. Москва : Мир, 1975. Т. 2. 526 с.
246. Мишина Н. І. Економічний ризик та методи його вимірювання. Київ : ЦНЛ, 2003. 188 с.
247. Морозов А. О., Гречанинов В. Ф., Бегун В. В. Управление безопасою в эпоху інформаційного суспільства. *Вісник Національної академії наук України*, 2015. № 10. С. 34–41.
248. Моррис У. Наука об управлении: Байесовский подход. Москва : Мир, 1971. 304 с.
249. Напалков А. В., Прагина Л. Л. Мозг человека и искусственный интеллект. Москва : МГУ, 1985. 120 с.
250. Напалков А. В., Целкова Н. В. Информационные процессы в живых организмах. Москва : Высшая школа, 1987. 319 с.
251. Національна економіка / Кузьмін О. Є., Когут У. І., Процик І. С., Вербицька Г. Л. Львів: Львівська політехніка, 2010. 132 с.
252. Новосельцев В. Н. Теория управления и биосистемы. Москва : Наука, 1978. 320 с.
253. Обиход Г. О. Стратегічний напрям забезпечення екологічної та природно-техногенної безпеки. *Вісник Національної академії наук України*, 2015. № 10. С. 53–63.
254. О'Коннор Дж., Макдермотт Іен. Системне мислення. Пошук неординарних творчих рішень. Київ : Наш формат, 2018. 240 с.
255. Олесюк О. С. Системи підтримки прийняття рішень на макрорівні. Київ : Наук. Думка, 1992. 257 с.
256. Орбан-Лембрик Л. Е. Психологія управління. Київ : Академвидав, 2003. 561 с.
257. Орел С. М., Мальований М. С. Ризик. Основні поняття. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2008. 88 с.
258. Основы инженерной психологи / ред. Б. Ф. Ломов. Москва : Высшая школа, 1977. 335 с.
259. Основы психології / ред. О. В. Киричук. Київ : Либідь, 1997. 632 с.
260. Остапенко Г. А. Информационные операции и атаки в социотехнических системах. Москва : Горячая линия – Телеком. 2007. 134 с.
261. Павлов В. В. Конфликты в технических системах. Киев : Вища школа, 1982. 181 с.
262. Паламарчук А. М. Общественно-территориальные системы: логико-математическое моделирование. Киев : Наукова думка, 1992. 272 с.
263. Пацюков В. П. Дифференциальные игры при различной информированности игроков. Москва : Советское радио, 1967. 200 с.
264. Первозванский А. А. Математические методы в управлении производством. Москва : Наука, 1972. 616 с.

265. Петров Е. Т. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах. Київ : Техніка, 2004. 250 с.
266. Петров Ю. А. Логическая функция категорий диалектики. Москва : Высшая школа, 1972. 272 с.
267. Петров Ю. П., Петров Л. Ю. Неожиданное в математике и его связь с авариями и катастрофами. Санкт-Петербург : БХВ – Петербург, 2005. 240 с.
268. Петровский В. А. Поведение человека в ситуации опасности (к психологии риска). *Новые исследования в психологию*. 1971. № 1.
269. Петросян Л. А., Томский Г. В. Динамические игры и их приложения. Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1982. 252 с.
270. Повзик Я. С., Ключ П. П., Матвейкин А. М. Пожарная тактика. Москва : Стройиздат, 1990. 335 с.
271. Подчасова Г. П., Лагода А. А., Рудницкий В. Р. Управление в иерархических производственных системах. Киев : Наукова думка, 1989. 184 с.
272. Положення про єдину державну систему цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 9.01.2014 р. № 11. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-п>.
273. Полунін О. В. Переживання часу: психологічне дослідження на прикладі хвилинного інтервалу : автореф. дис. ... канд. психол. наук: спец. 19.00.01 «Загальна психологія, історія психології». Київ, 1996. 22 с.
274. Пономаренко Ю. Л., Константинов С. М. Інформаційні технології управління сучасним підприємством. Львів : УАД, 2010. Т. 1. 368 с.
275. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке. Москва : Наука, 1982. 360 с.
276. Поспелов Г. С. Ситуационное управление (теория и практика). Москва : Наука, 1986. 288 с.
277. Поспелов Д. А. Логико-математические модели в системах управления. Москва : Энергоиздат, 1981. 232 с.
278. Поспелов Д. А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. Москва : Радио и связь, 1989. 184 с.
279. Потураев В. Н., Белобров В. И. Анализ динамики механических систем. Київ : Вища школа, 1989. 151 с.
280. Права техногенної безпеки : Наказ МВС України від 15.11.2018 р. № 879. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1346-18?lang=uk>.
281. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии / ред.: А. А. Крылова, С. Л. Маничева. Москва, Санкт-Петербург : Питер, 2004. 560 с.
282. 201. Практический интеллект / ред. Р. Стернберг. Москва, Санкт-Петербург : Питер, 2002. 272 с.
283. Пригожин А. И. Организации: системы и люди. Москва : Политиздат, 1983. 176 с.
284. Принципы самоорганизации / ред. А. Лернера. Москва : Мир, 1966. 621 с.
285. Про автомобільний транспорт : Закон України від 05.04.2001 р. № 2344-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14>.
286. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т XIII / под ред. Ю. А. Израель. Ленинград : Гидрометелиздат, 1991. 313 с.
287. Про внесення змін до Постанови Кабінету Міністрів України № 841 : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.11.2016 р. № 905. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/905-2016-п>.



288. Прогнозно-аналитическая система поддержку принятия решений по региональной безопасности / Быченко Н. Н., Гайдук О. В., Мостовой В. В., Терещенко В. С., Сенченко А. Д. *Управляющие системы и машины*, 2000. № 4. С. 88–95.

289. Про Державну комісію з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.01.2015 р. № 18. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/18-2015-п>.

290. Про деякі питання надання підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій платних послуг : Постанова Кабінету Міністрів України від 20.02.2012 р. № 110. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/110-2012-п>.

291. Про затвердження Загального положення про спеціальну Урядову комісію з ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і Загального положення про спеціальну комісію з ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру регіонального, місцевого та об'єктового рівня : Постанова Кабінету Міністрів України від 14.06.2002 р. № 843. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/843-2002-п>.

292. Про затвердження Інструкції з організації перевірок діяльності міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування щодо виконання вимог законів та інших нормативно-правових актів з питань техногенної та пожежної безпеки, цивільного захисту : Наказ МВС України від 06.02.2017 р. № 92. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0276-17>.

293. Про затвердження Методики планування заходів з евакуації : Наказ МВС від 10.07.2017 р. № 579. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0938-17>.

294. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо порядку створення, обладнання та забезпечення функціонування консультаційних пунктів із питань цивільного захисту при житлово-експлуатаційних організаціях та сільських (селищних) радах : Наказ МНС України від 07.06.2011 р. № 587. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0587735-11>.

295. Про затвердження Положення про добровільні формування цивільного захисту : Постанова кабінету Міністрів України від 21.08.2013 р. № 616. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/616-2013-п>.

296. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 9.01.2014 р. № 11. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-п>.

297. Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 р. № 444. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-п>.

298. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями : Постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 р. № 368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-п>.

299. Про затвердження Порядку підготовки до дій за призначенням органів управління та сил цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 р. № 443. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/443-2013-п>.

300. Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.10.2013 р. № 841. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/841-2013-п>.

301. Про затвердження Порядку утворення, завдання та функції формувань цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 9.10.2013 р. № 787. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/787-2013-п>.
302. Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 11.03.2015 р. № 101. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/101-2015-п>.
303. Про затвердження Типового положення про регіональну та місцеву комісію з питань техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.06.2015 р. № 409. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/409-2015-п>.
304. Про затвердження Типового положення про територіальні курси цивільного захисту та безпеки життєдіяльності, навчально-методичні центри цивільного захисту та безпеки життєдіяльності : Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 16.10.2018 р. № 835. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1256-18>.
305. Про звернення громадян : Закон України від 2.10.1996 р. № 393/96-ВР. URL: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/393/96-вр>.
306. Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки : Постанова Кабінету Міністрів України від 11.07.2002 р. № 956. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/956-2002-п>.
307. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України від 18.01.2001 р. № 2245-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14>.
308. Про перевезення небезпечних вантажів : Закон України від 06.04.2000 р. № 1644-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14>.
309. Про правовий режим воєнного стану : Закон України від 12.05.2015 р. № 389-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19>.
310. Про правовий режим надзвичайного стану : Закон України від 16.03.2000 р. № 1550-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-14>.
311. Протасов О. О. Системна концепція еволюції біосфери і сучасна екологічна криза. *Вісник Національної академії наук України*, 2016. № 4. С. 53–63.
312. Прыкин Б. В., Иш В. Г., Ширшиков Б. Ф. Основы управления. Производственно-строительные системы. Москва : Стройиздат, 1991. 336 с.
313. Психологическая диагностика / под ред.: М. К. Акимова, К. М. Гуревич. Санкт-Петербург : Питер, 2003. 652 с.
314. Психологія / ред. Ю. Л. Трофімов. Київ : Либідь, 2001. 558 с.
315. Психология экстремальных ситуаций : хрестоматия / ред. А. Тарас. Минск : Харвест, 2002. 480 с.
316. Психология мышления / ред. А. М. Матюшкина. Москва : Прогресс, 1965. 531 с.
317. Психолого-тренувальний полігон. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. URL: <https://ldubgd.edu.ua/content/psihologo-trenuvalniy-poligon>.
318. Пфанцагль И. Теория измерений. Москва : Мир, 1976. 248 с.
319. Рак Т. Є. Аналіз кризових ситуацій в активних ієрархічних системах з розмитою структурою. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 64. С. 202–207.
320. Рак Т. Є. Ієрархічні моделі та інформаційні технології оперативного управління в умовах надзвичайних ситуацій : автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.13.06 – інформаційні технології. Львів, 2013. 39 с.

321. Рак Т. Є. Інформаційні технології оцінки професійного рівня і інтелекту операторів для роботи в умовах ризику. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 62. С. 202–207.
322. Рак Т. Є. Ситуаційні моделі прийняття рішень та когнітивні аспекти тактико-психологічної підготовки пожежників. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 63. С. 206–213.
323. Рак Ю. П., Рак Т. Є., Зачко О. Б., Пути усовершенствования профессиональной подготовки специалистов подразделений МЧС с использованием информационно-телекоммуникационных технологий. *Управляющие системы и машины*. Киев : МНУЦИТиС, 2011. Вип. 4. С. 37–43.
324. Резниченко С. С., Подольский М. П., Шихман А. А. Экономико-математические методы и моделирование в планировании и управлении горным производством. Москва : Недра, 1991. 429 с.
325. Риггс Дж. Производственные системы: планирование, анализ, контроль. Москва : Прогресс, 1972. 339 с.
326. Ритцер Дж. Современные социологические теории. Санкт-Петербург : Питер, 2002. 688 с.
327. Робертс Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. Москва : Наука, 1986. 496 с.
328. Розен В. В. Цель, оптимальность решения. Москва : Радио и связь, 1982. 168 с.
329. Ройтман А. Г. Предупреждение аварий жилых зданий. Москва : Стройиздат, 1990. 240 с.
330. Росс-Эшби У. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения. Москва : Мир, 1964. 411 с.
331. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. Санкт-Петербург : Питер, 2005. 713 с.
332. Ру Д., Сулье Д. Управління. Київ : Основи, 1995. 447 с.
333. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование организация систем. Москва : Радио и связь, 1991. 224 с.
334. Сагунов В. И., Ломакина Л. С. Контролепригодность структурно связанных систем. Москва : Энергоатомиздат, 1990. 112 с.
335. Самонастраивающиеся системы : справочник / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. П. И. Чинаева. Киев : Наукова думка, 1969. 527 с.
336. Самонов А. П. Психологическая подготовка пожарных. Москва : Стройиздат, 1982. 79 с.
337. Самонов А. П. Психология для пожарных. Пермь, 1999. 599 с.
338. Свиридов В. В. Контроль в сложных системах. Москва : Знание, 1978. 61 с.
339. Сеньківський В. М., Кудряшова А. В., Козак Р. О. Інформаційна технологія формування якості редакційно-видавничого процесу : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2019. 272 с.
340. Сироджа И. Б., Тупалов В. Т., Левин С. В. Структурно-аналитические модели и алгоритмы распознавания и идентификации объектов управление. Киев : Техніка, 1993. 203 с.
341. Системные механизмы поведения / ред. К. В. Судаков. Москва : Медицина, 1990. 240 с.
342. Системы автоматизированного проектирования и диспетчеризация производственных процессов / под ред. А. А. Павлова. Киев : Техніка, 1990. 198 с.
343. Системи підтримки прийняття рішень / ред. В. Ф. Ситник. Київ : Техніка, 1995. 162 с.

344. Ситуаційні моделі подій та логіка прийняття рішень в активних інтелектуальних системах в умовах дії загроз / Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С., Лиса Н. К. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2009. Вип. 52. С. 174–179.
345. Сікора Л. С. Інформаційно-ресурсна концепція ідентифікації і синтезу робастних систем управління. Львів : ЦСД, 1999. 372 с.
346. Сікора Л. С. Когнітивні моделі та логіка оперативного управління в ієрархічних інтегрованих системах в умовах ризику. Львів : ЦСД «ЕБТЕС», 2009. 432 с.
347. Сікора Л. С. Лазерні інформаційно-вимірювальні системи для управління технологічними процесами. Ч. 1. Львів : Каменяр, 1998. 445 с.
348. Сікора Л. С. Робастні та інформаційні концепції в процедурах синтезу систем управління. Т. 6. Львів : 2011. 577 с.
349. Сікора Л. С. Системні, інформаційні та когнітивні компоненти виникнення ризикованих та екстремальних ситуацій в ієрархічних системах при кризовому управлінні. Частина 1. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2011. Вип. 59. С. 182–192.
350. Сікора Л. С. Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. Львів : Каменяр, 1998. 453 с.
351. Сікора Л. С., Лиса Н. К. Інформаційні та лазерні технології створення систем екологічного моніторингу енергоактивних техногенних виробничих структур. Львів : Українська академія друкарства, 2019. – 370 с.
352. Сікора Л. С., Лиса Н. К. Інформаційно-енергетична концепція створення вимірювальних систем на підставі ефекту ВКР-розсіювання фотонів. *Комп'ютерні технології друкарства*. Львів, 2015. № 2 (34). С. 28–40.
353. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Владика Р. М. Моделі лазерної діагностики технологічних середовищ на основі балансного методу для контролю викидів пилу в енергоблоках. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2010. Вип. 55. С. 168–171.
354. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Лях І. М. Інформаційно-енергетична концепція та базові моделі активізації технологічних процесів на підставі лазерного фотонного зондування. Ч. 1. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2015. Вип. 74. С. 139–148.
355. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Лях І. М. Інформаційно-енергетична концепція та базові моделі активізації технологічних процесів на підставі лазерного фотонного зондування. Ч. 2. Інформаційно-енергетична концепція та моделі лазерної активізації технологічних процесів. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2015. Вип. 75. С. 132–143.
356. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Омеляновський П. Й. Моделі комплексування вимірювальних і інформаційних лазерних систем для оцінки параметрів стану технологічних процесів та середовища в граничних режимах управління. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*, 2009. Вип. 53. С. 201–209.
357. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивна модель інформаційної ідентифікації причинно-наслідкових зв'язків при дії активних факторів на систему. Частина 1. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2016. Вип. 76. С. 152–165.

358. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивна модель інформаційної ідентифікації причинно-наслідкових зв'язків при дії активних факторів на систему. Частина 2. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ПІМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2016. Вип. 76. С. 169–178.

359. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л. Підготовка систем з штучним інтелектом для роботи в швидкоплинних динамічних ситуаціях. *Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації* : зб. матер. Міжнародної наук.-практ. конф. Львів : ЛДУ БЖД, 2016. С. 508–510.

360. Сікора Л. С., Лиса Н. К., Якимчук Б. Л. Моделі оперативних експертних висновків при неповних даних про стан інтегрованих систем для формування образів ситуацій та управляючих рішень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ПІМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 70. С. 177–192.

361. Сікора Л. С., Медиковський М. О., Грицик В. В. Перспективні інформаційні технології в системах автоматичного управління енергоактивними об'єктами виробничих структур. Львів : ДНДІ, 2002. 416 с.

362. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л. Когнітивна складова в інтелектуальній діяльності оператора при формуванні інформаційного образу динамічної ситуації. *Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 20–21 жовтня 2016 р.). Львів, 2016. С. 504–506.

363. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є. Інформаційні причинно-наслідкові моделі дії факторів загроз на енергетично-активні потенційно-небезпечні агреговані об'єкти. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ПІМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 65. С. 134–145.

364. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є. Когнітивні моделі інтелектуальних процесів та логіко-математичні процедури формування стратегій поведінки оперативного персоналу в екстремальних умовах. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ПІМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2012. Вип. 66. С. 118–137.

365. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. Когнітивні компоненти прийняття рішень інтелектуальним агентом в умовах пов'язаних із ризиком. *Наукові записки. Серія «Психологія і педагогіка»*. Тематичний випуск «Актуальні проблеми когнітивної психології». Острог : НУОА, 2013. Вип. 24. С. 114–117.

366. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. Процедури проведення тестування інтелектуально-психологічної стійкості персоналу. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*. Львів : ЛДУ БЖД, 2009. Вип. 2. Ч. 2. С. 182–187.

367. Сікора Л. С., Якимчук Б. Л., Ткачук Р. Л. Аналіз вимог до рівня інтелекту оперативного персоналу задіяного в обслуговуванні складних ієрархічних систем. *Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації* : зб. матер. Міжнародної наук.-практ. конф. Львів : ЛДУ БЖД, 2016. С. 506–508.

368. Скачко П. Г. Управление войсками с помощью сетевых методов. Москва : Воениздат, 1974. 143 с.

369. Скурихин В. И., Шифрин В. Б. Дубровский В. В. Математическое моделирование. Киев : Техника, 1983. 270 с.

370. Смирнов Б. А., Довгополова Е. В. Психология деятельности в экстремальных ситуациях. Харьков : Гуманитарный центр, 2007. 292 с.

371. Смирнов В. А. Логические методы анализа научного знания. Москва : УРСС, 2002. 264 с.
372. Смоляков Э. Р. Равновесные модели при несовпадающих интересах участников. Москва : Наука, 1986. 221 с.
373. Смолян Г. Д., Тоболев К. В. Человеческий фактор в системах управления. Москва : Знание, 1974. 64 с.
374. Солитоны в действии / ред. К. Лонгрэн, Э. Скотт. Москва : Мир, 1981. 312 с.
375. Соловьев В. А. Тесты, теория, построение, применение. Москва : Наука, 1978. 187 с.
376. Солсо Р. Когнитивная психология. Санкт-Петербург : Питер, 2002. 502 с.
377. Спиридонов В. В. Контроль сложных систем. Москва : Знание, 1978. 64 с.
378. Справочник по инженерной психологии / ред. Б. Ф. Ломов. Москва : Машиностроение, 1982. 368 с.
379. Справочник по исследованию операций / ред. В. А. Матвейчук. Москва : Воениздат, 1979. 368 с.
380. Стефанюк В. П. Представление знаний и обучение в терминах теории категорий. Алгоритмы обработки экспериментальных данных. Москва : Наука, 1971. 256 с.
381. Такеути Г. Теория доказательств. Москва : Мир, 1978. 412 с.
382. Танаев В., Карнаух И. Практическая психология управления. Москва : АСТ – Пресс книга, 2003. 304 с.
383. Тарасов В. А., Герасимов Б. М., Левин И. А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений. Киев : МАКНС, 2007. 336 с.
384. Тарнавский А. Б., Ткачук Р. Л. Отбор персонала с высоким уровнем стрессостойкости. *Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации* : материалы Международной научно-практической конференции. Конференции. Беларусь, Гомель, 2014. С. 414–415.
385. Тафтул М. Г. Логіка. Київ : ВЦ Академія, 2002. 368 с.
386. Твичшани Д. П. Организация и управление. Москва : Наука, 1970. 378 с.
387. Теория прогнозирования и принятия решений / ред. С. А. Саринсян. Москва : Высшая школа, 1977. 351 с.
388. Теория систем. Математические методы и моделирование: сборник ст. / под ред. А. Н. Колмогорова, С. П. Новикова. Москва : Мир, 1989. 384 с.
389. Теория выбора и принятия решений / ред. И. М. Макарова. Москва : Наука, 192. 328 с.
390. Термінальні та ситуаційні проблемні задачі інформаційного забезпечення опрацювання даних оператором від інформаційно-вимірювальних систем для АСУ–ТП складними об'єктами / Сікора Л. С., Лиса Н. К., Якимчук Б. Л., Марцишин Р. С., Міюшкович Ю. Г. *Вісник НУ «Львівська політехніка»*. Інформаційні системи та мережі, 2014. № 783. С. 204–216.
391. Тестирование в спортивной медицине / Карпман В. А. и др. Москва : Физкультура и спорт, 1988. 208 с.
392. Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Санкт-Петербург : БХВ Петербург, 2007. 384 с.
393. Технология системного моделирования / Аврамчук Е. Ф., Вавилов А. А., Емельянов С. В. и др. под общ. ред. С. В. Емельянова и др. Москва : Машиностроение; Берлин : Техник, 1988. 520 с.
394. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. Москва : Наука, 1967. 444 с.

395. Тимченко О. В., Вовк А. Інформаційні технології підтримки виробничих процесів в складних агрегованих структурах з використанням САПР і АСУ-ТП. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2014. Вип. 72. С. 161–174.
396. Тихомиров О. К. Психологія мышлення. Москва : МГУ, 1984. 272 с.
397. Ткачук Р. Л. Інформаційна концепція синтезу професійно-орієнтованих тестів для оператора виробничих систем з потенційно небезпечним об'єктом. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 69. С. 211–118.
398. Ткачук Р. Л. Інформаційні та інтелектуальні компоненти в процесі мислення оператора. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 81. С. 106–114.
399. Ткачук Р. Л. Інформаційні технології формування прийняття цільових рішень для ліквідації надзвичайних ситуацій в потенційно небезпечних об'єктах виробничих систем. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 69. С. 209–221.
400. Ткачук Р. Л. Когнітивні системи інтелектуального агента. *Сучасні тенденції розвитку додрукарських систем* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Львів, 2018. С. 113–114.
401. Ткачук Р. Л. Лінгвіністичні і логічні аспекти формування процедур прийняття термінальних рішень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 78. С. 132–141.
402. Ткачук Р. Л. Логіка інтерпретації ситуацій при формуванні цілеорієнтованих рішень. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 79. С. 136–143.
403. Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивні моделі прийняття цільових рішень в контексті часового простору. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2015. Вип. 74. С. 148–153.
404. Ткачук Р. Л. Механізми формування та прийняття рішень за умов невизначеності. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів IV науково-практичної конференції. Львів : ЛДУ БЖД, 2011. С. 166–168.
405. Ткачук Р. Л. Оцінка інтелектуальних здібностей особистості оператора, який працює в умовах екстремальних ситуацій. *Технології захисту/ПожТех-2015* : матеріали 17 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. Київ, 2015. С. 397–400.
406. Ткачук Р. Л. Оцінка сприйняття часу оператором автоматизованих систем управління технологічним процесом при формуванні цільових рішень. *Інформаційні технології друкарства: алгоритми, сигнали, системи ДРУКОТЕХН-2018* : матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. Львів, 2018. С. 48–50.
407. Ткачук Р. Л. Предметно-орієнтована інформаційна і знанева структура інтелектуальних тестів для оцінки здатності оператора приймати рішення в надзвичайних ситуаціях. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 70. С. 216–226.
408. Ткачук Р. Л. Професійна підготовка персоналу до дій в екстремальних ситуаціях з використанням рангових тестів. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ : ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2017. Вип. 80. С. 137–147.
409. Ткачук Р. Л. Психологічні аспекти здатності оператора приймати рішення в надзвичайних ситуаціях. *Технології захисту/ПожТех-2014* : матеріали 16 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. Київ, 2014. С. 292–294.

410. Ткачук Р. Л. Системні та інформаційні динамічні компоненти і логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 68. С. 187–193.
411. Ткачук Р. Л., Гаврись А. П. Using of unmanned aerial vehicles of foreign production for civil protection. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій*: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси, 2017. С. 162–163.
412. Ткачук Р. Л., Кунченко-Харченко В. І., Ткачук Г. В. Інформаційні технології та системологія прийняття цільових рішень в ПНО активним інтелектуальним агентом. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2013. Вип. 66. С. 128–142.
413. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах: монографія. Львів: Ліга-Прес, 2010. 404 с.
414. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Модель управління професійною підготовкою до діяльності в умовах ризику. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 2012. С. 212–215.
415. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Системні та інформаційні динамічні компоненти і логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності при прийнятті оперативних рішень. *Вісник Національного університету «Львівська Політехніка»*. 2014. № 783. С. 234–242.
416. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К. Динаміка зміни швидкості мислення при дії стресових факторів на інтелектуального агента-оператора, яка враховує можливість правильної оцінки ситуації. *Інформаційні технології та взаємодії» (IT&I'2018)*: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2018. С. 222–223.
417. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В. Професійно-психологічний відбір кандидатів з високим рівнем інтелектуально-психологічної стійкості. *Форум молодих науковців Львова*: збірник тез конференції. Львів, 2009. С. 81–85.
418. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. Логіко-когнітивні процедури та моделі прийняття рішень в ієрархічних структурах в режимі дії загроз та аварійних ситуацій. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ: ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2009. Вип. 53. С. 145–151.
419. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. Логіко-математичні моделі в розробленні процедур тестування для оцінки професійної придатності до оперативної роботи в інформаційних ієрархічних системах. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. Київ: ІПМЕ. 2009. Вип. 52. С. 139–144.
420. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. Моделі та методи оцінки професійної придатності кадрів для обслуговування ієрархічних інформаційних систем. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. Київ: ІПМЕ. 2009. Вип. 53. С. 164–169.
421. Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Сікора Л. С. Психологія оперативного управління в надзвичайних ситуаціях. *Психологічні аспекти національної безпеки: організована злочинність*: збірник тез IV міжнародної науково-практичної конференції. Львів: ЛДУВС, 2010. С. 217–219.
422. Ткачук Р. Л., Цалик Н. Ю. Характеристика професійно важливих якостей особистості при діяльності в особливих умовах. *Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України*: збірник тез IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. Хмельницький, 2011. С. 343–344.



423. Трахатуров В. М., Шевчук О. Б. Ризики підприємницької діяльності: Проблеми аналізу. Київ : Зв'язок, 2000. 152 с.
424. Трифянчин С. М., Ткачук Р. Л. Аналіз особливостей поведінки в екстремальних ситуаціях залежно від типу темпераменту. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів IV науково-практичної конференції. Львів : ЛДУ БЖД, 2011. С. 169–174.
425. Физиология поведения: Нейробиологические закономерности / под ред. А. С. Бутуева. Ленинград : Наука, 1987. 736 с.
426. Филиппов А. Т. Многомеккий солитон. Москва : Наука, 1990. 288 с.
427. Фишберг П. Теория полезностей для принятия решений. Москва : Наука, 1978. 352 с.
428. Формування причинно-наслідкових зв'язків при оцінці динамічних термінальних ситуацій в потенційно-небезпечних об'єктах / Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Рак Т. Є., Якимчук Б. Л. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 65. С. 107–125.
429. Фресс П., Плаже Ж. Экстремальная психология. Москва : Прогресс, 1973. 341 с.
430. Хайес П. Логика действий. Интегральные работы : сборник статей. Москва : Мир, 1975. Вып. 2. С. 441–472.
431. Хейс Д. Причинный анализ в статистических исследованиях. Москва : Финансы и статистика, 1981. 254 с.
432. Хенли Э. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. Москва : Машиностроение, 1984. 528 с.
433. Холодная М. А. Психология интеллекта. Санкт-Петербург : Питер, 2002. 272 с.
434. Хомская Е. Д. Нейропсихология. Москва : МГУ, 2005. 496 с.
435. Цыгачко В. Н. Руководителю о принятии решений. Москва : Финансы и статистика, 1991. 240 с.
436. Цалик Н. Ю., Ткачук Р. Л. Альтернативи у формуванні та прийнятті рішень у вирішенні проблемних ситуацій. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів IV науково-практичної конференції. Львів : ЛДУ БЖД, 2011. С. 180–182.
437. Цалик Н. Ю., Ткачук Р. Л. Особливості професійної адаптації молодого спеціаліста до діяльності в особливих умовах. *Особистість в екстремальних умовах* : збірник матеріалів V науково-практичної конференції. Львів : ЛДУ БЖД, 2012. С. 223–226.
438. Цуканов Б. И. Время в психике человека : монография. Одесса : Астро-Принт, 2000. 219 с.
439. Цыганов В. В., Бухарин С. Н. Информационные войны в бизнесе и политике. Москва : Академический проект, 2007. 336 с.
440. Чайтли Ф. Мотивация. Киев : Вильямс, 2005. 160 с.
441. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 416 с.
442. Чикрий А. А. Конфликтно управляемые процессы. Киев : Наукова думка, 1992. 384 с.
443. Чубукова И. А. Основы информационных технологий – Data Mining. Москва : Бизнес, 2008. 382 с.
444. Чумаченко Н. Г., Заботина В. Н. Теория управленческих решений : учеб. пособие для вузов. Киев : Вища школа, 1981. 248 с.
445. Шапар А. Г., Михеев О. В. Концептуальні підходи до розуміння процесів антропогенної дестабілізації екологічних систем. *Вісник НАН України*, 2018. №3. С. 56–66.
446. Шапиро С. И. Мышление человека и переработка информации ЭВМ. Москва : Советское радио, 1980. 288 с.

447. Шибанов Г. П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек-техника. Москва : Машиностроение, 1983. 263 с.
448. Широкополосные виброударные генераторы механических колебаний / ред. К. Н. Рагульские. Ленинград, 1987. 75 с.
449. Широкин В. П. Архитектоника мышления и нейроинтеллект. Киев : Юниор, 2004. 560 с.
450. Штангерт А. М. Антикризове управління підприємством. Львів : УАД, 2008. 396 с.
451. Щербатих Ю. Психология страха. Москва : ЭЛСМО, 2003. 512 с.
452. Эденборо Р. Практическая психометрия. Эффективное интервьюирование. Санкт-Петербург : Питер, 2003. 384 с.
453. Экман П. Психология эмоций. Я знаю, что ты чувствуешь. Санкт-Петербург : Питер, 2010. 336 с.
454. Эксплуатация пожарной техники : справочник / Яковенко Ю. Ф., Зайцев А. И. и др. Москва : Стройиздат, 1991. 415 с.
455. Ярославский В. Военные методы в бизнесе. Тактика. Санкт-Петербург : Крылов, 2003. 192 с.
456. Ambite J. L., Knoblock C. A. Agent for information gathering. *IEEE Intelligent systems*. 1997. Vol. 12. № 5. Pp. 2–4.
457. Integrated control, diagnosis and reconfiguration of a heat exchanger / Balle P., Fischer M., Fussel D., Nelles O. and Insermann R. *IEEE Control Systems Interactive learning*. 1998. Vol. 18. № 3. Pp. 52–63.
458. Iversen E., Sears H. and Jacobsen S. Artificial arms evolve from robots, or vice versa? *IEEE Control Systems Innovations in undergraduate education*. 2005. Part II. Vol. 25. № 1. Pp. 16–20.
459. Johansson M., Cafvert M. and Astrom K. J. Interactive tools for education in automatic control. *IEEE Control Systems Interactive learning*. 1998. Vol. 18. № 3. Pp. 33–40.
460. Kovacic Z., Balenovic M. and Bogdan S. Sensitivity-based self-learning fuzzy logic control for a servo system. *IEEE Control Systems Interactive learning*. 1998. Vol. 18. № 3. Pp. 41–51.
461. Leckie T. and Yasinsac A. Metadata for anomaly-based security protocol attack deduction. *IEEE Transactions on Knowledge and data engineering*. 2004. Vol. 16. № 9. Pp. 1157–1168.
462. Leone N., Scarcello F. and Subrahmanian V. Optimal models of disjunctive logic programs semantics, complexity, and computation. *IEEE Transactions on Knowledge and data engineering*. 2004. Vol. 16. № 4. Pp. 487–503.
463. Les Z. and Les M. Shape understanding: knowledge generation and learning. *IEEE Transactions on Knowledge and data engineering*. 2004. Vol. 16. № 3. Pp. 343–353.
464. Macedonia M. Games soldiers play. *IEEE Spectrum*. «Virtual war». 2002. Vol. 39. № 3. Pp. 32–37.
465. Martsyshyn R., Miyushkovych Yu., Sikora L., Lysa N. and Tkachuk R. Information Technology of Remote Recognition the Dart-Arrow on the Target. *Proceedings of the 2018 IEEE Second Conference on Data Stream Mining & Processing* (Lviv, august 21–25, 2018). Lviv, 2018. Pp. 538–541.
466. Moore S. Psychiatry's Shocking new tools. *IEEE Spectrum*. «Psychiatry goes electric». 2006. Vol. 43. № 3. Pp. 20–25.
467. Sikora L., Lysa N., Martsyshyn R., Miyushkovych Yu., Tkachuk R. and Durnyak B. Information Technology of Laser Measurement System Creation for Automated Control Dynamics of Glue Drying in Polygraphy. *Proceedings of the international conference on computer science and information technologies. (CSIT)*. Lviv : Polytechnic National University, 2018. Pp. 89–92.

468. The smart architecy: scalable ontology-based modeling of ancient Chinese architectures / Liu Y., Xu C., Zhang Q. and Pan Y. *IEEE Intelligent systems*. 2008. Vol. 23. № 1. Pp. 49–56.
469. Virtual and remote control laboratory development The approach has two main goals: simplicity for lecturer and low cost for the student / Valera A., Diez J. L., Valles M. and Albertos P. *IEEE Control Systems Innovations in undergraduate education*. 2005. Part II. Vol. 25. № 1. Pp. 35–40.
470. Wehenkel L. Machine-learning approaches to power-system security assessment. *IEEE Intelligent systems*. 1997. Vol. 12. № 5. Pp. 60–72.
471. Wiederhold G. and Genesereth M. The conceptual basis for mediation services. *IEEE Intelligent systems*. 1997. Vol. 12. № 5. Pp. 38–47.
472. Wittenmark B. and Haglund H., Johansson M. Dynamic Pictures and Interactive learning. *IEEE Control Systems Interactive learning*. 1998. Vol. 18. № 3. Pp. 26–32.
473. Wu C.-H., Lee S.-J. Knowledge verification with an enhanced high-level Petri-net model. *IEEE Intelligent systems*. 1997. Vol. 12. № 5. Pp. 73–81.

НАУКОВО-ПРИКЛАДНЕ ВИДАННЯ

**Дурняк Б. В., Ткачук Р. Л., Машков О. А., Сікора Л. С., Лиса Н. К.**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ  
ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ  
ТЕРМІНАЛЬНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Монорафія

Верстка та макетування: Ткачук Р. Л.

Українська академія друкарства  
79020, м. Львів, вул. Під Голоском, 19  
Свідоцтво про внесення до державного реєстру  
ДК № 3050 від 11.12.2007 р.

Підписано до друку 19.11.2021 р. Формат 60×84/8  
Ум. друк. арк. 36,5. Друк офсетний. Тираж 300 примірників  
Зам. № 208

Віддруковано в ПП «Системи, технології, інформаційні послуги»  
м. Львів, вул. Медової Печери, 27



#### **Богдан Васильович ДУРНЯК**

Ректор Української академії друкарства, заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор. Автор понад 650 наукових праць, серед яких 28 монографій, 25 навчальних посібників, 11 патентів на винаходи. Сфера наукових інтересів: інформаційні та комп'ютерні технології, проектування систем автоматичного керування, математичне моделювання технологічних процесів, інформаційні технології захисту інформації. Створив науковий напрям та наукову школу, під його керівництвом захищено 8 докторських і 20 кандидатських дисертацій.



#### **Ростислав Львович ТКАЧУК**

Начальник кафедри управління інформаційною безпекою Навчально-наукового інституту цивільного захисту Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, доцент. Автор понад 160 наукових праць, серед яких 4 монографії, 5 навчальних посібників, 4 препринти. Сфера наукових інтересів: прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій, інформаційні технології у підготовці особового складу до дій в екстремальних умовах, інформаційна безпека.



#### **Олег Альбертович МАШКОВ**

Проректор з наукової роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління захисту довкілля та природних ресурсів України, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки України, Відмінник освіти України. Сфера наукових інтересів: теорія керування складними системами, аерокосмічні та інформаційні технології, екологічна безпека, технологія захисту навколишнього середовища. Створив науковий напрям та наукову школу в галузі функціонально стійких автоматизованих систем керування. Під його керівництвом захищено 11 докторських та 37 кандидатських дисертацій.



#### **Любомир Степанович СІКОРА**

Професор кафедри автоматизованих систем управління Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка». Дійсний член Інженерної академії України, почесний член IEEE, доктор технічних наук, професор. Автор понад 600 наукових публікацій, серед яких 12 монографій, навчальні посібники, препринти. Сфера наукових інтересів: лазерні технології автоматизованого управління в ієрархічних інтегрованих системах, когнітивна психологія прийняття рішень в екстремальних умовах. Під його керівництвом захищено 6 докторських та 16 кандидатських дисертацій.



#### **Наталія Корнеліївна ЛИСА**

Доцент кафедри автоматизованих систем управління Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка», доктор технічних наук. Автор понад 150 наукових праць, серед яких 3 монографії та 2 навчальні посібники. Сфера наукових інтересів: інформаційні технології, лазерні сенсори, когнітивні моделі в теорії управління ієрархічними системами.