

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ ДРУКАРСТВА

ТКАЧУК РОСТИСЛАВ ЛЬВОВИЧ



УДК 004:654.071-043.61]:[005.53:355.58](043.5)

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ ЗАСАДИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ РОБОТИ
В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

05.13.06 – інформаційні технології
(12 – інформаційні технології)

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Львів – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
Сікора Любомир Степанович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
професор кафедри автоматизованих систем управління

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України
Машков Олег Альбертович,
Державна академія післядипломної освіти та управління
Міністерства охорони навколишнього природного
середовища України, м. Київ,
проректор з питань науки

доктор технічних наук, професор
Тимченко Олександр Володимирович,
Українська академія друкарства,
професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

доктор технічних наук, доцент
Жарікова Марина Віталіївна,
Херсонський національний технічний університет,
доцент кафедри програмних засобів і технологій

Захист відбудеться «18» жовтня 2019 р. о 12.00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.101.01 в Українській академії друкарства за адресою: 79020, м. Львів, вул. Під Голоском, 19, ауд. 101.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української академії друкарства за адресою: 79008, м. Львів, вул. Підвальна, 17.

Автореферат розіслано 16 вересня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



В. Ц. Жидецький

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. 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, який приймає цілеорієнтовані рішення щодо управління елементами об'єктів і загалом техногенною системою в умовах ризику в процесі ліквідації загроз і збереження 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; психологічну і фізіологічну стійкість в умовах стресових ситуацій; здатність до ефективної адаптації в швидкозмінних ситуаціях; здатність до навчання та узагальнення знань і досвіду; цілеспрямованість та рішучість у досягненні поставленої мети; здатність до внутрішньої цілеорієнтації та адаптації.

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: Х. Райфи, М. М. Воробйова, В. М. Глушкова, А. О. Чикрія, В. О. Василенка, В. Лямця, А. Тевяшева, О. Є. Кузьміна.

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

Питаннями управлінської діяльності та забезпечення ефективності управління в складних інтегрованих системах присвячені праці учених: Біра Ст., Дж. Кантера, Н. Е. Кобринського, Г. П. Подчасової, М. З. Згуровського, 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: В. Ф. Венди, Р. Солсо, Г. Е. Алпандзе, В. С. Зайцева, М. А. Холодної, Л. Е. Орбан-Лембрика, Ю. П. Петрова, Л. С. Сікори.

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, 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: Е. С. Вентцеля, Дж. Гласса, Дж. Стенлі, В. Маршала, Я. С. Повзика, П. П. Клюса, Т. Є. Рака, М. В. Жарікової.

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.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Представлені в дисертації дослідження проводилися відповідно до плану науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності з теми «Психолого-педагогічні технології підготовки фахівців до діяльності в особливих умовах та її психологічний супровід» (РК № 0116U005307), «Проведення наукових досліджень щодо діяльності підрозділів ДСНС України» (ДР № 0108U006940). Крім того, дисертаційна робота пов'язана з вирішенням завдань, визначених постановою Кабінету Міністрів України від 6 серпня 2014 р. № 385, яка затверджує «Державну стратегію регіонального розвитку на період до 2020 року», та Стратегією розвитку Львівської області на період до 2020 року, Указом Президента України №5/2015 від 12.01.2015 року «Про Стратегію сталого розвитку „Україна – 2020”».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є створення теоретичних основ розроблення інформаційної технології підтримки прийняття рішень оперативним персоналом у техногенних системах із врахуванням особливостей термінального сприйняття надзвичайних ситуацій та інтелектуальних і когнітивних характеристик особистості.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі поставлено такі *задачі*:

1) дослідити 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 аналіз причин виникнення катастроф, системних конфліктів, ризиків у техногенних системах та здійснити огляд літературних джерел із проблеми причинно-наслідкових факторів виникнення ризиків у складних системах;

2) провести дослідження проблеми 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;

3) проаналізувати процедуру 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;

4) виконати 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;

5) розробити 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;

6) розробити 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;

7) розробити 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;

8) побудувати категорійно-логічні діаграми факторів впливу на інформаційну і технологічну структуру енергоактивного об'єкта; розробити й 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;

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

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

11) проаналізувати когнітивні фактори діяльності оперативного персоналу та методи їхнього тестування і розробити модель забезпечення процедури розв'язання задач управління техногенною системою в умовах надзвичайної ситуації;

12) 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 персоналу.

Об'єкт дослідження — процеси 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.

Предмет дослідження — моделі, методи та інформаційна технологія 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.

Методи дослідження. Проведені дослідження ґрунтуються на методах системного аналізу, які застосовувалися для побудови моделей об'єктів та енергоактивних процесів; методах 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; методах інформаційних технологій відбору та опрацювання даних із метою адекватного відображення ситуації і вибору когнітивних характеристик оперативного персоналу; методах термінальної логіки для побудови процедур прийняття рішень в екстремальних ситуаціях за умов підвищеного ризику та нечітких даних.

Наукова новизна отриманих результатів. *Наукова новизна результатів дисертаційної роботи полягає у розробленні теоретичних та прикладних засад інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в ситуаціях, пов'язаних із ризиком.*

Отримано такі наукові результати:

вперше:

1) встановлено причинно-наслідкові зв'язки виникнення катастроф, системних конфліктів та ризиків у техногенних системах на основі причинно-наслідкових факторів виникнення ризиків у складних системах;

2) визначено основні складові функціональної стійкості оперативного персоналу під час прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях на підставі когнітивної теорії інтелекту з врахуванням темпоральних характеристик та вибору стратегій управління техногенними системами в критично аварійних ситуаціях із ризиком аварій;

3) розроблено базу знань та виділено когнітивні характеристики оперативного персоналу, оптимальні за умов прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях (інтелектуальна стійкість, стресостійкість, цілеспрямованість для досягнення мети, здатність працювати в стресогенних умовах, темп мислення), які необхідні для прийняття управлінських рішень;

4) розроблено логіко-когнітивну модель інтелектуальної діяльності в умовах ризику та логіко-когнітивну інформаційну модель сприйняття подій на підставі концепції інтелектуального агента та аналізу інформаційних потоків даних у нейроструктурі оперативного персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, що забезпечує оптимальне формування динамічного образу оперативної ситуації;

5) розроблено модель інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій, ієрархічну модель прийняття рішень щодо управління оперативним працівником, логіко-когнітивну модель сприйняття структури і змісту об'єкта на підставі оперативних даних, модель процесу прийняття рішення за допомогою баз знань системи підтримки прийняття рішень (СППР), модель процесу розв'язання задач ліквідації надзвичайної ситуації оперативним персоналом, що уможливають формування та цілеспрямоване прийняття рішень щодо ліквідації аварій і загроз;

6) розроблено інформаційну технологію підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій, що дало змогу обґрунтувати використання логічних теорій як підстави для системології прийняття рішень в енергоактивних системах на основі логічної структури дерева рішень в циклі термінального часу управління техногенною системою у надзвичайних ситуаціях;

удосконалено:

7) технологію оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі використання когнітивної теорії, що дало змогу сформувати когнітивну функціональну структуру професійної діяльності оперативного персоналу та розробити логіко-когнітивні моделі для розв'язання слабо формалізованих задач управління та формування управлінських рішень на підставі інформаційної технології обробки даних;

отримали подальший розвиток:

8) метод побудови дерева рішень завдяки введенню напрямного конуса часової діаграми формування управлінських дій та моделі розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта техногенної енергоактивної системи, що дало змогу розробити інформаційну технологію формування управляючих рішень в умовах виникнення аварійної ситуації в техногенній системі;

9) когнітивна модель розвитку протиаварійних подій у частині формування термінальних рішень, що дало змогу застосувати логіко-когнітивну модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оперативним персоналом у процесі обробки різномірних даних.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробленні інформаційної технології оцінки когнітивних характеристик мислення оперативного працівника, які необхідні під час виконання протиаварійних дій для ліквідації надзвичайної ситуації та є основою побудови інтелектуальних тестів для відбору оперативного персоналу.

Реалізація результатів та впровадження. Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальному процесі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності для професійної підготовки магістрів зі спеціальності 263 «Цивільна безпека»; у навчально-методичному центрі цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Львівської області; у Департаменті запобігання надзвичайним ситуаціям Державної служби України з надзвичайних ситуацій 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; у приватному закладі вищої освіти «Буковинський університет», м. Чернівці, для підготовки операторського персоналу як доповнення до наявних методів оцінювання ефективності операторської діяльності, виявлення особливостей людини-оператора в процесі організації її інтелектуальної діяльності, а саме прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності та в умовах з великим ступенем ризику.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати дисертаційного дослідження отримані автором особисто. Праці 31–32, 34–35, 41, 44, 47, 52, 57, 60, 63, 66 написані одноосібно. У роботах зі співавторами здобувачу належать такі результати: обґрунтовано когнітивні аспекти проблеми управління та прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях [2, 14–15, 22–24, 42]; когнітивні моделі формування стратегій в умовах ризику [3, 25–26, 39]; когнітивна інтерпретація даних для прийняття рішень [4, 19–20]; моделі екстремальних ситуацій [1, 9, 21, 27, 33]; опрацювання даних оперативним працівником в умовах ризиків і стресів [2–3, 10, 20]; моделі впливу збурень в екологічному середовищі та оцінка ризиків [4, 5, 48–49]; когнітивна модель темпоральної дійсності під час прийняття рішень у кризових умовах [6–7, 18, 40–41, 43, 56]; ризику під час енергоактивних взаємодій у техногенних і екологічних системах [4, 8, 11, 48–49]; логіко-математичні моделі розроблення процедур тестування [12–13, 16–17, 28–29]; інформаційні технології структуризації ієрархічних систем для забезпечення рішень під час ліквідації надзвичайних ситуацій [9, 30, 61]; логічні та інформаційні задачі інтелектуалізації навчальних процесів [36–38, 50]; особливості поведінки в екстремальних ситуаціях [53]; когнітивна складова оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних під час прийняття рішень [18, 33, 51, 54–55]; емоційна стійкість в умовах ризику [58–59]; аналіз вимог до рівня інтелекту оперативного працівника, необхідного для прийняття рішень у складних системах [62, 64–65]; виявлення факторів впливу на процеси управління техногенною системою з агрегованою структурою [10, 67].

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційного дослідження неодноразово доповідалися та обговорювалися на 16 Міжнародних та Всеукраїнських конференціях, а саме: IEEE Second Conference on Data Stream Mining & Processing (м. Львів, 2018); IEEE 13th International Scientific and Technical Conference Computer Science and Information Technologies (CSIT) (м. Львів, 2018); Міжнародна науково-практична конференція: «Психологічні аспекти національної безпеки: організована злочинність» (м. Львів, 2010); Міжнародна науково-практична конференція: «Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи» (м. Київ, Львів, 2012); Міжнародна науково-практична конференція: «Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации» (Білорусія, м. Гомель, 2014); Міжнародна науково-практична конференція: «Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації» (м. Львів, 2016); Міжнародна науково-практична конференція: «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (м. Черкаси, 2017); Міжнародна конференція з автоматичного управління: «Автоматика/Automatics – 2018» (м. Львів, 2018); Міжнародна науково-технічна конференція: «Інформаційні технології друкарства: алгоритми, сигнали, системи» ДРУКОТЕХН-2018 (м. Львів, 2018); Міжнародна науково-практична конференція: «Інформаційні технології та взаємодії» (IT&I'2018) (м. Київ, 2018); Всеукраїнська науково-практична конференція: «Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України» (м. Хмельницький, 2011); Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю: «Особистість в екстремальних умовах» (м. Львів, 2013); Всеукраїнська науково-практична конференція рятувальників (м. Київ, 2014, 2015); Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: ад'юнктів, аспірантів, курсантів і студентів «Управлінські правові та економічні аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності населення і територій» (м. Львів, 2014); Всеукраїнська науково-практична конференція: «Сучасні тенденції розвитку додрукарських систем» (м. Львів, 2018).

Публікації. За темою дисертації з викладенням основних її результатів опубліковано 67 наукових праць, із них: 4 наукових монографії, 7 статей у періодичних виданнях, індексованих у наукометричних базах, 36 статей у наукових фахових виданнях України; 2 статті у матеріалах зарубіжних та українських конференцій, що індексуються у наукометричних базах Scopus, 18 статей та тез доповідей у збірниках праць конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел (351 найменування) та 6 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 458 сторінок, із них 271 сторінка основного тексту, 107 рисунків та 2 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовано проблему, мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет та наукову новизну досліджень, відображено їх практичну цінність. Наведено дані щодо апробації результатів дисертації та основні публікації.

У першому розділі «Аналіз проблеми інтелектуальної діяльності оперативного персоналу під час прийняття рішень для ліквідації загроз» проаналізована проблема виникнення ризиків і конфліктів між системами (активними гравцями) та внутрішніми компонентами системи на підставі теорії ігор, дослідження операцій та прийняття 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 рівнях. Базові концепції теорії ігор та дослідження операцій розроблені і відображені у фундаментальних працях: В. М. Глушкова, А. І. Пригожина, А. О. Чикрія, В. Лямця, А. Тевяшева та ін.

Проведений аналіз літературних джерел показав, що сьогодні створений потужний інструментарій для управлінської діяльності, розроблений і теоретично обґрунтований математичний та системний апарат для розв'язання задач управління складними об'єктами. Але водночас оперативний працівник позиціонується як інтелектуальний агент з інтегрованими функціями прийняття рішень без проведення когнітивного аналізу його діяльності.

Виконаний аналіз проблеми виникнення аварійних і граничних ситуацій у техногенних структурах та вибір стратегій управління енергоактивними системами в критичних ситуаціях виробництва засвідчив, що проблемі створення ефективних методів синтезу стратегій розв'язання конфліктів присвячена велика кількість праць, 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, якщо немає міжрівневих конфліктів; управління кадрами, згідно з вимогами виробничих технологій та функціонального управління на підставі тестування здібностей. Але, водночас, ці методи не враховують особливості когнітивної сфери особистості.

Згідно з концепцією стратегічного управління повинен бути виконаний баланс взаємних вимог, які би забезпечили безконфліктне функціонування АСУ:

- 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, що 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 цілеспрямованого втручання в систему (рис. 1).

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: системні (структура об'єкта, системи управління, виконавчі механізми, системи транспортування ресурсів та керування ними); системно-цільові (способи формування, представлення

мети в цільовому просторі системи управління та засоби її реалізації); інформаційні (відбір і обробка даних про стан об'єкта, їх оцінка, достовірність, методи формування і представлення образів ситуацій, їх розпізнавання, класифікація, інтерпретація); когнітивні (знаннева компонента управління); 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.

Проведено аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах, який показав, що запобігання техногенним надзвичайним ситуаціям є вкрай важливою й одночасно складною справою. Функціонування на території нашої держави чисельних 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 зростаючу небезпеку загроз життєдіяльності населен-

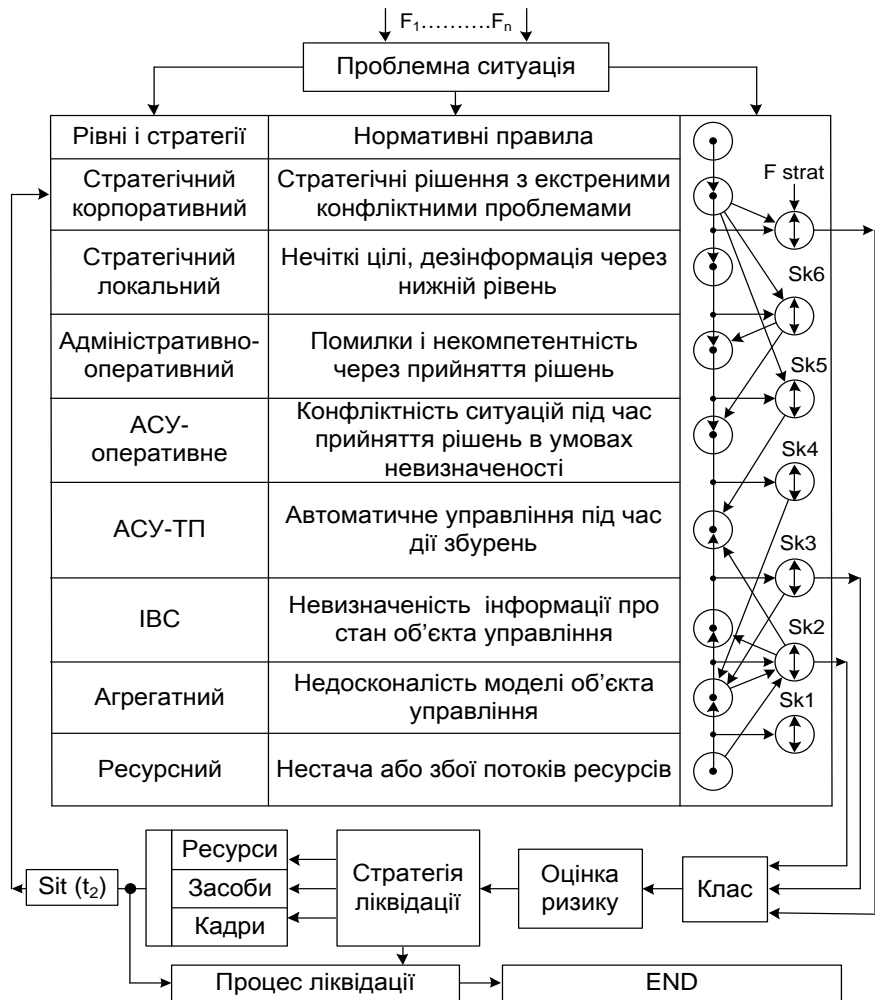


Рис. 1. Системні фактори ризику, неврахування яких призводить до аварій: ІВС — інформаційний вимір; АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом; $\{Sk_i\}$ — послідовність зміни ситуації ризику

ня, економіці і навколишньому природному середовищу.

Першочергову роль у вирішенні завдань ефективного реагування на надзвичайні ситуації відіграє державна політика у сфері цивільного захисту, яка активно впроваджується у державі шляхом безумовного виконання законів України, указів Президента та 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 та збереженні майна.

Аналіз методів протидії надзвичайним ситуаціям у техногенних енергоактивних системах ми провели на прикладі комплексного командно-штабного навчання аварійно-рятувальних підрозділів на об'єктах ТОВ «Карпатнафтохім» у м. Калуші як еталонної моделі стратегії реалізації протиаварійних дій.

Івано-Франківська область належить до регіону з 1-м ступенем хімічної небезпеки, де частка населення, яке проживає в зонах прогнозованого хімічного зараження, становить понад 27 тис. осіб.

Як приклад наведемо оперативно-тактичну характеристику підприємства з ієрархічною структурою — «Карпатнафтохім» з високим рівнем загроз і аварій.

Проведемо аналіз формування протиаварійних схем дій на прикладі товариства з обмеженою відповідальністю ТОВ «Карпатнафтохім», багатогалузевого підприємства, яке займає територію 235 гектарів.

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

Проаналізовано термінальні характеристики логіки дій аварійно-рятувальних підрозділів (алгоритм побудови послідовних дій і тактик ліквідації НС та пошуку потерпілих, рис. 2), які охоплюють: застосування табельних засобів індивідуального захисту органів дихання та шкіри; встановлення безперервного зв'язку та забезпечення оповіщення населення про стан НС; проведення аналізу первинної інформації про стан та прогноз розвитку НС, кількість потерпі-



Рис. 2. Схема алгоритму проведення пошуково-рятувальних робіт

них, проведення аналізу первинної інформації про стан та прогноз розвитку НС, кількість потерпі-

лих та масштаби руйнування; 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, передачу інформації засобами зв'язку до оперативно-координаційного центру (кризового центру ГУ ДСНС України в області та чергової частини ДСНС України); постійне інформування про перебіг ліквідації наслідків НС та забезпечення оперативної передачі фото-, відеоматеріалів із місця події.

Відповідно розв'язання проблеми та комплексу задач протидії виникнення техногенних катастроф є основою побудови системи безпеки як на окремо взятому об'єкті, так і в державі загалом.

У другому розділі «Логічні процедури формування оперативних рішень когнітивною системою ліквідатора в структурі державної служби України з надзвичайних ситуацій» розглянуто актуальну проблемну задачу аналізу 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 (рис. 3).

Відповідно розроблення інформаційної концепції логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику є важливою компонентою створення тестів для оцінки професійної придатності оперативного персоналу.

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.

Основні елементи і характерні властивості особи — інтелектуального агента (ІА) під час прийняття рішень: незмінність структури

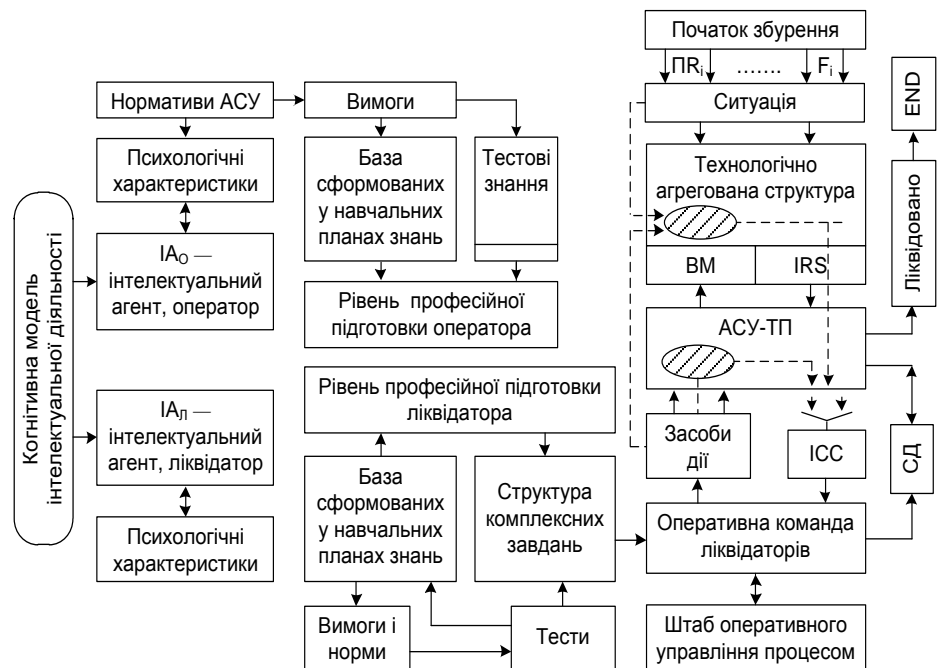


Рис. 3. Структурно-функціональна модель прийняття рішень оперативним працівником на підставі моделі інтелектуальної діяльності: *F* — фактори збурення; АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом; ВМ — виконавчий механізм; ІСС — інтелектуальна система сприйняття

системи в процесі функціонування; аферентний синтез як узагальнення потоків інформації; цілеорієнтація в процесі структуризації задачі; 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 задачі; зворотний зв'язок та контроль результатів локальних дій на рівні свідомості.

Відповідно моделі розвитку подій у темпоральному часі систем впродовж дії факторів ризику охоплюють дедуктивний метод побудови моделі, який ґрунтується на знаннях про структуру і закономірностях функціонування об'єкта; метод ідентифікації, що ґрунтується на серії експериментів, які дають підставу для побудови моделей динаміки на основі оптимальних стратегій планів досліджень, корекції результатів і даних та прийняття рішень щодо вибору моделі структури агрегату, об'єкта, системи; лінгвістичну модель опису ситуацій на основі евристик і баз даних та знань про минуле функціонування об'єкта, відповідно на її основі проводиться статистичне моделювання агрегатів, систем та імітаційне моделювання ситуацій.

Отже причинно-наслідкові моделі факторів впливу на об'єкт і відповідна провокація ситуації можуть бути в цих концепціях побудови моделей, а в описі ситуацій, в умовах розмитості даних використовується нечітка логіка і нечіткі множини. Відповідно, ця ситуація вимагає нових методів системного аналізу під час переходу від простих об'єктів до агрегованих та багаторівневих ієрархічних структур (рис. 4).

Побудова ієрархічних моделей системи полягає в обґрунтуванні багаторівневої організації структури виявлення ресурсних потоків, інформаційних каналів

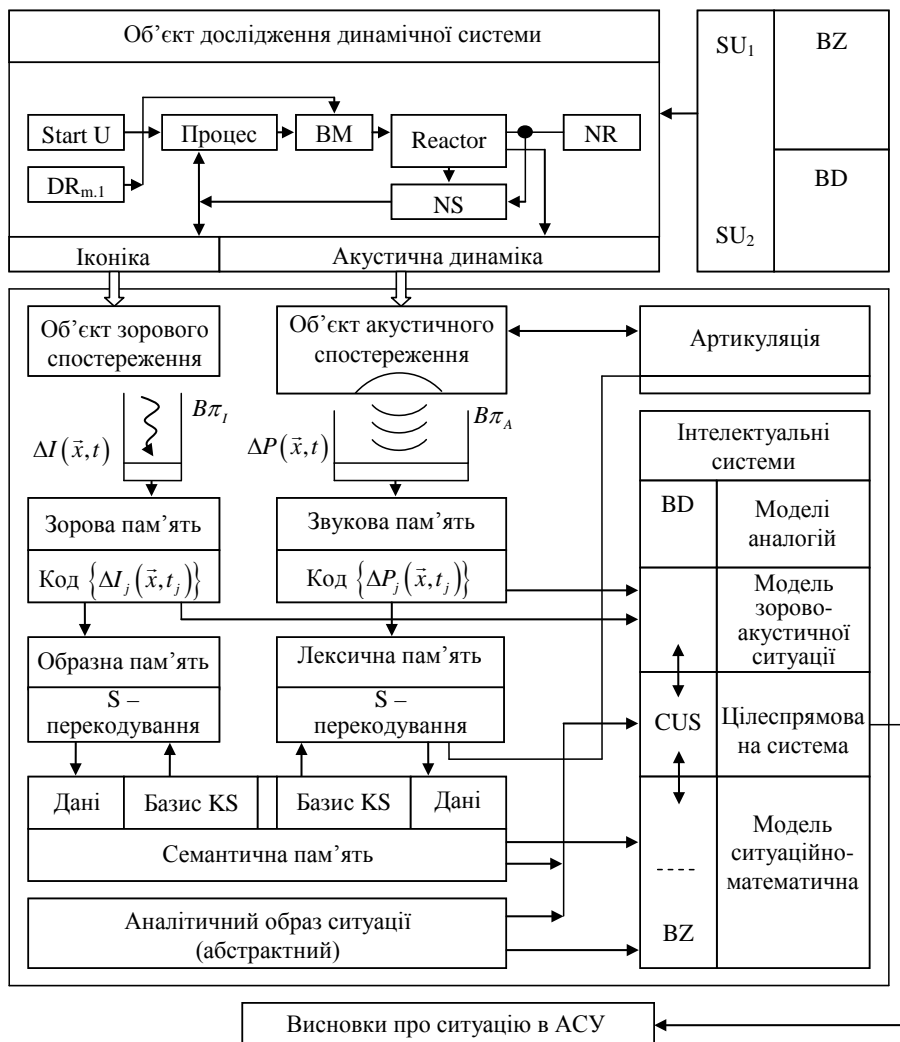
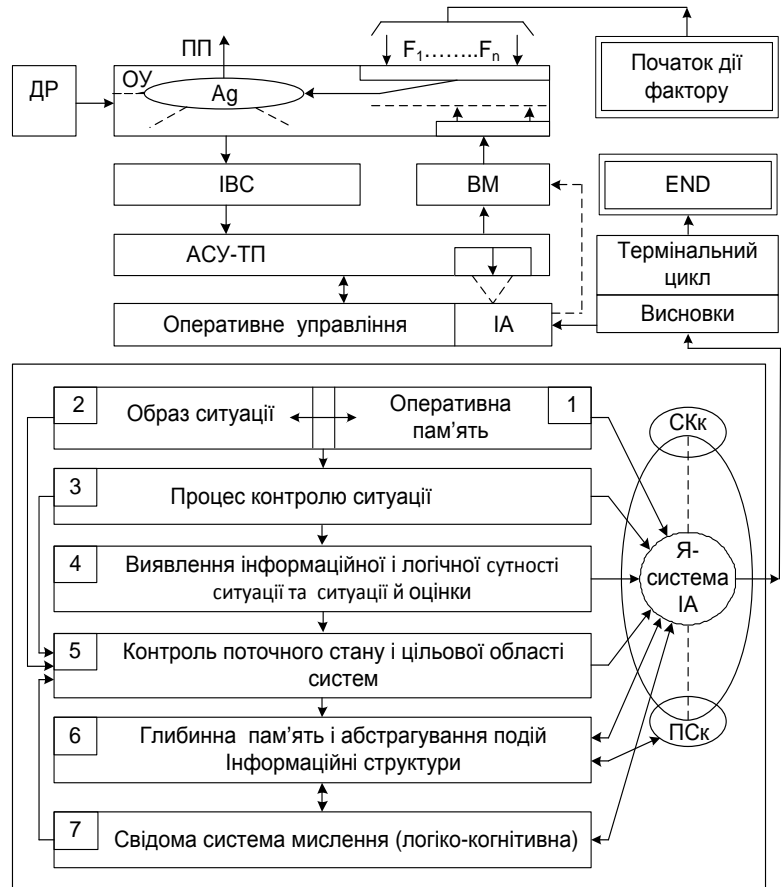


Рис. 4. Структурно-функціональна модель ієрархії обробки даних когнітивною системою оператора для оцінки ситуації в АСУ: Start U, SU — стратегія управління; BM — виконавчий механізм; DR — дерево рішень; NS — надзвичайна ситуація; NR — нормальний режим; BZ — база знань; BD — база даних; CUS — командна управляюча система; KS — когнітивна система

відбору передачі даних і управлінських команд на кожному рівні (стратегії) та між рівнями ієрархії виявлення послідовних стадій формування і реалізації рішень щодо управління під час формування стратегічних цілей і способів у термінальному часі (рис. 5).

Рис. 5. Логіко-когнітивна модель сприйняття подій оперативним працівником: ПП — поле подій; ДР — дерево рішень; ОУ — об'єкт управління; F_i — фактори впливу; Ag — агенти; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом; ІА — інтелектуальний агент; СК_к — свідома когнітивна компонента; ПС_к — підсвідома компонента



Важливою особливістю ієрархічних систем є фактори впливу на цілеорієнтацію упродовж термінального часу циклів управління керуючих структур: різні інтереси рівнів ієрархії щодо цілей; пріоритети верхніх рівнів над нижніми, що призводить

до конфліктів; невідповідність профпідготовки оперативного персоналу щодо прийняття рішень на інших рівнях через некоректні стратегії і низький рівень знань; вертикальне підпорядкування рівнів щодо формування стратегій.

Логіко-когнітивне темпоральне опрацювання даних оперативним працівником в процесі оцінки ситуації в техногенній системі розглянуто на рис. 6 та рис. 7.

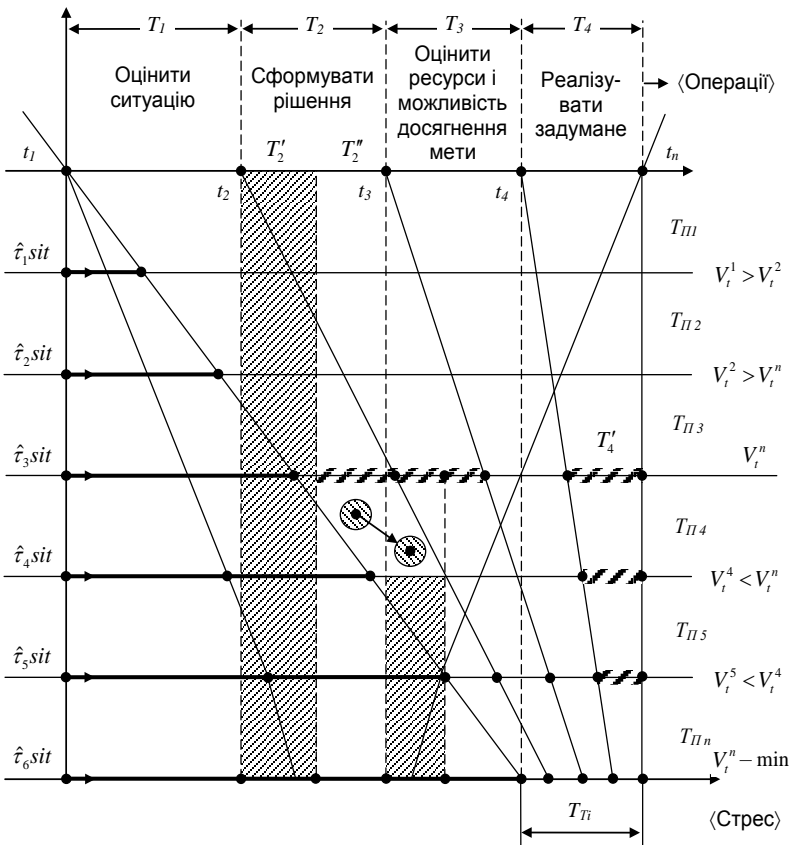


Рис. 6. Структура темпорального часу для прийняття необхідних структурованих рішень: $T_{Пn}$ — темпоральний пласт; t_n — часовий інтервал; T_{Ti} — інтервал прийняття цілеорієнтованого рішення

Згідно із стратегіями, логіка прийняття рішень на підставі оцінки ситуації з потоку даних, отриманих від ІВС-АСУ, будується у вигляді правила:

1) $\prod_{UK}^+ : \frac{A \Rightarrow B, A}{B}$; $\prod_{VK}^- : \frac{A \Rightarrow B, \bar{B}}{\bar{A}}$, яке 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:

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

$$\prod_{UK}^- : \frac{A \Rightarrow B, \bar{A} \Rightarrow B}{B}.$$

Схема стверджувально-заперечливого модулю роздільно-категоричного виводу впливає з правила (п. 3–6), які на підставі потоку даних у певний момент часу $|t_i|$ впродовж термінального часу $\{\tau_k\}$ є підставою для побудови висновку про ситуацію $\{\forall t_i |_{i=1}^m, \exists \tau_{ki}\}$.

3) Об'єднання термінальних даних про ситуацію

$$\prod_{SV}^+ : \frac{A \vee B, A}{B}; \prod_{SV}^- : \frac{A \vee B, \bar{A}}{\bar{B}}.$$

Відповідно до правил, маємо їхнє трактування:

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

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

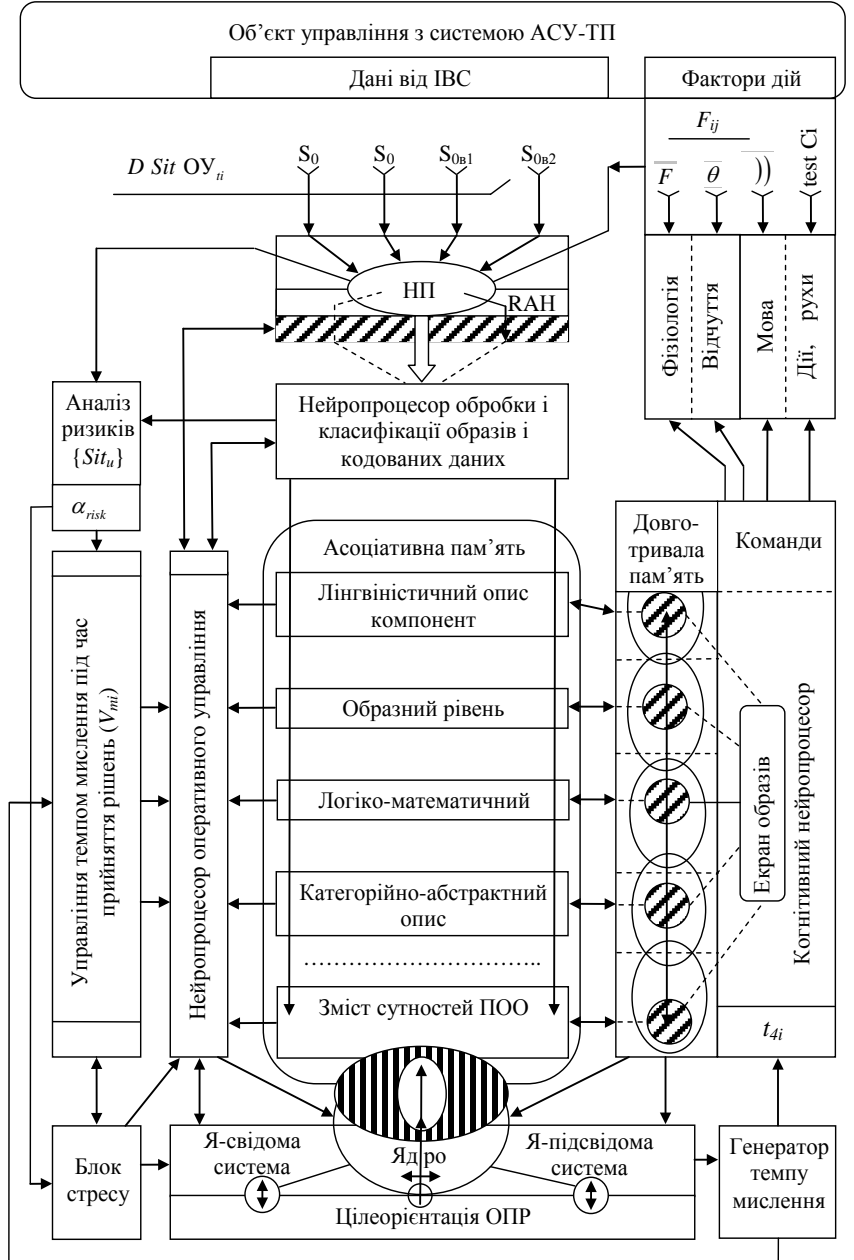


Рис. 7. Когнітивна модель інтелектуального опрацювання даних темпоральної дійсності оперативним працівником АСУ: ІВС — інформаційно-вчислювальна система; Sit — оперативна ситуація; OY — об'єкт управління; S_n — стани системи; РАН — ранг ситуації; НП — надзвичайна подія

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

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 $SitC$ під впливом B^F , то фактор A^F викликає також $Sit C$.

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

A^F не змінює його стан об'єкта.

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

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» досліджено логічні категорії в схемах прийняття цільових рішень оперативним персоналом у процесі управління в режимі загроз. Описані категорії в схемах прийняття цільових рішень, відношення між ними та їхнє трактування. Побудована логічна структура дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях.

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 ІВС та когнітивній системі ІА.

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 конструктивне усвідомлення 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 та причинами, які невідомі під час зорового спостереження сцен, ситуацій, а це вимагає відповідної побудови ланцюгів причинно-наслідкових зв'язків (ідентифікація структури та динаміки).

Можна виділити певні класи гіпотез для пояснення як одиничних досліджуваних фактів, так і множини, відповідно до ситуації, які ґрунтуються на моделі

(рис. 8) 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 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 (τ_n — минуле; τ_t — теперішнє; τ_r — прогнозований хід подій).

Під час побудови стратегії дій характеристики побудови і властивості конструктивних наукових гіпотез повинні охоплювати принципову перевірку припущень, покладених в основу генерації гіпотез; загальність схеми побудови зв'язків; наявність процедури передбачення наслідків прийняття гіпотези як підстави до дій; логічний конструктивізм і простоту використання в ланках виводу; розкриття причинно-наслідкових зв'язків на основі згенерованої схеми розвитку ситуацій; зв'язок явища з його інформаційною сутністю.

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



Рис. 8. 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

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 довжиною $K \{R_{i,i \in k}\}$, які пов'язують факти $(F_i \rightarrow F_i)$ і призводять до ситуації Sit, t з наслідком C_n .

Тоді маємо: $(\emptyset_A - \text{факти}) \rightarrow (\text{факти} \dots \text{впливу } F_i) \rightarrow$
 $\rightarrow \langle \text{модель} \dots \text{ситуації} - \langle Sit_{DS}(t, U / F_o) \rangle \rangle \rightarrow \text{Dekomp.} \langle Sit_{DS}^{t1} = \langle D_1 \rightarrow D_2 \rightarrow D_3 \dots D_K \rangle \rangle \rightarrow$
 $\rightarrow \langle \{F_i \rightarrow F_{i=1} \}_{i=1}^n \rightarrow \langle LR_K (Sit(t_K / F_i))_{i=1}^K \rangle \rangle \rightarrow H_i : (C_K \subset V(CSi)),$ 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.

Концепція генерації, відповідно, є підставою для діагностичних правил у процесі оцінки ситуацій. Для реалізації процесу управління формується система з

ієрархічною структурою, яка охоплює (рис. 9) інтелектуальну систему управління стратегічного рівня, яка генерує головну мету функціонування; систему підтримки стратегічних рішень із базами логічних теорій, правил побудови висновків, базою оперативних (БОД) і термінальних даних (БТД) про стан об'єкта, цілі функціонування; логічну структуру узгодженого управління АСУ й оперативного управління (ОУ); модель структури факторів впливу на об'єкт управління на підставі причинно-наслідкових діаграм, які необхідно ідентифікувати за типом реакції об'єкта управління; структуру агрегованого об'єкта управління та канали впливу факторів на його стан і режим; АСУ-ТП — автоматизовану систему управління, яка діє на підставі заданої стратегії підтримки об'єкта під час дії факторів збурень.

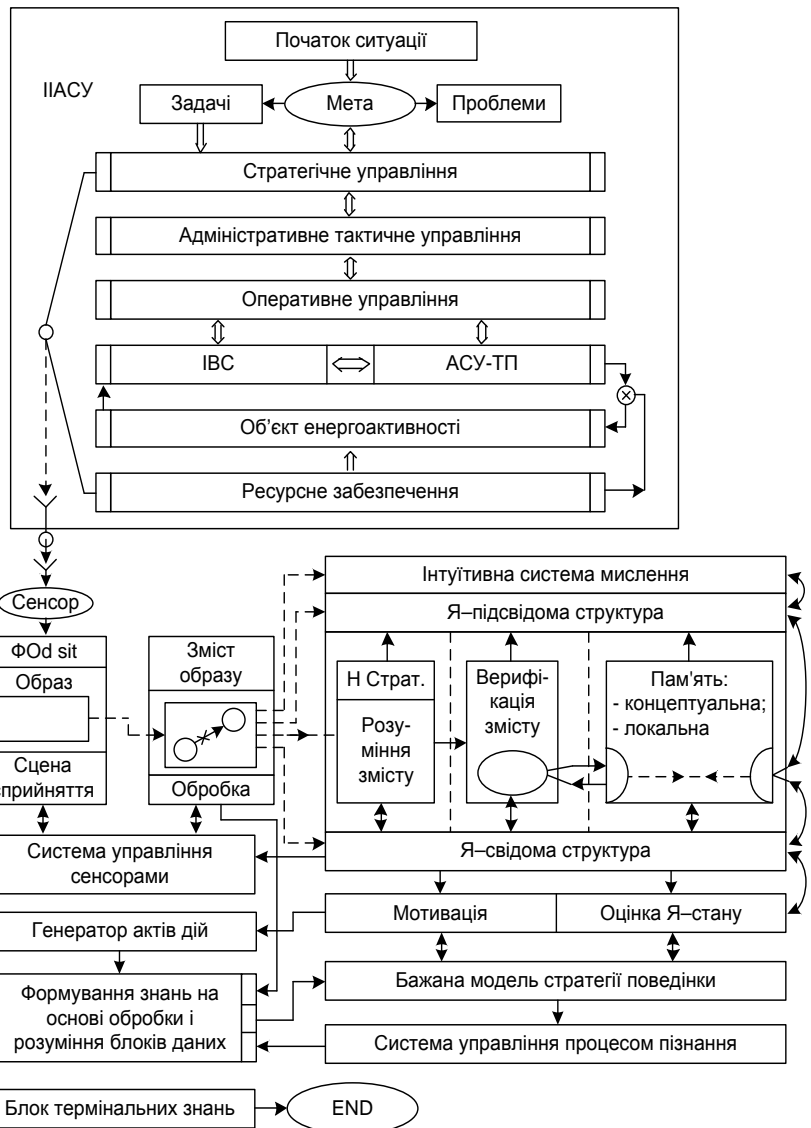


Рис. 9. Структурна модель процесу вирішення проблеми на основі орієнтирів пошуку (схем, сценаріїв, образів): ІІАСУ — інтегрована інтелектуальна автоматична система управління; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом

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 здатностей до прийняття управлінських рішень в умовах нормальних і екстремальних ситуацій.

У четвертому розділі «Темпоральна дійсність під час формування рішень оперативним персоналом у ході ліквідації загроз і аварій» здійснений аналіз процесу формування логічних процедур прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу. Досліджено основні компоненти темпоральної логіки в процедурах обробки потоків даних в ієрархії структури техногенної системи та їхній вплив на оцінку сприйняття часу оперативним працівником автоматизованих систем управління технологічним процесом упродовж виникнення динамічних ситуацій.

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. 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. 10). У 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.

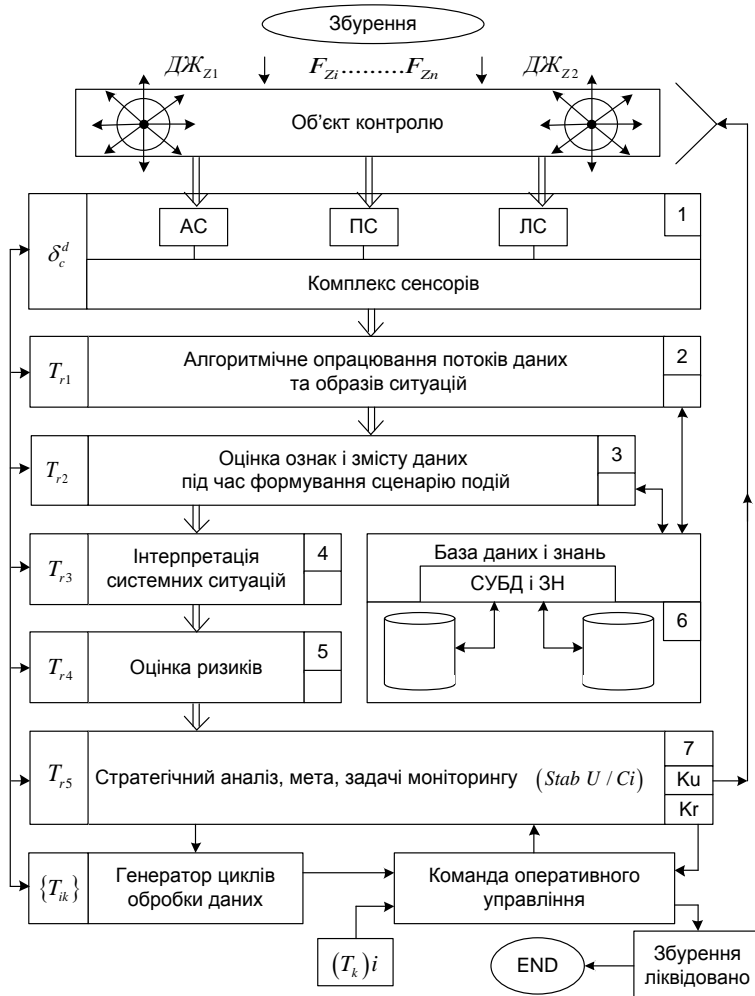


Рис. 10. Структурна схема інформаційної технології відбору оперативних даних та їх інтелектуальна та системна інтерпретація в ієрархії структури системи моніторингу: $\{OPR_{i/i=1,n}\}$ — джерела ризиків в об'єкті; $\{F_{zi}\}$ фактори зовнішнього впливу; блок 1. $\{АС, ПС, ЛС\}$ — система активних, 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 управління 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 управляючих дій для виходу з кризових і екстремальних ситуацій у техногенній системі

А сама ситуація полягає в тому, щоб оперативний працівник за відведений час оцінив

можливу загрозу і своєчасно вжив запобіжних заходів:

$$\{\tau_c^d \ll T_{r1} < T_{r2} < T_{r3} < T_{r4}\}; \text{ де } \{T_{ri}\} \text{ — цикли обробки даних за допустимий мінімальний час; } \{T_{s5}\} \text{ — час корекції стратегії прийняття рішень під час загрози; } \tau_{ik} \text{ —}$$

$$\{T_{r4} \leq T_{s5} \leq \tau_{ik}\}, \{T_{ki} \leq \tau_{ik}\},$$

максимальний інтервал циклу обробки даних і прийняття автоматизованих рішень, коли рішення здійснюється в парі (ОПР-АСУ); $\{T_{ki}\}$ — когнітивний час реакції і-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.

Оцінку ситуації на підставі інтелектуальної обробки даних когнітивною системою оперативного працівника у складній системі оперативного управління можна відобразити через гру $\langle ACSU - \{OPP_i\} - \{F_{Zi}\} \rangle$ оперативного персоналу з системного управління, на яку діють фактори загроз. На цій основі сформуємо базові моделі ситуацій на інтервалі T_n за параметром θ :

Задачу евристичного пошуку опишемо 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 під час управляючих дій; F — множина оперативних переходів, яку формує зміна стану в часі:

$$\langle \{f_i\}_{i=1}^m \subset F, \forall S_f : S_f \subset S, f : S_f \rightarrow S_T \rangle.$$

Відповідно, для оцінки можливостей оперативних працівників приймати правильні рішення розробляється схема оцінки ймовірних ситуацій (рис. 11).

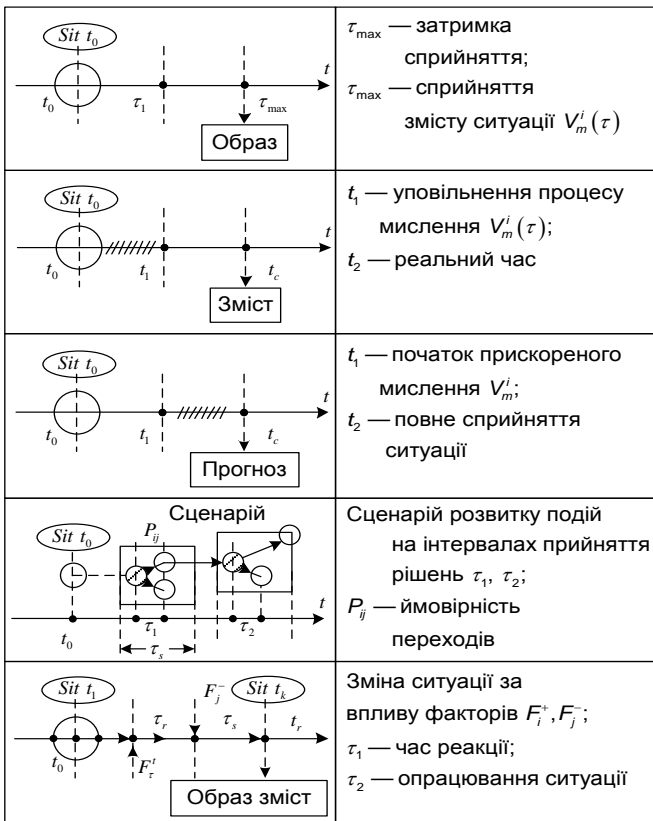


Рис. 11. Схема оцінки можливих ситуацій: *Sit* — ситуація; F_i — фактори впливу; τ, t — часові параметри

Основні компоненти темпоральної логіки в процедурах обробки потоків даних в ієрархії структури техногенної системи є основою побудови ефективних стратегій протидії ризикам аварії та вироблення тактик, планів, команд для ліквідації загроз. 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.

Визначення T-логіки ґрунтується на теорії множин, формальній логіці теорії ігор та рішень:

Введемо: 1) (TR) — термінальну структуру; 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 $\{F_t\}$;
 9) g — оперативний працівник [$\ll\text{завжди буде}\gg gA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t$] — підтвердження події;
 10) H — оперативний працівник [$\ll\text{завжди було}\gg HA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t$] — 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. $tgA \in M \rightarrow t'A \in M, \forall t' Rtt'$;
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 в 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, коли формуються стратегії антикризового управління:

- $$\Pi_1) \frac{t \sim \sim A \quad tgA}{tA \quad t'A} t' \in T(N), Rtt' \quad \overset{t}{\bullet} \rightarrow \overset{t'}{\bullet} \text{ — (прямий перехід);}$$
- $$\Pi_2) \frac{t(A \supset B) \quad tHA}{t \sim A / tB \quad t'A} t' \in T(N), Rtt' \quad \overset{t'}{\bullet} \leftarrow \overset{t''}{\bullet} \text{ — (зворотний хід);}$$
- $$\Pi_3) \frac{t(A \supset B) \quad t \sim gA}{tA, t \sim B \quad t' \sim gA} t' \notin T(N), Rtt' \quad \overset{t}{\bullet} \rightarrow \overset{t'}{\bullet} \text{ — (ствердження);}$$
- $$\Pi_4) \frac{t \sim gA \quad t \sim HA}{t \sim HA \quad t' \sim A} t' \in T(N), Rtt' \quad \overset{t}{\bullet} \leftarrow \overset{t'}{\bullet} \text{ — (заперечення).}$$

Залежність гілок виводу на дереві рішень $(\exists t \in \neg A \in T) \Rightarrow tA$, якщо $(t \sim A)$ входить до гілки, описує перебіг 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 $[(A_1 \dots A_n, \mid \rightarrow B) \Rightarrow (tA_1 \dots tA_n, t \sim B)] \Rightarrow (\{A_1 \dots A_n \sim B\} \in F_t)$, тобто $(A_1 \dots A_n \models B)$ виводимо з доступних значень про об'єкт.

У процедурах виводу на термінальній (часовій) осі означення часових операторів ґрунтується на твердженні: нехай маємо «завжди буде А» — невідомо, якщо буде невідомий майбутній елемент А, то $\left(gA \in F_t^2 \leftrightarrow A \in F_{t'}^2, \forall t' Rtt' \cdot \dashrightarrow \cdot \text{ (темпоральний зв'язок)} \right)$. Нехай (ХВР і ХВП) — динамічні множини, тоді маємо означення основних властивостей для динаміки часу:

- $ДВ_1 \ t \dashrightarrow (gA \in M) \rightarrow t' \dashrightarrow (A \in M); \exists t' Rtt' \cdot \dashrightarrow \cdot \xrightarrow{\exists t'} \cdot$ прями́й перехід;
 - $ДВ_2 \ t \dashrightarrow (HA \in M) \rightarrow t' \dashrightarrow (A \in M); \exists t' R'tt' \cdot \dashrightarrow \cdot \xleftarrow{\exists t'} \cdot$ зворотний перехід;
 - $ДВ_3 \ \forall t (gA \in M) \rightarrow \forall t' (A \in M); \exists t' Rtt' \cdot \dashrightarrow \cdot \dashrightarrow \cdot \dashrightarrow \cdot \dashrightarrow \cdot$ прями́й ланцюг;
 - $ДВ_4 \ \exists t (gA \in M) \rightarrow \exists t' (A \in M); \forall t' R'tt' \cdot \dashrightarrow \cdot \dashrightarrow \cdot \dashrightarrow \cdot \dashrightarrow \cdot$ поворот у минуле;
- Аналітико-табличні правила перебудови висновків виглядають так:

- $ПВ_S^T 1 \ \Pi_1: \frac{t \dashrightarrow (gA), t' \in T(N), Rtt' \cdot \dashrightarrow \cdot}{t' \dashrightarrow A} \cdot \dashrightarrow \cdot$ прями́й висновок;
- $ПВ_S^T 2 \ \Pi_2: \frac{t \dashrightarrow (HA), t' \notin T(N), R'tt' \cdot \dashrightarrow \cdot}{t' \dashrightarrow A} \cdot \dashrightarrow \cdot$ причи́нний зв'язок;
- $ПВ_S^T 3 \ \Pi_3: \frac{\forall t (nA), t' \in T(N), Rtt' \cdot \dashrightarrow \cdot}{t' A} \cdot \dashrightarrow \cdot$ неповний висновок;
- $ПВ_S^T 4 \ \Pi_4: \frac{\exists t (HA), t' \notin T(N), R'tt' \cdot \dashrightarrow \cdot}{t' A} \cdot \dashrightarrow \cdot$ пошук причин.

На основі обробки ситуаційних даних про просторово-часову структуру надзвичайної ситуації керівник команди ліквідаторів формує управляючі рішення згідно з інформаційно-логічною моделлю (рис. 12).

Рис. 12. Інформаційно-логічна модель формування управляючих рішень в умовах виникнення аварійної ситуації в техногенній системі: ОУ — об'єкт управління; ПР — потік ресурсів; $\{Sit_i\}$ — ситуація в системі згідно з даними; ВП — виконавчий пристрій; (ІА-ОПР) — інтелектуальний агент, що приймає рішення; ІА₀ — інтелектуальний агент оперативного рівня; (τ_i) — інтервал автоматичної обробки сигналів і даних (допустимий час)



Із врахуванням темпоральних характеристик кожного члена команди формується план дій із ліквідації надзвичайної ситуації, з динамікою часового розгортання та процедур прийняття ситуаційних рішень (рис. 13), а також представлення перебігу процесу та побудови правил дій: $(\Pi_1 - \Pi_2, \Pi_{AT}, ДВ_1 - ДВ_u, \{ПВ_{Si}^T\})$.

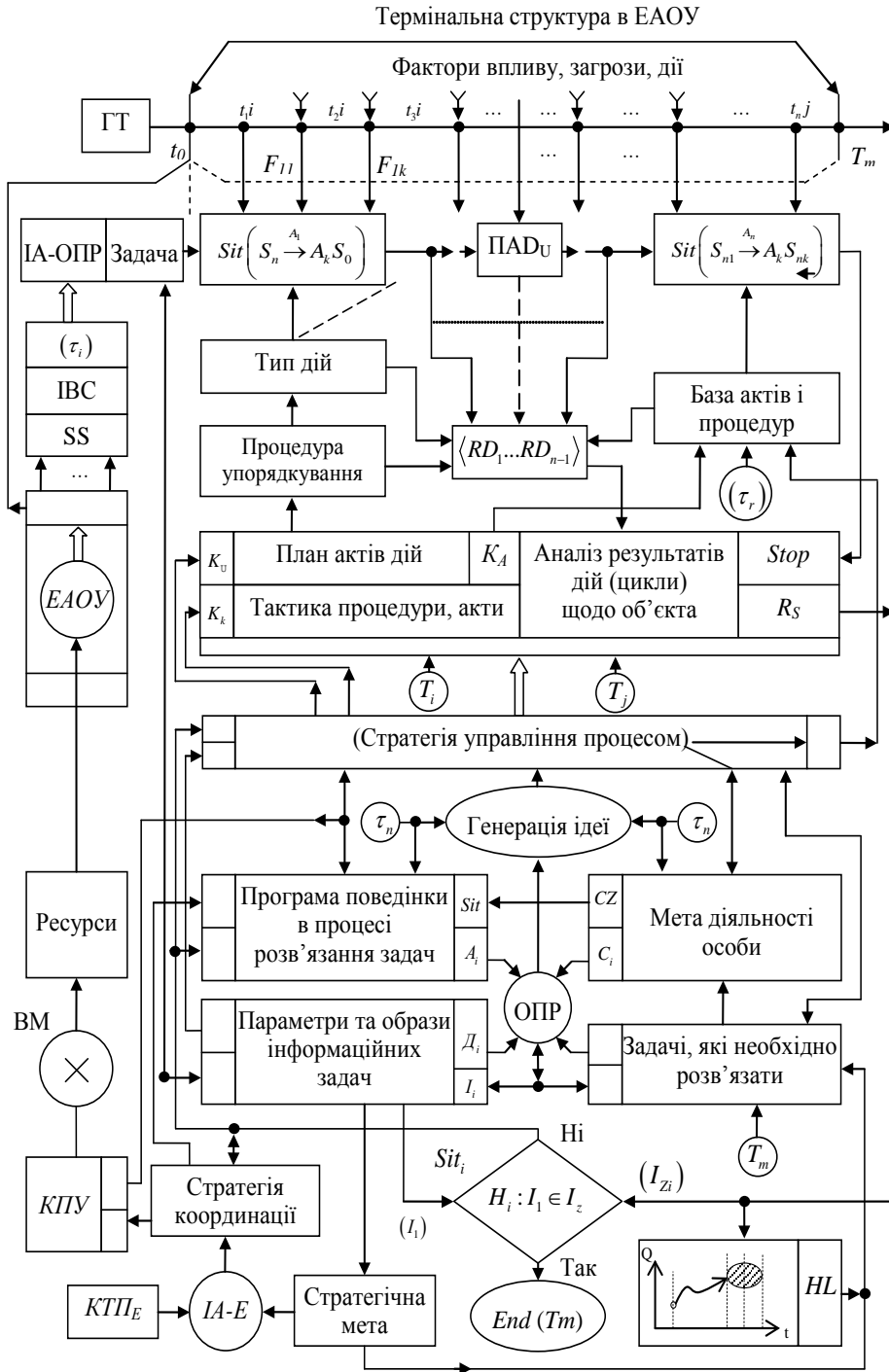


Рис. 13. Логічна модель формування процесу прийняття рішень ІА-ОПП із врахуванням темпоральних характеристик оцінки динамічної ситуації в системі: ГТ — генератор термінальних відліків часу $\{t_0, t_1 \dots t_n \in T_m\}$; $Sit(S_u \rightarrow A_k S_0)$ — ситуаційна схема переходів у системі під час зміни станів $(S_0 \rightarrow S_u)$; ПДУ — процесор активних дій; $\{F_{ij}\}$ — фактори впливу; $Sit(S_{n1} \rightarrow A_k S_{nk})$ — 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 термінальній циклі управління T_i ; ІВС — інформаційно-вимірвальна система; SS — сенсори; ЕАОУ — енергоактивний об'єкт управління; ВМ — виконавчий механізм; КПУ — командний процесор управління; ІА-ОПП — інтелектуальний агент — особа, що приймає рішення; ІАЕ — інтелектуальний агент — експерт; $\{\tau_i\}$ — інтервали часу виконання дій; (T_i, T_j, T_m) — термінальні інтервали виконання операцій

Логіка системних антикризових рішень

під час ліквідації загроз є підставою для розроблення стратегій і планів протиправних дій.

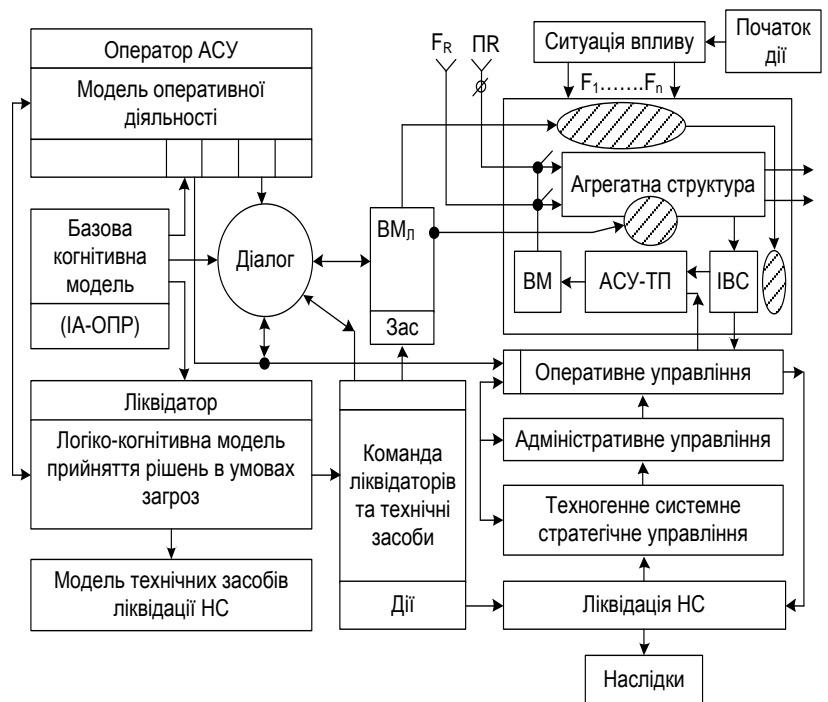
У п'ятому розділі «Логіко-когнітивні моделі і компоненти для аналізу процесів мислення оперативного персоналу в умовах дії надзвичайних ситуацій» запропоновані логічні моделі формування активних дій для управління;

правила побудови логічних висновків, необхідних для формування управлінських дій когнітивним інтелектуальним агентом у процедурах прийняття управлінських рішень під час нечітких і неоднорідних даних.

Для сучасних технологічних і адміністративно-управлінських систем на основі мережових 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. 14): оператор АСУ, оператор-адміністратор, оператор-менеджер, експерт, цілеформуючий менеджер верхнього рівня управлінської ієрархії; процесор АСУ — процесор із нечіткою логікою з відповідним ПЗ; програмні інтелектуальні агенти.

Рис. 14. Структурно-функціональна модель інформаційної технології підтримки прийняття рішень для ліквідації НС на об'єкті: АСУ — автоматична система управління; ПР — потік ресурсів; ВМ — виконавчий механізм; Зас. — засоби ліквідації; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; ІА-ОПР — інтелектуальний агент (оператор); F — фактори впливу; P_V — вид; P_P — простір



Для професійної підготовки оперативного персоналу 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.

Отже 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 напрямів — використання методів, що ґрунтуються на чітких і розмитих логічних теоріях та фундаментальних підставах математики, алгебри, теорії управління і системного аналізу.

Правила побудови логічних висновків, необхідних для формування управлінських дій когнітивним інтелектуальним агентом, є підставою для побудови планів професійного навчання та тренінгів.

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 ($P_1 - P_6$).

Розглянемо базові схеми побудови правил логічних виводів як базових компонентів процедури управління, які, відповідно, ґрунтуються на стратегіях реаліза-

ції мети з певним рівнем гарантій успіху. Інформаційно-логічні висновки з вихідної інформації від об'єкта управління, отримані комплексною інформаційно-вимірною системою, є основою процесу побудови образу ситуацій в уяві оперативного працівника.

Методи формальної логіки та процеси інтелектуальної обробки даних є основою 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. Розглянемо деякі формальні логічні вирази, необхідні для побудови правил виводу про ситуацію в системі.

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 Fy , то можуть діяти одночасно в $t \in Tm$ Fxy , а також $Fxyz$ 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 >.

Відповідно, 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.

Правила висновків і діаграми мають структуру, яка пов'язує фактор дії, об'єкт, зміну стану об'єкта під час активізації факторів збудження 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.

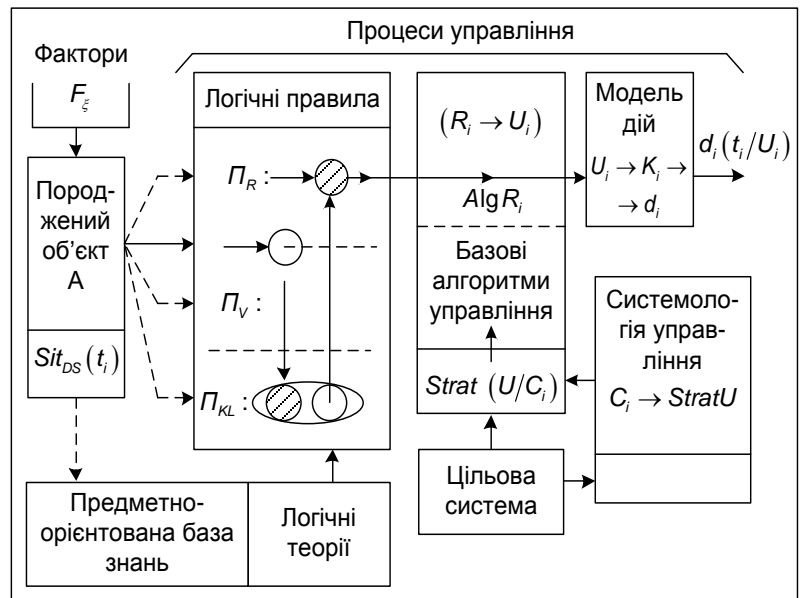


Рис. 15. Структурно-функціональна схема формування логічних процедур для правил прийняття цільових рішень: *Sit* — оперативна ситуація; *Start U/C_i* — стратегія управління системою; *Alg R_i* — алгоритм рішень; *R_i → U_i* — рішення щодо управління

А також відповідно до вищенаведеної схеми та правил логічних висновків будуємо схеми формування логічних процедур для правил прийняття цільових рішень (рис. 15) та інтелектуальної бази рішень (рис. 16).

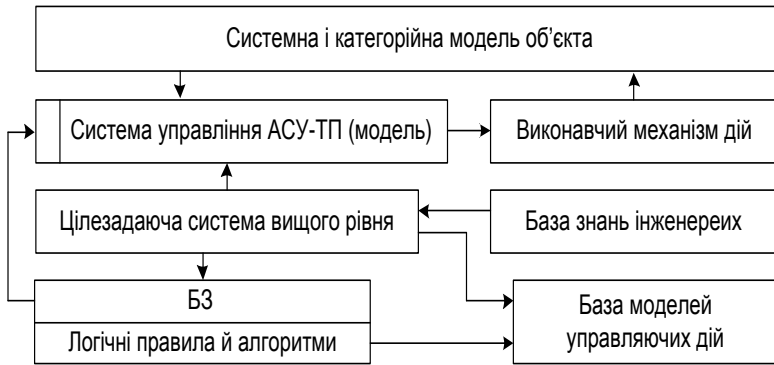


Рис. 16. Структурна схема інтелектуальної бази моделей рішень: АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом; БЗ — база знань

Використання методів формальної і темпоральної логіки є підставою для розробки методів інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуації в реальному часі в умовах загроз та аварійних ситуацій.

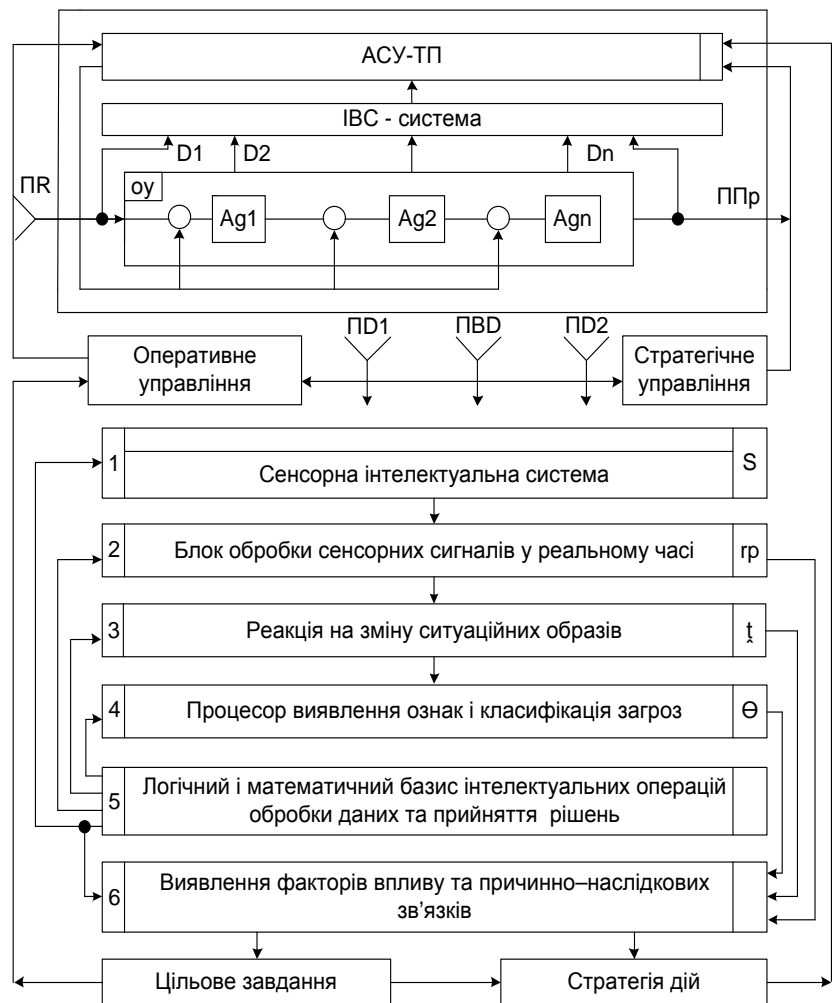
У шостому розділі «**Моделі оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі когнітивної теорії**» проведений аналіз проблеми оцінки інтелектуальних здібностей оперативного персоналу, який виконує управлінські функції в умовах екстремальних ситуацій.

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.

Рис. 17. Модель інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій: АСУ-ТП — автоматизовані системи управління технологічним процесом; ІВС — інформаційно-вимірювальна система; Ag — агенти; ОУ — об'єкт управління; D — дані; ПД_i — потік даних про ситуацію; ПР — прийняття рішень

Наведемо модель інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуацій, яка охоплює



вісім етапів: сенсорна інтелектуальна система; обробка сенсорних сигналів у реальному часі; реакція образів на зміну ситуації; виявлення ознак і класифікація загроз; логічна та математична обробка даних та прийняття рішень; виявлення факторів впливу та причинно-наслідкових зв'язків; цільове завдання та стратегія дій (рис. 17).

Цілеспрямована діяльність оператора ґрунтується на інформаційній технології опрацювання даних та когнітивній моделі формування ситуаційних рішень згідно з когнітивною функціональною структурою цілеспрямованої діяльності оператора (рис. 18).

Схема розв'язання задач прийняття рішень щодо управління оперативним працівником — (ІА) має ієрархічну

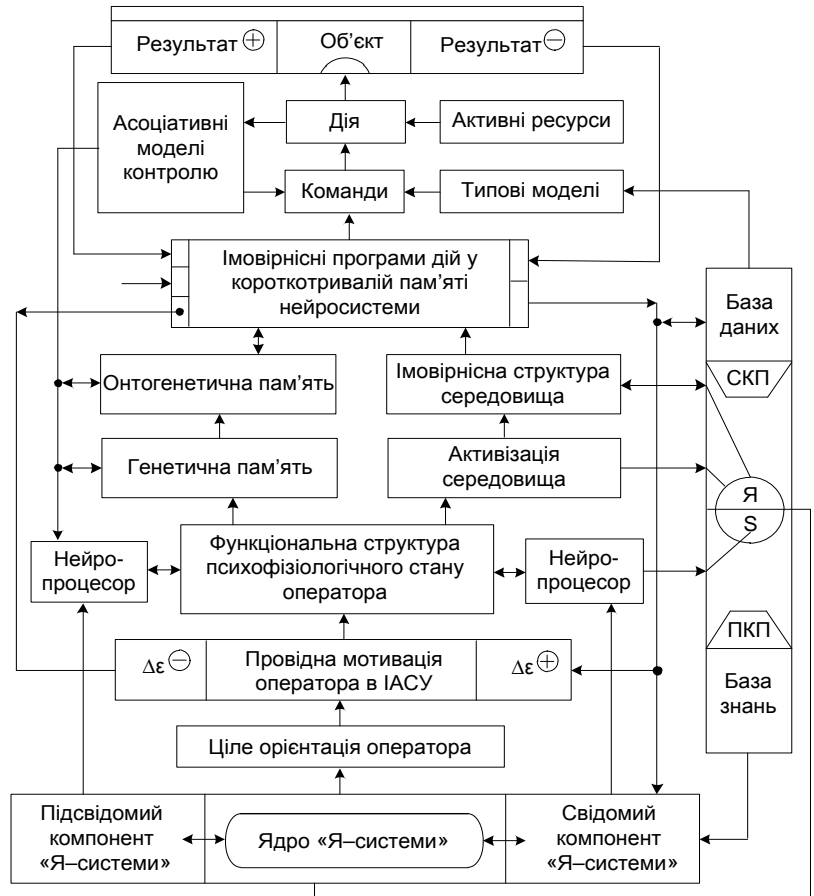
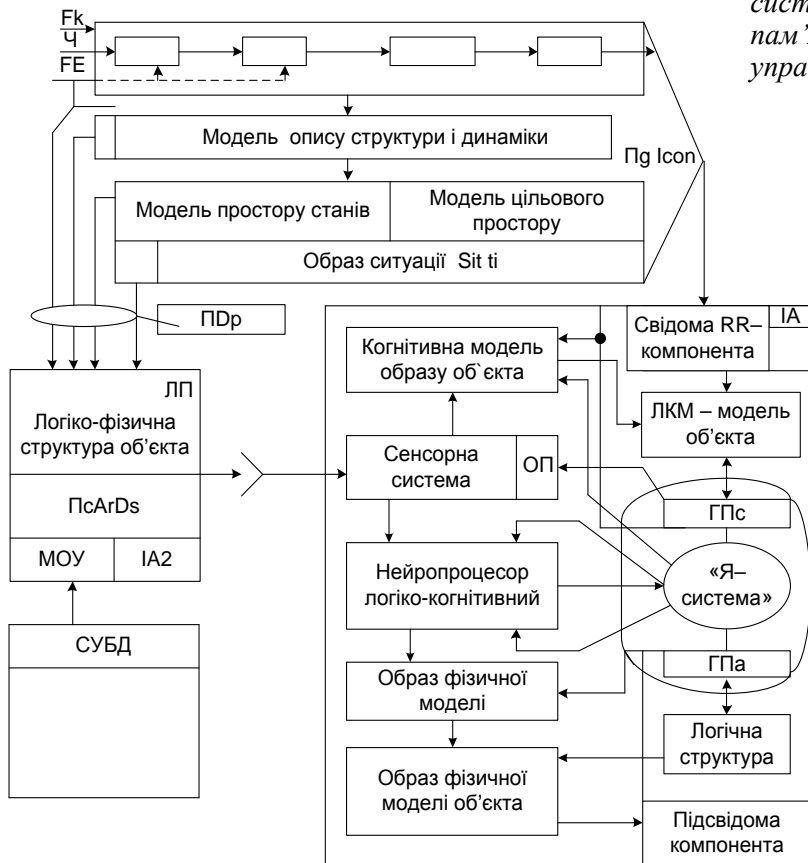


Рис. 18. Когнітивна функціональна структура цілеспрямованої діяльності оператора: СКП — свідомі компоненти пам'яті «Я-система»; ПКП — підсвідомі компоненти пам'яті; (Я/С) — ядро когнітивної системи управління функціями пам'яті



структуру послідовних операцій і дій та враховує такі компоненти: мотивацію; цільову задачу поведінки оператора; стратегію розв'язання оперативної задачі; програми і плани; тактику реалізації плану руху системи; ідентифікатор рухової системи щодо цілі; реалізацію рухів; цільовий стан (рис. 19).

Рис. 19. Логіко-когнітивна модель сприйняття структури і змісту об'єкта на підставі оперативних даних: Sit — оперативна ситуація; ІА — інтелектуальний агент; ЛКМ — логіко-когнітивна модель; СУБД — система управління базою даних; МОУ — модель управління об'єктом

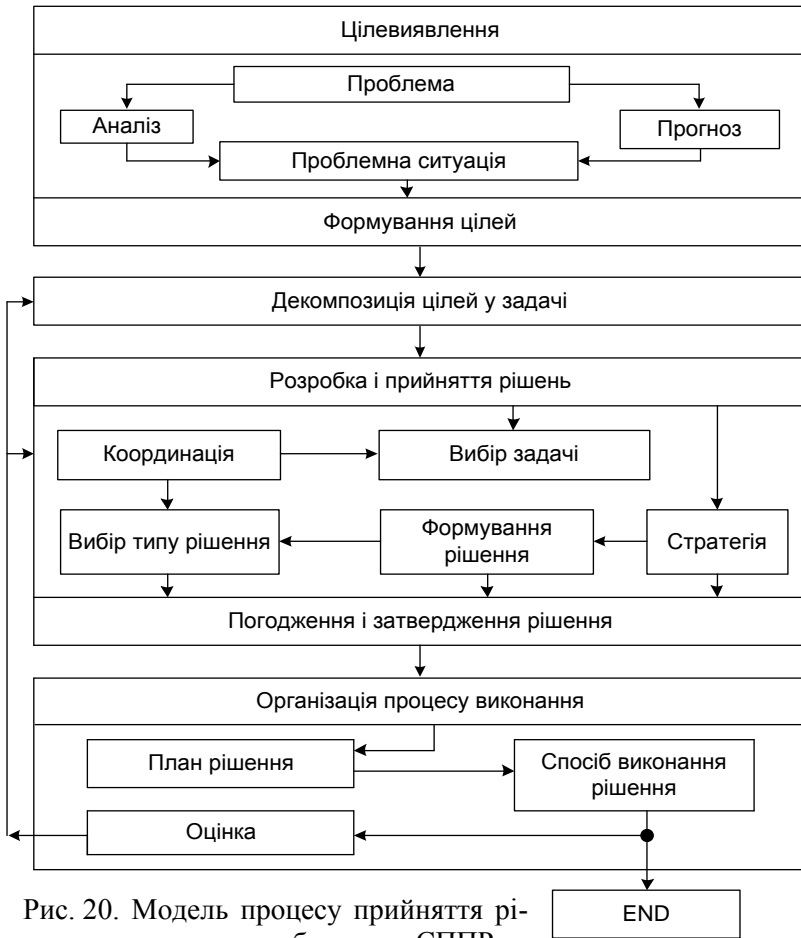


Рис. 20. Модель процесу прийняття рішення за допомогою баз знань СППР

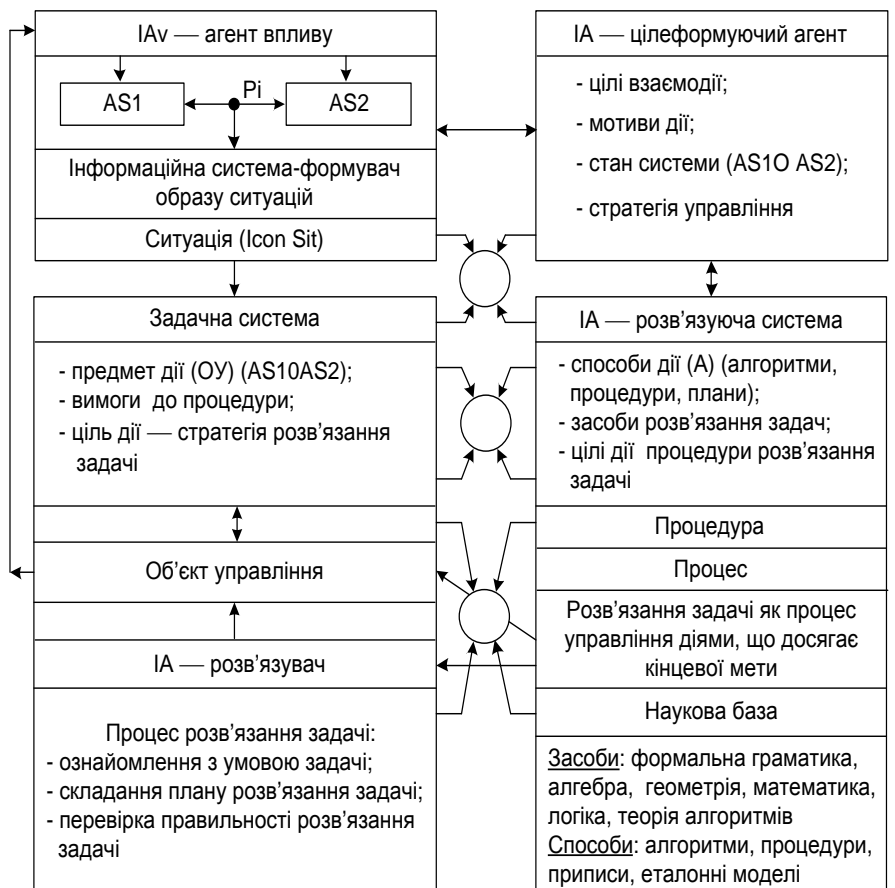
А також відображає етапи цілеспрямованої діяльності з ліквідації надзвичайних ситуацій. З урахуванням схеми формування логіко-когнітивної моделі сприйняття структури і змісту об'єкта на підставі оперативних даних будуються плани і команди дій, які враховують темпоральні характеристики особи під час сприйняття ситуації та вироблення дій із ліквідації надзвичайних ситуацій.

Для побудови планів дій на підставі процедури прийняття рішень використовується науковий і практичний досвід ліквідації надзвичайних ситуацій, який акумульований в образі знань системи підтримки прийняття рішень. План рішень ґрунтується, згідно з

моделлю процесу прийняття рішень, на ліквідацію надзвичайних ситуацій за еталонними алгоритмами, закладеними в базі даних СППР (рис. 20).

На рис. 21 наведено модель процесу розв'язання задач ліквідації надзвичайних ситуацій командою ліквідаторів згідно з вищенаведеними результатами (логічні правила, процедури, схеми прийняття рішень).

Рис. 21. Модель процесу розв'язання задач ліквідації надзвичайної ситуації командою ліквідаторів: *IA* — інтелектуальний агент; *Icon Sit* — образ ситуації; *AS* — активні стани; *OY* — об'єкт управління



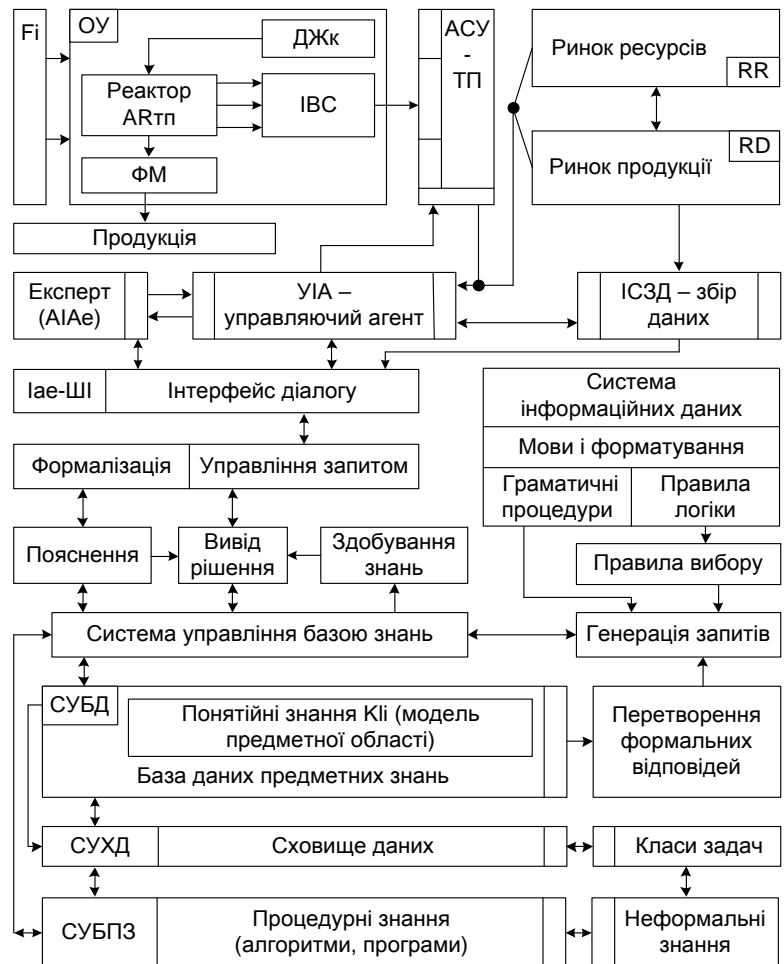
Складні інтегровані людино-машинні керовані системи охоплюють когнітивну інтелектуальну, процесорну компоненту та глибинну оперативну пам'ять, які забезпечують необхідні вміння для реалізації інформаційної та інтелектуальної діяльності під час формування і реалізації рішень щодо управління складним об'єктом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

У цьому розділі «Інформаційна технологія активізації когнітивних можливостей оперативного персоналу для прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій» досліджені слабоформалізовані і неформалізовані задачі управління системами; системні та когнітивні концепції формування стратегій у цільовому просторі; інформаційна та інтелектуальна стійкість агентів оперативного управління під час формування антикризових рішень. Розроблено та описано структурно-функціональну схему інформаційної технології для реалізації процесу тестування.

З метою розуміння та прийняття коректних рішень під час проблемних граничних та аварійних ситуацій у техногенних системах, які виникають під час дії технологічних загроз і факторів природного характеру, та, беручи за основу результати вищенаведеного аналізу і розробленої інформаційної технології, будуємо модель взаємодії агента зі штучним інтелектом, експертом і управляючим агентом ІАСУ-ТП в процесі розв'язання задач координації управління для ліквідації НС в енергоактивних об'єктах (рис. 22).

Рис. 22. 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; O_U — об'єкт управління (ДЖк — джерело ресурсів); AR_{in} — активний реактор технологічного процесу; IBC — інформаційно-вимірвальна система; $АСУ-ТП$ — система автоматичного управління; (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

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 (знаннєва компонента); фактори ризику через проектні помилки і будівельні роботи; непрогнозовані руйнування конструкцій через перевантаження; дії персоналу, спрямовані на зрив виробництва за рахунок виявлення конфліктів між групами і в групах оперативного управління (в прихованій та відкритій формі); низький знаннєвий і когнітивний рівень в управлінців верхнього рівня та правління, нездатних сформулювати 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.

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 оперативній ситуації рішення.

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: обмінюватися конструктивно 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

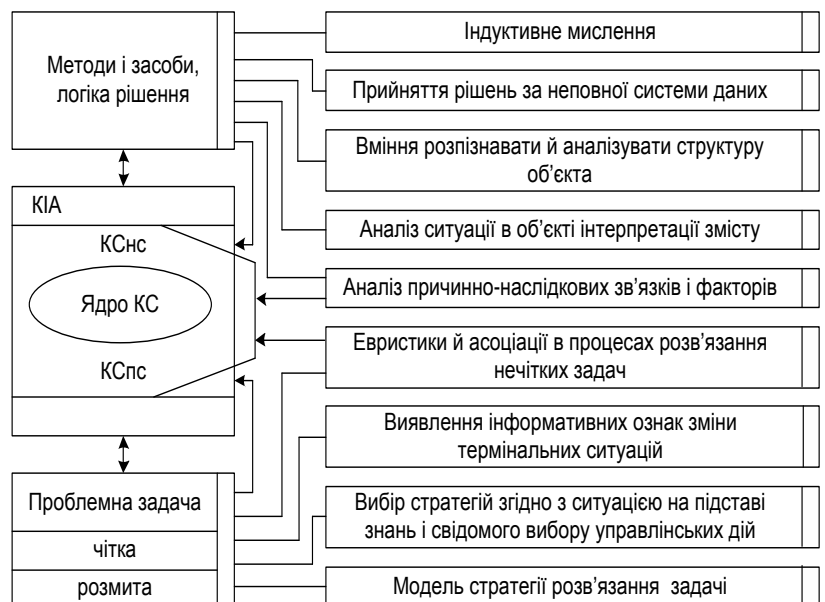


Рис. 23. Когнітивні фактори діяльності особи як інтелектуального агента в процесі прийняття антикризових рішень: *KIA* — когнітивний інтелектуальний агент; *КСс* — когнітивна система свідомо; *КСнс* — когнітивна система підсвідомо

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.

Згідно з проведеними теоретичними дослідженнями, системний, інформаційний, процедурний і алгоритмічний базис ґрунтується на таких наукових і професійних засадах (рис. 23): теорії ігор, дослідженні операцій; теорії прийняття управлінських рішень та антикризових стратегій; теорії цілеорієнтованих дій; теорії конфліктної керованості під час синтезу стратегій управління; теорії конфлікту в технічних системах та психології конфлікту в організаційних 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; 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 ві-

повідальні рішення в кризових ситуаціях без зовнішніх вказівок, тобто мати високу стресову та інтелектуальну стійкість.

Згідно з вищеведеними результатами досліджень побудуємо структурну схему когнітивних факторів впливу на оперативного працівника, яка відповідає за генерацію рішень у кризових ситуаціях та визначає інтелектуальну та стресогенну стійкість особи, що приймає рішення (рис. 24).

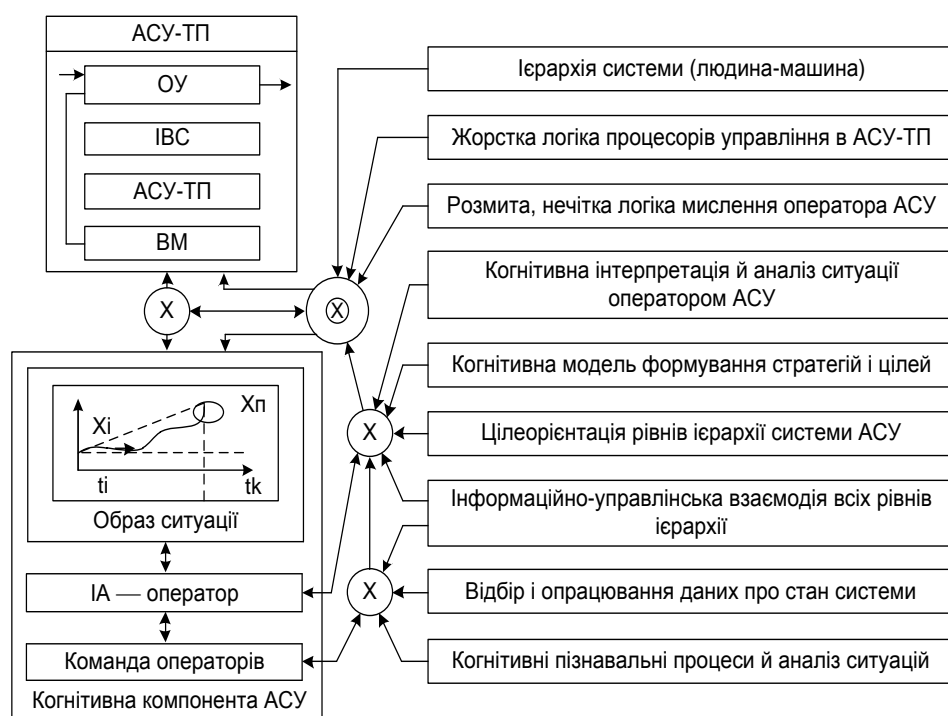


Рис. 24. Блок-схема інформаційної взаємодії в ієрархічних людино-машинних системах (ІА-АСУ-ТП): АСУ-ТП — автоматизована система управління технологічним процесом; ОУ — об'єкт управління; ІВС — інформаційно-вимірвальна система; ВМ — виконавчий механізм; ІА — інтелектуальний агент

Результати досліджень процедур прийняття рішень у технологічних системах використовуємо для оцінки поведінки особи під час ліквідації надзвичайної ситуації та побудуємо схему стандартних дій ліквідатора, яких він повинен дотримуватися в процесі розв'язання задачі управління спільно з оператором АСУ в умовах НС.

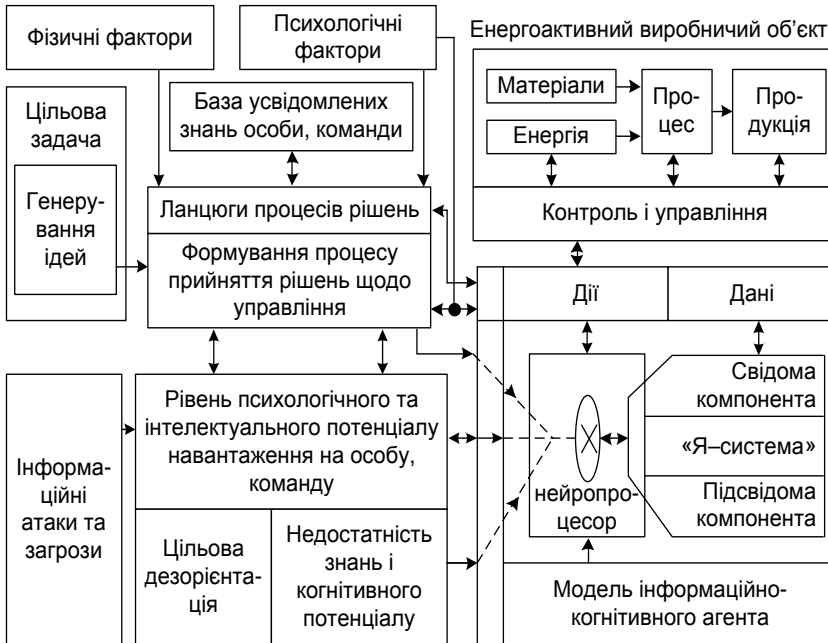


Рис. 25. Інформаційна технологія формування факторів впливу на прийняття рішень інтелектуальним агентом

Для розв'язання проблеми системної протидії загрозам вирішальною є інформаційна та інтелектуальна стійкість агентів оперативного управління під час формування антикризових рішень. Відповідно, 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 функціо-

нальної структури і технологічних режимів за обмежених ресурсів і допустимої якості продукції (рис. 25).

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 ситуа-

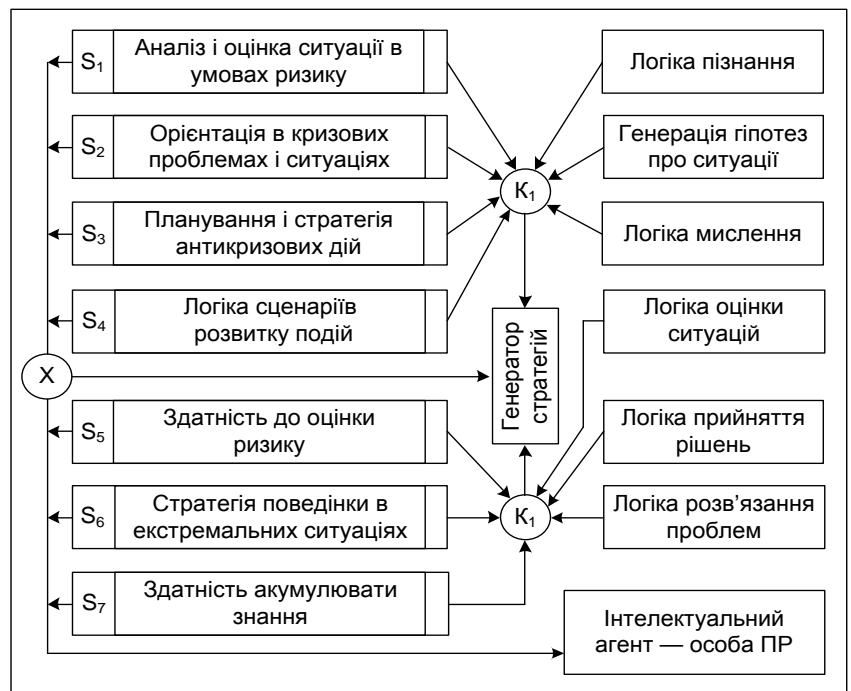


Рис. 26. Структурна схема взаємозв'язків процесу мислення під час опрацювання інформації інтелектуальним агентом та вироблення стратегії дій

цію у вигляді комбінації актів керування, що вимагає архівування описів ефективних рішень, моделей формування поточних образів ситуацій та систем пошуку аналогій; інтуїтивний метод що ґрунтується на підсвідомому виборі способу дій із неявним врахуванням попереднього досвіду, з логічною перевіркою суті явищ та її зіставленням зі структурою відомих ситуацій (рис. 26).

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 оперативних працівників і їхні темпоральні властивості. Відповідно до проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено інформаційну технологію для реалізації процесу тестування (рис. 27). Структурно-функціональна схема інформаційної технології для реалізації процесу тестування має ієрархічну восьмирівневу структуру: 1) структура енергоактивного

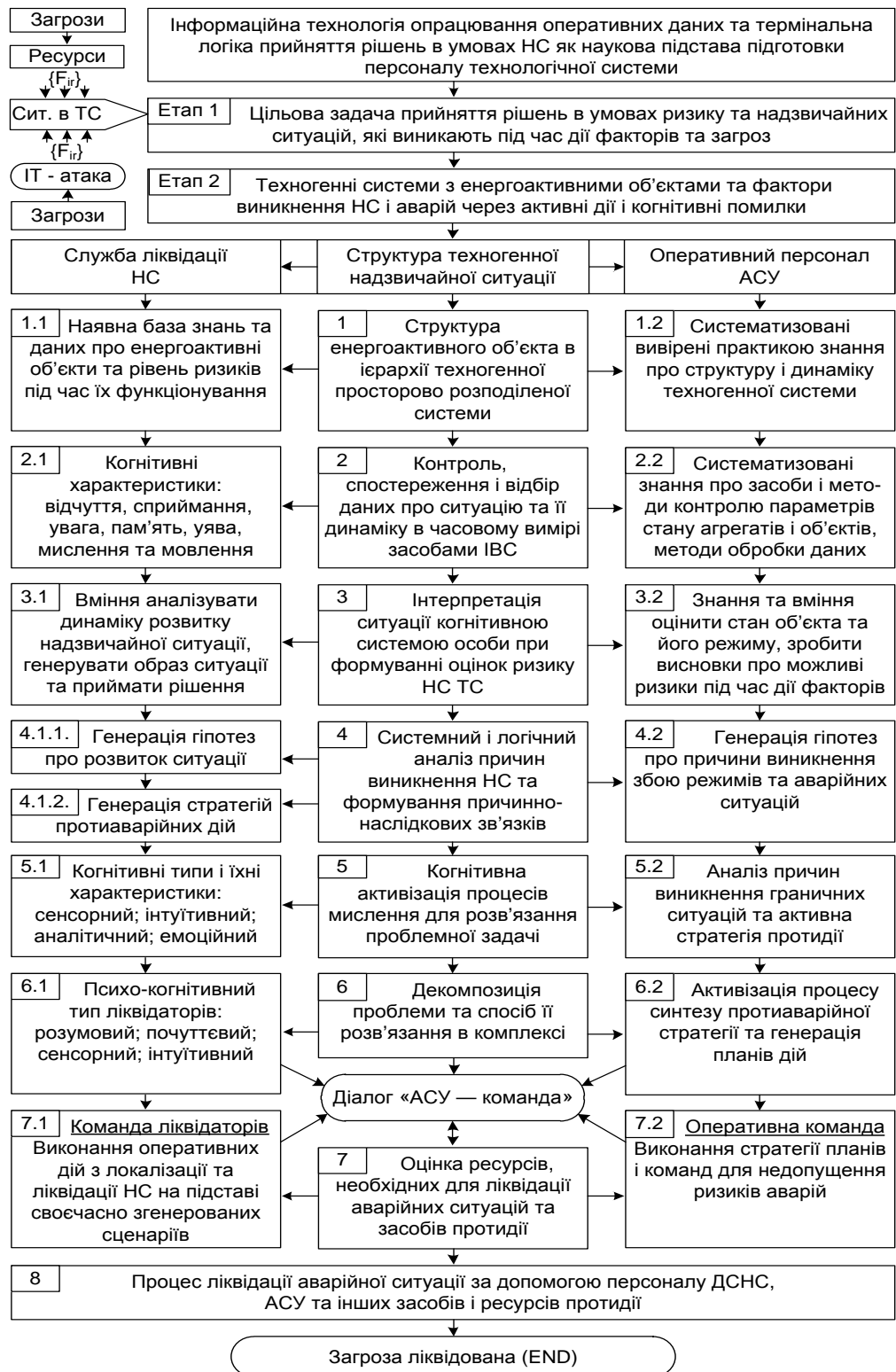


Рис. 27. Структурно-функціональна схема інформаційної технології для реалізації процесу тестування

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 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 за 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 дисертації 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.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну проблему розроблення інформаційної технології створення систем відбору оперативного персоналу для роботи в складних стресогенних умовах професійної діяльності.

Основні наукові та практичні результати роботи полягають у наступному:

1. Проведено комплексне інформаційне дослідження проблеми виникнення катастроф, системних конфліктів та ризиків у техногенних системах на основі причинно-наслідкових факторів виникнення ризиків у складних системах, що дало змогу сформулювати проблему задачі дослідження та методи їх розв'язання.

2. Розроблено на підставі інформаційних технологій та когнітивної теорії інтелекту метод визначення функціональної стійкості оперативного персоналу під час прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях із врахуванням темпоральних характеристик на основі вибору стратегій управління техногенними системами в критичних ситуаціях та ризику аварій, що забезпечило покращення якості процедури тестування та стало підставою для синтезу тестів.

3. Розроблено метод структурування знання про об'єкт та надзвичайну ситуацію, які необхідні для прийняття рішень щодо управління під час сприйняття ситуації когнітивною системою оперативного персоналу, та виділено 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), що заклало основу побудови нової концепції тестування оперативного персоналу.

4. Розроблено логіко-когнітивну модель побудови розгортання сценарію подій на основі когнітивної знаннєвої компоненти факторів впливу на прийняття

рішень, особливостей процесу розв'язання задач ситуаційного управління та інформаційно-когнітивної системи взаємодії «особа – система» в режимі діалогу, що забезпечило більш ефективне сприйняття аварійної ситуації та визначення способу її ліквідації з врахуванням темпоральних особистісних характеристик.

5. Розроблено логіко-когнітивну модель інтелектуальної діяльності в умовах ризику та логіко-когнітивну інформаційну модель сприйняття подій на підставі концепції інтелектуального агента та аналізу інформаційних потоків даних у нейроструктурі оперативного персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, що забезпечує оптимальне формування динамічного образу оперативної ситуації.

6. Розроблено модель інтелектуальної обробки даних для оцінки ситуації когнітивною системою оперативного персоналу для опису надзвичайних ситуацій у процесі пошуку термінальних рішень для їхньої діагностики, що дало змогу застосувати метод термінальної логіки як підставу для прийняття рішень оперативним персоналом в енергоактивних системах, а також побудувати логічну структуру дерева рішень на циклі термінального часу управління техногенною системою в надзвичайних ситуаціях, що зменшило час для орієнтування та прийняття рішень в умовах стресу.

7. Розроблено метод побудови дерева рішень в термінальному часі конфліктної ситуації у напрямному конусі часової діаграми формування управлінських дій та модель розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта техногенної енергоактивної системи, що дало змогу розробити модель формування управляючих рішень в умовах виникнення аварійної ситуації в техногенній системі та забезпечило швидке просторове орієнтування під час ліквідації загроз.

8. Обґрунтовано когнітивну модель розвитку протиаварійних подій у частині формування термінальних рішень, що дало змогу застосувати логіко-когнітивну модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оперативним персоналом у процесі обробки різномірних даних та апарат термінальної логіки використання процедур обробки даних в ієрархії структури техногенної системи.

9. Отримали подальший розвиток метод і правила прийняття рішень для оперативного персоналу щодо управління енергоактивним об'єктом техногенної системи та спосіб побудови логічних моделей формування активних дій у процесах управління, що стало підставою розробки процедур їхнього тренування в умовах, наближених до реальних, у надзвичайній ситуації.

10. Удосконалено технологію оперативної діяльності в умовах ризику і нечіткості даних на підставі використання когнітивної теорії, що дало змогу сформулювати когнітивну функціональну структуру професійної діяльності оперативного персоналу та розробити логіко-когнітивні моделі для розв'язання слабо формалізованих задач управління та формування управлінських рішень на підставі інформаційної технології обробки даних і заклало основу у розробку мультимедійного блоку відображення оперативної задачі за менший (на 10–30 %) термінальний цикл сприйняття подій.

11. Розроблено ієрархічну модель прийняття управлінських рішень оперативним працівником, логіко-когнітивну модель сприйняття структури і змісту об'єкта на підставі оперативних даних, модель процесу прийняття рішення за допомогою баз знань СППР, модель процесу розв'язання задач ліквідації надзви-

чайної ситуації оперативним персоналом, що уможлиблюють формування та цілеспрямоване прийняття рішень щодо ліквідації аварій і загроз.

12. Удосконалено інформаційну технологію забезпечення процедури розв'язання задач управління техногенною системою в умовах надзвичайної ситуації на підставі когнітивних факторів діяльності оперативного персоналу та методів їхнього тестування, що підвищило якість формування команд ліквідаторів на підставі відбору осіб із відповідними когнітивними характеристиками і зменшило ризик помилкового вибору на 20 % згідно з результатами проведеного експерименту.

Список опублікованих праць за темою дисертації Монографії

1. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах : монографія. Львів : Ліга-Прес, 2010. 404 с.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

Публікації у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних (Index Copernicus International)

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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

12. 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*. 2009. Вип. 52. С. 139–144.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л., Ткачук Г. В., Якимчук Б. Л. Когнітивна складова в оперативній 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.

20. 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

ризик. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова*. 2012. Вип. 63. С. 138–141.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. Ткачук Р. Л. Інформаційна концепція синтезу професійно-орієнтованих тестів для оператора виробничих систем з потенційно небезпечним об'єктом. *Мо-*

делювання та інформаційні технології. Київ : ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2013. Вип. 69. С. 211–118.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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.

37. 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.

38. 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.

39. 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.

40. 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.

41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. 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. № 78. С. 132–141.

45. 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.

46. 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.

47. 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.

Публікації апробаційного характеру, які входять до наукометричної бази Scopus

48. 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.

49. Sikora L., Lysa N., Martsyshyn R., Miyushkovych Yu., Tkachuk R. and Durnyak V. 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 апробаційного характеру

50. 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.

51. 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.

52. Ткачук Р. Л. Механізми формування та прийняття рішень за умов невідомості. *Особистість в екстремальних умовах* : IV науково-практична конференція (Львів, 29 квітня 2011 р.). Львів, 2011. С. 166–168.

53. 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.

54. 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.

55. 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.

56. 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.

57. 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.

58. Тарнавский А. Б., Ткачук Р. Л. Отбор персонала с высоким уровнем стрессостойкости. *Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации*: матеріали Международной научно-практической конференции (Беларусь, Гомель, 22–23 мая 2014 р.). Беларусь, Гомель, 2014. С. 414–415.

59. 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 території*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених: ад'юнктів, аспірантів, курсантів і студентів (Львів, 10 квітня 2014 р.). Львів, 2014. С. 50–52.

60. 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.

61. Сікора Л. С., Ткачук Р. Л. Когнітивна складова в інтелектуальній діяльності оператора при формуванні інформаційного образу динамічної ситуації. *Пожезна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 20–21 жовтня 2016 р.). Львів, 2016. С. 504–506.

62. Ткачук Р. Л., Гавриць 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.

63. Ткачук Р. Л. Когнітивні системи інтелектуального агента. *Сучасні тенденції розвитку додрукарських систем*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Львів, 19 квітня 2018 р.). Львів, 2018. С. 113–114.

64. 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.

65. 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.

66. 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.

67. 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.

АНОТАЦІЯ

Ткачук Р. Л. Теоретичні та прикладні засади інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології» (12 – Інформаційні технології) — Українська академія друкарства, Львів, 2019.

Дисертацію присвячено вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми — розробки інформаційної технології підготовки оперативного персоналу для роботи в умовах надзвичайних ситуацій з використанням системного аналізу, когнітивної психології та теорії прийняття рішень. Проведено дослідження проблеми вибору стратегій управління техногенними системами, які функціонують у граничних і аварійних режимах та під час надзвичайних ситуацій. Досліджено проблему функціональної стійкості оперативного персоналу, який діє в умовах загроз під час прийняття термінальних рішень із ліквідації надзвичайних ситуацій. Описано й обґрунтовано моделі побудови розгортання сценарію інтелектуальної діяльності ліквідаторів в умовах ризику; сприйняття ними подій у стресових умовах на підставі використання методів когнітивної психології та моделі інтелектуального аналізу потоків даних про стан об'єкта. Досліджено особливості відображення оперативної обстановки у нейроструктурі особи, яка приймає рішення, в умовах надзвичайних ситуацій з врахуванням термінального циклу сприйняття інформації про хід подій. Розроблено структурно-функціональну схему інформаційної технології для реалізації процесу тестування та відбору ліквідаторів.

Ключові слова: знання, логіка, часовий інтервал, інтерпретація, модель, потенційно небезпечний об'єкт, нейросистема, управління, логіко-когнітивна модель, темпоральна структура, обробка даних, інтелектуальний агент, цілеорієнтовані рішення, команда, профвідбір.

АННОТАЦИЯ

Ткачук Р. Л. Теоретические и прикладные принципы информационной технологии подготовки оперативного персонала для работы в условиях чрезвычайных ситуаций. — Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 «Информационные технологии» (12 – Информационные технологии) – Украинская академия печати, Львов, 2019.

Диссертация посвящена решению актуальной научно прикладной проблемы — разработки информационной технологии подготовки оперативного персонала для работы в условиях чрезвычайных ситуаций с использованием системного анализа, когнитивной психологии и теории принятия решений. Проведено исследование проблемы выбора стратегий управления техногенными системами, которые функционируют в предельных и аварийных режимах во время чрезвычайных ситуаций. Исследовано проблему функциональной стойкости оперативного персонала, действующего в условиях угроз во время принятия терминальных решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Описаны и обоснованы модели построения развертывания сценария интеллектуальной деятельности ликвидаторов в чрезвычайных ситуациях; восприятия ими событий в стрессовых условиях на основании использования методов когнитивной психологии и модели интеллектуального анализа потоков данных о состоянии объекта. Исследованы особенности отображения оперативной обстановки в нейроструктуре человека, принимающего решение в условиях чрезвычайных ситуаций с учетом терминального цикла восприятия информации о ходе событий. Разработана структурно функциональная схема информационной технологии для реализации процесса тестирования и отбора ликвидаторов.

Ключевые слова: знание, логика, часовой интервал, интерпретация, модель, потенциально опасный объект, нейросистема, управление, логико-когнитивная модель, темпоральная структура, обработка данных, интеллектуальный агент, целеориентированные решения, команда, профотбор.

ANNOTATION

Tkachuk R. L. *Theoretical and applied bases of the informational technology of operational staff preparation for work in emergency situations.* — Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation to fulfill requirements for degree of a doctor of technological sciences (specialty 05.13.06 – Information technology). Ukrainian Academy of Printing, Lviv, 2019.

The modern development of the society, its resource and informational software has caused the higher demands to the professional preparation to the stuff, which provides all the management functions on the all levels of the hierarchy as on the state so as on the private productive structures. Special demands are used to the people whose abilities are to make decisions in normal and critical situations on the all levels of the hierarchy. These tasks can be realized according to the appropriate intellectual, psychological and professional training of the managerial and operative stuff as in the organizational so as in the productive systems.

The growth of the role of the information and knowledge in the professional activity which are the main factors of the industrial development of economics exacerbates the creative character of the work, the role of the personality its cognitive abilities in the processes in making decisions in local and strategic managerial decisions in all the levels of the hierarchy of the state and corporative structures. And so it creates the actual scientific problem, one of the way of solving this problem is to raise the effectiveness of

the managerial and productive activity on the base of using the informational and computer technologies with taking into account the cognitive psychology. And these demands relevant methods of the preparation, which unite all the methods of the informational, system and cognitive technologies in the formation of the curriculums as to the individual so as to the team training with the purpose to activate the assimilation of the general and the professional oriented knowledge.

In the first chapter of the dissertation was made the analysis of the degree of the scientific elaborated of the making decisions in the conditions of emergencies situations, the problem of choosing the strategies of the management of the energetic systems in critical situations of the production, problems of the functional stability of the operator in making decisions in the conditions in emergencies situations in man-made systems, structuring the knowledge necessary for making and interpretation the situations in cognitive system in making decisions and management. Also was made the analysis of the methods counteraction in emergencies situations in man-made energetic systems.

In the second chapter were proposed the informational concepts in the development of the logical-cognitive models of the intellectual activity in the conditions of the risk; system and the informational dynamic components in logical models in temporal activity in making operative decisions. Also were reviewed the processes of the formation of the intellectual skills for solving the tasks in management process of the liquidation of the emergencies situations.

The third chapter was devoted to the logic of the generation of the hypothesises about the reasons of emergence of the critical situations for solving the tasks of processing the information which is necessary in management. Also were researched the logical categories in the schemes of making decisions by the operator in the process of the management in the risk regime. Were described the categories in the systems of making decisions, relations between them and their meanings. Was built the logical structure of the tree of decisions on the cycle of terminal time of management the man-made system in emergencies situations.

In the fourth chapter was made the analysis of the process of formation the logical procedures in making decisions in the conditions of risk and fixed terminal time. Were researched the main components of the temporal logic in the procedures of processing data flows in the hierarchy of the structure of man-made system and their influence on the rating of perception the time by the operator automated system of management of technological process during the emergence of the dynamic situations. Was described the dynamic of changes the speed of thinking in the actions of the stressful factors on the operator, which takes to the account the possibility of the correct rating of the given situation.

In the fifth chapter were proposed the logical models of the formation of the active action in management; rules of the building the logical solutions which are necessary for the formation management actions by the cognitive intellectual agent in the procedures in making management decisions in unclear and unrelated data.

The sixth chapter was devoted to the development of the logical-cognitive model of the operator's activity like an intellectual agent, who does the management functions in the extreme conditions. Were reviewed the cognitive knowledge components of the factors of the influence on the making decisions by the intellectual agent-operator ASM;

problematical and situational tasks in the management of the difficult objects.

The seventh chapter was devoted to the slightly formalized and unformalized tasks of management the systems; systemic and cognitive conception of the formation the strategies in the target spacious; informational and intellectual stability the agents of operative management in the formation of the anti-crisis solutions. Were developed the logical-cognitive models in the formation of management decisions in the hierarchical systems.

Key words: knowledge, logic, time interval, interpretation, model, potentially dangerous object, neural system, management, logic-cognitive model, temporal structure, data processing, intelligent agent, goal oriented solutions, team, professional selection.

Підписано до друку 11.09.2019. Формат 60×90/16.
Папір офсетний. Друк на різнографі. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. арк. 1.9. Наклад 100 прим. Зам. № 143/19

Друк. ПП «Арал»
79026, м. Львів, вул. Козельницька, 4
тел.: (050) 371-62-80

