

УДК 004.81:159.953

КОГНІТИВНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ НЕЧІТКОСТІ СИТУАЦІЙНИХ ДАНИХ

Л.С. Сікора¹, Н.К. Лиса¹, Р.Л. Ткачук²

¹Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, Львів 79013, Україна

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
вул. Клепарівська, 35, Львів 79000, Україна

В статті розглянуто діяльність оператора в умовах надзвичайних ситуацій, сформульовані вимоги, які необхідні для ефективного прийняття рішень. Проведений аналіз проблеми оцінки інтелектуальних здібностей оператора. Наведена функціональна структура процесу цілеспрямованої діяльності та схема розв'язання задач управління в умовах ризику аварій, що приводить до викиду шкідливих відходів в екологічне середовище.

При реалізації процесу управління в ієрархічній АСУ сприйняття ситуацій, побудова образу ситуації в термінальному часі на підставі інтелектуальної обробки потоків даних, залежить з одного боку від інтелектуального рівня оператора з другого, від професійної та знаневої підготовки. Здатність оператора сприймати сценарії і образи подій, на підставі опрацювання потоків даних, виявити ознаки критичності режимів та дій факторів впливу як на технологічну систему, так і на прийняття рішень, забезпечує мінімізацію виникнення ризикових ситуацій. Найбільш складною компонентою цього процесу є сприйняття у цілому особою оператора проєктуючого 3-D образу комплексу структур АСУ-ТП, фізичних і хіміко-технологічних енергоактивних процесів у їх взаємозв'язку також представлення у когнітивній структурі мислення оператора у вигляді тенденцій змін сценаріїв розвитку подій, їх оцінки при прийнятті управляючих рішень.

Ключові слова: інтелект, нейроструктура, оперативна діяльність, сенсор, ризик, надзвичайні ситуації, техногенні структури, прийняття рішень, управління, дані, інформація, когнітивна модель, викиди в екосередовище.

Постановка проблеми. Сучасне виробництво – це складні інтегровані людино-машинні керовані системи, стратегії управління для досягнення мети функціонування входять як в структуру автоматизованої системи управління (АСУ), так і в базу знань і нормативів професійних навиків оператора. В ієрархії забезпечення надійного функціонування системи АСУ перед оператором стоять задачі, які необхідно розв'язати на циклах поточного і термінального часу:

- з контролю динамічного стану енергоактивних об'єктів АСУ-ТП;
- з оцінки режимної ситуації енергогенеруючих об'єктів;

- з формування координуючих дій для підтримки цільового функціонування системи як в ручному так і автоматичному режимі при відхиленні від цільової траєкторії режиму функціонування;
- з управління і регулювання технологічними процесами в нормальних режимах і надзвичайних ситуаціях згідно нормативних вимог і цільового завдання зменшення шкідливих викидів.

На основі системного аналізу та комплексного використання методів когнітивної психології і інформаційних технологій обґрунтувати можливість зменшення ризику при дії збурень та інформаційних та ресурсних атак прийняття цільових рішень оперативним персоналом в АСУ в структурі яких входять енергоактивні об'єкти, які функціонують в граничних режимах.

Відповідно в структурі проблеми можна виділити наступні задачі прийняття рішень, що необхідно для формування стратегій досягнення поточних і стратегічних цілей при дії інформаційних і ресурсних збурень, що забезпечує мінімізацію ризику на підставі:

10. когнітивної підтримки рішень за рахунок більш ефективного методу оцінки суті ситуації;
 11. аналізу проблемних ситуацій за рахунок інформаційних технологій обробки нечітких даних;
 12. ефективної операторської діяльності за рахунок підвищення здатності інтелекту особи до дії;
- оцінки ризиків за рахунок чіткої інтерпретації виниклих ситуацій.

Аналіз літературних джерел за період [1975- 2020].

В монографії [1] розглянуто особливості операторської діяльності при управлінні складними системами, основна увага приділена ергономічним акцентам поведінки при прийнятті рішень.

В монографії [2] проведено психологічний аналіз оперативного мислення при прийнятті рішень в екстремальних умовах та підвищеному ризику у процесі ліквідації загроз.

В праці [3] розглянуто основні концепції нейропсихології мислення особи на підставі нейрофізіологічних моделей діяльності.

В колективній праці [4,5] розглянуто логіко-когнітивні моделі формування управляючих дій операторами при прийнятті рішень в інтегрованих системах в екстремальних умовах на підставі концепції когнітивного інтелектуального агента.

В колективних працях [6-10] розглянуто комплекс проблем управління інтегрованими системами на підставі методів системного аналізу та когнітивної психології на основі інтеграції з інформаційними технологіями. Підкреслено роль когнітивних характеристик при прийнятті рішень.

В працях [11-16] розглянуто теоретичні засади теорії прийняття рішень у складних техногенних виробничих системах: ситуаційне управління, проектування, моделювання, програмно-цільове планування, структурні зв'язки, теорія вибору і прийняття рішень, планування рішень, як основи побудови систем автоматизованого управління.

Мета статті. Метою досліджень є розроблення ефективної системи підтримки прийняття оперативних рішень в АСУ в умовах ризику на підставі інтеграції когнітивних методів та інформаційних технологій, системного аналізу для синтезу стратегій досягнення мети і стабільного функціонування системи управління.

Для зменшення ризику прийняття рішень, які можуть бути хибними при некоректній оцінці ситуацій необхідно виділити і розв'язати проблемні задачі:

1. структуризації обробки даних, класифікації;
2. прийняття управлінських рішень та командних дій в умовах ризику.

Процеси образного сприйняття різнорідних потоків даних когнітивною системою оператора АСУ, їх опрацювання, оцінка ситуацій для виявлення індикаторів виникнення технічних і управлінських ризиків та – факторів, які їх провокують у сукупності складають об'єкт дослідження.

Моделі, методи та інформаційна технологія оцінки ситуацій, на підставі опрацювання різнорідних даних про об'єкт когнітивною системою оператора, що необхідно для прийняття рішень в процесі розв'язання проблемних ситуацій, які виникають у системі при дії збурень та інформаційних атак – це є предмет дослідження.

Для проведення досліджень проблеми ефективного і стійкого управління енергоактивними об'єктами у структурі інтегрованих техногенних систем використано: системний аналіз організації функціонування структури об'єктів та процесів прийняття рішень, системні методи оцінки техногенних ризиків, інформаційні технології відбору і опрацювання даних про стан об'єктів, когнітивна психологія процесів мислення при прийнятті управлінських рішень в умовах дії загроз та нечіткості даних про поточну ситуацію в системі.

Виклад основного матеріалу дослідження.

1. Аналіз проблемних задач відбору та когнітивного опрацювання даних при прийнятті цільових рішень на управління оператором АСУ.

В умовах дій активних факторів впливу на структуру енергоактивного об'єкта та потоки ресурсів та інформаційних атак на процеси управління, оператор без відповідної спеціальної підготовки не може приймати адекватні рішення у стресових ситуаціях, так як необхідно виконати комплекс операцій інтелектуальної обробки даних про стан об'єкта. (Рис.1) [4-10,16].

При прийнятті оператором рішень в екстремальних умовах необхідно виконати наступні операції для розв'язання проблеми (оцінка ситуацій) вироблення цілі, декомпозиція задач, які мають інформаційний та когнітивний характер в умовах прийняття рішень:

1. *KVd* - відбір, обробку і оцінювання даних про стан об'єктів у структурі АСУ-ТП;
2. *KId* - інтерпретувати дані, виділяти їх зміст на основі процедури класифікації у цільовому просторі системи згідно множини ознак режиму функціонування об'єктів;
3. *KRS* - визначити ступінь відхилення стану від цільового, і на підставі визначених стратегій побудувати процедуру приймання управляючих рішень, тактик і планів командних дій;

4. $strat(U/Ci)$ - згідно стратегій управління для реалізації цільових задач сформувати тактики плану командних дій;
5. для планування послідовності командних цільових дій обґрунтувати спосіб формування динамічних таблиць прийняття рішень;
6. оцінити ризики управління в умовах дії загроз.

Згідно цих вимог побудуємо операційну структурну модель виконання управлінських дій.

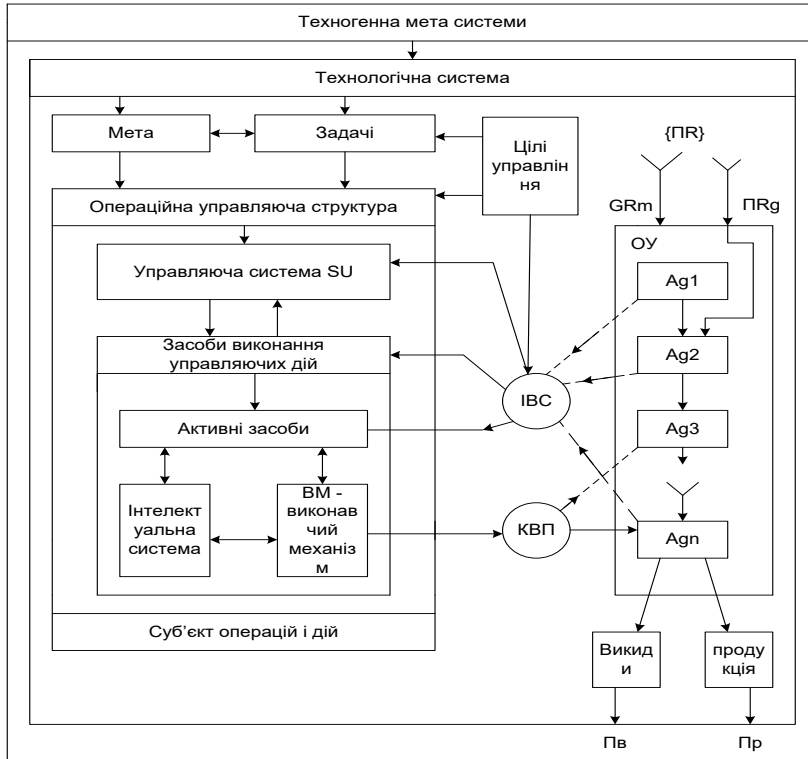


Рис. 1 Операційна модель виконання управлюючих дій в техногенній системі

Позначення: PR – потоки ресурсів, $\{Ag_i\}_{i=1}^n$ – технологічні агрегати, BM – виконавча система, IBC – інформаційно – вимірювальна система, $КВП$ – командний виконавчий пристрій, SU – система управління в АСУ, OU – об'єкт управління. Згідно аналізу обґрунтовано вибір управлінських інтелектуальних та інформаційних операцій обробки потоків даних про стан об'єкта розроблено операційну модель виконання цілеорієнтованих управлінських рішень та реалізації дій, які виводять техногенну систему в цільову область режиму функціонування (рис.1)

В комплексі ця проблема не розв'язана і тому є актуальною.

Сигнали про стан системи і зовнішню ситуацію сприймаються оператором через сенсорну систему і опрацьовуються в нейроструктурах мозку з метою формування образу ситуації в цільовому просторі інтегрованої системи [3]. В умовах надзвичайних ситуацій в техногенних структурах, підрозділи аварійних служб і МНС знаходяться в різних координатах, мають розподілену АСУ енергетичну, ре-

сурсну, виробничу та інформаційно-управлінську структуру, що ускладнює прийняття координуючих і керівних рішень особливо в аварійних режимах діяльності. Ці умови формують вимоги до інтелекту і психофізіологічних характеристик операторів та апарату управління стосовно їхніх умінь і психологічної стійкості в умовах ризику та аварійних ситуацій результатом яких є надзвичайні стани.

Наведемо перелік вимог до оператора і умінь, які необхідні для прийняття рішень [4-15] в процесі управління та надзвичайних станах, що виникають в граничних та перед аварійних режимах функціонування енергоактивних агрегатів, технологічних структур при дії загроз і факторів впливу:

А) • для просторової оцінки ситуації, яка виникла на об'єктах ТС при дії загроз;
 KFA_1 – сенсорна чутливість органів оператора (зір, слух, тактильна);
 KFA_2 – гострота реакції на звукові та слухові образи та мінімізація часу реакції на визначення типу загроз;

KFA_3 – ефективне формування ознак і загроз, які збурюють об'єкт;

В) • для оцінки ситуацій в техногенній системі в умовах загроз необхідно вміти:

KLM_1 – виконати логіко-математичні операції, геометричні і алгебраїчні перетворення при формуванні образів просторових ситуацій з потоку даних від об'єкта в якому виникли загрозливі режими і неполадки;

KPN_2 – визначити фактори і ознаки причинно-наслідкових зв'язків, логічних закономірностей для ідентифікації області дії загроз;

$KIcon_3$ – мати здатність для ідентифікації типу траєкторії розвитку динамічних сцен, виявлення комплексу ознак та оцінки параметрів динамічних процесів, виділення із загального набору параметрів підмножини суттєвих факторів ризику для проведення оцінки рівня небезпеки,

KLd_4 – вміти використовувати логічні операції, дискримінантні функції, процедури виведення, генерації гіпотез про можливий розвиток подій в системі, що необхідно для побудови системи та ланцюгів ліквідаційних дій.

KPr_5 – побудувати плани рішень, вибір альтернативних дій, (вміння будувати в уяві траєкторії руху до цілі, графи, ланцюги, ланки, дерева рішень) згідно виниклої у даний момент ситуації в об'єкті, що забезпечує вихід з аварійної ситуації системи управління об'єктами;

С) • Для побудови варіантів ціле орієнтованих стратегій і тактики поведінки на основі управляючих дій, оператор АСУ-ТП повинен вміти:

KLP_1 - будувати оптимальні ланцюги і плани дій з мінімізацією ризику аварій в граничних режимах,

KRA_2 – оцінювати параметри загроз і прогнозувати їх вплив на рівень аварійності та динаміку розвитку ситуації в об'єкті техногенної системи, класифікувати фактори впливу та їх загрози для зміни режиму,

$Ktakt_3$ – реалізовувати тактику дій в умовах прямих загроз через відповідні засоби управління у структурі АСУ на підставі оцінки ситуації.

Виділимо типи компонент в системі наведених коефіцієнтів когнітивної і інтелектуальної діяльності при прийнятті рішень:

- інтелектуальні операції $\langle KVD_1, KId, KR_s \rangle$ прийняття рішень;
- інформаційні операції $\langle KFA_1, KFA_2, KFA_3 \rangle$ обробки потоків даних;
- управлінські операції $\langle KLM_1, KRN_2, KIcon_3, KLD_4, K P_5 \rangle$ при прийнятті рішень згідно ситуації;
- генерації стратегій управління $\langle KLP_1, KRA_2, Ktakt_3 \rangle$, для реалізації цільових задач функціонування об'єкта і системи

Цей набір коефіцієнтів є підставою оцінки інтелектуальної стійкості оператора – інтелектуального агента при прийнятті рішень в умовах нечіткості даних про стан об'єкта та дії загроз як ресурсного так і інформаційного типу впливу. Це є підставою оцінки інтелектуальних здібностей для прийняття рішень в кризових ситуаціях.

2. Прийняття рішень при дії загроз на зміну режиму енергоактивного об'єкта.

Відповідно до цільового завдання, на основі системного аналізу та методів когнітивної психології розроблена інформаційна функціональна схема розв'язання задач управління оператором, в умовах ризику, яка має ієрархічну компонентну структуру [4-10,16]

Схема включає дві структури, функціонально повні, відповідно до задач управління (Рис. 2), які включають взаємно пов'язані підсистеми ієрархії:

- техногенну систему з ієрархічною організаційною структурою;
- когнітивну систему оператора, яка виконує управлінські дії на підставі координаційних стратегій відповідно до ситуації в об'єктах техногенної системи.

Взаємодія відбувається за рахунок сприйняття змісту потоків даних одержаних від мультимедійної системи операторами та їх відображення у вигляді динамічної ситуації. Обробка даних оператором як основа прийняття рішень, формування координуючих дій, які передаються на АСУ для управління є підстава оцінки реального стану енергоактивного об'єкта. Подальше опрацювання даних в термінальному часі створює умови для формування інформаційного образу ситуації в просторах стану і цільовому та побудови сценарію розвитку подій (Рис.2) та вироблення цільових стратегій управління для протидії загрозам ресурсного типу, інформаційним атакам та впливам на когнітивну систему оперативного персоналу та структуру ієрархії.

Ієрархічна організація техногенної системи включає наступні рівні:

- агрегатну підсистему технологічного енергоактивного об'єкта, блоку;
- інформаційно – вимірювальну систему відбору і обробки даних формування образу ситуації в просторі станів об'єкта;
- інтелектуальну систему інтерпретації сенсу ситуації, мультимедійне відображення стану об'єкта в просторі ситуацій формувач цілеорієнтованих команд та їх реалізація через виконавчий механізм;
- рівень оперативного управління.

Для рівня оперативного управління характерним є вибір вимог щодо придатності його для розв'язання комплексу управлінських задач, що вимагає аналізу його когнітивних та інтелектуальних здібностей при формуванні рішень (когнітивний інтелектуальний агент).

Відповідно (KIA) - когнітивний агент характеризується системною структурою:

- ядро «я – системи» - самоусвідомлення;
- нейропроцесор цілеорієнтації;
- нейропроцесор – розв'язувач задач;
- аналізатор ситуацій;
- системно – структурна організація постійної та оперативної пам'яті.

В комплексі такої організаційної структуризації формується процес управлінської діяльності цільового функціонування техногенної системи (рис.2).

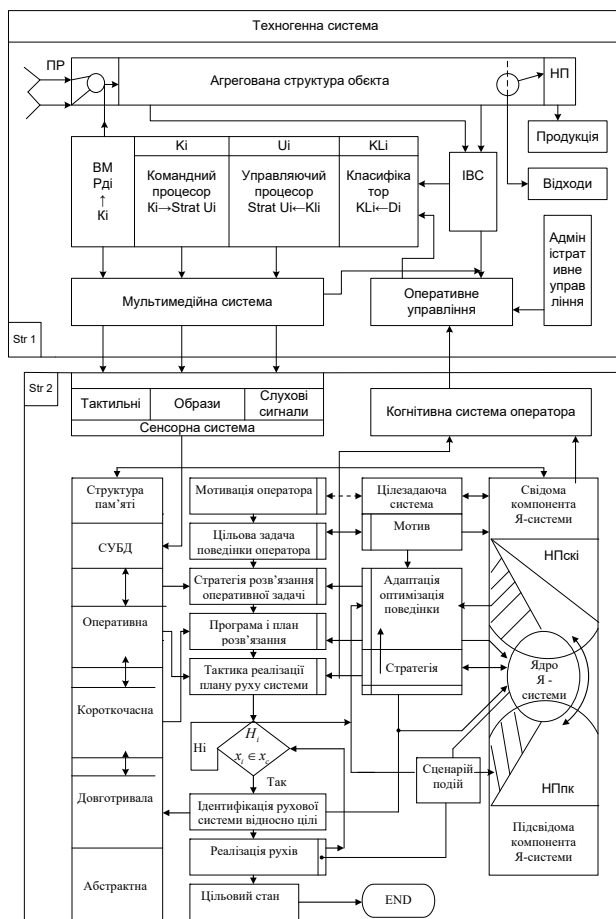


Рис 2. Інформаційно - функціональна схема розв'язання задач управління оператором АСУ в структурі техногенної системи

Позначення на Рис.2.: Strat – стратегія правління, Strat ($U \rightarrow K$) – стратегія формування управляючих команд для виконавчого механізму (ВМ), $\{KLi\}$ – класифікатор ситуації НП – продукція, ($StrI, StrII$) – структури підсистем для розв'язання задач управління, ($StrI$) – структура технологічної системи, ($StrII$) – структура когнітивної системи оператора, $\{Hi\}$ – перевірка гіпотез про досягнення цільової області, ($Ki \rightarrow Rdi$) – реалізація команд (Ki) через виконання дії – Rdi , (KLi) – класифікатор ситуації в об'єкті.

В умовах психоемоційної напруги окрім необхідності швидкого і ефективного сприймання та опрацювання інформаційних потоків вимагається відповідна реакції та вміння оцінювати часові інтервали, які необхідні для прийняття рішень і виконання дій.

Висновок. В статті розглянута інформаційно-функціональна структура процедур вибору та планування дій управління в екстремальних ситуаціях.

Проведено: аналіз процесу виникнення кризових і конфліктних ситуацій; постановка проблеми прийняття рішень і наведена структурна схема; обґрунтована схема ситуаційного управління; проаналізовано причини виникнення загроз і кризових ситуацій; сформовано вимоги до процедур управлінських дій на основі системи моделі динамічного реагування.

Список використаних джерел

1. Зайцев В.С. Системный анализ операторской деятельности / В.С. Зайцев – Москва : Радио и связь, – 1990. – 120 с.
2. Завалишина Д.Н. Психологічний аналіз оперативного мислення / Д.Н. Завалишина. – М.: Наука, – 1985. – 220 с.
3. Лурия А.Ф. Основы нейропсихологии / А.Ф. Лурия. – Москва : Академия, – 2002. – 384 с.
4. Сікора Л.С. Когнітивні моделі та логіка оперативного управління в ієрархічних інтегрованих системах в умовах ризику / Л.С. Сікора. – Львів: ЦСД «ЕБТЕС», 2009. – 432 с.: схеми, табл.
5. Ткачук Р.Л. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах: [посібник] / Р.Л. Ткачук, Л.С. Сікора. – Львів: Ліга-Прес, 2010. – 404 с.: схеми, табл., іл.
6. 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. Львів: Українська академія друкарства, 2013. 449 с.
7. 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 та конфліктів. Львів: Українська академія друкарства, 2013. 514 с.
8. Сікора Л. С., Медиковський М. Д., Грицик В. В. Перспективні інформаційні технології в системах автоматичного управління енергоактивними об'єктами виробничих структур. Львів: ДНДІ, 2002. 416 с.
9. Медиковський М. Д., Сікора Л. С. Автоматизація керування енергоактивними об'єктами при обмежених ресурсах. Львів: ЦСД, 2002. 298 с.
10. 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. Львів: Українська академія друкарства, 2017. 644 с.
11. Василенко В.О., Шостка В.Т. Ситуаційний менеджмент.- КЦУЛ. 2003.- 285с.
12. Сікора Л.С. Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. - Львів: Каменяр, 1998.- 453с.
13. Банельков А.А. Проектирование систем принятия решений в энергетике.- Москва : Энергоатомиздат, 1986.- 120с.

14. Резниченко С.С. и др. Экономико-математические методы моделирования в планировании и управлении горным производством.- Москва : Недра, 1991.- 428с.
15. Системы автоматизированного планирования и диспетчирования групповых производственных процессов / ред. А.А. Павлов.- Київ : Техніка, 1990.- 198с.
16. Лямец В.И., Тевяшев А.Д. Системный анализ. – Харьков. 2004. – 416с.

REFERENCES

1. Zaytsev V.S. (1990). *Sistemnyy analiz operatorskoy deyatelnosti*. Moscow: Radio i svyaz. (in Russian)
2. Zavalys'hyna D.N. (1985). *Psykhologichnyy analiz operatyvnoho myslennya*. Kyiv: Nauka. (in Ukrainian).
3. Lurgiya A.F. (2002). *Osnovy neyropsikhologii*. Moscow: Akademiya. (in Russian).
4. Sikora L.S. (2009). *Kohnityvni modeli ta lohika operatyvnoho upravlinnya v iyerarkhichnykh intehrovanykh systemakh v umovakh ryzyku*. Lviv: TSSD «EBTES». (in Ukrainian).
5. Tkachuk R.L. & Sikora L.S. (2010). *Lohiko-kohnityvni modeli formuvannya upravlins'kykh rishen' intehrovanykh systemamy v ekstremal'nykh umovakh*. Lviv: Liha-Pres. (in Ukrainian).
6. Durnyak B.V., Sikora L.S., Antonyk M.S., Tkachuk R.L. (2013). *Cognitive models of formation of strategies of operational management of integrated hierarchical structures in conditions of risks and conflicts*. Lviv: Ukrainian Academy of Printing. (in Ukrainian).
7. Durnyak B.V., Sikora L.S., Antonyk M.S., Tkachuk R.L. (2013). *Automated human-machine control systems of integrated hierarchical organizational and production structures in conditions of risk and conflict*. Lviv: Ukrainian Academy of Printing. (in Ukrainian).
8. Sikora L.S., Medykovsky M.D., Hrytsyk V.V. (2002). *Perspective information technologies in systems of automatic control of energy-active objects of production structures*. Lviv: DNII. (in Ukrainian).
9. Medykovsky M.D., Sikora L.S. (2002) *Automation of management of energy-active objects with limited resources*. Lviv: CDD. (in Ukrainian).
10. Durnyak B.V., Sikora L.S., Lysa N.K., Tkachuk R.L., Yavorsky B.I. (2017). *Information and laser technologies of data flow selection and their cognitive interpretation in automated control systems*. Lviv: Ukrainian Academy of Printing (in Ukrainian).
11. Vasilenko V.A. & Shostka V.T. (2003). *Situatsionnyy menedzhment*. Kyiv: TSUL. (in Ukrainian).
12. Sikora L.S. (1998). *Systemolohiya pryynyattya rishen na upravlinnya v skladnykh tekhnologichnykh strukturakh*. Lviv: Kamenyar. (in Ukrainian).
13. Banelykov A.A. (1986). *Proyektirovaniye sistem prinyatiya resheniy v energetike*. Moscow: Energoatomizdat. (in Russian).
14. Reznichenko S.S. et al. (1991). *Ekonomiko-matematicheskiye metody modelirovaniya v planirovanii i upravlenii gornym proizvodstvom*. Moscow: Nedra. (in Russian).
15. Pavlov A.A. (Ed.). (1990). *Sistemy avtomatizirovannogo planirovaniya i dispetchirovaniya gruppovykh proizvodstvennykh protsessov*. Kyiv: Tekhnika. (in Russian).
16. L. Ljung (1999). *System Identification - Theory for the User* (2nd edition), Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.

DOI 10.32403/2411-9210-2021-2-46-15-24

COGNITIVE AND INFORMATION TECHNOLOGIES OF DECISION SUPPORT FOR OPERATIONAL MANAGEMENT IN THE FACE OF FUZZY SITUATIONAL DATA

¹L.S. Sikora, ¹N.K. Lysa, ²R.L. Tkachuk,

¹ Lviv Polytechnic National University
12, Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine

² Lviv State University of Life Safety
35, Kleparivska St., Lviv, Ukraine
lysa.nataly@mail.com

The article deals with activities of the operator in emergency situations and the defined requirements that are necessary for effective decision making. The analysis of the problem of assessment of intellectual abilities of the operator is made. The article focuses on functional structure of the process of purposeful activity and scheme of solving problems.

When implementing the management process in the hierarchical ACU perception of situations, constructing an image of the situation in terminal time on the basis of intellectual processing of data flows depends, on the one hand, on the intellectual level of the operator and on the other hand, on professional and knowledgeable training. The operator's ability to perceive scenarios and images of events, based on the processing of data flows, to identify signs of criticality of modes and actions of factors influencing both the technological system and decision-making, ensures the minimization of the occurrence of risky situations. The most difficult component of this process is the perception of the design 3-D image of the complex of structures of ACU-TP, physical and chemical-technological energy-active processes in their relationship in the whole by the person of the operator, as well as their assessment when making management decisions.

Keywords: *intelligence, neurostructure, operational activity, sensor, risk, emergencies, man-made structure, decision making, management, information, cognitive model, emissions into the environment.*

*Стаття надійшла до редакції 05.05.2021
Received 05.05.2021*