

*УДК 004.9; 159.9*

*Ткачук Р. Л., к.т.н., доцент, ЛДУ БЖД кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів*

## **ЛІНГВІСТИЧНІ І ЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПРОЦЕДУР ПРИЙНЯТТЯ ТЕРМІНАЛЬНИХ РІШЕНЬ**

**Анотація.** В статті проведено теоретичний аналіз базових структурних понять логіки мислення оператора, формування системи знань та їх інформаційної інтерпретації. Описана динамічна структура логічних процесів, яка відповідає за формування стратегії прийняття цілеорієнтованих рішень.

**Аннотация.** В статье проведен теоретический анализ базовых структурных понятий логики мышления оператора, формирования системы знаний и их информационной интерпретации. Описана динамическая структура логических процессов, которая отвечает за формирование стратегии принятия целенаправленных решений.

**Annotation.** In the article, the theoretical analysis of the basic concepts of structural logic thinking operator, the formation of knowledge and interpretation of information were presents. The article describes dynamic structure of logical processes which is key in the formation of strategy of making goal-oriented decisions.

**Ключові слова:** знання, логіка, часовий інтервал, інтерпретація, мислення.

**Ключевые слова:** знания, логика, часовой интервал, интерпретация, мышление.

**Key words:** knowledge, logical, time interval, interpretation, thinking.

**Актуальність.** Відмінності сприйняття та оцінки часових інтервалів особистістю накладають індивідуальний відбиток на перебіг логічних процесів мислення у формуванні цілеспрямованих рішень. Феномен індивідуального оцінювання часових інтервалів набуває особливої ваги в момент прийняття людиною важливого рішення а особливо, коли необхідно приймати рішення за короткий часовий інтервал в стресогенних умовах при нечіткості та різномірності інформації, яка поступає про джерело загрози.

Одним з варіантів такої концептуальної системи може виступати «Логіко-когнітивна модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації» [4], яка накладає свій відбиток на особливість інтерпретації знань та співставлення їх з актуальною, швидкоплинною, динамічною ситуацією. Логіко-когнітивна модель опрацювання інформаційних потоків та прийняття на їхній основі цільових рішень в контексті часового простору будується шляхом композиції компоненти логічного опрацювання даних з метою вибору відомостей для визначення стратегії поведінки оператором в умовах дії загроз та когнітивної компоненти. Характерною особливістю когнітивної

компоненти є зв'язування інформаційних переходів (проміжків, пробілів, неточностей, суперечностей і т.п.) між логічними формалізованими структурами процесів мислення з метою виділення знань про ситуацію та вироблення планів дій для ліквідації цих загроз за мінімальний часовий інтервал [1-11].

Проблемна задача виявлення особливостей сценарного ситуаційного мислення та його ситуаційна структура.

### Модель ситуації

Кожен квант ціле направленої діяльності характеризується початковою ситуацією та метою. Ситуація сприймається оператором як сцена в цільовому просторі та розгортається в увяі як сценарій подій, зміст яких мусить оцінити людина. Структура цілі характеризується ієрархічною організацією тобто від термінальної до глобальної на інтервалі часу в просторі станів і когнітивній системі відповідно:

$$\langle LC_i(t_n) \subset OC_i(t_1 \dots t_n) \subset T_K(C_K) \subset g(C_K) \rangle^{T_m} \triangleq Scen \Pi_i.$$

Ціленаправлена дія приводить інтелектуальну, управляючу систему до мети за певний термін ( $T_i$ ), тобто відбувається перехід вихідної ситуації в цільову що відповідно відображає хід розв'язання цілеспрямованого завдання чи задачі. При цьому план рішення визначає послідовність дій що приводить до змін ситуації. Для розробки планів використовуються когнітивні і логічні знання.

### Модель ситуації в процесі прийняття рішень

Введемо поняття комплексного інформаційно-системного об'єкта  $\langle V, R, A \rangle \equiv Kic(0)$ .

Нехай:

$V$  – множина об'єктів;

$R$  – множина станів, властивостей, зв'язків;

$A$  – множина активних дій над  $V$  і  $R$ .

При формуванні планів інтелектуальна система оперує моделями середовищ, об'єктів, ситуацій.

### Означення ситуації [8]

Нехай масмо пару  $\langle V_S, R_S \rangle$  – яка виражає ситуацію, при цьому:  $V_S$  – множина об'єктів;  $R_S$  – множина станів, властивостей, зв'язків. Задача виражається через пару  $\langle M(S_i), M(S_g) \rangle$ , де  $M(S_i) \equiv Sit_1$  – модель початкової ситуації;  $M(S_g) \equiv Sit_K(C_i)$  – модель цільової ситуації;  $\langle V_i, R_i, A_i \rangle_l$  – модель локального середовища.

Модель ситуації описує положення системи в просторі станів:  $M(S_K) \subset (R \times R_T | \theta_K, t_i \in T_m)$  – в момент часу ( $t_i \in T_m$ ) на інтервалі  $T_m$  згідно параметра  $\theta$ .

### Процедури формування рішень [1, 7]

З процесом рішення задачі пов'язана активна інтелектуальна діяльність, а саме – з моделей дій складається план; з дій системи генерації планів, які формують план розв'язання задачі. При виборі кожної з дій відбувається розпізнавання її можливого застосування і моделювання наслідків дій.

При розгляді структури знань потрібних для формування рішень необхідно зробити висновок, що мови представлення знань повинні мати для цього як засоби, так і можливість відображення ситуацій їх структури та логіки змін.

Сформовані в процесі навчання інтелектуальним агентом (ІА) базові знання фіксуються в його когнітивній «Я-системі» в свідомій і підсвідомій структурах нейросистеми, яка має ієрархічну організацію щодо обробки потоків даних та прийняття рішень. Процес прийняття рішень має наступні складові: інформаційну, аналітичну, логічну, процедуру синтезу рішень, системну компоненту виконання планів рішень та аналізу наслідків виконання дій. Відповідно, такі процеси в часі мають скінченне число кроків в ході розв'язання задач, та відповідну логічну структуру.

Аналіз логічних компонент системи знань в процедурах прийняття рішень.

#### **Означення 1.** Контекст знання [2-5, 9-10]

Контекст знання визначає множину пресупозицій (способів оцінювання  $B$  по  $A$ ) для кожного елементу базового знання:  
$$C(\Sigma) \triangleq \{B : (\exists A \in \Sigma), (A \supseteq B)\}.$$

$(A \supseteq B)$  – буде пресупозицією  $A$  якщо між ними буде логічна залежність:  $(A \rightarrow B) \Rightarrow (B - \text{істина})$ , тобто  $B$  є необхідною умовою побудови оцінки  $A$ . Якщо  $B = f$  та  $\neg (\exists A)$  – не існує оцінки твердження  $A$ .

Передумова знання – як необхідна умова істинності знання

$$П(\Sigma) = \{B : (\exists A \in \Sigma)(A|B)\}.$$

**Означення 2.** Дедуктивне дослідження – це пошук логічних наслідків із елементів існуючого базису знань при фіксованому контексті знання:

$$C(\Sigma) = \{B : (\exists A \in \Sigma)(A \supset B)\};$$

$$Alf \{ \in, \notin, \exists, \forall \{x: Ax\}, \subset, \subseteq, \vee, \neg, \cap, \cup \}.$$

Альтернативні основи взаємозв'язків між знанневими структурами:

$$\{ \text{знання} \leftrightarrow \text{незнання} \}; \{ \text{істинна} \leftrightarrow \text{фальши} \}.$$

**Означення 3.** Приріст знання – за рахунок дослідження контексту та редукції фрагментів знань, при цьому існують наступні переходи:  $(l \rightleftharpoons d)$ , які структурують форми знань:

– логічні форми;

– граматичні форми.

Контекстуальне функціонування фраз ґрунтується на логічних виразах які описують реальну ситуацію:

$$(той X, який A \in B) \equiv (B(\cap X) A)$$

$\exists x$  для якого маємо :

$$(B(\cap X) A) \triangleq 1.A(y) \leftrightarrow (x = y)$$

$$2.B(x) - істинно, (\exists x)((\forall y A(y)) \leftrightarrow (x, y)By)$$

Відповідно, усвідомлення істинності тверджень про ситуацію в об'єкті дослідження, опирається на їх логічну форму, тому предикат існування буде:

$$E!(\cap x) A \leftrightarrow \exists x \left\{ A \leftrightarrow x = y \right\}$$

Логіка мови забезпечує можливість виразу думок з певним фіксованим змістом в актах комунікації. Носієм думки (субстрату) є речення а не набір лінгвістичних одиниць, якому відповідає певний зміст, тоді:

– <вказівні речення «про що говориться»> – визначають цілеорієнтацію;

– <запитальні речення «що говориться про це»> – тип змісту.

Згідно з цим маємо правила: вказування і класифікації.

**Означення 4. Ідентифікація.** Тотожність і розділення речей за певним

змістом, що відповідно, вимагає наявності наступних ознак:

– каркасу знань про ідентифікацію об'єкта (структура і динаміка);

– каркасу знань про дискримінацію на основі виділення класів по знаках, та сутності структурних та поведінкових властивостей, відповідно:

• фальш твердження приводить до семантичної некоректності;

• зміст твердження пов'язаний з правилами його формування.

– пресупозиції ( $\underline{S} \geq \underline{S'}$ ) і причинних зв'язків та експертних знань;

– повноти і контексту твердження, як основи формування змісту твердження.

Аналіз класів логік для опису станів об'єкта в часі [5-6, 9-10].

II – логіки як базис термінальних логік

### **Задача 1**

Вислови, які мають зміст повинні бути відповідно оцінені, при невідомій структурі даних. Відповідно, до задач формується логіка оцінок, тоді алфавіт задається кортежем:  $\langle \supset, \leftrightarrow, \neg, \cup, ?, \in \rangle$ , де ? – проблемний оператор.

Введемо стани істинності  $\langle 0-f, 1-t, 2-невідомо \rangle$ , згідно них означимо відповідні властивості множини правильних формул, які побудовані на основі системи аксіом:

$$P_0 : F_s^0 \cup F_s' \cup F_s^2;$$

$$P_1 : (A \supset B) \in F_s \leftrightarrow A \in F_s' \wedge B \in F_s^0;$$

$$P_2 : (A \supset B) \in F_s' \leftrightarrow A \in F_s^0 \vee B \in F_s' ;$$

$$\begin{aligned}
 P_3: & \neg A \in F'_S \leftrightarrow A \in F_S^0; \\
 P_4: & \neg A \in F_S \leftrightarrow A \in F'_S \cup F_S^2; \\
 P_5: & ?A \in F'_S \leftrightarrow A \in F_S^2; \\
 P_6: & ?A \in F_S^0 \leftrightarrow A \in F_S^1 \cup F_S^0; \\
 P_7: & \neg A \in F_S^2; \\
 P_8: & \neg A \notin F_S^2.
 \end{aligned}$$

Для оцінки стану і логічного змісту виразу формуються таблиці істинності ( $\supset, ?, \neg$ ) у наступному вигляді:

Таблиця 1

$\supset$	0	1	2		?		$\neg$
0	1	1	1	0	0	0	1
1	0	1	2	1	0	1	0
2	2	1	2	2	1	2	0

Для побудови складних логічних виразів про зміну ситуації в складних системах необхідно пов'язати різні типи логік (оцінки, стану, часу). Відповідно, зв'язки логіки  $P$ -оцінювання задаються у вигляді ( $\rightarrow, \sim, +$ ) – зв'язків Бочвара:

$$\begin{aligned}
 ?A & \triangleq \neg + (A \supset A); \\
 -A & \triangleq A \supset ?A; \\
 +A & \triangleq --A = (A \supset \neg A); \\
 \sim A & \triangleq A \supset \neg A; \\
 A \vee B & \triangleq \sim A \supset B; \\
 A \wedge B & \triangleq \sim A \vee \sim B; \\
 ?A & \text{ – (вірно що невідомо } A); \\
 A \rightarrow B & \triangleq (A \supset B) \wedge (A \supset A) \wedge (B \supset B); \\
 A \supset B & \triangleq +A \supset +B; \\
 A > -B & \triangleq + (A \supset B) \supset +B.
 \end{aligned}$$

Для них будуються таблиці істинності (2, 3)

Таблиця 2

$\rightarrow$	0	1	2	$\sim$	+
0	1	1	2	1	0
1	0	1	2	0	1
2	2	2	2	2	0

Таблиця 3

$\supset$	0	1	2		$\neg$
0	1	1	1		1
1	0	1	0		0
2	1	1	1		1

### Задача 2

Множини XII на II – логіці оцінювання визначають структурні особливості об'єкта дослідження. В рамках формується система аксіом для логіки Бочвара:

$$XII_0 (\forall A \in M)(A, \neg A \in M; A, ?A \notin M; \neg A, ?A \in M);$$

$$XII_1 (A \supset B \in M) \rightarrow (\neg A \in M \vee B \in M);$$

$$XII_2 \neg(A \supset B) \in M \rightarrow (A, \neg B) \in M;$$

$$XII_3 ?(A \supset B) \in M \rightarrow ((?A, ?B) \in M) \vee (?A, \neg B \in M) \vee (A, ?B \in M);$$

$$XII_4 \neg\neg A \in M \rightarrow (A \vee \neg A) \in M;$$

$$XII_5 \neg ? \in M \rightarrow (A \vee \neg) \in M;$$

$$XII_6 ?\neg A \in M;$$

$$XII_7 ?? A \in M.$$

Правила аналітично-табличні, на XII множинах II – логіки формується на основі відповідних процедур логічного висновку:

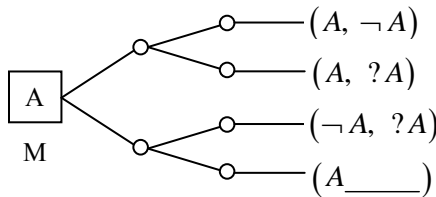
$$(\alpha \rightarrow \beta) \Rightarrow (\alpha \in F'_S \rightarrow \beta \in F'_S)$$

$$II_1: \frac{A \supset B}{\neg A | B}; \quad II_2: \frac{\neg(A \supset B)}{A, \neg B}; \quad II_3: \frac{\neg\neg A}{A | ?A};$$

$$II_4: \frac{\neg ? A}{A | \neg A}; \quad II_5: \frac{? \neg A}{A | \neg A}; \quad II_6: \frac{?? A}{A, ?A};$$

$$II_7: \frac{?(A \supset B)}{?A, ?B | ?A, \neg B | A, ?B}.$$

Логіка II – доведення є замкнутим деревом яке має відповідну структуру, де кожна гілка перевіряється на підставі гіпотез:



Відповідно, до структури дерева виводу (перевірки гіпотез) формується процедура:

$$1. (M | \neg A) \hat{=} (M, \neg A - \text{невиконується});$$

$$2. (M | \neg A) \leftrightarrow (M | A);$$

3.  $(M| = A)$  – має місце, якщо виконується умова:

а)  $(M \in F'_s) \Rightarrow A \in F'_s, s \in S;$

б) тоді невірно, що  $\langle (M \subset F'_s) \Rightarrow (A \in F'_s) \rangle \Rightarrow (M \subset F'_s \wedge A \notin F'_s)$  і

$(A \notin F'_s) \equiv (-A \in F'_s) \Rightarrow ((M \subset F'_s) \wedge (-A \in F'_s))$  тобто  $(M, -A)$  – не  $\Pi$  виконувані.

Відношення пресупозиції в логіці  $\Pi$  ґрунтується на основі процедур знаходження еквівалентності логічних виразів:

$$1. (M \supseteq A) \leftrightarrow (\forall_s \in S)(M \subset F_s \Rightarrow A \in F'_s);$$

$$2. (M \supseteq A) \leftrightarrow (\forall_s \in S)(M \subset F'_s \cup F'_s \Rightarrow A \in F'_s);$$

$$3. (M ? \supseteq A) \leftrightarrow (\forall_s \in S)(M \subset F'_s \cup F_s^0 \Rightarrow A \in F_s^2);$$

$$4. (M \supseteq A) \leftrightarrow (\forall_s \in S)(M \subset F_s^2 \rightarrow A \in F'_s).$$

Відповідно, проблема  $(M \supseteq A)$  – оцінювання виступає як необхідна умова осмисленості логічних структур з певним змістом.

**Означення 5.**  $БП$  – логіка з псевдо оператором переходу (беззмістовне  $\rightarrow$  фальшиве) – формується на підставі аксіом та правил оцінювання:

$$A \in F_s \Rightarrow nA \in F_s^0;$$

$$nA \in F_s^K \leftrightarrow A \in F_s^K;$$

$$F = n\{F_s \cup F'_s \cup F_s^0 \cup F_s^2\}, \text{ де } F \text{ – визначає повну структуру аксіом.}$$

На основі  $БП$  – логіки будується  $ХБМ$  – множина з наступними властивостями і правилами встановлення зв'язків у твердженнях:

$$|-A-| \subseteq |-M-|;$$

$$nA \in M \rightarrow A \in M;$$

$$\neg nA \in M \rightarrow \neg A \in M;$$

$$?nA \in M \rightarrow A \in M.$$

$$\Pi_1: \frac{nA}{A}; \quad \Pi_2: \frac{?nA}{?A}; \quad \Pi_3: \frac{\neg nA}{\neg A}.$$

Відповідно  $БП$  – доведення будується на підставі наступних логічних правил:

$$(A_1 \dots A_n, A_n \rightarrow B)| = (A_1 \dots A_n, A_n \rightarrow nB);$$

$$(nA \in F'_s) \Rightarrow (nA \notin F'_s);$$

$$(A_1 \dots A_n)| = B \Rightarrow (\{A_1 \dots A_n, -nB\} - \text{невиконується}).$$

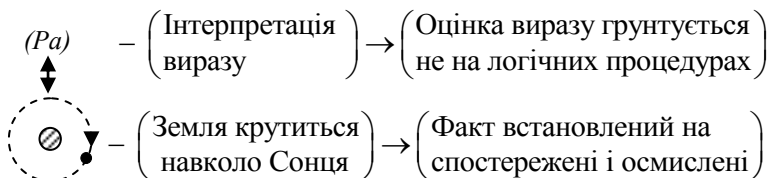
Схеми  $БП$  – пресупозиції ґрунтується на процедурах перевірки логічних еквівалентностей:

$$A > -B \Leftrightarrow u((A \supset A) \vee ?A) \supset +nB;$$

$$(|= A > -B) \Leftrightarrow ((A \succ B) \vee A > -B \in F'_s);$$

$$(A > -B \in F'_s) \Leftrightarrow ((A \in F_s) \rightarrow (B \in F'_s)), F_s = \in F_s^0 \cup \in F'_s \cup \in F_s^2.$$

**Означення 6.** Предикація – забезпечує існування більш елементарних складових тверджень і формул в пропозиціональних логіках. Оцінка пропозиціональних елементів залежить від змісту елементарних складових. Наведемо приклад опису фізико-логічної ситуації:



Відповідно, альтернативний розгляд є логічним дослідженням на основі формальної логіки та правил генерації і перевірки гіпотез.

Логічний формалізм – основа передумови конструктивного опису об'єкта ситуації.

Задамо:

$K = \{x, y, z, \dots\}$  – множина кванторних змінних;

$I = \{a, b, c, \dots\}$  – індивідні змінні;

$\Pi = \{P_1, P_2, P_3, \dots\}$  – предикатні змінні.

Для аналізу, будуються атомарні формули, які виражають логічну сутність об'єкта –  $(Pg_1 \dots g_n) \equiv A$  – формула  $g_i \in K \cup I, p \in \Pi$ ,

$$(A \text{ – формула}) \Rightarrow ((x)A \text{ – формула}).$$

Клас правильних формул  $F$  задамо у вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} Pa_1 \dots a_n \in E \subset F \\ \{A_1 \dots A_n\} \in F \rightarrow c(A_1 \dots A_n) \in F \\ (A \in F) \rightarrow ((x)A_x^a \in F) \end{array} \right. \left| \begin{array}{l} a \in I, p \in \Pi \\ A_x^a \text{ – підставка а} \\ (a \in U, x \in K) \end{array} \right.$$

де  $c$  – пропозиціональна зв'язка, яка відображає структуру дій.

Згідно вищенаведеного, процес розв'язання задач можна представити як інтелектуальну інформаційну гру  $\langle OY \leftrightarrow IA \rangle$ , в ході якої за скінченний термінальний час і  $m$ -кроків знаходимо розв'язок згідно цільового завдання і початкової ситуації [1, 7-8].

На рисунку 1 наведено розроблену схему формування рішень з покроковою процедурою зміни стану  $(t_1 \dots t_n)$ .



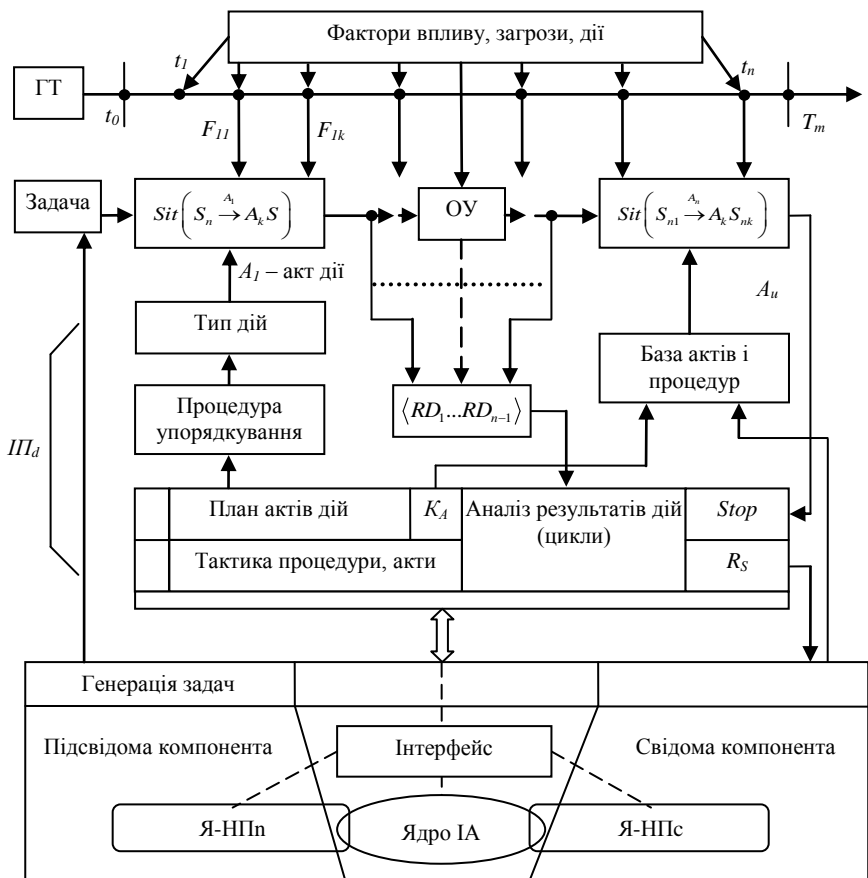


Рис. 1. Схема формування рішень інтелектуальним агентом (ІА) при дії загроз

Схема яка наведена на рисунку 1 включає наступні системні компоненти:

- об'єкт управління з ситуаційною проблемною задачею і сценарієм розгортання  $Scen RD(t_0, t_1 \dots t_n)$  та генератором формування відліків часу реалізації дій;

- інтелектуальний агент ІА з когнітивним ядром, свідомою і підсвідомою структурами нейросистеми;

- $III_d$  – інформаційне поле ігрових дій на якому відображається хід зміни ситуації в процесі реалізації дій згідно стратегій і планів розв'язання задачі.

## **Висновки.**

На основі індивідуального сприйняття часових інтервалів розглянуто логіко-системну процедуру та процес розв'язання задач управління з скінченим кроком дій в термінальній часі що, відповідно, дало змогу обґрунтувати логічні аспекти формування опису процесу рішення задач оператором.

## **Література**

1. Гладун В. П. Планирование решений / В. П. Гладун. – К.: Наук. думка, 1987. – 168 с.
2. Доказательство и понимание / [М. В. Попович, С. Б. Крымский, А. Т. Ишмурагов и др.; Отв. ред. М. В. Попович]; АН УССР, Ин-т философии. – Киев: Наук. думка, 1986. – 311 с.
3. Дуцяк І. З. Методи формування гіпотез: Монографія / І. З. Дуцяк. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київ. ун-т”, 2006. – 173 с.
4. Інформаційні концепції розробки логіко-когнітивних моделей інтелектуальної діяльності в умовах ризику / Л. С. Сікора, Р. Л. Ткачук, М. С. Антоник, Л. Пюрко, Р. Таланчук, Б. Якимчук // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. пр. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2014. – Вип. 72. – С. 63-73.
5. Ишмурагов А. Т. Логические теории временных контекстов: (Временная логика) / А. Т. Ишмурагов. – Киев: Наук. думка, 1981. – 150 с.: ил.
6. Копнин П. В. Диалектика, логика, наука / П. В. Копнин. – М. Наука 1973. – 464 с.
7. Модель Б. И. Элементы теории многошаговых процессов последовательного выбора решений / Б. И. Модель; ред. В. И. Бабицкий; АН СССР, Ин-т машиноведения им. А. А. Благовраова. – М.: Наука, 1985. – 92 с.
8. Поспелов Д. А. Логико-лингвистические модели в системах управления / Д. А. Поспелов. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 232 с.
9. Пути формирования нового знания в современной науке / С. Б. Крымский, Б. А. Парахонский, М. В. Попович; [и др.], АН Украинской ССР, Ин-т философии. – Киев: Наукова думка, 1983. – 229 с.
10. Смирнов В. А. Логические методы анализа научного знания / В. А. Смирнов; Отв. ред. В. Н. Садовский, В. А. Бочаров; Рос. акад. наук. Ин-т философии. – М.: УРСС, 2002. – 263 с.: ил.
11. 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.