

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕДУР ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У КОМУНІКАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ РУХУ ТА РЕГЛАМЕНТАЦІЇ ПОТОКУ ІНФОРМАЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Господарська діяльність підприємства супроводжується значним обсягом інформації, що рухається в різних напрямках, має різноспрямований вплив на процес функціонування підприємства, спричиняє уповільнення або прискорення процесів, що відбуваються на різних рівнях управління. Будь-яку інформацію, що прямо або опосередковано впливає на результати діяльності підприємства, необхідно систематизувати, структурувати, оформити та передати таким чином, щоб досягти максимального ефекту від її змістовності.

У сучасних умовах господарювання виникає потреба вирішення завдання формування системи руху та регламентації документопотоку промислового підприємства на засадах системного підходу. Із точки зору системного підходу до побудови комунікаційної системи руху та регламентації потоку інформації доцільним є формування системи управління промисловим підприємством таким чином, щоб мінімізувати необхідність узгодження управлінських рішень між складовими системи. Такий підхід забезпечить оперативність підготовки управлінських рішень і скоротить тривалість циклу обороту документів, тобто сприятиме прискоренню руху потоку інформації у комунікаційній системі.

Дослідження спрямоване на вирішення важливого наукового завдання раціоналізації потоків інформації з метою підвищення ефективності управлінських рішень у комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства шляхом моделювання процедур прийняття управлінських рішень.

Вирішення наукового завдання раціоналізації потоків інформації з метою підвищення ефективності управлінських рішень у комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації

промислового підприємства шляхом моделювання процедур прийняття управлінських рішень пропонується здійснювати за допомогою методу аналізу ієрархій Т. Сааті [1].

Метод аналізу ієрархій – це математичний інструмент системного підходу до вирішення складних проблем прийняття рішень, який дозволяє в інтерактивному режимі знайти такий варіант (альтернативу), що найкращим чином узгоджується з розумінням сутності проблеми та вимогами до її вирішення. Цей метод розроблено Р. Беллманом, Б. Бруком та В. Бурковим, однак отримав він широкий спектр використання саме на основі наукових праць Т. Сааті [2-7]. У структурі ієрархії Сааті виділяються дві складові: оціночна ієрархія критеріїв, яка формується шляхом декомпозиції цілі, і множина генерованих експертом рішень – альтернатив. У динамічних ситуаціях, які супроводжують господарську діяльність промислового підприємства, при генерації рішень експерт підсвідомо включає до оцінок цього рішення експертний прогноз розвитку ситуації у випадку його використання (фактори наслідків), що викривлює експертний прогноз. Усі ці фактори наслідків використання рішення зазвичай є критеріями ієрархії. Також додавання нової альтернативи обумовлює необхідність виконання процедур її парного порівняння з усіма раніше визначеними альтернативами, що також призводить до додаткових помилок.

Для зниження можливих помилок експертів при оцінюванні динамічних ситуацій у роботі промислового підприємства пропонується формування моделі динаміки розвитку ситуації, яка будується на основі знань експертів про процеси, що протікають у динамічній ситуації. Модель динаміки ситуації пропонується будувати на основі технологічних карт, що описують ситуацію

за допомогою безлічі факторів, які пов'язані причинно-наслідковими відносинами. Ця модель дозволяє отримувати прогнози розвитку ситуацій, а також вирішувати завдання підвищення ефективності управлінських рішень у комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства. Такими технологічними картами виступають бізнес-процеси, опис яких розробляється для кожного підприємства окремо з урахуванням особливостей побудови власне бізнес-системи, організаційної структури управління, територіальних особливостей розміщення виробничих та інших підрозділів підприємства тощо. Формування таких технологічних карт надає змогу формалізувати процеси, що протікають на промисловому підприємстві, визначити систему факторів впливу на результати будь-якого процесу (бізнес-процесу), установити між факторами зв'язки, визначити пріоритетність впливу факторів та спрямовувати дії на досягнення цілі.

У комп'ютерних науках такі технологічні карти мають назву когнітивних карт. У загальному вигляді когнітивне комп'ютерне моделювання – це моделювання ментальних, пізнавальних процесів. Останнім часом когнітивне моделювання широко використовується у складноформалізованих завданнях прийняття рішень та управління. У широкому розумінні когнітивне комп'ютерне моделювання – це спосіб аналізу, що забезпечує визначення сили та напрямку впливу факторів на переведення об'єкта управління в цільовий стан з урахуванням схожості та відмінності у впливі факторів на об'єкт управління [8]. В основу таких когнітивних моделей покладено класичні когнітивні карти. Нами досліджено напрям розвитку когнітивних комп'ютерних наук [8-12]. Так, класична когнітивна карта – це орієнтований граф, у якому привілейованою вершиною є деякий майбутній (цільовий) стан об'єкта управління, інші вершини відповідають факторам, дуги, що з'єднують фактори з вершиною стану мають товщину і знак, що відповідає силі та напрямку впливу даного фактора на перехід об'єкта управління в даний стан, а дуги, що з'єднують фактори, показують схожість і відмінність у впливі цих факторів на об'єкт

управління.

Когнітивний підхід у моделюванні орієнтований на активізацію інтелектуальних процесів суб'єкта з метою допомоги в уявленні проблемної ситуації у вигляді формальної моделі (когнітивна карта ситуації). Технологія когнітивного аналізу та моделювання дозволяє системно характеризувати й обґрунтовувати ситуацію та на якісному рівні розробляти управлінські рішення з урахуванням факторів впливу.

Використання когнітивного підходу в комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства, на нашу думку, є доцільним в умовах системно-цільового підходу при проектуванні організаційної структури управління. Когнітивний підхід у моделюванні використовує метод аналізу ієрархій Т. Сааті, тому вважаємо доцільним структурувати послідовність використання методу Т. Сааті з метою розробки методики моделювання процедур прийняття управлінських рішень у комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства.

Когнітивна карта визначає структуру ситуації і формально становить орієнтований знаковий граф (F, W) , де F – множина вершин – факторів ситуації, а $W = |w_{ij}|$ – матриця суміжності. Для отримання прогнозів розвитку ситуації в нечітких когнітивних

картах, якими є карти, що описують бізнес-процеси промислового підприємства, для кожного фактора визначено впорядковану множину лінгвістичних значень на відрізьку числової осі $[0, 1]$, тобто $\phi: Z_i \rightarrow X_i$,

де $X_i = \{x_{iq}\}$, $x_{iq} \in [0, 1]$, $\forall i, q$.

Початковий стан ситуації становить вектор усіх факторів ситуації $X(0) = (x_1^0, \dots, x_m^0)$ і початковий вектор приросту факторів ситуації $P(t) = (p_1, \dots, p_m)$. Когнітивні карти дозволяють отримати прогноз розвитку ситуації, де $X(t), X(t+1), \dots, X(t+n)$ – вектори стану ситуації в послідовні дискретні моменти часу $t, t+1, \dots, t+n$, де t –

номер такту моделювання. Стан ситуації в послідовні моменти часу в нечітких когнітивних моделях визначається парою: $\langle X(t+1), C(t+1) \rangle$, де $C(t+1)$ – вектор когнітивного консонансу значення фактора. Когнітивний консонанс – взаємна узгодженість, урівноважений стан елементів когнітивної системи, стан відповідності між очікуваною та отриманою інформацією. Когнітивний консонанс значення фактора $c_i(t+1) \in C(t+1)$ використовується для характеристики впевненості суб'єкта, що приймає управлінське рішення, в результатах моделювання. При $c_i(t) \approx 1$ впевненість суб'єкта у значенні фактора максимальна, а

при $c_i(t) \approx 0$ – мінімальна. Таким чином, ефективність прийняття управлінського рішення в комунікаційній системі руху й регламентації потоку інформації промислового підприємства буде оптимальною за умов досягнення когнітивного консонансу.

На основі побудови когнітивної карти формується модель ієрархічного оцінювання. Функціональна модель динаміки ситуації або модель ієрархічного оцінювання ситуації при застосуванні методу аналізу ієрархій до комунікаційної системи руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства має такий вигляд (див. рисунок):

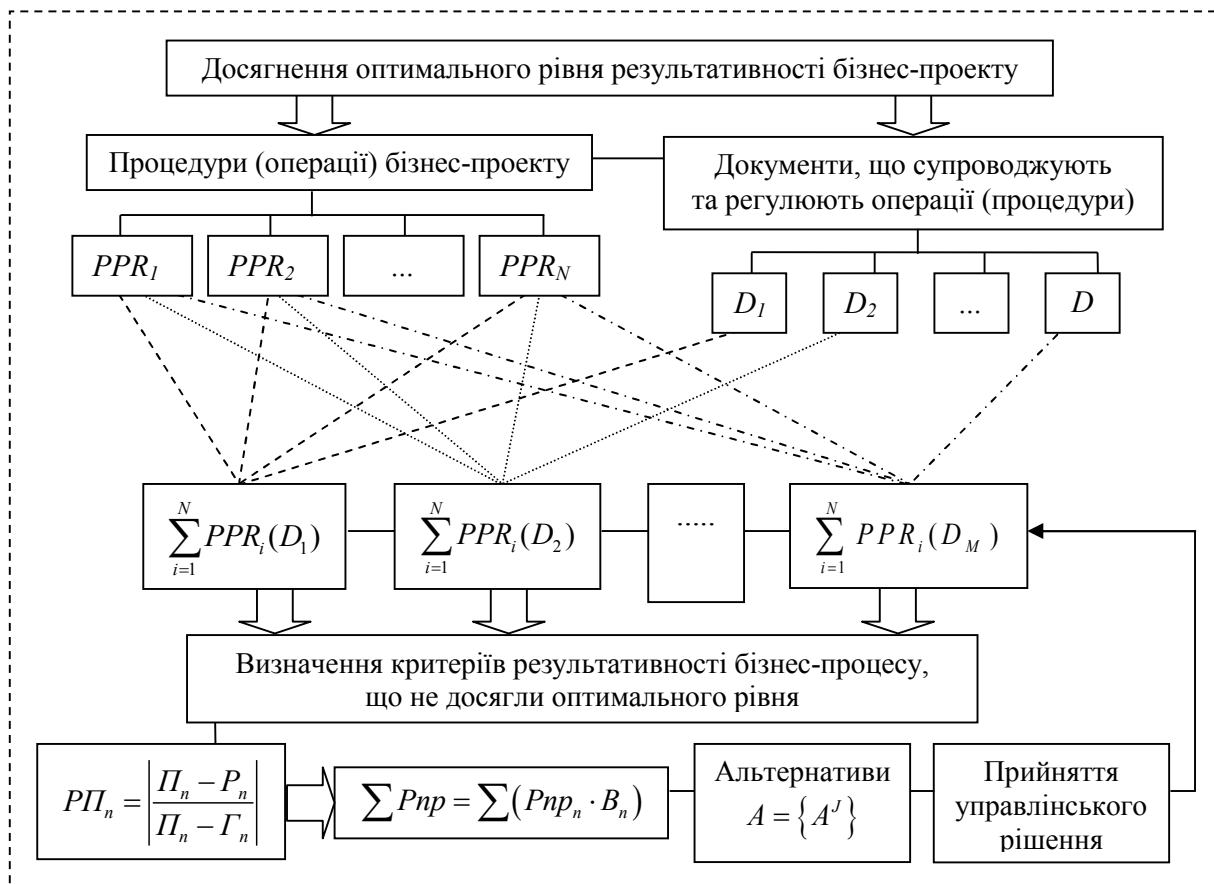


Рисунок. Функціональна модель ієрархічного оцінювання ситуації в комунікаційній системі руху й регламентації потоку інформації промислового підприємства

В основу цієї моделі нами покладено такі положення:

модель може використовуватися для досягнення всіх видів цілей підприємства; зв'язок процедур (PPR_N) і відповідних

документів (D_M) обумовлений факторами, що спричинили неоптимальний рівень критеріїв результативності бізнес-процесів, що покладено в основу процесної інфраструктури промислового підприємства

[13];

установлення пріоритетів щодо використання того чи іншого документа при прийнятті управлінського рішення здійснюється за допомогою процедури парних порівнянь за вагомістю показників, які встановлюються для кожного бізнес-процесу;

забезпечення раціональної організації бізнес-процесів є передумовою використання функціональної моделі ієрархічного оцінювання ситуації при прийнятті управлінських рішень;

регламентація потоку інформації здійснюється за класифікаційними ознаками документопотоків, що дозволяє встановити персональну відповідальність кожного керівника за прийняте управлінське рішення;

формування альтернативних рішень здійснюється з урахуванням рівнів пріоритетності функціональних напрямів управління, які встановлюються відповідно до організаційної структури управління та процесної інфраструктури.

Ієрархія будується методом структурної декомпозиції сформульованої експертом цілі „зверху вниз” і завершується, коли однозначно визначений рівень критеріїв, які не можуть більше піддаватись декомпозиції (k_1, \dots, k_n) .

За допомогою експертної процедури парних порівнянь визначається вага критеріїв v_i , де $v_i \in [0,1]$, $\sum_i v_i = 1$, що визначає відносну важливість критеріїв. Використання методу парних порівнянь передбачає формування матриці відповідності процедур управлінських рішень і документів, що їх супроводжують відповідно до існуючої на підприємстві системи внутрішнього документування. Припустимо, що існує набір (N) управлінських рішень і (M) документів, які забезпечують прийняття цих рішень шляхом утворення документопотоку $(\sum_{j=1}^M D_j)$ за кожною процедурою прийняття рішення (PPR_i) .

Деякі із цих документів є загальними, тобто один документ використовується для

підготовки різних управлінських рішень. Із метою адаптації завдання до інтегрованої структури управління управлінські рішення доцільно згрупувати за рівнями пріоритетності функціональних напрямів, що дозволить забезпечити не тільки раціональну організацію руху документопотоку, але й регламентацію потоку інформації шляхом установлення персональної відповідальності керівників у розрізі пріоритетного напрямку. Завдання полягає у формуванні груп управлінських рішень таким чином, щоб забезпечити мінімальний обсяг необхідних для підготовки рішень документів. Вирішення поставленого завдання пропонується здійснювати за нижченаведеними етапами.

На першому етапі необхідно побудувати морфологічну матрицю відповідності управлінських рішень і документів (табл. 1). Інформаційне забезпечення реалізації процедур здійснюється в системі внутрішнього документування. Елемент матриці $PPR_j(D_i)$ змінюється в межах $(0 \leq PPR_j(D_i) \leq 1)$, причому $PPR_j(D_i) = 0$ у тому випадку, коли для підготовки i -го рішення j -й документ не використовується, а $PPR_j(D_i) = 1$ свідчить про використання документа.

На другому етапі здійснюється побудова матриці співпадаючих документів у парах рішень і будується матриця сумарної кількості різних документів, що використовуються при підготовці управлінських рішень. Поступовий вибір процедур і документів, що їх супроводжують, і порівняння досягнутого рівня критеріїв результативності бізнес-процесів з оптимальним дає змогу приймати управлінські рішення, що спрямовані на досягнення цілі.

На третьому етапі здійснюється визначення результативності управлінської праці за допомогою морфологічної матриці результативності управлінських дій шляхом застосування методу лінійного програмування з використанням теорії множин. Розподіл та кооперація управлінської праці (наприклад, за бізнес-

процесами) сприяє закріпленню управлінських рішень за визначеними рівнями управління з урахуванням компетенції апарату управління.

За рівнем критеріїв визначається рівень альтернатив $A = \{A^J\}$, $J = 1, L$, кожна з яких визначає рішення, яке характеризується

набором властивостей, що збігаються з назвами критеріїв k_i . Для знаходження найкращої альтернативи $A^J \in A$ порівнюються пари альтернатив по кожному критерію, що

Таблиця 1

Морфологічна матриця відповідності процедур управлінських рішень і документів

Процедура прийняття рішення	Найменування (номер) документа, на основі якого здійснюється процедура прийняття рішення					Документопотік для реалізації набору процедур
	D_1	D_2	D_3	...	D_M	
PPR_1	$PPR_1(D_1)$	$PPR_1(D_2)$	$PPR_1(D_3)$	...	$PPR_1(D_M)$	$\sum_{j=1}^M PPR_1(D_j)$
PPR_2	$PPR_2(D_1)$	$PPR_2(D_2)$	$PPR_2(D_3)$	...	$PPR_2(D_M)$	$\sum_{j=1}^M PPR_2(D_j)$
PPR_3	$PPR_3(D_1)$	$PPR_3(D_2)$	$PPR_3(D_3)$	...	$PPR_3(D_M)$	$\sum_{j=1}^M PPR_3(D_j)$
...
PPR_N	$PPR_N(D_1)$	$PPR_N(D_2)$	$PPR_N(D_3)$	...	$PPR_N(D_M)$	$\sum_{j=1}^M PPR_N(D_j)$
Усього процедур прийняття рішень на основі j -го документа	$\sum_{i=1}^N PPR_i(D_1)$	$\sum_{i=1}^N PPR_i(D_2)$	$\sum_{i=1}^N PPR_i(D_3)$	...	$\sum_{i=1}^N PPR_i(D_M)$	$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M PPR_i(D_j)$

дозволяє уявити кожну альтернативу у вигляді вектора $A^J = (y_{k_1}^J, \dots, y_{k_n}^J)$, де $y_{k_i}^J \in [0, 1]$ – оцінка інтенсивності прояву властивостей альтернативи A^J , що збігається із критерієм k_i . Оцінка досяжності цілі для альтернативи A^J має вигляд лінійної згортки

$$F(A^J, v_i) = \sum_{i=1}^n y_{k_i}^J v_i. \quad (1)$$

Для підвищення якості управлінських рішень у комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації, яка являє собою динамічну ситуацію, та зниження впливу суб'єктивної складової на результати пропонується будувати когнітивну модель шляхом побудови когнітивних карт, фактори яких пов'язуються із близькими за змістом

критеріями.

Прогноз розвитку ситуації в нечіткій системі когнітивного моделювання представлений парою $(X(m), C(m))$, де $X(m)$ – вектор стану ситуації в момент часу m , а $C(m)$ – вектор консонансів значень факторів. Прогнози розвитку ситуацій можуть характеризуватись однаковою вектором стану ситуації $X(m)$, але різними векторами консонансу значень факторів $C(m) \neq C(m)'$. Оцінка таких станів має бути різною, тобто система ієрархічного оцінювання має оцінювати ситуації з урахуванням не тільки значення фактора, а і його консонансу. За таких умов для кожного фактора ситуації визначається оцінна функція, аргументами якої є прирощення

фактора та його консонанс – $p_{x_i} = \sigma_i(p_i, c_i)$.

Основні властивості такої оцінної функції та експертний метод її побудови представлено у роботі [14]. Однак побудова оцінної функції експертним шляхом для значної кількості факторів, що є характерним для промислового підприємства, є досить трудомістким процесом, тому вважаємо доцільним як оцінні функції значень та консонансу використовувати монотонно зростаючі функції з параметрами

$$p_{x_i} = \text{sign}(p_i) |p_i^\alpha| c_i^\beta, \quad (2)$$

де α та β – параметри функцій, що приймають невід’ємні значення;

$$\alpha, \beta > 0;$$

p_i – прирощення значення i -го фактора;

$p_i = x_i^0 - x_i(m)$, де x_i^0 та $x_i(m)$ – початкове та прогнозне значення i -го

фактора.

Вибір рівня параметрів α та β дозволяє моделювати різні експертні переваги за умов мінімізації обсягу необхідних для підготовки управлінських рішень документів. Нами пропонуються характеристики експертних переваг залежно від значень параметрів α та β (табл. 2). Кожна із цих переваг оцінюється за допомогою того чи іншого рівня прирощення фактора й консонансу. Вибір експертом ступеня прирощення обумовлений конкретною ситуацією, яка склалася на промисловому підприємстві в момент здійснення оцінних дій, а також кількісним впливом того чи іншого фактора на результативність бізнес-процесу та бізнес-системи в цілому.

Таблиця 2

Якісні характеристики експертних переваг залежно від рівня параметрів α та β

	$\beta > 1$	$\beta = 1$	$\beta < 1$
$\alpha > 1$	Суттєве прирощення фактора, що обумовлене відхиленнями від запланованого процесу реалізації бізнес-процесу; значний консонанс	Апріорі віддається перевага факторам зі значним за модулем прирощенням (пріоритетні фактори впливу на результативність бізнес-процесу)	Суттєве прирощення фактора, що обумовлене відхиленнями від запланованого процесу реалізації бізнес-процесу, але не враховується значення консонансу, тобто відповідність між очікуваною та отриманою інформацією
$\alpha = 1$	Перевага віддається прирощенням тільки тих факторів, які мають значний рівень консонансу	Відсутні переваги для прирощень факторів та їх консонансів	Не враховується значення консонансу, тобто відповідність між очікуваною та отриманою інформацією
$\alpha < 1$	Не розпізнаються прирощення всіх факторів, а перевага надається тільки факторам зі значним консонансом	Не враховуються значення факторів, тобто рівень їхнього впливу на результативність бізнес-процесів	Не враховуються прирощення факторів та їх консонансів (модель не адекватна мінливим умовам функціонування)

З урахуванням оцінки прирощення значення фактора p_{x_i} елемент $x_i(m)$ прогнозного вектора стану ситуації $X(m) = (x_1(m), \dots, x_m(m))$ визначиться із співвідношення

$$x_i(m) = x_i^0 + p_{x_i} \quad (3)$$

де x_i^0 – початковий стан i -го фактора когнітивної моделі;

p_{x_i} – значення прирощення фактора з урахування його консонансу.

На основі побудови когнітивних карт

формується альтернативи в моделі підтримки прийняття управлінських рішень у комунікаційній системі руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства. Альтернативною вважається вектор прирощення факторів ситуації в початковий момент часу

$$P^j(0) = (p_1^j, \dots, p_m^j). \quad (4)$$

Оцінка досяжності генеральної цілі альтернативою P^j – це оцінка прогнозу розвитку ситуації для цієї альтернативи $F(X_j^\phi(m, v_i))$, де m – число факторів когнітивної моделі; $X_j^\phi(m)$ – прогноз розвитку ситуації для факторів близьких за змістом критеріям результативності бізнес-процесів; v_i – вагомість критеріїв за параметрами результативності бізнес-процесів та механізму визначення їх вагомості, який є індивідуальним відносно кожного бізнес-процесу процесної інфраструктури промислового підприємства [13].

Таким чином, процес моделювання процедур прийняття управлінських рішень потребує постійного розвитку комунікаційної системи руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства, що обумовлено динамічністю ситуацій, які виникають у процесі господарської діяльності промислового підприємства. Етапи та принципи формування комунікаційної системи руху та регламентації потоку інформації промислового підприємства реалізуються у процесі руху документопотоків, класифікаційні ознаки яких дозволяють розробляти ієрархічні моделі динамічних ситуацій, що виникають на промисловому підприємстві та за допомогою яких здійснюється моделювання процедур прийняття управлінських рішень шляхом побудови когнітивних карт із використанням методу ієрархій, за рахунок чого забезпечується раціональний рух документопотоків та досягнення оптимального рівня критеріїв результативності бізнес-процесів промислового підприємства.

Література

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. / Т.Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
2. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т.Л. Саати. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.
3. Саати Т.Л. Математические методы исследования операций / Т.Л. Саати. – М.: Воениздат, 1962. – 420 с.
4. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения / Т.Л. Саати. – М.: Сов. радио, 1965, 1971. – 510 с.
5. Саати Т.Л. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы / Т.Л. Саати. – М.: Мир, 1973. – 302 с.
6. Саати Т.Л. Математические модели конфликтных ситуаций / Т.Л. Саати. – М.: Сов. радио, 1977. – 304 с.
7. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
8. Аноприенко А.Я. От вычислений к пониманию: когнитивное компьютерное моделирование и опыт его практического применения на примере решения проблемы Фестского диска / А.Я. Аноприенко // Науч. труды Донецкого государственного технического университета. Вып. 6. Серия „Информатика, кибернетика и вычислительная техника” (ИКВТ-99). – Донецк: ДонГТУ. – 1999. – С. 36-47.
9. Сидельников Ю.В. Теория и организация экспертного прогнозирования / Ю.В. Сидельников. – М.: ИМЭМО АН СССР, 1990. – 195 с.
10. Кулинич А.А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций / А.А. Кулинич // Труды второй междунар. конф. по проблемам управления. – М.: ИПУ РАН, 2003. – Июль. – С. 219-227.
11. Кулинич А.А. Интегрированная модель поддержки принятия решений в условиях неопределенности / А.А. Кулинич, Н.В. Титова // Труды Института проблем уп-

равления. Т. 26. – М.: Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова, 2005. – С. 19-38.

12. Аверкин А.Н. Поддержка принятия решений в слабоструктурированных предметных областях. Анализ ситуаций и оценка альтернатив / А.Н. Аверкин, О.П. Кузнецов, А.А. Кулинич, Н.В. Титова. Вып. 3. Теория систем и управления. – 2006. – С. 139-149.

13. Метеленко Н.Г. Основы

формування інфраструктури промислового підприємства / Н.Г.Метеленко // Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. – Вип. 257. Т. 1. – С. 55-67.

14. Sawaragi T. An integration of qualitative causal knowledge for user –oriented decision support. Control theory and advanced technology. / T. Sawaragi, S. Iwai, O. Katai. Vol. 2, № 3, September 1986, P. 451-483.